T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ARKEOLOJİ ANA BİLİM DALI
ARKEOLOJİ PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

ANTİK DÖNEM'DE MATEMATİK BİLGİSİNİN MOZAİK VE HEYKEL SANATINA YANSIMASI

Erhan AYDOĞDU

Danışman
Doç. Dr. Ali Kazım ÖZ

İZMİR - 2022

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ARKEOLOJİ ANA BİLİM DALI
ARKEOLOJİ PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

ANTİK DÖNEM'DE MATEMATİK BİLGİSİNİN MOZAİK VE HEYKEL SANATINA YANSIMASI

Erhan AYDOĞDU

Danışman
Doç. Dr. Ali Kazım ÖZ

İZMİR - 2022

TEZ ONAY SAYFASI

YEMİN METNİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Antik Dönem’de Matematik Bilgisinin Mozaik ve Heykel Sanatına Yansıması” adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih
09/02/2022
Erhan AYDOĞDU

ÖZET

Doktora Tezi

Antik Dönem'de Matematik Bilgisinin Mozaik ve Heykel Sanatına Yansıması

Erhan AYDOĞDU

Dokuz Eylül Üniversitesi
Soyal Bilimler Enstitüsü
Arkeoloji Ana Bilim Dalı
Arkeoloji Programı

Bu tezin amacı, Antik Dönem'de matematik bilgisinin mozaik ve heykel sanatına yansımasının incelenmesi ve değerlendirilmesidir.

Tez üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde matematiğin ilk kaynakları, Mısır ve Mezopotamya matematiği, Yunan matematiğinin dönemleri ve Antik Dönem'in ünlü matematik problemleri değerlendirilmiştir.

İkinci bölüm, matematik ve mozaik sanatı ilişkisine ayrılmıştır. Matematik tarihi ve mozaik sanatı tarihi karşılaştırılmıştır. Svastika, meander, spiral, küp ve prizma formları, konsantrik süslemeler ve Khioslu Hippokrates'in lunar alanları hesabından kaynaklanan formlar çözümlenmiştir. İskenderiyeli Pappus'un altıgenleri ve Arkhimedes'in yarı düzgün katıları, mozaik eserlerde teşhis edilmiştir. Zeugma Antik Kenti'nin sembolü olan Çingene Kızı'nın bakışları, geometrik olarak analiz edilmiştir. Metropolis Resepsiyon Salonu mozaiklerinin geometrik süslemelerinin yanı sıra bitkisel motif olarak düşünülen üçlü yaprak motifi, geometrik olarak çözümlenmiştir.

Üçüncü bölümde, matematik ve heykel sanatı ilişkisi, Yunan heykel sanatının kanon problemi çerçevesinde deneysel olarak incelenmiştir. Klaros'ta bulunan ve Efes Müzesi'nde korunan Kouros 1/20/95 ve Kouros 1/21/03, Klaros'ta bulunan ve İzmir Tarih ve Sanat Müzesi'nde korunan Kouros 3504, Çandarlı'da bulunan ve Bergama Müzesi'nde korunan Kouros 19, Efes Müzesi'nde korunan 1/27/93 envanter numaralı tamamlanmamış yontu; Atina Milli Müzesi'nde korunan Sunion Kouros, Anavysos Kouros döküm kopyası,

Kouros 3686 ve Kouros 4890, deneysel çalışmanın malzemesini oluşturmaktadır. Heykeller, fotogrametri yöntemiyle üç boyutlu modellenmiştir. Elde edilen modeller yazılım olanakları kullanılarak analiz edilmiştir. Heykellerin orantı sistemi ve artistik çizgileri analitik olarak çözümlenmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan yöntemlerin ve elde edilen bilgilerin; mozaik sanatı, heykel sanatı ve matematik tarihi araştırmalarına, arkeolojik eserlerin belgelenmesine ve değerlendirilmesine, heykeltıraşlık eğitimi ve öğretimine, müzecilik uygulamalarına ve konservasyon çalışmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Matematik, Geometri, Mozaik, Heykel, Kanon.

ABSTRACT

Doctoral Thesis

Doctor of Philosophy (PhD)

The Reflection of the Mathematic Knowledge on the Arts of Mosaic and Sculpture

Erhan AYDOĞDU

Dokuz Eylül University

Graduate School of ocial Sciences

Department of Archaeology

Archaeology Program

The aim of this thesis is to examine and evaluate the reflection of mathematical knowledge on mosaic and sculpture art in ancient period.

The thesis consists of three chapters. In the first chapter, the early sources of mathematics, the mathematics of Egypt and Mesopotamia, the periods of Greek mathematics, and the famous mathematical problems of the ancient period have been evaluated.

The second chapter has been devoted to the relationship between mathematics and mosaic art. The history of mathematics and the history of mosaic art have been compared. Swastika, meander, spiral, cube and prism forms, concentric ornaments, forms originating from the lunar fields calculation of Hippocrates of Chios have been analyzed. Hexagons of Pappus of Alexandria and semi-regular solids of Archimedes have been identified in mosaic artifacts. The gaze of the Gypsy Girl, the symbol of the ancient city of Zeugma, has been analyzed geometrically. In addition to the geometric ornaments of the Metropolis Reception Hall mosaics, the triple leaf motif, which was considered as a floral motif, has been geometrically resolved.

In the third chapter, the relationship between mathematics and sculpture has been experimentally examined within the framework of the canon problem of Greek sculpture. Kouros 1/20/95 and Kouros 1/21/03, from Klaros, preserved in the Ephesus Museum; Kouros 3504, from Klaros, preserved in the Izmir

History and Art Museum; Kouros 19, from Çandarlı, preserved in the Bergama Museum; the unfinished sculpture with inventory number 1/27/93 preserved in the Ephesus Museum; Sunion Kouros, the cast copy of the Anavysos Kouros, Kouros 3686, and Kouros 4890 preserved in the National Museum of Athens, constitute the material of the experimental study. The sculptures have been modeled in three dimensions using the photogrammetry method. Obtained models have been analyzed using software facilities. The proportion system and artistic lines of these sculptures have been resolved analytically.

It is thought that the methods used and the information obtained in this thesis will contribute to the research of mosaic art, sculpture art and history of mathematics, the documentation and evaluation of archaeological artifacts, sculpture education and training, and the museology practices and conservation studies.

Keywords: Mathematics, Geometry, Mosaic, Sculpture, Canon.

ANTİK DÖNEM'DE MATEMATİK BİLGİSİNİN MOZAİK VE HEYKEL SANATINA YANSIMASI

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI ii
YEMİN METNİ iii
ÖZET iv
ABSTRACT vi
İÇİNDEKİLER viii
KISALTMALAR xv
EKLER LİSTESİ xvi

GİRİŞ 1

BİRİNCİ BÖLÜM
ANTİK DÖNEM'DE MATEMATİK

1.1. İLK KAYNAKLAR 46
1.2. MISIR MATEMATİĞİ 47
1.3. MEZOPOTAMYA MATEMATİĞİ 48
1.4. YUNAN MATEMATİĞİ 49
1.4.1. Ionia ve Pythagorasçılar Dönemi 51
1.4.2. Kahramanlık Dönemi 54
1.4.3. Platon ve Aristoteles Dönemi 60
1.4.4. Yunan Matematiğinin Altın Çağı 69
1.4.5. Uygulamalı Matematik Dönemi 74
1.4.6. Yunan Matematiğinin Gümüş Çağı 78
1.5. ANTİK DÖNEM'İN ÜNLÜ PROBLEMLERİ 83
1.5.1. Çemberin Karelenmesi 85
1.5.2. Bir Açının Üçe Bölünmesi 87
1.5.3. Küpün İki Katına Çıkarılması 88
1.5.4. Çember ve Düzgün Poligonlar 91

1.5.5. Karenin İki Katına Çıkarılması 94
1.5.6. Platonik Katılar ve Pentagon 95
1.5.7. Arkhimedes'in Yarı Düzgün Katıları 98
1.5.8. Problemlerin Sonu 102

İKİNCİ BÖLÜM
MATEMATİK VE MOZAİK SANATI

2.1. MOZAİK SANATI 104
2.1.1. Mozaik Sanatının Tarihsel Gelişimi 104
2.1.2. Mozaik Yapım Tekniği 135
2.1.3. Tasarımın Panel Yüzeyine Aktarılması 138
2.1.4. Geometrik Mozaiklerin Analizi 144
2.2. GEOMETRİK DESENLERDE ÇÖZÜMLEMELER 168
2.2.1. Poligon Çevresi, Svastika, Meander ve Arkhimedes Spirali 168
2.2.1.1. Pythagorasçı Aritmetik ve Sayıların Şematizasyonu 169
2.2.1.2. Poligon Çevresi Ölçümü, Svastika ve Meander 170
2.2.1.3. Arkhimedes Spirali 173
2.2.1.4. Meander Deseni Teorik Formunun Uygulamaya Yansıması 177
2.2.1.5. Svastika Deseni Teorik Formunun Uygulamaya Yansıması 180
2.2.1.6. Sekizgen İçin Uygulama Örneği 181
2.2.2. Khioslu Hippokrates ve Lunar Alanları 182
2.2.3. Pappus Altıgenleri, Gaul ve İspanya Örnekleri 185
2.2.4. Konsantrik Çemberler ve Yörüngeler 188
2.2.4.1. Yarıçapı Sabit Artan Konsantrik Çemberler 188
2.2.4.2. Yarıçapı Artarak Artan Konsantrik Çemberler 191
2.2.5. Platonik Katı Uygulaması Olarak Küp Formu 195
2.2.5.1. Altıgen İçinde Küp Formları 195
2.2.5.2. Altıgen İçinde Küp Formunun Dejeneresi 198
2.2.6. Sekizgen İçinde Prizma Formları 199
2.2.7. Yarı Düzgün Katıların Kombine Kullanımı 199
2.2.8. Çingene Kızı'nın Bakışları 203

2.3. METROPOLİS RESEPSİYON SALONU MOZAİKLERİ 207
2.3.1 Orta Panel 209
2.3.1.1. Orta Panel Bordürünün Analitik Restorasyonu 211
2.3.2. Doğu Paneli 212
2.3.2.1. Doğu Panelinin Analizi 213
2.3.2.2. Doğu Panelinin Ağ Yapısı 214
2.3.2.3. Doğu Panelinde Element Desen 215
2.3.2.4. Doğu Paneli Üzerinde Yapılan Ölçümler 215
2.3.2.5. Doğu Panelinin Gerçek Ölçülerinin Belirlenmesi 216
2.3.2.6. Doğu Panelinin Teorik Modelinin Ölçüleri 217
2.3.2.7. Element Desenin Ölçümler Karşısındaki Durumu 218
2.3.2.8. Deformasyon Formülü ve Deformasyon İncelemesi 219
2.3.2.9. Element Desenin Pythagoras Teoremiyle İlişkisi 223
2.3.2.10. Yanılsama Faktörleri 225
2.3.2.11. Doğu Panelinin Yapım Tekniği 228
2.3.2.12. Üçlü Yaprak Motifi 231
2.3.2.13. Düzgün Altı Yaprak, Altıgen ve Altı Köşeli Yıldız 233
2.3.2.14. Üçlü Yaprak Motifinin Soyut Modeli 234
2.3.2.15. Üçlü Yaprak Motifi ve Soyut Modeli 236
2.3.2.16. Üçlü Yaprak Motifi ve Matematik 237
2.4. TARTIŞMA 238
2.4.1. Yunan Matematiği ve Mozaik Sanatı 238
2.4.2. Svastika, Meander ve Spiral İlişkisi 245
2.4.3. Matematik Bilgisinin Mozaik Sanatıyla Doğrudan İlişkisi 249
2.4.4. Konsantrik Çemberler ve Aristophanes'in Kuşlar'ı 250
2.4.5. Düzgün ve Yarı Düzgün Katılar ve Dejenere Formlar 252
2.4.6. Ağ Yapısı, Element Desen ve Analitik Restorasyon 256

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
MATEMATİK VE HEYKEL SANATI

3.1. HEYKEL SANATINDA KANON PROBLEMİ 260

3.2. MATERYAL 271
3.2.1. Klaros Kutsal Alanı ve Heykeltıraşlık Eser Buluntuları 272
3.2.2. Çandarlı (Pitane) Kourosu 276
3.2.3. Atina Milli Müzesi'nde Korunan Dört Kouros 277
3.3. YÖNTEM 279
3.3.1. Fotogrametrik Üç Boyutlu Modelleme 279
3.3.1.1. Üç Boyutlu Modellemede Araç ve Yöntem 279
3.3.1.2 Üç Boyutlu Modellemede İş Akış Süreci 281
3.3.2. Vitruvius Önermeleri 287
3.3.3. Modül Kavramı 290
3.3.4. Heykel Koordinat Sistemi 291
3.3.5. Referans Noktalar 293
3.3.6. Artistik Çizgiler ve Sınırlar 294
3.3.7. Üç Boyutlu Model Analizi 296
3.3.7.1. Üç Boyutlu Model Analizinde Kullanılan Yazılım 296
3.3.7.2. Modelin MATLAB Yazılımına Aktarılması 296
3.3.7.3. Transversal Kesitlerin Elde Edilmesi 297
3.3.7.4. Sınırların ve Artistik Çizgilerin Elde Edilmesi 298
3.3.7.5. Referans Noktaların Koordinatları 298
3.3.7.6. Orantı Testleri 299
3.3.7.9. Artistik Çizgilerin ve Sınırların İncelenmesi 300
3.3.7.10. Geometrik Model Oluşturulması 301
3.4. ANALİZ 301
3.4.1. Kouros 1/20/95 301
3.4.1.1. Modelleme Bilgileri 301
3.4.1.2. Referans Noktalar 302
3.4.1.3. Orantı Testleri 303
3.4.1.4. Femur 307
3.4.1.5. Thorax 307
3.4.1.6. Geometrik Model 308
3.4.2. Kouros 1/21/03 308
3.4.2.1. Modelleme Bilgileri 308

3.4.2.2. Referans Noktalar 308
3.4.2.3. Orantı Testleri 309
3.4.2.4. Femur 313
3.4.2.5. Thorax 314
3.4.2.6. Geometrik Model 314
3.4.3. Yontu 1/27/93 314
3.4.3.1. Modelleme Bilgileri 314
3.4.3.2. Referans Noktalar 315
3.4.3.3. Orantı Testleri 316
3.4.4. Kouros 3504 318
3.4.4.1. Modelleme Bilgileri 318
3.4.4.2. Referans Noktalar 319
3.4.4.3. Femur 323
3.4.4.4. Thorax 325
3.4.4.5. Geometrik Model 325
3.4.5. Kouros 19 325
3.4.5.1. Modelleme Bilgileri 325
3.4.5.2. Referans Noktalar 326
3.4.5.3. Orantı Testleri 327
3.4.5.4. Femur 329
3.4.5.5. Thorax 330
3.4.5.6. Geometrik Model 330
3.4.5.7. Değerlendirme 330
3.4.6. Kouros 3851 (Anavysos Kouros) 331
3.4.6.1. Modelleme Bilgileri 331
3.4.6.2. Referans Noktalar 333
3.4.6.3. Orantı Testleri 333
3.4.6.4. Femur 338
3.4.6.5. Thorax 340
3.6.6.6. Geometrik Model 340
3.4.7. Kouros 2720 (Sunion Kouros) 340
3.4.7.1. Modelleme Bilgileri 340

3.4.7.2. Referans Noktalar 341
3.4.7.3. Orantı Testleri 342
3.4.7.4. Femur 346
3.4.7.5. Thorax 347
3.4.7.6. Geometrik model 348
3.4.8. Kouros 3686 348
3.4.8.1. Modelleme 348
3.4.8.2. Referans Noktalar 350
3.4.8.3. Orantı Testleri 350
3.4.8.4. Femur 356
3.4.8.5. Thorax 357
3.4.8.6. Kasık Yayları 359
3.4.8.7. Karın-Kalça Geçişi ve Crook Yayı 360
3.4.8.8. Geometrik Model 364
3.4.9. Kouros 4890 364
3.4.9.1. Modelleme Bilgileri 364
3.4.9.2. Referans Noktalar 365
3.4.9.3. Orantı Testleri 366
3.4.9.4. Femur 368
3.4.9.5. Geometrik Model 369
3.5. TARTIŞMA 369
3.5.1. Vitruvius Önermelerinin Geçerliliği 370
3.5.1.1. Yüz ve Boy Uzunluğu 370
3.5.1.2. El ve Boy Uzunluğu 371
3.5.1.3. Baş ve Boy Uzunluğu 371
3.5.1.4. Göğüs Üzeri 373
3.5.1.5. Göğüs Ortası 374
3.5.1.6. Ayak ve Boy Uzunluğu 375
3.5.1.7. Ön Kol ve Boy Uzunluğu 376
3.5.1.8. Göğüs Genişliği 376
3.5.1.9. Göbek Çukuru 377
3.5.1.10. Kollar ve Boy Uzunluğu 379

3.5.2. Heykelde Orta Nokta 380
3.5.3. Heykellerde Orantı ve Modül 383
3.5.4. Diz Bölgesi 384
3.5.5. Omuz, Bel ve Femur Genişlikleri 385
3.5.6. Omuz, Bel, Femur ve Koltuk Altı Referansları 387
3.5.7. Artistik Çizgiler 389
3.5.8. Orantı Sisteminin Tanımı 391
3.5.9. Orantı Sistemi ve Heykeller 394
3.5.10. Geometrik Model ve Polykleitos'un *Kanon*'u 395
3.5.11. Heykel Sanatı ve Matematik İlişkisi 397

SONUÇ VE ÖNERİLER 399
KAYNAKÇA 420
EKLER

KISALTMALAR

Bkz./bkz.	Bakınız
Çev.	Çeviren
Ed.	Editör
Et al.	Diğerleri (and others)
Kat. No.	Katalog Numarası
Lev./lev.	Levha
MÖ	Milattan Önce
MS	Milattan Sonra
Res./res.	Resim
s.	Sayfa Numarası
ss.	Sayfadan Sayfaya
Suppl.	Supplement
vb.	Ve Benzeri
yy.	Yüzyıl

EKLER LİSTESİ

EK 1: Ishango Kemiği ek s.1
EK 2: Çekoslovakya'dan Kurt Kemiği ek s.1
EK 3: Lebombo Kemikleri ek s.2
EK 4: Antik Mısır'da Sayılar ek s.2
EK 5: Babil'in 60 Tabanlı Sayı Sistemi ek s.3
EK 6: Yunan Matematiği ve Kentler ek s.3
EK 7: Pythagoras Teoremi ek s.4
EK 8: Lunar Alanlar ek s.4
EK 9: Lunar Alan ve Quadrant (Çeyrek Daire) Alanı ek s.4
EK 10: Platonik Katılar ek s.5
EK 11: Pitaneli Autolykos'un Küresi ek s.6
EK 12: Autolykos'un Küresinde Ekliptik Yapı ek s.6
EK 13: Çember İçinde Kare (Antiphon) ek s.7
EK 14: Antiphon'un Çembere Yaklaşımı ek s.7
EK 15: Arkhimedes'in Çembere Yaklaşımı ek s.7
EK 16: Karenin İki Katına Çıkarılmasında Sokrates'in Yaklaşımı ek s.8
EK 17: Dodekahedron (Monte Loffa) ek s.8
EK 18: Arkhimedes'in Yarı Düzgün Katıları (Katı 1-7, Kepler) ek s.9
EK 19: Arkhimedes'in Yarı Düzgün Katıları (Katı 8-13, Kepler) ek s.10
EK 20: Katıların Düzlemde Geliştirilmesi (A-K, Kepler) ek s.11
EK 21: Katıların Düzlemde Geliştirilmesi (L-X, Kepler) ek s.11
EK 22: Çok Yüzlüler (Kepler) ek s.12
EK 23: Pişmiş Toprak Koni Duvarın Yüksekliği ve Planı (Warka) ek s.12
EK 24: Terrakotta Koni ek s.13
EK 25: Uruk IVb-Sütunlu Teras ek s.13
EK 26: Ur Kenti Ninkhursag Tapınağı'ndan Mozaik Sütun ek s.13
EK 27: Ur Kentinden Kakma İşlenmiş Figürlü Pano ek s.14
EK 28: Royal Nekropol Mozaiklerinden Görünüm (Gonur Depe) ek s.14
EK 29: Kakma İşi (Gonur Depe) ek s.14
EK 30: Ev ve Kule Şeklinde Porselen Tabletler (Knossos) ek s.15

EK 31: Uşaklı Höyük Mozaiğinden Görünüm ek s.15
EK 32: Frig Evi Mozaiği (Gordion) ek s.16
EK 33: Altıntepe Mozaiği ek s.16
EK 34: Arslantaş Mozaiği Çizimi ek s.17
EK 35: Ziyarettepe Mozaiği ek s.17
EK 36: Til-Barship Mozaiği ek s.17
EK 37: Centaur Hamamı Mozaiği ek s.18
EK 38: Komedyen Evi Mozaiği ek s.18
EK 39: Aslan Avı (Pella) ek s.19
EK 40: Dionysos ve Leopar (Pella) ek s.19
EK 41: Geyik Avı (Pella) ek s.20
EK 42: Mozaik Döşemede Katmanlar ek s.20
EK 43: Sayıların Şematize Edilmesi ek s.21
EK 44: Uzunluk Transferi ek s.21
EK 45: Eşkenar Üçgenin Çevresi ek s.22
EK 46: Eşkenar Üçgenin Kenar Uzunluklarının Transferi ek s.23
EK 47: İç Teğet Çember ve Alan İlişkisi ek s.24
EK 48: Poligon Çevresi Ölçümü ve Spiral İlişkisi ek s.25
EK 49: Karenin Çevresi ek s.26
EK 50: Kare Kenarlarının Transferi ek s.26
EK 51: Karenin İç Teğet Çemberi ve Çevresi ek s.27
EK 52: Kare Kenarlarının Transferi ve Meander ek s.27
EK 53: Kare Kenarlarının Transferi ve Svastika ek s.28
EK 54: Karenin Çevresi, Meander ve Svastika ek s.28
EK 55: Spiral Formlar ek s.29
EK 56: Arkhimedes Spirali ek s.30
EK 57: Dairenin Alanının Dik Üçgenin Alanına Eşitliği ek s.30
EK 58: Karenin Alanı (Sade Form) ek s.31
EK 59: Pentagon (Düzgün Beşgen) Alanı ek s.31
EK 60: Poligon Çevresi ve Çemberin Çevresi ek s.32
EK 61: Meander (Saat Yönünde Döngü) ek s.33
EK 62: Meander (Saat Yönüne Ters Yönde Döngü) ek s.34

EK 63: Meander Formu Tekrarlı Kullanımında Sapma ek s.35
EK 64: Meander Saat Yönü Tersi Döngü Tekrarlı Kullanımı ek s.36
EK 65: Meander 10x10 Matris Düzeni Tekrarlı Kullanımı ek s.37
EK 66: Meander 8x8 Matris Düzeni Tekrarlı Kullanımı ek s.38
EK 67: Meander Deseni Yatay ve Düşey Tekrarlı Kullanımı ek s.39
EK 68: Meander Deseni Tekrarlı Kullanım Örnekleri ek s.40
EK 69: Meander Deseni Ayna Simetrisinde Tekrarlı Kullanımı ek s.41
EK 70: Meander Bordürde Köşe Problemi ek s.42
EK 71: Meander Bordürde Köşe Probleminin Çözümü ek s.43
EK 72: Svastika (Saat Yönü Tersi) Teorik Form ve Matris Formu ek s.44
EK 73: Svastika (Saat Yönü) Teorik Formu ve Matris Formları ek s.45
EK 74: Svastika Teorik Formu Tekrarlı Kullanımı ek s.46
EK 75: Svastika Formunun Matris Düzeninde Tekrarlı Kullanımı ek s.47
EK 76: Svastika Yüzey Süslemesi Örneği ek s.48
EK 77: Svastika ve Anahtar-Kilit Yapısı ek s.49
EK 78: Anahtar-Kilit Deseni ek s.50
EK 79: İki Kare Yıldızı ek s.50
EK 80: Çember İçinde Oktagonal Süsleme ek s.51
EK 81: Çember İçinde Oktagonal Süsleme Varyantları ek s.52
EK 82: Lunar (Hilal) Alan Hesabı ek s.52
EK 83: Lunar Alan Hesabının Çembere Genişlemesi ek s.53
EK 84: Lunar Dört Yaprak Motifi ve Parçalanışı ek s.54
EK 85: Lunar Dört Yaprak Motifi Tekrarlı Kullanımı ek s.55
EK 86: Lunar Dört Yaprak ve Lunar Dört Yaprak Karesi ek s.56
EK 87: Trapezoid ve Altıgen Üzerinde Lunar Alan ek s.57
EK 88: Lunar Alan Hesabından Kaynaklanan Formlar ek s.58
EK 89: Pappus Altıgenleri ek s.58
EK 90: Pappus Altıgenlerinin Süsleme Olarak Kullanımı ek s.59
EK 91: Altıgen (Bal Peteği) Formlar ek s.59
EK 92: Konkav Altıgen Etrafında Çemberler ek s.60
EK 93: Konkav Altıgen Uygulamaları ek s.60
EK 94: Planeterium Evi Mozaiği (İtalica) ek s.61

EK 95: Pompeii'den Pappus Altıgenleri ek s.61
EK 96: Arkhimedes Spiralinin Canlandırılması ek s.62
EK 97: Yarıçapı Sabit Artan Konsantrik Yapı ve Arkhimedes Spirali ek s.62
EK 98: Yarıçapı Sabit Artan Konsantrik Yapı, Spiral ve Çiçek ek s.63
EK 99: Yarıçapı Artarak Artan Konsantrik Yapı ek s.64
EK 100: Yarıçapı Artarak Artan Konsantrik Radyal Matris ek s.65
EK 101: Yarıçapı Artarak Artan Konsantrik Yapıda Desenler ek s.66
EK 102: Yarıçapı Artarak Artan Konsantrik Yapı Örnekleri ek s.67
EK 103: Yarıçapı Artarak Artan Konsantrik Yapıda Renklendirme ek s.67
EK 104: Kare İnşası ek s.68
EK 105: Pappus'un Küp Çizimi ek s.69
EK 106: Luca Pacioli'nin Küp Çizimi ek s.69
EK 107: Luca Pacioli Küp Formu ve Tekrarlı Kullanımı ek s.70
EK 108: Altı Eşkenar Dörtgen Yıldız ek s.70
EK 109: Johannes Kepler Küp Formu ve Tekrarlı Kullanımı ek s.71
EK 110: Küp Formu ve Tekrarlı Kullanımın Örnekleri ek s.72
EK 111: Luca Pacioli Küp Formu İçin Dejenere Olma Kuralı ek s.73
EK 112: Dejenere Formların Tekrarlı Kullanımı ve Dejenere Ağ ek s.74
EK 113: Prizma Üreteci Olarak İki Kare Yıldızı ek s.75
EK 114: Prizma Formunun Tekil Tekrarlı Kullanımı ek s.76
EK 115: Sekiz Eşkenar Dörtgen Yıldızı ve Prizma ek s.77
EK 116: Mevsimler Mozaiği ve Tekil Prizma Formları ek s.77
EK 117: Brescello, Sainte Colombe ve Mataro Örnekleri ek s.78
EK 118: Brescello (İtalya) Örneğinin Geometrik Çözümlemesi ek s.79
EK 119: Yarı Düzgün Katılar ve Brescello (İtalya) Örneği ek s.80
EK 120: Brescello Örneğinin Geometrik Planı ek s.81
EK 121: Çingene Kızı (Maenad) ek s.82
EK 122: Çingene Kızı Geometrik Planı ek s.82
EK 123: Geometrik Portre (Çingene Kızı) ek s.83
EK 124: Metropolis Kent Planı ek s.83
EK 125: Orta Panel ek s.84
EK 126: Doğu Paneli ek s.84

EK 127: Orta Panel Matris Düzeni ek s.85
EK 128: Orta Panel Bordür Süsleme Bileşenlerinin Dizilimi ek s.86
EK 129: Orta Panel Analitik Restorasyon Modeli ek s.87
EK 130: Doğu Paneli Ağ Yapısı ek s.88
EK 131: Doğu Paneli Element Deseni ek s.88
EK 132: Doğu Panelinde Uzunluk Ölçümleri ek s.89
EK 133: Doğu Paneli Üzerinde Ölçümler ek s.89
EK 134: Element Desende Açı ek s.90
EK 135: Doğu Panelinde Deformasyon ek s.90
EK 136: Pythagoras Teoremi (3-4-5 Üçgeni) ek s.91
EK 137: 3-4-5 Üçgeninin Olası Kalıntısı Devrik Kare ek s.91
EK 138: Element Desende Karelerin Devrikliği ek s.92
EK 139: Chou-pei Suan-ching İspatı ek s.92
EK 140: Rozetli Rüzgar Gülü ve Üçlü Yaprak Motifi ek s.93
EK 141: Doğu Paneli'nde Üçlü Yaprak Tekrarı ek s.93
EK 142: Düzgün Altıgen Çizimi ve Rozet ek s.94
EK 143: Rozet ek s.94
EK 144: Rozet ve Düzgün Altıgen (Hexagon) ek s.95
EK 145: Rozet ve Altı Köşeli Yıldız (Hexagram) ek s.95
EK 146: Rozet, Hexagon ve Hexagram ek s.96
EK 147: Üçlü Yaprak Motifi Soyut Modeli ve Gerçek Motif ek s.96
EK 148: Cross (Haç) Formları ek s.97
EK 149: Svastika Formları ek s.97
EK 150: Noktalı Svastika Formları ek s.98
EK 151: Svastika-Spiral Formları ek s.98
EK 152: Bacchus'un Zaferi (Écija, Sevilla) ek s.99
EK 153: Küp ve Uzatılmış Küp ek s.99
EK 154: Yatay Kılavuz Çizgiler (Per-Neb, 5. Krallık Dönemi) ek s.100
EK 155: Mısır Kanonu I ve Kare Ağ (19. Hanedanlık Dönemi) ek s.100
EK 156: Mısır Kanonu II ve Kare Ağ (26. Hanedanlık) ek s.101
EK 157: Doryphoros Heykeli Mermer Kopyası (Napoli) ek s.101
EK 158: Geometrik Adam ek s.102

EK 159: Kısımların Simetrik Düzeni ek s.103
EK 160: Mermer Blok Üzerinde Kareleme ek s.103
EK 161: Doryphoros İçin Uzunlukların Türetilmesi ek s.104
EK 162: İzmir İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Yazısı ek s.105
EK 163: Kültür ve Turizm Bakanlığı Yazısı ek s.106
EK 164: İzmir Valiliği Onayı ek s.107
EK 165: Atina Milli Müzesinde Fotoğraf Çekimi İzin Talebi (Sayfa 1) ek s.108
EK 166: Atina Milli Müzesinde Fotoğraf Çekimi İzin Talebi (Sayfa 2) ek s.109
EK 167: Atina Milli Müzesi'nin 2171 Protokol Numaralı Yazısı ek s.110
EK 168: Atina Milli Müzesi'nin 2343 Protokol Numaralı Yazısı ek s.111
EK 169: Atina Milli Müzesi'nin 3019 Protokol Numaralı Yazısı ek s.112
EK 170: Yontu 1/27/93, Kouros 1/21/03 ve Kouros 1/20/95 ek s.113
EK 171: Kouros 3504 (İzmir Tarih ve Sanat Müzesi) ek s.113
EK 172: Kouros 19 (Bergama Müzesi) ek s.114
EK 173: Anavysos Kouros (Kouros 3851, Atina Milli Müzesi) ek s.114
EK 174: Anavysos Kouros Döküm Kopyası (Atina Milli Müzesi) ek s.115
EK 175: Sunion Kouros (Kouros 2720, Atina Milli Müzesi) ek s.115
EK 176: Kouros 3686 (Atina Milli Müzesi) ek s.116
EK 177: Kouros 4890 (Atina Milli Müzesi) ek s.116
EK 178: Kouros 1/20/95 Fotoğraf Çekimi (Şaryo Kullanımı) ek s.117
EK 179: Kouros 3504 Üzerinde Şeffaf Şerit Uygulaması ek s.117
EK 180: Hedef Nokta ve İşaretçi (Marker) ek s.118
EK 181: Hedef Noktalar ve Şeffaf Şerit ek s.118
EK 182: Kouros 1/20/95 Üzerinde Hedef Nokta Uygulaması ek s.119
EK 183: Ortam Işıklandırması (Kouros 19, Bergama Müzesi) ek s.119
EK 184: Fotoğraf Çekimi (Kouros 1/20/95, Efes Müzesi) ek s.120
EK 185: Vitruvius Adamı ek s.120
EK 186: New York Kouros ve Simetri Ekseni ek s.121
EK 187: Heykel Koordinat Sistemi ek s.122
EK 188: Agisoft PhotoScan Yazılımından Dışa Aktarılan .txt Dosya Örneği ek s.122
EK 189: MATLAB Kod Dizisi 1: Modeli İçe Aktarma ek s.123
EK 190: MATLAB Kod Dizisi 2: Modeli Görüntüleme ek s.124

EK 191: Transversal Kesit Üç Boyutlu Görünümü ek s.124
EK 192: MATLAB Kod Dizisi 3: Modeli Transversal Kesitlere Bölme ek s.125
EK 193: MATLAB Kod Dizisi 4: Transversal Kesit Fonksiyonu ek s.126
EK 194: MATLAB Kod Dizisi 5: Transversal Kesit Görüntüleme ek s.127
EK 195: Transversal Kesit ve Lateral Sınır Noktaları (Kouros 1/20/95) ek s.128
EK 196: Transversal Kesit ve Ventral Sınır Noktaları (Kouros 1/20/95) ek s.128
EK 197: Transversal Kesit ve Dorsal Sınır Noktaları (Kouros 1/20/95) ek s.129
EK 198: Transversal Kesit ve Sınır Noktaları (Kouros 1/20/95) ek s.129
EK 199: Transversal Kesitler ve Sınır Noktaları (Kouros 1/20/95) ek s.130
EK 200: Lateral Sınır Noktaları (Kouros 1/20/95) ek s.130
EK 201: Ventral ve Dorsal Sınır Noktaları (Kouros 1/20/95) ek s.131
EK 202: MATLAB Kod Dizisi 6: Orantı Testi (Sayfa 1) ek s.132
EK 203: MATLAB Kod Dizisi 6: Orantı Testi (Sayfa 2) ek s.133
EK 204: MATLAB Kod Dizisi 6: Orantı Testi (Sayfa 3) ek s.134
EK 205: MATLAB Kod Dizisi 7: Üç Noktadan Geçen Çember ek s.135
EK 206: MATLAB Kod Dizisi 8: Sınıra Uyan Çemberin Tespiti (Sayfa 1) ek s.136
EK 207: MATLAB Kod Dizisi 8: Sınıra Uyan Çemberin Tespiti (Sayfa 2) ek s.137
EK 208: Kouros 1/20/95 Hedef Noktalar ve Ölçüm ek s.138
EK 209: Kouros 1/20/95 Fotoğraf Çekimi Planı Önden Görünümü ek s.138
EK 210: Kouros 1/20/95 Fotoğraf Çekimi Planı Üstten Görünümü ek s.139
EK 211: Kouros 1/20/95 Nokta Bulutu ve Yoğun Nokta Bulutu Modeli ek s.139
EK 212: Kouros 1/20/95 Dokulandırılmış Modeli ek s.140
EK 213: Kouros 1/20/95 Modelleme Hata Değerleri ek s.140
EK 214: Kouros 1/20/95 Modelinin y Ekseninde Ölçüleri ek s.141
EK 215: Kouros 1/20/95 Transversal Kesitleri Önden Görünümü ek s.142
EK 216: Kouros 1/20/95 Transversal Kesitleri Yandan Görünümü ek s.143
EK 217: Kouros 1/20/95 Modelinde Transversal Kesitler ek s.143
EK 218: Kouros 1/20/95 Referans Noktalar ve Koordinatları ek s.144
EK 219: Kouros 1/20/95 Teorik Uzunluğuna Oranlar ek s.144
EK 220: Kouros 1/20/95 Referans Noktaları ek s.145
EK 221: Kouros 1/20/95 Üzerinde Sn Noktası ek s.145
EK 222: Kouros 1/20/95 Sn Noktası ve Teorik Boy h/6 Parçalanması ek s.146

EK 223: Kouros 1/20/95 Sn Noktası ve Teorik Boy h/6 Parçalanması ek s.147
EK 224: Kouros 1/20/95 Teorik Boy h/6/2 Parçalanması ek s.148
EK 225: Kouros 1/20/95 ve Teorik Boy h/6/2 Parçalanması ek s.149
EK 226: Kouros 1/20/95 Teorik Boy h/6/7 Parçalanması ek s.150
EK 227: Kouros 1/20/95 ve Teorik Boy h/6/7 Parçalanması ek s.151
EK 228: Kouros 1/20/95 Teorik Boy h/8 Parçalanması ek s.152
EK 229: Kouros 1/20/95 ve Teorik Boy h/8 Parçalanması ek s.153
EK 230: Kouros 1/20/95 Teorik Boy h/8/4 Parçalanması ek s.154
EK 231: Kouros 1/20/95 ve Teorik Boy h/8/4 Parçalanması ek s.155
EK 232: Kouros 1/20/95 Teorik Boy h/8/6 Parçalanması ek s.156
EK 233: Kouros 1/20/95 Teorik Boy h/8/7 Parçalanması ek s.157
EK 234: Kouros 1/20/95 Sol Femur Sınırı ile Çember Uyumu ek s.158
EK 235: Kouros 1/20/95 Sol Femur Sınırına Uyan Çember ek s.159
EK 236: Kouros 1/20/95 Sağ Femur Sınırına Uyan Çember ek s.159
EK 237: Kouros 1/20/95 Sağ Femur Sınırı ile Çember Uyumu ek s.160
EK 238: Kouros 1/20/95 Femur Çemberlerinin Asimetrik Yapısı ek s.161
EK 239: Kouros 1/20/95 Sol Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu ek s.162
EK 240: Kouros 1/20/95 Sağ Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu ek s.163
EK 241: Kouros 1/20/95 Femur-Simetrik Çemberler ek s.164
EK 242: Kouros 1/20/95 Femur-Simetrik Çember Uyumu ek s.165
EK 243: Kouros 1/20/95 Sol Thorax Sınırı ile Çember Uyumu ek s.166
EK 244: Kouros 1/20/95 Sağ Thorax Sınırı ile Çember Uyumu ek s.166
EK 245: Kouros 1/20/95 Thorax Sınırlarına Uyan Çemberler ek s.167
EK 246: Kouros 1/20/95 Geometrik Modeli ek s.168
EK 247: Kouros 1/20/95 ve Geometrik Modeli ek s.169
EK 248: Kouros 1/21/03 Hedef Noktalar ve Ölçüm ek s.170
EK 249: Kouros 1/21/03 Fotoğraf Çekimi Planı Önden Görünümü ek s.170
EK 250: Kouros 1/21/03 Fotoğraf Çekimi Planı Üstten Görünümü ek s.171
EK 251: Kouros 1/21/03 Nokta Bulutu ve Yoğun Nokta Bulutu Modeli ek s.171
EK 252: Kouros 1/21/03 Dokulandırılmış Modeli ek s.172
EK 253: Kouros 1/21/03 Modelleme Hata Değerleri ek s.172
EK 254: Kouros 1/21/03 Modelinin y Ekseninde Ölçüleri ek s.173

EK 255: Kouros 1/21/03 Transversal Kesitleri Önden Görünümü ek s.173
EK 256: Kouros 1/21/03 Transversal Kesitleri Yandan Görünümü ek s.174
EK 257: Kouros 1/21/03 Transversal Kesitleri Üç Boyutlu Görünümü ek s.174
EK 258: Kouros 1/21/03 Referans Noktaların Koordinatları ek s.175
EK 259: Kouros 1/21/03 Teorik Boy Uzunluğuna Oranlar ek s.176
EK 260: Kouros 1/21/03 Referans Noktaları ek s.177
EK 261: Kouros 1/21/03 Omuz Genişliği ve Femur Genişliği İlişkisi ek s.178
EK 262: Kouros 1/21/03 Omuz ve Femur Genişliği ve Simetri Kaybı ek s.179
EK 263: Kouros 1/21/03 Omuz ve Femur Genişliği ve Simetri Kaybı ek s.180
EK 264: Kouros 1/21/03 Femur ve Bel Genişliği ve Simetri Kaybı ek s.181
EK 265: Kouros 1/21/03 Femur ve Bel Genişliği ve Simetri Kaybı ek s.182
EK 266: Kouros 1/21/03 Teorik Boy h/6 Parçalanması ve Sn Noktası ek s.183
EK 267: Kouros 1/21/03 ve Sn Noktası ek s.184
EK 268: Kouros 1/21/03 Teorik Boy h/6 Parçalanması ve Sn Noktası ek s.185
EK 269: Kouros 1/21/03 Teorik Boy h/4 Parçalanması ve T0 Noktası ek s.186
EK 270: Kouros 1/21/03 Teorik Boy h/4 Parçalanması ve T0 Noktası ek s.187
EK 271: Kouros 1/21/03 Teorik Boy h/7/3 Parçalanması ek s.188
EK 272: Kouros 1/21/03 h/7/3 Parçalanması ve Simetri Kaybı ek s.189
EK 273: Kouros 1/21/03 Teorik Boy h/7/4 Parçalanması ek s.190
EK 274: Kouros 1/21/03 ve Teorik Boy h/7/4 Parçalanması ek s.191
EK 275: Kouros 1/21/03 ve Teorik Boy h/8 Parçalanması ek s.192
EK 276: Kouros 1/21/03 Teorik Boy h/8/6 Parçalanması ek s.193
EK 277: Kouros 1/21/03 Teorik Boy h/8/8 Parçalanması ek s.194
EK 278: Kouros 1/21/03 ve Teorik Boy h/8/8 Parçalanması ek s.195
EK 279: Kouros 1/21/03 Sol Femur Sınırı ile Çember Uyumu ek s.196
EK 280: Kouros 1/21/03 Sol Femur Sınırına Uyan Çember ek s.197
EK 281: Kouros 1/21/03 Sağ Femur Sınırına Uyan Çember ve Merkezi ek s.197
EK 282: Kouros 1/21/03 Sağ Femur Sınırı ile Çember Uyumu ek s.198
EK 283: Kouros 1/21/03 Femur Sınır Çemberlerinin Asimetrik Yapısı ek s.199
EK 284: Kouros 1/21/03 Sol Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu ek s.200
EK 285: Kouros 1/21/03 Sağ Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu ek s.201
EK 286: Kouros 1/21/03 Femur ve Simetrik Çemberler Ara Kesiti ek s.202

EK 287: Kouros 1/21/03 Femur Sınırları ve Simetrik Çemberler ek s.203
EK 288: Kouros 1/21/03 ve Simetrik Femur Çemberleri ek s.204
EK 289: Kouros 1/21/03 Femur Çemberleri ve Göğüs Ön Sınırları ek s.205
EK 290: Kouros 1/21/03 Sol Thorax Sınırı ile Çember Uyumu ek s.206
EK 291: Kouros 1/21/03 Sağ Thorax Sınırı ile Çember Uyumu ek s.206
EK 292: Kouros 1/21/03 Thorax Sınırlarına Uyan Çemberler ek s.207
EK 293: Kouros 1/21/03 ve Thorax Sınırlarına Uyan Çemberler ek s.208
EK 294: Kouros 1/21/03 Geometrik Modeli ek s.209
EK 295: Kouros 1/21/03 ve Geometrik Modeli ek s.210
EK 296: Yontu 1/27/93 Hedef Noktalar ve Ölçüm ek s.211
EK 297: Yontu 1/27/93 Fotoğraf Çekimi Planı Önden Görünümü ek s.212
EK 298: Yontu 1/27/93 Fotoğraf Çekimi Planı Üstten Görünümü ek s.212
EK 299: Yontu 1/27/93 Nokta Bulutu ve Yoğun Nokta Bulutu Modeli ek s.213
EK 300: Yontu 1/27/93 Dokulandırılmış Modeli ek s.213
EK 301: Yontu 1/27/93 Modelleme Hata Değerleri ek s.214
EK 302: Yontu 1/27/93 Modelinin y Ekseninde Ölçüleri ek s.214
EK 303: Yontu 1/27/93 Transversal Kesitleri Önden Görünümü ek s.215
EK 304: Yontu 1/27/93 Transversal Kesitleri Yandan Görünümü ek s.216
EK 305: Yontu 1/27/93 Transversal Kesitleri Üç Boyutlu Görünümü ek s.216
EK 306: Yontu 1/27/93 Referans Noktaların Koordinatları ek s.217
EK 307: Yontu 1/27/93 Teorik Uzunluğuna Oranlar ek s.218
EK 308: Yontu 1/27/93 Referans Noktaları ek s.219
EK 309: Yontu 1/27/93 Omuz Genişliğine Göre h/6 Parçalanması ek s.220
EK 310: Yontu 1/27/93 Omuz Genişliğine Göre h/8 Parçalanması ek s.221
EK 311: Yontu 1/27/93 Teorik Boy h/6 Parçalanması ek s.222
EK 312: Yontu 1/27/93 Teorik Boy h/8 Parçalanması ek s.223
EK 313: Yontu 1/27/93 Göğüs Ortasında Üçgensel İşaret ek s.224
EK 314: Yontu 1/27/93 Teorik Boy h/8/2 Parçalanması ek s.225
EK 315: Yontu 1/27/93 Teorik Boy h/8/3 Parçalanması ek s.226
EK 316: Yontu 1/27/93 Teorik Boy h/8/4 Parçalanması ek s.227
EK 317: Yontu 1/27/93 Teorik Boy h/8/5 Parçalanması ek s.228
EK 318: Yontu 1/27/93 Teorik Boy h/8/6 Parçalanması ek s.229

EK 319: Yontu 1/27/93 Teorik Boy h/8/7 Parçalanması ek s.230
EK 320: Yontu 1/27/93 Teorik Boy h/8/8 Parçalanması ek s.231
EK 321: Yontu 1/27/93 Teorik Boy h/8 Parçalanması ve Kaide ek s.232
EK 322: Kouros 3504 Hedef Noktalar ve Ölçüm ek s.233
EK 323: Kouros 3504 Fotoğraf Çekimi Planı Önden Görünümü ek s.234
EK 324: Kouros 3504 Fotoğraf Çekimi Planı Üstten Görünümü ek s.234
EK 325: Kouros 3504 Nokta Bulutu ve Yoğun Nokta Bulutu Modeli ek s.235
EK 326: Kouros 3504 Dokulandırılmış Modeli ek s.235
EK 327: Kouros 3504 Modelleme Hata Değerleri ek s.236
EK 328: Kouros 3504 Modelinin y Ekseninde Ölçüleri ek s.236
EK 329: Kouros 3504 Transversal Kesitleri Önden Görünümü ek s.237
EK 330: Kouros 3504 Transversal Kesitleri Yandan Görünümü ek s.238
EK 331: Kouros 3504 Transversal Kesitleri Üç Boyutlu Görünümü ek s.238
EK 332: Kouros 3504 Referans Noktaların Koordinatları ek s.239
EK 333: Kouros 3504 Teorik Boy Uzunluğuna Oranlar ek s.240
EK 334: Kouros 3504 Referans Noktaları ek s.241
EK 335: Kouros 3504 ve Sn Noktası ek s.242
EK 336: Kouros 3504 Sn Noktası ve Teorik Boy h/6 Parçalanması ek s.242
EK 337: Kouros 3504 Sn Noktası ve Teorik Boy h/6 Parçalanması ek s.243
EK 338: Kouros 3504 Teorik Boy h/6/2 Parçalanması ek s.244
EK 339: Kouros 3504 ve Teorik Boy h/6/2 Parçalanması ek s.245
EK 340: Kouros 3504 Teorik Boy h/8 Parçalanması ek s.246
EK 341: Kouros 3504 ve Teorik Boy h/8 Parçalanması ek s.247
EK 342: Kouros 3504 Teorik Boy h/8/2 Parçalanması ek s.248
EK 343: Kouros 3504 ve Teorik Boy h/8/2 Parçalanması ek s.249
EK 344: Kouros 3504 Teorik Boy h/8/3 Parçalanması ek s.250
EK 345: Kouros 3504 ve Teorik Boy h/8/4 Parçalanması ek s.251
EK 346: Kouros 3504 Teorik Boy h/8/4 Parçalanması ek s.252
EK 347: Kouros 3504 Teorik Boy h/8/5 Parçalanması ek s.253
EK 348: Kouros 3504 ve Teorik Boy h/8/5 Parçalanması ek s.254
EK 349: Kouros 3504 Teorik Boy h/8/6 Parçalanması ek s.255
EK 350: Kouros 3504 ve Teorik Boy h/8/6 Parçalanması ek s.256

EK 351: Kouros 3504 Teorik Boy h/8/7 Parçalanması ek s.257
EK 352: Kouros 3504 ve Teorik Boy h/8/7 Parçalanması ek s.258
EK 353: Kouros 3504 Teorik Boy h/7/2 Parçalanması ek s.259
EK 354: Kouros 3504 ve Teorik Boy h/7/2 Parçalanması ek s.260
EK 355: Kouros 3504 Teorik Boy h/7/9 Parçalanması ek s.261
EK 356: Kouros 3504 Teorik Boy h/2/11 Parçalanması ek s.262
EK 357: Kouros 3504 ve Teorik Boy h/2/11 Parçalanması ek s.263
EK 358: Kouros 3504 Sol Femur Sınırı ile Çember Uyumu ek s.264
EK 359: Kouros 3504 Sol Femur Sınırına Uyan Çember ek s.265
EK 360: Kouros 3504 Sağ Femur Sınırına Uyan Çember ek s.265
EK 361: Kouros 3504 Sağ Femur Sınırı ile Çember Uyumu ek s.266
EK 362: Kouros 3504 Femur Sınırları ve Asimetrik Çemberler ek s.267
EK 363: Kouros 3504 ve Asimetrik Çemberler Ara Kesiti ek s.268
EK 364: Kouros 3504 Femur Sınırları ve Simetrik Çemberler ek s.269
EK 365: Kouros 3504 Femur Sınırlarının Simetrik Çemberlere Uyumu ek s.270
EK 366: Kouros 3504 Femur Çemberleri ve Göğüs Ön Sınırları ek s.271
EK 367: Kouros 3504 Sol Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu ek s.272
EK 368: Kouros 3504 Sağ Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu ek s.273
EK 369: Kouros 3504 Sol Thorax Sınırı ile Çember Uyumu ek s.274
EK 370: Kouros 3504 Sağ Thorax Sınırı ile Çember Uyumu ek s.274
EK 371: Kouros 3504 Thorax Sınırlarına Uyan Çemberler ek s.275
EK 372: Kouros 3504 ve Thorax Sınırlarına Uyan Çemberler ek s.276
EK 373: Kouros 3504 Femur Çemberleri ve h/8 Parçalanması ek s.277
EK 374: Kouros 3504 ile Femur Çemberleri ve h/8 Parçalanması ek s.278
EK 375: Kouros 3504 Femur ve Thorax Çemberleri (h/8) ek s.279
EK 376: Kouros 3504 Geometrik Modeli ek s.280
EK 377: Kouros 19 Hedef Noktalar ve Ölçüm ek s.281
EK 378: Kouros 19 Fotoğraf Çekimi Planı Önden Görünümü ek s.281
EK 379: Kouros 19 Fotoğraf Çekimi Planı Üstten Görünümü ek s.282
EK 380: Kouros 19 Nokta Bulutu ve Yoğun Nokta Bulutu Modeli ek s.282
EK 381: Kouros 19 Dokulandırılmış Modeli ek s.283
EK 382: Kouros 19 Modelleme Hata Değerleri ek s.283

EK 383: Kouros 19 Modelinin y Ekseninde Ölçüleri ek s.284
EK 384: Kouros 19 Transversal Kesitleri Önden Görünümü ek s.284
EK 385: Kouros 19 Transversal Kesitleri Yandan Görünümü ek s.285
EK 386: Kouros 19 Transversal Kesitleri Üç Boyutlu Görünümü ek s.285
EK 387: Kouros 19 Yan Sınırların Önden Görünümü ek s.286
EK 388: Kouros 19 Yan Sınırların Arkadan Görünümü ek s.287
EK 389: Kouros 19 Yan Sınır ve Transversal Kesitler ek s.288
EK 390: Kouros 19 Yan Sınır Noktaları ek s.289
EK 391: Kouros 19 Referans Noktaların Koordinatları ek s.290
EK 392: Kouros 19 Teorik Uzunluğuna Oranlar ek s.291
EK 393: Kouros 19 Referans Noktaları ek s.292
EK 394: Kouros 19 Boy Uzunluğu h/6 Parçalanması ek s.293
EK 395: Kouros 19 Boy Uzunluğu h/6/2 Parçalanması ek s.294
EK 396: Kouros 19 Boy Uzunluğu h/6/3 Parçalanması ek s.295
EK 397: Kouros 19 Boy Uzunluğu h/6/3 Profil Parçalanması ek s.296
EK 398: Kouros 19 Boy Uzunluğu h/6/4 Parçalanması ek s.297
EK 399: Kouros 19 Boy Uzunluğu h/6/5 Parçalanması ek s.298
EK 400: Kouros 19 Boy Uzunluğu h/6/6 Parçalanması ek s.299
EK 401: Kouros 19 Boy Uzunluğu h/6/7 Parçalanması ek s.300
EK 402: Kouros 19 Sol Femur Sınırı ile Çember Uyumu ek s.301
EK 403: Kouros 19 Sol Femur Sınırına Uyan Çember ek s.302
EK 404: Kouros 19 Sağ Femur Sınırına Uyan Çember ek s.302
EK 405: Kouros 19 Sağ Femur Sınırı ile Çember Uyumu ek s.303
EK 406: Kouros 19 Femur Sınırlarına Uyan Asimetrik Çemberler ek s.304
EK 407: Kouros 19 ve Asimetrik Çember Ara Kesiti ek s.305
EK 408: Kouros 19 Sağ Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu ek s.306
EK 409: Kouros 19 Femur Sınırları ve Simetrik Çemberler Ara Kesiti ek s.307
EK 410: Kouros 19 Sol Thorax Sınırı ile Çember Uyumu ek s.308
EK 411: Kouros 19 Sol Thorax Sınırına Uyan Çember ek s.309
EK 412: Kouros 19 Sağ Thorax Sınırı ile Çember Uyumu ek s.310
EK 413: Kouros 19 Sağ Thorax Sınırına Uyan Çember ek s.311
EK 414: Kouros 19 Thorax Sınırlarına Uyan Çemberler ek s.312

EK 415: Kouros 19 Thorax Sınırlarının Çemberlere Uyumu ek s.313
EK 416: Kouros 19 Femur Simetrik Çemberleri ve h/6 Parçalanması ek s.314
EK 417: Kouros 19 Femur ve Thorax Çemberleri ve h/6 Parçalanması ek s.315
EK 418: Kouros 19 Femur ve Thorax Çemberleri ve h/6 Parçalanması ek s.316
EK 419: Kouros 19 Olası Teorik Boy Uzunluğu h/8 Parçalanması ek s.317
EK 420: Kouros 3851 Hedef Noktalar ve Ölçüm ek s.318
EK 421: Kouros 3851 Fotoğraf Çekimi Planı Önden Görünümü ek s.318
EK 422: Kouros 3851 Fotoğraf Çekimi Planı Üstten Görünümü ek s.319
EK 423: Kouros 3851 Nokta Bulutu ve Yoğun Nokta Bulutu Modeli ek s.319
EK 424: Kouros 3851 Dokulandırılmış Modeli ek s.320
EK 425: Kouros 3851 Modelleme Hata Değerleri ek s.320
EK 426: Kouros 3851 Modelinin y Ekseninde Ölçüleri ek s.321
EK 427: Kouros 3851 Transversal Kesitleri Önden Görünümü ek s.322
EK 428: Kouros 3851 Transversal Kesitleri Yandan Görünümü ek s.323
EK 429: Kouros 3851 Transversal Kesitleri Üç Boyutlu Görünümü ek s.323
EK 430: Kouros 3851 Referans Noktaların Koordinatları ek s.324
EK 431: Kouros 3851 Teorik Uzunluğuna Oranlar ek s.325
EK 432: Kouros 3851 Referans Noktaları ek s.326
EK 433: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/4 Parçalanması ek s.327
EK 434: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/4/2 Parçalanması ek s.328
EK 435: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/4/5 Parçalanması ek s.329
EK 436: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/4/6 Parçalanması ek s.330
EK 437: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/4/7 Parçalanması ek s.331
EK 438: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/6/1 Parçalanması ek s.332
EK 439: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/6/3 Parçalanması ek s.333
EK 440: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/7/1 Parçalanması ek s.334
EK 441: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/7/4 Parçalanması ek s.335
EK 442: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/7/7 Parçalanması ek s.336
EK 443: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/7/8 Parçalanması ek s.337
EK 444: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/8/1 Parçalanması ek s.338
EK 445: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/8/7 Parçalanması ek s.339
EK 446: Kouros 3851 Teorik Boy h*/8/6 Parçalanması ek s.340

EK 447: Kouros 3851 Sn ve T0 Noktaları ek s.341
EK 448: Kouros 3851 Teorik Boy h**/6/1 Parçalanması ek s.341
EK 449: Kouros 3851 Teorik Boy h**/4/1 Parçalanması ek s.342
EK 450: Kouros 3851 Ventral Sınırlar ve h**/4/1 Parçalanması ek s.343
EK 451: Kouros 3851 Teorik Boy h**/8/1 Parçalanması ek s.344
EK 452: Kouros 3851 Teorik Boy h**/6/10 Parçalanması ek s.345
EK 453: Kouros 3851 Teorik Boy h**/7/6 Parçalanması ek s.346
EK 454: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/13/1 Parçalanması ek s.347
EK 455: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/13/5 Parçalanması ek s.348
EK 456: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/8/4 Parçalanması ek s.349
EK 457: Kouros 3851 Sol Femur Sınırı ile Çember Uyumu ek s.350
EK 458: Kouros 3851 Sol Femur Sınırına Uyan Çember ek s.351
EK 459: Kouros 3851 Sağ Femur Sınırına Uyan Çember ve Merkezi ek s.351
EK 460: Kouros 3851 Sağ Femur Sınırı ile Çember Uyumu ek s.352
EK 461: Kouros 3851 Femur Sınırlarına Uyan Asimetrik Çemberler ek s.353
EK 462: Kouros 3851 Sol Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu ek s.354
EK 463: Kouros 3851 Sağ Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu ek s.355
EK 464: Kouros 3851 Femur Sınırları ve Simetrik Çember Ara Kesiti ek s.356
EK 465: Kouros 3851 Sol Kalça Sınırı ile Çember Uyumu ek s.357
EK 466: Kouros 3851 Sağ Kalça Sınırı ile Çember Uyumu ek s.357
EK 467: Kouros 3851 Kalça Sınırlarına Uyan Çemberler ek s.358
EK 468: Kouros 3851 Sol Kalça Sınırı ile Rafine Çember Uyumu ek s.359
EK 469: Kouros 3851 Sağ Kalça Sınırı ile Rafine Çember Uyumu ek s.359
EK 470: Kouros 3851 Kalça Sınırlarına Uyan Rafine Çemberler ek s.360
EK 471: Kouros 3851 Thorax Sınırları ek s.361
EK 472: Kouros 3851 Thorax Sınırlarına Uyan Doğru Parçaları ek s.362
EK 473: Kouros 3851 Sol Thorax Sınırı ile Doğru Uyumu ek s.363
EK 474: Kouros 3851 Sağ Thorax Sınırı ile Doğru Uyumu ek s.363
EK 475: Kouros 3851 Geometrik Modeli ek s.364
EK 476: Kouros 3851 Transversal Kesitleri ve Geometrik Modeli ek s.365
EK 477: Kouros 3851 Kısmi Görüntülerle Geometrik Modeli ek s.366
EK 478: Kouros 2720 Fotoğraf Çekimi Planı Önden Görünümü ek s.367

EK 479: Kouros 2720 Fotoğraf Çekimi Planı Üstten Görünümü ek s.367
EK 480: Kouros 2720 Nokta Bulutu ve Yoğun Nokta Bulutu Modeli ek s.368
EK 481: Kouros 2720 Dokulandırılmış Modeli ek s.368
EK 482: Kouros 2720 Modelinin y Ekseninde Ölçüleri ek s.369
EK 483: Kouros 2720 Transversal Kesitleri Önden Görünümü ek s.370
EK 484: Kouros 2720 Transversal Kesitleri Yandan Görünümü ek s.371
EK 485: Kouros 2720 Transversal Kesitleri Üç Boyutlu Görünümü ek s.371
EK 486: Kouros 2720 Referans Noktaların Koordinatları ek s.372
EK 487: Kouros 2720 Boy Uzunluğuna Oranlar ek s.373
EK 488: Kouros 2720 Referans Noktalar ek s.374
EK 489: Kouros 2720 Teorik Boyunun 64 Kareye Parçalanması ek s.375
EK 490: Kouros 2720 Omuz Genişliğine Göre Teorik Boyu ek s.376
EK 491: Kouros 2720 Boy Uzunluğunun 63 Kareye Parçalanması ek s.377
EK 492: Kouros 2720 Boy Uzunluğunun h/7 Parçalanması ek s.378
EK 493: Kouros 2720 Boy Uzunluğunun h/7/2 Parçalanması ek s.379
EK 494: Kouros 2720 Boy Uzunluğunun h/7/3 Parçalanması ek s.380
EK 495: Kouros 2720 Boy Uzunluğunun h/7/4 Parçalanması ek s.381
EK 496: Kouros 2720 Boy Uzunluğunun h/7/5 Parçalanması ek s.382
EK 497: Kouros 2720 Boy Uzunluğunun h/7/6 Parçalanması ek s.383
EK 498: Kouros 2720 Boy Uzunluğunun h/7/7 Parçalanması ek s.384
EK 499: Kouros 2720 Boy Uzunluğunun h/7/8 Parçalanması ek s.385
EK 500: Kouros 2720 h/7/10 Parçalanması ve FL ve FR Noktaları ek s.386
EK 501: Kouros 2720 h/7/10 Parçalanması ve TL ve TR Noktaları ek s.387
EK 502: Kouros 2720 Boy Uzunluğunun h/10 Parçalanması ek s.388
EK 503: Kouros 2720 Boy Uzunluğunun h/8/6 Parçalanması ek s.389
EK 504: Kouros 2720 Sn Noktası ek s.390
EK 505: Kouros 2720 h/6 Parçalanması ve Sn Noktasından Sapma ek s.391
EK 506: Kouros 2720 h/6 Parçalanması ve Sn Sapmasının Giderilmesi ek s.392
EK 507: Kouros 2720 Ventral ve Lateral Sınırları ek s.393
EK 508: Kouros 2720 Sol Femur Sınırı ile Çember Uyumu ek s.394
EK 509: Kouros 2720 Sol Femur Sınırına Uyan Çember ek s.395
EK 510: Kouros 2720 Sağ Femur Sınırına Uyan Çember ek s.395

EK 511: Kouros 2720 Sağ Femur Sınırı ile Çember Uyumu ek s.396
EK 512: Kouros 2720 Femur Sınırlarına Uyan Çemberlerin Asimetrisi ek s.397
EK 513: Kouros 2720 Sol Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu ek s.398
EK 514: Kouros 2720 Sağ Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu ek s.399
EK 515: Kouros 2720 Femur Sınırları ve Simetrik Çemberler Ara Kesiti ek s.400
EK 516: Kouros 2720 Simetrik Çember Ara Kesiti Detay Görünümü ek s.401
EK 517: Kouros 2720 Thorax Sol Sınırı ile Çember Uyumu ek s.402
EK 518: Kouros 2720 Sol Thorax Sınırına Uyan Çember ek s.403
EK 519: Kouros 2720 Sağ Thorax Sınırına Uyan Çember ek s.403
EK 520: Kouros 2720 Thorax Sağ Sınırı ile Çember Uyumu ek s.404
EK 521: Kouros 2720 Thorax Sınırlarına Uyan Çemberler ek s.405
EK 522: Kouros 2720 Thorax Sınırları ve Çemberlerin Uyumu ek s.405
EK 523: Kouros 2720 Thorax Sol Sınırı ile Rafine Çember Uyumu ek s.406
EK 524: Kouros 2720 Thorax Sağ Sınırı ile Rafine Çember Uyumu ek s.407
EK 525: Kouros 2720 Thorax Sınırları ve Rafine Çemberler ek s.408
EK 526: Kouros 2720 Femur Çemberleri ve h/7 Parçalanması ek s.409
EK 527: Kouros 2720 ve Femur Çemberleri ile h/7 Parçalanması ek s.410
EK 528: Kouros 2720 Thorax Çemberleri ve h/7 Parçalanması ek s.411
EK 529: Kouros 2720 ve Thorax Çemberleri ile h/7 Parçalanması ek s.411
EK 530: Kouros 2720 Geometrik Modeli ek s.412
EK 531: Kouros 2720 ve Geometrik Modeli ek s.413
EK 532: Kouros 3686 Fotoğraf Çekimi Planı Önden Görünümü ek s.414
EK 533: Kouros 3686 Fotoğraf Çekimi Planı Üstten Görünümü ek s.414
EK 534: Kouros 3686 Nokta Bulutu ve Yoğun Nokta Bulutu Modeli ek s.415
EK 535: Kouros 3686 Dokulandırılmış Modeli ek s.415
EK 536: Kouros 3686 Modelinin y Ekseninde Ölçüleri ek s.416
EK 537: Kouros 3686 Transversal Kesitleri Yandan Görünümü ek s.417
EK 538: Kouros 3686 Transversal Kesitleri Üç Boyutlu Görünümü ek s.417
EK 539: Kouros 3686 Referans Noktaların Koordinatları ek s.418
EK 540: Kouros 3686 Boy ve Teorik Uzunluğuna Oranlar ek s.419
EK 541: Kouros 3686 Referans Noktalar ek s.420
EK 542: Kouros 3686 Femur ve Bel Genişliği İlişkisi ek s.421

EK 543: Kouros 3686 Bel, Testis Altı ve Dizüstü Hizaları İlişkisi ek s.422
EK 544: Kouros 3686 Dizaltı, Dizüstü ve Testis Altı Hizaları İlişkisi ek s.423
EK 545: Kouros 3686 WL1-WR1 ve Diz Altı Noktaları Arası Genişlik ek s.424
EK 546: Kouros 3686 Femur Genişliğine Göre Boy Uzunluğu ek s.425
EK 547: Kouros 3686 Referans Noktaları ve h/10/6 Parçalanması ek s.426
EK 548: Kouros 3686 WL1 ve WL1 ve h/7/10 Parçalanması ek s.427
EK 549: Kouros 3686 C Noktası ve h/10/9 Parçalanması ek s.428
EK 550: Kouros 3686 C Noktası ve h/9/10 Parçalanması ek s.429
EK 551: Kouros 3686 Boy Uzunluğu h/6 Parçalanması ve Sn Noktası ek s.430
EK 552: Kouros 3686 Teorik Boy h/6 Parçalanması ve Sn Noktası ek s.431
EK 553: Kouros 3686 Boyuna Göre Sn Noktasının Olası Konumu ek s.432
EK 554: Kouros 3686 Teorik Boya Göre Sn Noktasının Olası Konumu ek s.432
EK 555: Kouros 3686 T0 Noktası ve Teorik Boy h/4 Parçalanması ek s.433
EK 556: Kouros 3686 Hl Noktası ve Teorik Boy h/8/4 Parçalanması ek s.434
EK 557: Kouros 3686 Teorik Boyun 42 Kareye Parçalanması ek s.435
EK 558: Kouros 3686 Boy Uzunluğunun 40 Kareye Parçalanması ek s.436
EK 559: Kouros 3686 Oransal Geçiş:Örneği, Baş/Teorik Boy Oranı ek s.437
EK 560: Kouros 3686 Sol Femur Sınırı ile Çember Uyumu ek s.438
EK 561: Kouros 3686 Sol Femur Sınırına Uyan Çember ek s.439
EK 562: Kouros 3686 Sağ Femur Sınırına Uyan Çember ek s.439
EK 563: Kouros 3686 Sağ Femur Sınırı ile Çember Uyumu ek s.440
EK 564: Kouros 3686 Femur Sınırlarına Uyan Çemberlerin Asimetrisi ek s.441
EK 565: Kouros 3686 Sağ Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu ek s.442
EK 566: Kouros 3686 Femur Sınırları ve Simetrik Çemberler ek s.443
EK 567: Kouros 3686 Femur 65-89 ile Baş 180-197 Sınır Noktaları ek s.444
EK 568: Kouros 3686 Genişletilmiş Sol Yan Sınırı ile Çember Uyumu ek s.445
EK 569: Kouros 3686 Genişletilmiş Femur Çemberleri ek s.446
EK 570: Kouros 3686 Genişletilmiş Sağ Yan Sınırı ile Çember Uyumu ek s.447
EK 571: Kouros 3686 Genişletilmiş Femur Çemberleri Ara Kesiti ek s.448
EK 572: Kouros 3686 Bel Bölgesi 134-146 Sayılı Sınır Noktaları ek s.449
EK 573: Kouros 3686 Bel Sol Yan Sınırına Uyan Doğru Parçası ek s.450
EK 574: Kouros 3686 Thorax Sol Sınırı ile Doğru Uyumu ek s.451

EK 575: Kouros 3686 Thorax Sağ Sınırı ile Doğru Uyumu ek s.451
EK 576: Kouros 3686 Bel Sağ Yan Sınırına Uyan Doğru Parçası ek s.452
EK 577: Kouros 3686 Bel Yan Sınırlarına Uyan Doğru Parçaları ek s.453
EK 578: Kouros 3686 Yan Sınırı ve WL ve TL'den Geçen Doğru ek s.454
EK 579: Kouros 3686 Thorax Sol Sınırı ile Doğru Uyumu (WL-TL) ek s.455
EK 580: Kouros 3686 Thorax Sağ Sınırı Doğru Uyumu (WR-TR) ek s.455
EK 581: Kouros 3686 Yan Sınırı ve WR ve TR'den Geçen Doğru ek s.456
EK 582: Kouros 3686 WL ve TL ile WR ve TR'den Geçen Doğrular ek s.457
EK 583: Kouros 3686 Kasık Yay Hatları Üzerinde Seçilen Noktalar ek s.457
EK 584: Kouros 3686 Sol Kasık Sınırı ile Çember Uyumu ek s.458
EK 585: Kouros 3686 Sol Kasık Yay Hattına Uyan Çember ek s.459
EK 586: Kouros 3686 Sağ Kasık Yay Hattına Uyan Çember ek s.459
EK 587: Kouros 3686 Sağ Kasık Sınırı ile Çember Uyumu ek s.460
EK 588: Kouros 3686 Kasık Yay Hatlarına Uyan Çemberler ek s.461
EK 589: Kouros 3686 Kasık Yay Hatlarına Uyan Çemberler ek s.462
EK 590: Kouros 3686 Kasık Yay Hatlarına Uyan Çemberler (h/9) ek s.463
EK 591: Kouros 3686 Sol Kasık Sınırı ile Rafine Çember Uyumu ek s.464
EK 592: Kouros 3686 Sağ Kasık Sınırı ile Rafine Çember Uyumu ek s.465
EK 593: Kouros 3686 Kasık Yay Hatları ve Simetrik Çemberler ek s.466
EK 594: Kouros 3686 Kasık Yay Hatları ve Simetrik Çemberler (h/9) ek s.467
EK 595: Kouros 3686 Cr Yay Hattı Üzerinde Seçilen Noktalar ek s.468
EK 596: Kouros 3686 Cr Yay Hattına Uyan Çember ek s.468
EK 597: Kouros 3686 Cr Yay Hattı ile Çember Uyumu ek s.469
EK 598: Kouros 3686 Cr Yay Hattı ve Hatta Uyan Çember ek s.470
EK 599: Kouros 3686 h/9/1 Parçalanması ve Cr Çemberi ek s.471
EK 600: Kouros 3686 Cr Yay Hattı ile Rafine Çember Uyumu ek s.472
EK 601: Kouros 3686 Rafine Cr Çemberi ek s.473
EK 602: Kouros 3686 Teorik Boy h/8/3 Düzeni ve Rafine Cr Çemberi ek s.474
EK 603: Kouros 3686 Teorik Boy h/8/3 Düzeni ve Cr Çemberi Detayı ek s.475
EK 604: Kouros 3686 Pubik Çemberleri ve Cr Çemberi ek s.475
EK 605: Kouros 3686 Geometrik Modeli ek s.476
EK 606: Kouros 3686 ve Geometrik Modeli ek s.477

EK 607: Kouros 4890 Fotoğraf Çekimi Planı Önden Görünümü ek s.478
EK 608: Kouros 4890 Fotoğraf Çekimi Planı Üstten Görünümü ek s.478
EK 609: Kouros 4890 Nokta Bulutu Modeli ek s.479
EK 610: Kouros 4890 Yoğun Nokta Bulutu Modeli ek s.480
EK 611: Kouros 4890 Modelinin y Ekseninde Ölçüleri ek s.481
EK 612: Kouros 4890 Transversal Kesitleri Önden Görünümü ek s.482
EK 613: Kouros 4890 Transversal Kesitleri Yandan Görünümü ek s.483
EK 614: Kouros 4890 Transversal Kesitleri Üç Boyutlu Görünümü ek s.483
EK 615: Kouros 4890 Referans Noktaların Koordinatları ek s.484
EK 616: Kouros 4890 Boy Uzunluğuna Oranlar ek s.485
EK 617: Kouros 4890 Referans Noktalar ek s.486
EK 618: Kouros 4890 Teorik Boy h*/7/8 Parçalanması ek s.487
EK 619: Kouros 4890 ve Teorik Boy h*/7/8 Parçalanması ek s.488
EK 620: Kouros 4890 Teorik Boyu ve Boy Uzunluğu Geçişi ek s.489
EK 621: Kouros 4890 Boy Uzunluğunun h/7/6 Parçalanması ek s.490
EK 622: Kouros 4890 ve Boy Uzunluğunun h/7/6 Parçalanması ek s.491
EK 623: Kouros 4890 Boy Uzunluğunun h/7/4 Parçalanması ek s.492
EK 624: Kouros 4890 Sol Kalça Sınırı ile Çember Uyumu ek s.493
EK 625: Kouros 4890 Sol Kalça Sınırına Uyan Çember ek s.493
EK 626: Kouros 4890 Sağ Kalça Sınırı ile Çember Uyumu ek s.494
EK 627: Kouros 4890 Sağ Kalça Sınırına Uyan Çember ek s.494
EK 628: Kouros 4890 Kalça Sınırlarına Uyan Çemberler ek s.495
EK 629: Kouros 4890 Genişletilmiş Sol Femur Sınırı ile Çember Uyumu ek s.496
EK 630: Kouros 4890 Genişletilmiş Sağ Femur Sınırı ile Çember Uyumu ek s.497
EK 631: Kouros 4890 Genişletilmiş Femur Sınırlarına Uyan Çemberler ek s.498
EK 632: Kouros 4890 Femur ve Saç Sınırları ve Çemberler ek s.499
EK 633: Kouros 4890 Geometrik Modeli ek s.500
EK 634: Kouros 4890 ve Geometrik Modeli ek s.501
EK 635: Doryphoros'un Pozu İçin Olası Çözüm ek s.502

GİRİŞ

a) Tezin Amacı

Bu tezin amacı, Antik Dönem'de matematik bilgisinin mozaik ve heykel sanatına yansımasının incelenmesi ve değerlendirilmesidir.[1]

b) Tezin Kapsamı

Tez üç bölümden oluşmaktadır. Tez çerçevesinde, matematik tarihine bir bölüm olarak yer verilmesindeki amaç, mozaik sanatı ve heykel sanatının matematikle ilişkisini araştırabilmek, analizler için yöntem geliştirebilmek, elde edilen sonuçları değerlendirmek ve tartışabilmek için matematik tarihi yönünden gereken altyapıyı kurmak ve *Antik Dönem'de matematik bilgisi* söylemine açıklık getirmektir. Bu amaca uygun olarak birinci bölüm, Antik Dönem'de matematik bilgisinin genel değerlendirmesine ayrılmıştır.

Birinci bölüm, matematiğin ilk kaynaklarından örneklerle başlamaktadır. Mısır'da ve Mezopotamya'da matematiğin yazılı kaynakları ve bu kaynaklardan hareketle matematik bilgisinin kapsamı konusunda genel değerlendirmenin ardından, Yunan matematiği, Yunan matematiğinin dönemleri, öne çıkan kahramanlar ve bu kahramanların matematiğe katkılarından örneklerle Antik Dönem'de matematiğin gelişim çizgisi, ana hatlarıyla özetlenmiştir. Bu özet, tarih öncesi dönemden MS 6. yüzyıla kadar uzanan zamanı kapsamaktadır. Özetin genel akışı içerisinde, matematikle ilgili olarak Antik Dönem'den günümüze ulaşan ve ulaşamayan kaynaklara da değinilerek Antik Dönem matematiği konusunda bilgilerimizin dayanağı olan kaynakların sınırları verilmiştir. Özetin devamında, Antik Dönem'in, modern zamanlara ilham veren, çemberin karelenmesi, bir açının üçe bölünmesi ve küpün iki katına çıkarılması olarak tanınan üç ünlü problemi, ayrı birer başlık olarak ele alınmıştır. Her bir problem için, problemin içeriği, çözüm için yapılan çalışmalar, bu çalışmaları yapan kahramanlar tanıtılmıştır. Bu problemlere atıfta bulunan felsefe

[1] Bu çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje Numarası: 2018. KB. SOS. 009. (This study was supported by Dokuz Eylul University Scientific Research Coordination Unit. Project Number: 2018. KB. SOS. 009.)

ya da edebiyat eserlerine ve anekdotlara yer verilerek Antik Dönem'de düşünce ve sanat dünyasında matematiğin izlerinden örnekler verilmiştir.

Birinci bölüm, matematiğin Antik Dönem'deki serüveni konusunda genel bir çerçeve çizerek matematik bilgisinin içeriğine açıklık kazandırmakta, yazılı belge yokluğu ya da eksikliği karşısında, sanat eserlerinin matematiğin serüveni konusunda birer belge olarak değerlendirilmesine yönelik olanakların araştırılmasının gerekliliğini ve önemini vurgulayarak araştırmalar için bir arka plan sağlamaktadır.

İkinci bölümde, mozaik sanatı ve matematik arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu bölümde öncelikle, mozaik sanatının tarihi ve gelişim sürecine ilişkin bir literatür özeti verilmiştir. Bu literatür özetinin verilmesindeki amaç, mozaik sanatının gelişim çizgisiyle matematiğin gelişim çizgisini birlikte gözlemleyebilmektir.

Literatür özeti; Sümer'de Uruk-Warka örnekleri ve mozaik sanatının başlangıcı konusundaki tartışma ve değerlendirmeler, Türkmenistan'da Gonur Depe mozaikleri ve Mısır'da kakma işleri, MÖ 4. binyıl ile MÖ 2. binyılın ilk yarısı arasındaki zaman diliminden örneklerle başlamaktadır. Girit Adası'ndan Minos ve Myken uygarlıklarına ait örneklerle mozaik sanatı, MÖ 2. binyılın ilk çeyreğinden 2. binyılın ikinci yarısının ilk yüzyılına ulaşılmaktadır. Uşaklı Höyük, Gordion, Altıntepe, Arslantaş, Ziyarettepe ve Til-Barship örnekleriyle, mozaik sanatının Geç Tunç Çağı'ndan, ağırlıklı olarak MÖ 8. yüzyıla, İç Anadolu, Doğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Kuzey Suriye hattının fotoğrafı verilmektedir. Sparta ve Delphi'de MÖ 7. ve 6. yüzyıl tapınaklarının bezemesiz çakıl taşı mozaikleri, Yunan coğrafyasında, çakıl taşıyla başlayan Klasik Dönem ve Hellenistik Dönem mozaiklerinin teknik ve üslubunun temsilcisi örneklerle devam ederek Roma Cumhuriyeti Dönemi, İmparatorluk Dönemi ve Geç Roma Dönemi mozaiklerinin farklı coğrafyalardaki örnekleri, teknik ve üslup örnekleriyle MS 6. yüzyıla kadar olan zaman diliminde mozaik sanatı tarihi ve gelişim sürecinin bir portresi sunulmaktadır.

Genel olarak figürlerin, motiflerin ve süslemelerin, özel olarak matematik bilgisinin somutlaşmış hali olan geometrik şekillerin, bilinçli tasarımlar olarak mozaik eserlere yansımasından söz edebilmenin maddi koşullarının varlığını açıklaması bakımından, mozaik sanatının tarihi ve gelişim sürecinin devamında, mozaik yapımı tekniğine ve tasarımın panel yüzeyine aktarılması olanaklarına ayrıca birer başlık olarak yer verilmiştir.

Geometrik mozaikler üzerine yapılmış çalışmalar konusunda verilen literatür özetiyle, mozaik sanatı ve matematik arasındaki ilişkiyi açıkça ya da üstü kapalı olarak sorgulayan çalışmaların gündeme gelişi, gelişim aşamaları, ürünleri, mevcut durumu ve sınırları ortaya konulmaktadır.

Mozaik eserler üzerinde geometri çalışması yapılmasına duyulan ihtiyaç ve bu ihtiyacı karşılamaya yönelik çalışmalar için gereken teori, materyal, araç ve yöntem ve tartışma zemini koşulları olgunlaşmış durumdadır. Mozaik ve matematik arasındaki ilişkinin, mozaik eserlerde motiflerin bireysel olarak geometrik çizim yöntemleri üzerinden araştırılması, motifler için geometrik modeller ya da algoritmalar önerilmesi, yapılan çalışmaların genel karakteridir. Bu yaklaşım modeli, motifleri geometrik olarak açıklamaktadır ancak mozaik sanatı ve matematik bilgisi arasındaki ilişkinin çapını ve derinliğini belirlemede, geometrik desenlerin matematik tarihiyle ve matematik yöntemlerle bağlantısını kurmakta zayıf kalmaktadır. Mevcut durumda, mozaik ve matematik ilişkisi üzerinde yapılan çalışmaların sınırı, matematik tarihi, matematiksel düşünce ve yöntemlerle bağ kurulması çizgisidir. Tez çalışmasının mozaik sanatına ayrılan bölümü, bu sınırın aşılmasında yöntem arayışını, ilişkileri teşhis etmede kullanılabilecek araçları, bağlantıları ve somut örnekleri keşfetmeye yönelik bir araştırmayı temsil etmektedir. Bu çerçevede, ikinci bölümde, mozaik eserler üzerinde geometri çalışmalarının literatür özetinin devamında, mozaik sanatı ve matematik arasındaki ilişkiyi açığa vuran somut örneklere yer verilmiştir.

İlk örnek, matematiğin temel düşünceleri arasında öne çıkan, bir poligonun çevresinin, aritmetik işlem yapmaya yer bırakmadan doğrudan cetvel ve pergel kullanılarak ölçülmesi düşüncesini işlemektedir. Bu düşüncenin adım adım canlandırılmasıyla ortaya çıkan grafiklerin, svastika ve meander motiflerine, hem de birbirlerinin ayrılmaz parçaları olarak nasıl yol açtığı gösterilmiştir. Ortaya çıkan sonuç, Pythagorasçı ekolün sayıları şematize etme yaklaşımlarından bir örnekle desteklenmiştir. Matematiğin yazısız dönemlerine uzanan ya da en azından belgeli olarak günümüze ulaşmamış çözümleme yöntemlerinin tam olarak bilmediğimiz tarihiyle, ortaya çıkış sebebini ve kaynağını tam olarak bilmediğimiz svastika ve meander desenlerinin mozaik sanatından önceki macerası arasında bir bağ kurulmuştur. Bu örnek, poligon çevresini ölçmeyi amaç edinen düşüncenin, özüne

uygun olarak mozaik döşemelerde, panel merkezinin çevresini süsleyen bordür motiflerine dönüşmesinin bir açıklaması olarak görülebilir.

Poligon çevresinin sadece geometriyle ölçülmesi düşüncesi, svastika ve meander desenlerinin yanı sıra Arkhimedes'in spiral kurgusuna da bir açıklama getirmektedir. Bu yönüyle, mozaik eserlerde matematiksel incelemelerin, matematik tarihine ışık tutabilecek bulgulara yol açma potansiyeli somut olarak örneklendirilmiştir. Matematik öğreniminde mozaik eserlerden nasıl yararlanılabileceği gösterilmiştir.

Meander ve svastika motiflerinin, teoriden kaynaklanan doğal özelliklerinin, bu desenlerin tekrarlı kullanımlarında, uygulamada nasıl karşılık bulduğu, meander ve svastika bordür süslemelerine hangi kısıtlamaları ve güçlükleri getirdiği, mozaik sanatçıların bu kısıtlamalar ve güçlükler karşısında nasıl çözüm ürettikleri de örneklerle gösterilmiştir. Bu çözümlemeler, mozaik süslemelerde algoritma önerileri için teorik bir arka plan ve çerçeve sağlamaktadır.

Bir doğru parçasının ölçümünden, önce kırık bir çizginin ölçümüne, ardından sırayla üçgene ve kareye ve adım adım kenar sayısı sonsuzluğa uzanarak Arkhimedes'in spiraliyle sonuçlanan poligon çevresi ölçümü düşüncesinin sekizgene uygulanması, merkezî bir motifi üretme süreci adım adım verilmiş, elde edilen geometrik model, varyant motiflerin üslup analizinde kullanılmıştır.

İkinci örnek olarak Khioslu Hippokrates'in *lunar alanları* hesabına atfedilen geometrik çiziminin, mozaik eserlerde *dört iğ (lunar) yaprak* ve *dört lunar çemberi*, *altı lunar yaprak* ve *altı lunar çemberi*, bu yaprak ve çemberlerden oluşan ağlar, *konkav trapezoid* ve *konkav altıgen* gibi süslemelere kaynaklık ettiği gösterilmiştir. *Dört lunar yaprak* motifi element desen olarak ele alınmış; bu desenin, kare ağ yapısı içerisinde tekrarlı kullanımıyla, Metropolis Antik Kenti'nden bir mozaiğin, bordür süslemelerinin korunmamış bir bölümü için analitik restorasyon modeli üretilmiştir.

Üçüncü örnek, matematiğin yazılı kaynağında yer alan grafikle mozaik eser üzerindeki merkezî süslemeyi ilişkilendirmektedir. Bu örnek, matematik tarihinin temel kaynakları arasında bulunan ve çalışması günümüze ulaşan İskenderiyeli Pappus'un, bir çemberin merkezine bir altıgen ve bu altıgen etrafına altı altıgen çizme problemi için ortaya koyduğu grafiğin benzerinin, arkeolojik değerlendirmeler

ışığında İskenderiye kentiyle ilişkilendirilen Italica Planetarium Evi'nden (İspanya) bir polikrom (çok renkli) mozaik üzerinde teşhis edilmesini içermektedir.

Dördüncü örnek, merkezî süslemelerden konsantrik (eş merkezli) çemberleri ele almaktadır. Konsantrik çemberler, yarıçapı sabit artan konsantrik çemberler ve yarıçapı artan konsantrik çemberler olarak ele alınmıştır. Bu iki kategoriden, yarıçapı artarak artan konsantrik çemberler yapısının neden tercih edilip sıkça kullanıldığı, Arkhimedes spirali referans alınarak çözümlenmiştir. Konsantrik çemberlerin yarıçaplarının artışı için bir kural belirlenmiş, elde edilen geometrik modelin yol açtığı süslemeler teorik olarak belirlenmiş ve bu teorik modellerin karşılığı olan örnekler verilmiştir. Verilen örnekler, mozaik sanatçısının bölünebilme kuralını hesaba katmamasından kaynaklanan operasyonel hatanın panelde yol açtığı bozulmanın tespitini de içermektedir.

Beşinci örnek, Platon'a atfedilen katı cisimlerin, mozaik sanatındaki karşılığıyla ilgilidir. Yalın ve yaygın kullanılan bir örnek olması bakımından küp formu incelenmiştir. İki boyutlu bir yüzeyde üç boyutlu bir şekli betimlemenin tarihsel kaynakları göz önünde bulundurularak küp formunun çizimlerini içeren ve Antik Dönem'den günümüze ulaşan kaynaklar taranmıştır. İskenderiyeli Pappus, Luca Pacioli ve Johannes Kepler tarafından verilen çizimler karşılaştırılarak mozaik eserlerde küp betimlemelerine en yakın grafik olarak Pacioli ve Kepler'in çalışmalarında kullandıkları altıgen içinde küp formlarına ulaşılmıştır. *Altı eşkenar dörtgen yıldız* yapısının küp formu üreteci olarak kullanılış biçimi de açıklanmıştır. Üreteç formların ürettikleri süslemeler teorik olarak belirlendikten sonra uygulamadaki karşılıkları örnek olarak verilmiştir.

Beşinci örnekte, altıgen içerisinde küp formlarının, Pacioli ve Kepler tarafından verilen ideal biçimleri yerine, dejenere kullanımları ele alınmıştır. Teorik yapı olarak tekrarlı kullanımda altıgen ağ yapısı içerisinde tekrarlanma dışında seçenek bırakmayan Pacioli ve Kepler formlarının, ağ yapısını kurgulamadaki güçlükler karşısında mozaik sanatçılarının kolay uygulama ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde, kare ağ yapısında uygulanabilmesi için çözüm yolu araştırılmış; altıgen içerisinde küp formlarının kare ağ yapısında kullanılabilecek dejenereleri, kurallı olarak elde edilmiştir. Bu dejenere formlar, bordürleri süsleyen prizma uygulamalarına yol vermektedir.

Altıncı örnekte, uygulamada kolaylık ihtiyacının ürünü ve küp formunun dejenere olmasının başka bir uzantısı olarak prizma betimlemeleri çalışılmıştır. *Altı eşkenar dörtgen yıldız* formunun küp üreteci olarak kullanılmasına benzer olarak *sekiz eşkenar dörtgen yıldız* formunun prizma üreteci olarak kullanımı ve bu kullanımın sonucu olan varyantların teorik yapısı çözümlenmiştir.

Yedinci örnek, Arkhimedes'in yarı düzgün katılarının mozaik eserlere yansıması üzerinedir. Arkhimedes'in yarı düzgün katılarından *Rhombici cuboktaedron*, 8 üçgen ve 18 kareden oluşan 26 yüzlü bir katıdır. *Rhomb icosidodecaedron* ise 20 üçgen, 30 kare ve 12 beşgenden oluşan 62 yüzlü bir katıdır. Bu iki katının kombine kullanımı, Brescello'dan (İtalya) bir mozaik döşeme üzerinde teşhis edilmiş ve iki varyantı değerlendirilmiştir.

Sekizinci örnekte, portrelerde geometrik çözümleme olanaklarının belirlenmesine yönelik olarak Zeugma Antik Kenti'nin sembolü olan Çingene Kızı'nın etkileyici bakışları incelenmiştir. İnceleme, portrelerde yüz sınırları, alın sınırları, kaşlar, göz kapakları ve göz çevresi hatları ve retina hatlarının incelenebileceğini, portredeki figürün duruşunun, figürün bakışlarının perspektif çözümlemesinin yapılabileceğini ve çözümlemenin portrelerin yorumlanmasında kullanılabileceğini göstermektedir.

Teorik değerlendirmelerin sonucu olan bu örnekler, *matematik bilgisinin mozaik sanatına yansıması* söylemini aşan, mozaik sanatı ve matematik bilgisi arasındaki ilişkinin varlığını somutlaştıran, ilişkinin niteliğini *yansıma* söyleminden çıkarıp *uygulama* söylemine genişleten, *uygulama* söyleminin çapını ve derinliğini ortaya koyan örnekler olarak tezin amacına ulaşması bakımından yeterli görülmüştür.

İkinci bölüm, teorik çözümlemeler ve bu çözümlemelerin katalog karşılığı örneklerden sonra, uygulamaya yönelik olarak gerçek malzeme üzerinde yapılan çalışmalar ve sonuçlarıyla devam etmektedir. Uygulama örneği olarak Metropolis Antik Kenti Resepsiyon Salonu mozaikleri çalışılmıştır. Geometrik desenlerle bezeli Mask Mozaiği'nin ağ yapısı ve element deseni çözümlenerek panelin geometrik dokusu açığa çıkarılmıştır. Geometrik doku üzerinde renk, algı ve yanılsama faktörlerinin yönetimiyle gerçekleştirilen sanat operasyonları, panelde tekrarlı olarak kullanılan element desenin Pythagoras Teoremi ile ilişkisi değerlendirilmiştir. Panel üzerinde yapılan ölçümler ve üretilen teorik model karşılaştırılmış; teorik model ve

uygulamanın sonucu gerçek döşeme arasındaki ölçü farklarına dayalı olarak panelde gerçekleşen deformasyon, oranlar üzerinden incelenmiş, panel bölümlerinin yapım süreci ve yapılış sıralaması tahmin edilmiştir. Geometrik çalışmalar, panelin korunmamış bölümü bulunmasına karşılık, bu bölümün ölçülerinin belirlenmesini sağlamış, konservasyon çalışmalarında kullanılabilecek analitik sonuçlara ulaşılmıştır.

Mask Mozaiği'nde geometrik desenlerin ardından, geometrik süslemeler arasında tekrarlanan *üçlü yaprak* motifi çözümlenmiştir. *Düzgün altı yaprak* motifinden uçları eğilen *üçlü yaprak* motifine geçişin manevraları analiz edilmiş ve bir motiften diğerinin nasıl türetildiği gösterilmiştir. Bitkisel motif olarak düşünülen motifin geometrik karakteri açığa çıkarılmıştır. Geometrik model ile gerçek desen karşılaştırılarak geometrik planın, renklendirme, ışık-gölge geçişleri, tessera hatlarının döşenmesine nasıl yansıdığı gösterilmiştir.

Resepsiyon Salonunda bulunan Orta Panel'de, panel merkezi portrelere ayrılmıştır. Portreleri çevreleyen geometrik bordür süslemeleri *dört lunar yaprak* motifinin tekrarlı kullanımıyla oluşturulan süslemeyi örneklendirmektedir. Panelin bir bölümü korunmamıştır. Khioslu Hippokrates'in lunar alan hesaplarından kaynaklanan *dört lunar yaprak* motifi, uygulama örneği olarak panelin bordür süslemesine altlık olan ağ yapısında tekrarlanarak döşemenin korunmamış bölümünün analitik restorasyonu için model oluşturulmuştur.

Tezin üçüncü bölümü, Yunan heykel sanatının matematikle ilişkisinin araştırılmasına ayrılmıştır. Üçüncü bölüm, araştırmanın ortaya çıkışını hazırlayan, gerekliliğini ortaya koyan literatür özetiyle başlamaktadır. Antik Dönem yazarlarının aktardığı bilgiler ışığında heykeller için standart üç boyutlu koordinat sistemi tanımlanmıştır. Vitruvius tarafından aktarılan orantı kuralları, birer önerme olarak ele alınarak 13 önerme elde edilmiştir. Heykel sınırları ve artistik çizgiler tanımlanmış, heykellerde orantı konusu uzunlukların ölçülebilmesi için referans noktalar tanımlanmıştır. Böylece, heykellerin analitik olarak incelenebilmesi için gereken matematiksel altyapı kurulmuş, araştırmalarda ele alınacak temel kavramlar, başvurulacak temel argümanlar, araştırılacak ve test edilecek önermeler ve araştırma yöntemini etkileyecek unsurları belirlenmiştir. Üçüncü bölüm, bu yönüyle heykel teorisi için bir çerçeve çizmektedir. Bu çerçevede, sekiz kouros ve bir tamamlanmamış yontu üzerinde uygulamalı çalışmalar yapılmıştır.

Heykeller fotogrametri yöntemiyle üç boyutlu modellenerek sayısallaştırılmış, heykel gövdesi sınırları, artistik çizgiler ve referans noktalar analitik olarak elde edilmiş, Vitruvius ve Leonardo da Vinci tarafından ileri sürülen orantı kurallarının geçerlilik ve geçersizlik durumları açığa çıkarılmış, sınırlar ve artistik çizgilerin geometrik yapıları çözümlenerek heykellerin geometrik modelleri elde edilmiştir.

Heykel koordinat sisteminin orijin noktası olarak testis altı hizası seçilmiştir. Analizler, başlangıçta koordinat sisteminin kuruluşu için bir varsayım olarak ele alınan bu seçimin tutarlı olduğunu, testis altının heykelin düşeyde orta nokta ya da teorik orta nokta olarak tanımlanması gerektiğini göstermiştir. Testis altından başın tepesine kadar olan uzaklığın iki katının *teorik boy uzunluğu* olarak tanımlanmasıyla, *boy uzunluğu* ve *teorik boy uzunluğu* kavramlarının ayırt edilmesi sağlanmıştır.

Orantı testlerinde heykeller, frontal görünümde kaşların arasından, burun ucundan, çene ucundan, göğüs ortasından ve göbek çukurundan geçerek heykeli yukarıdan aşağıya simetrik olarak ikiye bölen düşey eksen boyunca, boy ve teorik boy uzunluğu üzerinden modül karelere bölünmüştür. Detaylı oranlar için bu modül kareler alt karelere bölünmüştür. Böylece, aritmetik olarak ileri sürülen oranların geometrik karşılıkları araştırılmıştır.

Analizler, orantı sisteminin çözümlenmesinde, boy uzunluğu üzerinden orantı kurmanın her zaman anlamlı olmadığını, aritmetik olarak doğru görünen oranların geometrik karşılıkları olmaksızın anlamlı olamayacaklarını ve teorik boy uzunluğunun çözümlemelerde tutarlı olduğunu göstermektedir.

Heykellerin, frontal düzlemde simetri eksenini ve testis altı hizasını ortalayan, genişliği 2 modül kare ve yüksekliği 6, 7, 8 veya 9 modül kare (2x6, 2x7, 2x8 veya 2x9) olan kareleme yöntemiyle planlandığı anlaşılmıştır.

Baş için ifade edilen oranların kesir değerleri değişiklik gösterse de heykellerin kareleme yöntemiyle planlanışları dikkate alındığında, baş için bir modül kare tahsis edilmesi kadar yalın bir açıklamaya ulaşılmıştır.

Vitruvius'a göre ayak uzunluğu heykelin boyunun 1/6'sı kadardır. Leonardo da Vinci bu oranı 1/7 olarak vermektedir. Ayak uzunluğuna dair oranlar, ayakları korunmuş olan dört heykelde incelenmiştir. İncelenen heykellerden en erken örnek olan *Sunion Kouros* ve orantı düzeni konusunda takipçisi olarak görünen *Anavysos Kouros*, 1/7 oranıyla Leonardo da Vinci'yi desteklemektedir. Kouros 3686, boy

uzunluğu üzerinden 1/6 oranını verirken teorik boy uzunluğu üzerinden 1/7 oranını vermekle orantı repertuarında bir çeşitlenmeyi işaret etmektedir. Kouros 19 ise 1/6 oranıyla Vitruvius'u desteklemektedir. Bu dört heykel, ayak uzunluğunun boy ya da teorik boy ile orantılı olduğunu ve dolayısıyla heykelin kareleme sisteminde ayak uzunluğuyla modül karelerin uygunluğunu göstermektedir.

Vitruvius'un orantı tariflerinde yer alan ve konumu belirsiz durumda olan *göğüs üzeri, göğüs ortası* ve *saç dipleri* ifadelerinin insan anatomisindeki karşılıkları araştırılmış ve çözümlenmiştir.

Göğüs üzeri ifadesinin, köprücük kemiklerinin (*klavikula*) göğüs kafesinin üst tarafında, aralarında bir çukur bırakarak karşı karşıya geldikleri ve boğazın başladığı yerde oluşturdukları çukur ya da çentik durumunda olan *suprasternal notch* noktasına karşılık geldiği tespit edilmiştir.

İnsan anatomisinde göğüs bölgesi, yukarıda *göğüs üzeri* noktasından aşağıya, orta hattı oluşturan ve *sternum* olarak adlandırılan kemik yapısı boyunca kavisli bir yapıda ilerleyerek karnın üst tarafında önce bir çukur oluşturup bu çukuru bitiren bir çıkıntı (xiphoid çıkıntı) ile sona ermektedir. *Göğüs ortası* noktasının, *xiphoid çıkıntı* ile göğüs uçlarını birleştiren hiza arasında bir noktaya karşılık geldiği tespit edilmiştir. *Saç dipleri* ifadesinin ise *başın tepesi* olarak ele alınması gerektiği tespit edilmiştir.

Vitruvius'a göre göğüs genişliği, boy uzunluğunun dörtte biridir. Göğüs genişliği, heykellerde boy veya teorik boy uzunluklarının dörtte biriyle karşılaştırılmış, 1/4 oranının, incelenen heykeller içerisinde yalnızca Kouros 19 için geçerli olduğu, diğer heykellerde göğüs genişliğinin 1/5 oranıyla ifade edilmesi gerektiği belirlenmiştir.

Vitruvius; omuz, bel ve femur (ya da kalça) genişlikleri ile dizlerin konumu hakkında bilgi vermemektedir. Omuz, bel, femur genişliklerinin ve diz bölgesinin konumunun boy ya da teorik boy uzunluğuyla ilişkileri çözümlenmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, omuz genişliği için aritmetik olarak 2/7 ve 2/8 gibi iki ayrı oran söz konusudur. Aritmetik olarak farklı olan bu iki oran, geometrik olarak kareleme yapısı içerisinde omuz genişliğine iki kare ayrılması kadar sade bir düşüncenin ürünüdür. Leonardo da Vinci el yazmalarında "Omuzun en büyük genişliği, kendi içinde insanın dörtte birini içerir." şeklinde bilgi vermektedir ve bu ifade heykellerin bir bölümü için doğrudur.

İncelenen heykellerde, bel genişliği ile heykelin boyu ya da teorik boyu arasında 1/6, 1/7 ve 1/8 şeklinde üç farklı oran söz konusudur. Ancak kesirler, heykellerin kareleme düzeniyle birlikte değerlendirildiğinde, bel genişliğini düzenleyen yalın açıklama elde edilmektedir. Heykeller 2x6, 2x7 ve 2x8 kareleme düzenindedir ve bel genişliği için incelenen heykellerin tümünde bir kare ayrılmıştır.

İncelenen heykellerin tümü için femur genişliğinin boy ya da teorik boy uzunluğuna oranı 1/5 değeri civarına yığılmaktadır. Bu sonuç, vücudun diğer kısımlarında farklı oranlar söz konusu olabilmekle birlikte, femur genişliği konusunda genel olarak kadim bir uzlaşmanın varlığını işaret etmektedir.

Heykellerde diz bölgesi; diz üstü, diz kapağı ve diz altı olmak üzere üç referans hat ile tanımlıdır. Bu referans hatların, boy ya da teorik boy uzunluğuyla ilişkisinde diz üstü 1/3 oranıyla, diz altı 1/4 oranıyla düzenlenirken bu iki değer diz bölgesini 2/7 oranına sıkıştırmaktadır. Heykellerin kronolojisi dikkate alındığında, diz bölgesine ilişkin kuralların Yunan heykel sanatında Arkaik Dönem'in erken zamanlarından itibaren mevcut olduğu, zaman içerisinde geliştiği ve değişikliklere uğradığı anlaşılmıştır. Bu değişiklik, torso boyutu oransal olarak sabit kalırken bacak boyunun kısalmasını, teorik orta nokta sabit kalırken gerçek orta noktanın, kısalma miktarının yarısı kadar yukarı kaymasını açıklamaktadır.

Heykellerde boy ya da teorik boy uzunluğu ile uzuvlar arasındaki orantı ilişkilerinin yanı sıra gövde sınırlarının ve gövdeyi şekillendiren hatların ifadesi olan artistik çizgilerin geometrik yapıları incelenmiştir.

Artistik çizgiler içerisinde en uzun hat olan, diz üstünden bacak yanları boyunca ilerleyerek kalça üzerinden belin en ince olduğu noktaya kadar uzanan femur sınırlarının ve göğüs kafesi (*thorax*) yan sınırlarını düzenleyen eğrisel hatların çember yapısıyla uyumlu olduğu belirlenmiştir. Bu sınırları düzenleyen çemberlerin çapları ve merkezleri tespit edilmiştir.

Sınırları düzenleyen çemberlerin çaplarının heykellerde boy ya da teorik boy uzunluğu ya da femur genişliği ile orantılı oluşu ve merkezlerinin konumu, heykellerde yan sınırları düzenleyen eğrisel hatların orantı düzeniyle bağlantısını kurmaktadır. Yalnızca femur ve thorax sınırlarının değil, gövde üzerindeki hatları düzenleyen artistik çizgilerin de orantı sisteminin bir parçası olduğu tespit edilmiştir.

Kasık bölgesini düzenleyen çembersel hatların, karın bölgesi kas yapısını düzenlemede de rol aldığı, kalça ile karın bölgesini, karnın iki yanından içeri doğru çengel benzeri bir bükümle ayıran hattı (crook) düzenleyen çemberin, *göğüs ortası*na merkezlendiği, femur sınırını saç organizasyonuyla ilişkilendiren şaşırtıcı bir sınır düzenlemesinin de repertuara dâhil olduğu örnek çözümlemeler sunulmuştur.

Artistik çizgilerin gelişiminin ve sayılarındaki artışın, bu çizgilerin başlangıç ve bitiş noktalarının da referans noktalar listesine dâhil olması ve konumlarının belirli olması gerekliliğiyle birlikte, orantı sisteminin karmaşıklık düzeyini artırdığı gösterilmiştir.

Frontal düzlemde, modül kareler, referans noktalar ve artistik çizgilerden oluşan ve heykellerin geometrik planını gösteren geometrik modeller elde edilmiştir. Polykleitos'un, sanatçıların artistik çizgileri çizmede kullandıkları, bu nedenle *kanon* (κανών) ya da *model heykel* olarak isimlendirdikleri bir standart geliştirdiği göz önüne alınırsa bu çalışmada elde edilen geometrik modeller, Arkaik Dönem orantı sistemi repertuarının bir kesiti olarak görülebilir. Bu repertuar kesiti, Klasik Dönem'de Poykleitos'un *Kanon*'unun ortaya çıkışını hazırlayan geometrik altyapıya ışık tutmaktadır.

Tüm bu süreçler, heykellerin analitik analizi için kontrollü ve tekrarlanabilir süreçler olarak yazılım olanaklarıyla gerçekleştirilmiştir. Üçüncü bölüm, bu yönüyle heykel sanatının analitik analizi için standart araçlara sahip, teorik çerçevesi belirli, örnek uygulamalarla desteklenmiş bir yöntem önermektedir.

c) Literatür Özeti

Mozaik Sanatı ve Matematik İlişkisi Konusunda Literatür Özeti

Mozaik sanatında geometrik formların inceleme konusu haline gelmesinde ilk aşama, mozaiklerin kronolojik gelişiminin gözlemlenebileceği kapsamlı katalogların oluşturulması ve bu kataloglama sürecinin bir parçası olarak geometrik motif kategorisinin içeriğini oluşturan formların ayırt edilmesi ve tanımlanması şeklinde gerçekleşmiştir.

Geometrik mozaiklerin çalışılabilmesi için gereken materyalin kataloglanması ve motif terminolojinin oluşturulması çabası, daha önceye ait erken çalışmalar bulunmakla birlikte, 1930'dan itibaren belirgin olarak gözlemlenebilmektedir. 1930 yılından 1963 yılına kadar yapılan çalışmalar, mozaik sanatının bir disiplin olarak tanınması için gereken hazırlık süreci olarak görülebilir. Bu süreçte Marion Elizabeth Blake[2], Michael Avi-Yonah[3], Roger Packman Hinks[4], Erich Pernice[5], Doro Levi[6], Blanche R. Brown[7], Klaus Parlasca[8], Victorine von Gonzenbach[9] ve Giovanni Becatti[10] tarafından yapılan çalışmalar öne çıkmaktadır. Bu çalışmalar, geometrik formların ayırt edilmesi, tanımlanması, analiz edilmesi ihtiyacını ortaya koymakla birlikte farklı bölgelerden mozaikler üzerindeki benzer ya da varyant formların karşılaştırılması, yerel üslupların fark edilmesi ve atölyeler arası etkileşimlerin araştırılmasını da gündeme getirmiştir.

Mozaik sanatıyla ilgili incelemelerde ihtiyaç duyulan katalog çalışmaları, Henry Stern'in bölge bölge kataloglama kurgusuyla hız kazanmıştır. 1957 yılından 1987 yılına kadar, Galya mozaiklerinin genel koleksiyonu hedefine yönelik olarak Belçika, Lyonnaise ve Aquitaine bölgeleri mozaiklerini kapsayan 13 fasikül, *Recueil général des mosaïques de la Gaule* adıyla seri halinde yayımlanmıştır.[11]

---

[2] Marion Elizabeth Blake, "The Pavements of the Roman Buildings of the Republic and Early Empire", **Memoirs of the American Academy in Rome**, Cilt: 8, 1930, (Pavements), ss. 7-159; Marion Elizabeth Blake, "Roman Mosaics of the Second Century in Italy", **Memoirs of the American Academy in Rome**, Cilt: 13, 1936, (Italy), ss. 67-214.

[3] Michael Avi-Yonah, **The Quarterly of the Department of Antiquities in Palestine**, Cilt: II, London, 1933, ss.136-163.

[4] Roger Packman Hinks, **Catalogue of the Greek, Etruscan and Roman paintings and mosaics in the British Museum,** British Museum, Printed by Order of the Trustees, London, United Kingdom, 1933.

[5] Erich Pernice, **Pavimente und figürliche Mosaiken, (Die hellenistische Kunst in Pompeji 6)**, de Gruyter, Berlin, 1938, (Pavimente), ss. 33-177

[6] Doro Levi, **Antioch Mosaic Pavements**, Princeton University Press, Princeton, 1947, (Antioch Mosaic Pavements);

[7] Blanche R. Brown, **Ptolemaic Paintings and Mosaics and the Alexandrian Style**, (Doktora Tezi), New York University, Department of Fine Arts, 1967.

[8] Klaus Parlasca, **Die römischen Mosaiken in Deutschland**, Berlin, De Gruyter, 1959, (Mosaiken).

[9] Victorine von Gonzenbach, **Die römischen Mosaiken der Schweiz, [=Monographien zur Ur- und Frühgeschichte der Schweiz 13]**, Basel, Birkhäuser, 1961.

[10] Giovanni Becatti, **Scavi di Ostia 4: Mosaici e Pavimenti Marmorei**, Istituto poligrafico dello stato, Libreria dello stato, Roma, 1961, (Ostia 4), ss. 247-252.

[11] Roger Ling, "Roman Mosaics: A Success Story of Classical Archaeology", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 105, Sayı: 2, 2001, (Success), ss. 325-329, s. 325.

Yunan ve Roma mozaikleri üzerine ilk uluslararası kolokyum 1963 yılında Paris'te gerçekleştirilmiştir.[12] Kolokyumda, Antik Dönem sanatları içerisinde en çok ihmal edilen gruplardan bir tanesi olan ve mevcut durumu itibariyle analizi henüz başlangıç aşamasında bulunan mozaik sanatı, esaslı olarak ele alınmış;[13] mozaik sanatı konusunda yapılacak çalışmalar için kapsamlı bir envanter ve kesin bir kronoloji oluşturulması başlangıç şartı olarak benimsenmiş, terminoloji probleminin çözülmesi de yapılacak işler arasında sayılmıştır.[14]

Mozaik sanatının bir disiplin olarak tanınması, araştırmalar için perspektif belirlenmesi konusunda uluslararası inisiyatifi temsil eden bu kolokyumun bir diğer kazanımı olarak AIEMA (Association Internationale pour l'Étude de la Mosaïque Antique) kurulmuştur. Bu organizasyon, çeşitli ülkelerde mozaik çalışmalarını teşvik etmeye ve koordine etmeye yardımcı olarak süreli yayın, uluslararası konferans ve kolokyum faaliyetleriyle uzmanlar arasında bilgi alışverişini sağlamaktadır.

1971 yılında, Viyana'da, Yunan ve Roma mozaikleri konusunda ikinci kolokyum gerçekleştirilmiştir.[15] Bu kolokyumda, araştırmaların sistematik hale getirilmesi için terminolojinin standart hale getirilmesi, bir sözlük oluşturulması konusuna öncelik verilmesi, mozaikleri süsleyen geometrik formlar için grafik repertuarı oluşturulması, dokümantasyon konusunda veri tabanı oluşturulması, bilgi bankası oluşturulmasının yanı sıra analizler için yazılım olanaklarının geliştirilmesi, dokümantasyon için dijital dönüşümün sağlanması amaçlarına yönelik adımlar atılması benimsenmiştir.[16]

Gisela Salies'in 1974 yılında yayımlanan çalışması,[17] Roma Dönemi mozaiklerinin geometrik kompozisyon şemalarını analiz etme konusunda ilk girişimi temsil etmektedir.[18] Geometrik motiflerin ve motiflerle kurulan organizasyonun,

---

[12] Henry Stern ve Gilbert Charles Picard (Ed.), **La mosaïque gréco-romaine, Actes du I^{er} colloque international pour l'étude de la mosaïque antique, Paris, 29 août-3 septembre 1963**, (CMGR I) Paris, 1965.

[13] Alix Barbet, "La mosaïque gréco-romaine", **Revue Archéologique**, Nouvelle Série, Fasikül: 1, 1966, ss. 151-158; Martin Robertson, "La mosaïque gréco-romaine", **Gnomon**, Cilt: 38, Sayı: 8, 1966, ss. 823-826.

[14] Bruneau, Perspectives, s. 717.

[15] **La mosaïque Gréco-romaine II. II^{e} Colloque international pour l'étude de la mosaïque antique, Vienne, 30 Août-4 Septembre 1971**, **(Ed. Henry Stern ve Marcel Le Glay)**, (CMGR II), A. et J. Picard, Editions du CNRS, Paris, 1975.

[16] Janine Balty, "La mosaïque gréco-romaine II, Actes du II^{e} colloque international pour l'étude de la mosaïque antique", **L'Antiquité Classique**, Cilt: 46, Sayı: 1, 1977, ss. 357-360.

[17] Salies, geometrischen, ss. 1-178.

[18] Dunbabin, Mosaics, s. 291, dip not 2.

mozaiklerin kronolojisi ve bölgesel kimliklerinin belirlenmesinde önemini vurgulayan bu çalışma, geometrik motiflerin analizine yönelik çalışmaların gelişim çizgisinde başlangıç noktası kabul edilmektedir.[19]

Richard Prudhomme'un 1975 yılına ait olan ve geometrik mozaiklerin yapım ilkelerine vurgu yapan çalışması, analiz perspektifine katkı sağlamıştır.[20]

Suzanne Gozlan, 1976 yılına ait çalışmasında, Afrika Proconsularis bölgesinde Thysdrus ve Acholla çevresinde kullanılan bordür motiflerinden birkaç tanesinin gelişimini incelemiş, mozaik sanatçılarının motifleri ele alma şeklini araştırmış ve motiflerin varyantlarının grafiklerini çizerek çözüm sunmuştur.[21]

Victor Andrzej Daszewski'nin 1977 yılına ait, Minotaur ve Theseus miti üzerine kurgulanan labirent tasarımlarına yönelik incelemesi, karmaşık süsleme unsurlarının incelenmesine yönelik öncü çalışmalar arasındadır.[22]

S. E. Waywell, 1979 yılına ait çalışmasında, Roma Dönemi'nde müreffeh sayılamayacak durumda bulunan Yunanistan ana karası ve Ionia'da toplam 54 sitede bulunan Roma mozaiklerindeki geometrik ve figürlü dekoru incelemiş, geometrik desenlerde kategorik ayrımın gerekliliğini ortaya koymuştur.[23]

Sheila D. Campbell, 1979 yılında, geometrik formların tekrarlanan kombinasyonlar üzerinden karşılaştırılmasının, atölyeler arasındaki ilişkileri değerlendirmede işlevsel bir yöntem olduğunu göstermiştir.[24]

Asher Ovadiah, 1980 yılına ait kitabında,[25] mozaik sanatında kullanılan geometrik ve bitkisel motifler ile diğer erken sanat dalları arasında ilişki olasılıklarını

---

[19] Maria de Jesus Duran-Kremer, "Mosaicos romanos em Portugal, Expressão de uma cultura Universal no extremo ocidental do Império Romano", **Abelterium**, Cilt: 2, Sayı: 1, 2015, (Portugal), ss. 26-38, s. 31-32.

[20] Richard Prudhomme, "Recherche des principes de construction des mosaiques géométriques romaines", **La mosaïque gréco-romaine, IIe Colloque international pour l'etude de la mosaique antique, Vienne, 30 août - 4 septembre 1971, (CMGR II)**, Paris, Picard, 1975, (principes), ss. 339-346, lev. CLXI-CLXX.

[21] Suzanne Gozlan, "Deux motifs de bordures sur des mosaïques de Byzacène", **Karthago**, Cilt: 17, 1976, ss. 153-184, lev. XIII-XX.

[22] Wiktor Andrzej Daszewski, **Nea Paphos II: La mosaïque de Thésée. Étude sur les mosaïques avec représentations du Labyrinthe, de Thésée et du Minotaure**, çev. Z. Kiss, Éditions scientifiques de Pologne, Varsovie, 1977.

[23] S. E. Waywell, "Roman Mosaics in Greece", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 83, Sayı: 3, 1979, ss. 293-321.

[24] Sheila D. Campbell, "Roman Mosaic Workshops in Turkey", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 83, Sayı: 3, 1979, ss. 287-292.

[25] Asher Ovadiah, **Geometric and Floral Patterns in Ancient Mosaics: A Study of Their Origin in the Mosaics from the Classical Period to the Age of Augustus**, L'Erma di Bretscheider, Rome, 1980, (Geometric).

değerlendirerek, motifleri diğer sanat dallarındaki örnekle karşılaştırarak incelemiştir. Bu çalışma, figürler ya da figürlü sahneler gibi öne çıkan bileşenler karşısında, geometrik motiflerin, mozaik döşemede asli bir unsur mu yoksa tali bir süsleme mi olduğunu sorgulaması bakımından çarpıcıdır.

Robert Houston Smith'in 1983 yılına ait çalışması, mozaik sanatçılarının kullanmış olmaları muhtemel eskiz kitapları ve olası teknikleri gündeme taşımıştır.[26]

1963 yılından itibaren gerçekleştirilen kolokyumların etkisi ve devamlılığı, bir yandan katalog çalışmalarını hızlandırarak erişilebilen geometrik mozaik repertuarını genişletirken bir yandan da geometrik motiflerin analiz edilebilmesi için ihtiyaç duyulan terminoloji berraklığına, geometrik form koleksiyonunun kategorilere ayrılarak kataloglanmalarına dikkatleri yöneltmiştir. Bu yönelim, geometrik formlar için terminolojiyi netleştirme, formları ayırt etme ve karşılaştırmalar için bir form sözlüğü olarak 1985 yılında, *Le décor géométrique de la mosaïque romaine*[27] isimli kitabın ortaya çıkarılmasını sağlamıştır.

Geometrik formların kataloglanmasının ardından, dekorlu yüzeylerin geometrik formlarla ilişkisi, daha yakından incelenir hale gelmiş, 1990'lı yıllardan itibaren temel formların benzerleri ve varyantları arasındaki ilişkilerin analizinde geometri bilgisinden belirgin şekilde yararlanılmaya başlanmıştır.

Suzanne Gozlan, 1990 yılında yayımlanan çalışmasında, Tunus, Afrika Proconsularis bölgesinden, Acholla ve Thina civarından, Afrika mozaik repertuarına özgü iki bordür deseni ve iki yüzey süslemesi olmak üzere dört motif ile bu motifleri taşıyan örnekleri karşılaştırarak incelemiştir. Bir geometrik motif ile varyantı arasındaki farkı, geometrik farklarına dayalı olarak çözümlemiştir. Fark yaratan yaklaşım, varyant olma durumunun geometriyle açıklanmasıdır.[28] Bu çalışma, tipoloji kıyaslamalarına dayalı analizlerden geometrik analize geçişin erken örnekleri arasında önemli bir aşamayı temsil etmektedir.

---

[26] Robert Houston Smith, "Decorative Geometric Designs in Stone: the Rediscovery of a Technique of Roman-Byzantine Craftsmen", **The Biblical Archaeologist**, Cilt: 46, Sayı: 3, 1983, ss. 175-177, ss. 180-181, 185-186.

[27] Catherine Balmelle, Michèle Blanchard-Lemée, Jeanine Christophe, Jean-Pierre Darmon, Anne-Maria Guimier-Sorbets, Henri Lavagne, Richard Prudhomme ve Henri Stern, **Le décor géométrique de la mosaïque romaine, Répertoire graphique et descriptif des compositions linéaires et isotropes,** Paris, 1985, (Décor I).

[28] Suzanne Gozlan, "Quelques décors ornementaux de la mosaïque africaine", **Mélanges de l'école française de Rome (MEFRA)**, Cilt: 102, Sayı: 2, 1990, (Quelques), ss. 983-1029, özellikle res. 19.

Anthony Phillips'in, Roma mozaiklerinde, labirentleri farklı türlere ayıran ve temel figürlere indirgeyen çalışması, kısmen tahrip olmuş mozaiklerin teorik olarak yeniden üretilebilmesi ve konservasyon çalışmaları için geometri yöntemini önermiştir.[29]

Susan Tebby,[30] Rihard Prudhomme tarafından da ortaya konan geometrik mozaiklerin inşa prensiplerine[31] uygun olarak, mozaik döşeme dekoru ne kadar karmaşık olursa olsun, süslemenin sade bir yapıya indirgenebileceğini göstermiştir.[32]

Veronika Scheibelreiter, döşemedeki motiflerin her birinin ayrı ayrı analiz edilmesinin yanı sıra döşemedeki diğer motiflerle ilişkilerinin analiz edilmesinin mozaiklerin isabetli tarihlenmesine katkı sağlayacağını vurgulamıştır.[33]

Yehudit Turnheim ve Asher Ovadiah, İsrail'de Caesarea Maritima mozaiklerinin, bordür desenlerini ve poligonal desenlerini, imparatorluğun farklı bölgelerinde görülen benzer motiflerle karşılaştırarak tarihleme konusunda geometrik repertuarın nasıl kullanılabileceğini örneklendirmişlerdir.[34]

Katherine M. D. Dunbabin'in, 1999 yılında basılan *Mosaics of the Greek and Roman World* isimli kitabı, mozaik sanatının başlangıcı, Yunan ve Roma coğrafyasında gelişimi, materyal ve işçilik gibi teknik konularda kapsamlı değerlendirmelerin yanı sıra mozaik sanatında geometrik formlarla ilgili yapılacak çalışmalara ilişkin yol gösterici değerlendirmeler sunmaktadır.[35]

1930 ile 2000 yılı arasında kalan zaman içinde, mozaik sanatının kökeni, tarihsel dönemler içerisinde farklı bölgelerde gelişim süreçleri, kullanılan materyal, teknik ve üslup gelişimi konularında genel bir değerlendirme çerçevesine ulaşılmıştır. Ulaşılan noktada, geometrik mozaiklerin çözümlenmesine ve anlaşılmasına duyulan ihtiyaç, analizlerde bilgisayar teknolojisinin sağladığı olanaklarla desteklenen matematiksel analizleri gündeme taşımıştır.

---

[29] Anthony Phillips, "The Topology of Roman Mosaic Mazes", **Leonardo**, Cilt: 25, Sayı: 3-4, Visual Mathematics: Special Double Issue, MIT Press, 1992, ss. 321-329.
[30] Susan Tebby, "Geometric Mosaics of Roman Britain", **Fifth International Colloquium on Ancient Mosaics, Bath 1987**, **Part 1, (Journal of Roman Archaeology Supplementary Series 9.1)**, 1994, 1995, (CMGR V.1), ss. 273-294.
[31] Prudhomme, principes, ss. 339-346, lev. CLXI-CLXX.
[32] Dunbabin, Mosaics, s. 283.
[33] Veronika Scheibelreiter, "Zu den römischen Mosaiken Westkleinasiens", **Forum Archaelogiae**, 12/IX/99, 1999, (römischen), ss. 1-5.
[34] Yehudit Turnheim ve Asher Ovadiah, "A New Look at the Geometric Mosaic in the Promontory Palace at Caesarea Maritima", **Studies in Art History**, Cilt: 4, 1999, ss. 21-34.
[35] Dunbabin, Mosaics, ss. 291, 303.

2002 yılında yayımlanan *Le décor géométrique de la mosaïque romaine II*, birinci ciltte eksik kalan, basit ve karmaşık motiflerin ve merkezî desenlerin sistematik envanterini, birinci cildin yayımlanmasından 17 yıl sonra tamamlamıştır.[36]

2000'li yıllardan 2021 yılına kadar, özellikle 2008 yılından sonra, geometrik mozaiklerin ağ yapılarının, süsleme repertuarının ve temel şemaların geometri bilgisi kullanılarak analiz edilmesinde giderek artan eğilim, matematik ve arkeoloji disiplinleri arasında koordineli çalışmaları ve disiplinler arası iş birliğini geliştirerek geometrik mozaiklerin matematiksel analizinin yöntem olarak benimsenmesini sağlamıştır.

Geometrik mozaiklerin matematik yöntemlerle analizi konusunda Bernard Parzysz, Sebastián Vargas Vázquez, Alexander Åström, Yang Liu ve Godfried Tussaint tarafından yapılan çalışmalar öne çıkmaktadır. Temel süsleme formlarının geometrik olarak yeniden üretilmesi, panel yüzeyinin ağ yapısının araştırılması, karmaşık süslemeyi oluşturacak desenin ve tekrarlama algoritmasının belirlenmesi, varyant formların elde edilmesi ve karşılaştırılması, bu çalışmaların genel çerçevesini oluştururken, üslup değerlendirmesi ya da tipolojik çözümleme şeklinde yürütülen araştırmalara analitik kimlik kazandırmaktadır.

Heykel Sanatı ve Matematik İlişkisi Konusunda Literatür Özeti

Yunan heykel sanatında anıtsal heykel üretiminin başlangıcından Klasik Dönem'e uzanan gelişim çizgisinde orantı kavramının rolü ve içeriği üzerine, özellikle son 150 yılda yapılan çalışmalar, geniş bir literatür teşkil etmektedir. Antik Dönem yazarlarından günümüze ulaşan pasajlar, Rönesans Dönemi'ne yön veren dehaların çalışmalarından örnekler ve son bir buçuk yüzyıl boyunca yapılmış çalışmalar içerisinde öne çıkanlar üzerinden mevcut durumun bir portresini ortaya koymak mümkündür.

Heykel sanatının matematikle ilişkisi, Antik Dönem yazarlarından günümüze ulaşan edebi kaynaklarda, heykelde ölçü, simetri ve estetik gibi kavramların orantı kavramıyla ilişkilendirilmesi, heykel sanatının gelişim çizgisinde orantı kavramına,

[36] Catherine Balmelle, Michèle Blanchard-Lemée, Jean-Pierre Darmon, Suzanne Gozlan and Marie-Pat Raynaud, **Le décor géométrique de la mosaïque romaine II, Répertoire graphique et descriptif des décors centrés,** Paris, 2002, (Décor II).

sanatçılara ve eserlerine ölümsüz ünlerini kazandıran bir unsur olarak değer atfedilmesi üzerinden kurulmaktadır. Yunan coğrafyasında, MÖ 7. yüzyıl ortalarından sonra insan boyunda ya da daha büyük anıtsal heykeller yapılmaya başlanmıştır ve anıtsal heykel üretiminin başlangıcı konusundaki bilgiler, kesin bir kavrayış yaratmaya yetmeyecek kadar sınırlıdır.

Diodoros tarafından aktarılan Theodoros ve Telekles öyküsü, Mısır sanatındaki orantı kurallarıyla anıtsal Yunan heykelleri arasında bağ kurmaktadır. Platon, Philon, Cicero, Plutarkhos ve Galen gibi Antik Dönem yazarlarından günümüze fragmanlar halinde ulaşan anekdotlar;[37] simetri, ritim ve orantı kavramları üzerinden, heykel sanatı ve matematik arasında bağ kurmaktadır. Bu anekdotlar, Klasik Dönem heykeltıraşı Polykleitos'a ve onun heykel sanatının kuralları üzerine yazdığı *Kanon* adıyla bilinen bir kitabın varlığına atıfta bulunmaktadır. Dolayısıyla *Kanon*, Klasik Dönem'de heykel sanatının kurallarının, üzerine bir kitap yazılacak kadar olgunlaştığını, heykel gövdesini şekillendiren artistik çizgilerin çizimine kadar standart getirme düzeyinde profesyonellik içeren bir heykel teorisinin mevcut olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, bu anekdotlar, *orantılı olmak* ile kastedilen şeyin tam içeriğinin ne olduğu, nasıl icra edildiği, Klasik Dönem'i hazırlayan teknik ve teorik altyapıyı oluşturan, Arkaik Dönem'de heykel sanatında esas alınan orantı kuralları, bu kuralların başlangıcı ve gelişimi konusunda yeterli kavrayışı sağlayacak bilgi vermemektedir.

Antik Dönem yazarları içerisinde Vitruvius ayrı bir yere sahiptir. Bu ayrıcalığın sebebi, genel olarak insan hayatında ya da sanatta, özel olarak heykel sanatında orantının önemini vurgulayan bir değerlendirmede, orantının önemini vurgulamak üzere kadim bir referans olarak Polykleitos ve *Kanon* göndermesi yapmak ya da bunlara değinip örnek göstermekten öteye geçip heykel sanatında kullanılan orantı sistemi hakkında detay düzeyinde bilgi vermesidir.[38]

---

[37] Hermann Diels, **Die Fragmente Der Vorsokratiker**, Griechisch und Deutsch, Zweite Auflage, Erster Band, Weidmannsche Buchhandlung, Berlin, 1906, (Vorsokratiker I), ss. 233, 249.

[38] Vitruvius, Ten Books, III. 1. Bkz.: Vitruvius, **Ten Books on Architecture**, çev. M. H. Morgan, Oxford University Press, London, 1914, (Ten Books). Türkçe'ye çevrisi için bkz.: Vitruvius. **The Ten Books on Architecture**, **(Mimarlık Üzerine On Kitap)**, 15. Baskı, çev. Suna Güven, (Ed. Fikret Yeğül ve Bülent Artamlı), Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları, Mimarlığın Uluslararası Kaynakları: 1, Matsa Baskı, 2013, (On Kitap), s. 51.

Vitruvius tarafından aktarılan bilgiler; yüz, el, baş, göğüs üzeri, göğüs ortası, ayak, ön kol, göğüs genişliği, göbek çukuru, kollar ve boy uzunluğu arasındaki oranlara ilişkin kuralları listelemektedir. Kuralları tarif eden cümlelerde geçen *saçların en dipteki kökleri*, *saç dipleri*, *göğüs üzeri* ya da *göğüs üstü* ve *göğüs ortası* ifadeleriyle tarif edilen noktaların tam ve kesin konumları bilinmemektedir. *Göğüs genişliği* olarak tarif edilen genişliğin hangi noktalar arasındaki uzaklığa karşılık geldiği belirsizdir. Heykelde dik duruş halinde orta noktanın konumu, testis altı hizasının konumu, omuz, bel ve femur genişlikleri ve diz bölgesinin kuralları ile heykelin vücut hatlarını ve sınırlarını düzenleyen artistik çizgiler konusunda herhangi bir bilgi yer almamaktadır. Bu bakımdan Vitruvius'un aktardığı kurallar, heykel sanatında kullanılan oranlar konusunda önemli bilgiler sağlamakla birlikte bütüncül bir kavrayış yaratacak ölçüde kapsamlı değildir.

Antik Dönem'den Rönesans Dönemi'ne kadar heykel sanatı ve oranlar konusunda sessizlik hâkimdir. Antik Dönem yazarlarından Rönesans Dönemi'ne ulaşabilen kaynaklar sayesinde Vitruvius'un aktardığı orantı sistemi, Orta Çağ'ı aşarak Rönesans Dönemi sanatına ilham kaynağı olmuştur.

Resim ve heykel sanatında insan vücudunu bir orantı sistemi çerçevesinde teorik olarak ele alan, az sayıda kural yerine bir bütün olarak insan vücudunda orantı sistemi kurup kendi teorilerini ortaya koyan isimler arasında Leon Battista Alberti, Leonardo da Vinci ve Albrecht Dürer öne çıkmaktadır.

Leon Battista Alberti (1404-1472); insan vücudunda orantıların, güzelliğin ve mükemmelliğin kaynağı olarak doğayı referans almıştır. Üç boyutlu görünümün iki boyutlu düzleme projeksiyonu üzerine çalışarak perspektif olgusunu inceleyen Alberti, Vitruvius tarafından verilen oranları göz önünde tutarak ve bu oranları kapsamlı şekilde genişletip modifiye ederek detaylı bir orantı sistemi önermiştir.[39]

Leonardo da Vinci (1452-1519), resim teorisi üzerine çalışmalarının bir parçası olarak insan vücudunda oranları ele almıştır. Vitruvius'un tariflerdeki eksiklerin ve belirsiz ifadelerin farkında olduğu anlaşılan Da Vinci, insan vücudunda oranlar konusunda detaylı bir çözümleme yaparak, Vitruvius'un aktardığı bilgileri rafine edip tariflere açıklık getirerek ve kendi modifikasyonunu gerçekleştirerek *Vitruvius Adamı*

[39] Leon Battista Alberti, **Della Pittura E Della Statua Di Leonbattista Alberti**, Milano, 1804, s. 56; Jane Andrews Aiken, "Leon Battista Alberti's System of Human Proportions", **Journal of the Warburg and Courtauld Institutes**, Cilt: 43, 1980, ss. 68-96.

adlı çizimini ortaya koymuştur.[40] Leonardo da Vinci'nin orantı kuralları, Vitruvius orantı kurallarıyla benzerlikler ve farklılıklar göstermekle birlikte Vitruvius kuralları arasında yer almayan düzenlemeler içerdiğinden, *Vitruvius Adamı*, Vitruvius'un orantı kurallarından daha fazlasını ifade etmektedir.

Albrecht Dürer, 1528 yılına ait kitabında, çağdaşı Leonardo da Vinci gibi, insan vücudundaki oranlarla ilgilenmiş ve bulgularını çizimleriyle grafiklere aktarmıştır.[41]

Bu çalışmalar, Antik Dönem heykel sanatında orantı kullanımını Rönesans Dönemi resim ve heykel sanatına transfer eden ve modern zamanlara referans teşkil eden çalışmalar olarak görülebilir. Resim ve heykel sanatında orantılar konusundaki kadim bilgileri antropometrik bilgilerle karşılaştırmaları, orantıların asli ve doğal kaynağı olarak insan vücudunu referans alarak orantıları geliştirme eğilimini açığa vurmaları bu çalışmaların ortak özelliğidir.

19. yüzyıl ortalarından itibaren Mısır'da yapılan arkeoloji araştırmalarında açığa çıkarılan duvar resimleri,[42] rölyefler,[43] tamamlanmamış yontular[44] ve papirüs çizimleri[45] gibi bulgular ve buluntular, Mısırlı sanatçı ve zanaatçıların, orantı sistemini uygulayabilmek için yatay ve düşey çizgileri kullandıklarını göstermektedir. Düzgün aralıklandırılmış yatay ve düşey çizgilerin kesişimi, karelerden oluşan bir ağ yapısı (grid) teşkil etmektedir. Esere konu figürün ya da figürlerin, orantı kurgusuna uygun olarak planlanmasına ve planın icra edilmesine teknik olarak olanak sağlayan kare ağ yapısı, bir tür koordinat sistemi işlevi görmektedir ve bu yöntem *kareleme yöntemi*

---

[40] Jean Paul Richter (Ed.), **Scritti Letterari di Leonardo da Vinci**, Cilt: 1, Londra: Sampson Low, Marston, Searle & Rivington, 1883, (Leonardo da Vinci), s. 343, lev. XVIII.

[41] Albrecht Dürer, **Vier Bücher von menschlicher Proportion**, Nürnberg, 1528, res. 32, 34, 93.

[42] Marcelle Baud, **Les Dessins Ébauchés de la Nécropole Thébaine (au Temps du Nouvel Empire), [Les Mémoires publiés par les membres de l'Institut français d'archéologie orientale (MIFAO), Cilt: 63]**, Le Caire Imprimerie de l'Institut français d'archéologie orientale, 1935, ss. 7-197; Ernest Mackay, "Proportion Squares on Tomb Walls in the Theban Necropolis", **The Journal of Egyptian Archaeology**, Cilt: 4, Sayı: 2/3, 1917, ss. 74-85.

[43] Richard Lepsius, **Denkmäler aus Ägypten und Äthiopien: nach den Zeichnungen der von seiner Majestaet dem Könige von Preussen Friedrich Wilhelm IV, nach diesen Ländern gesendeten und in den Jahren 1842-1845 ausgeführten wissenschaftlichen Expedition**, Biblio Verlag, Osnabrück, 1970, s. 234; C. C. Edgar, **Catalogue général des antiquités égyptiennes du Musée du Caire, Sculptors' Studies and Unfinished Works**, Le Caire Imprimerie de l'Institut français d'archéologie orientale, 1906, ss. 1-82.

[44] C. C. Edgar, "Remarks on Egyptian 'Sculptors' Models", **Recueil de travaux relatifs à la philologie et à l'archéologie égyptiennes et assyriennes**, Cilt: 27, Fasikül: 3 ve 4, 1905, ss. 137-150.

[45] Ludwig Borchardt, "Sphinxzeichnung eines ägyptischen Bildhauers", **Amtliche Berichte aus den Königlichen Kunstsammlungen**, Cilt: 39, Sayı: 5, 1918, ss. 106-110.

olarak adlandırılmaktadır. Mısır sanatında tarihsel olarak iki kanon ayırt edilmiştir. 3. Hanedanlık Dönemi'nden 26. Hanedanlık Dönemi'ne kadar kullanılan ve ayakta duran erkek figürü yüksekliğinin ayak tabanından alında saçların başladığı hatta kadar 18 kareye ayrılmasıyla karakterize edilen orantı sistemi, *Birinci Kanon* olarak adlandırılmaktadır.[46] 26. Hanedanlık Dönemi'nden itibaren (MÖ 665-525) kullanılan ve ayak tabanından göz hizasına kadar figürün yüksekliğini 21 kareye bölen orantı sistemi ise *İkinci Kanon* olarak bilinmektedir.[47]

Bir yanda Mısır sanatında kullanılan orantı sistemiyle ilgili bulgular ve tespitler, bu oranların Yunan heykel sanatına etkisiyle ilgili tartışmalar, Vitruvius tarafından aktarılan bilgiler, heykellerde orantı kurallarının araştırılmasını teşvik ederken, diğer yanda Polykleitos'un *Kanon*'uyla ilgili anekdotlar üzerinden artistik çizgilerin orantı sistemine dâhil edilmesi ve olgunlaşmış orantı sistemini temsil eden *Doryphoros*'un günümüze ulaşan kopyalarının elde oluşu, *Kanon* ile ilgili çalışmalara yol açmıştır.

F. W. G. Foat, 1915 yılında, bir düzine heykel üzerinde antropometrik ölçümler yaparak Mısır heykel sanatında kullanılan orantı sistemi ve Polykleitos'un *Kanon*'u ile ilgili değerlendirmelerle *Kanon* doktrininin bir çerçevesini çizmiş, insan vücudu için bir geometrik model önermiştir. Bu model frontal duruş ve profil projeksiyonu üzerinden omuzlar, kaburgalar ve karın kaslarından oluşan vücut hatlarını geometrik çizgiler olarak ele alması ve göğüs kafesi sınırlarını çember yaylarıyla ifade etmesi bakımından heykellerin matematiksel analizinde öncü araştırmalar arasındadır. Foat, Vitruvius tarafından aktarılan bilgileri "Tanımladığından daha fazlasını gizler." şeklinde eleştirmiş, Yunan heykel sanatında keşfedilmemiş bütün bir doktrin olması gerektiğini ifade etmiştir.[48]

L. D. Caskey, 1924 yılında, *Tenea Kouros*'un geometrik incelemesini yaparak Foat'ın *Geometrik Adam*'ıyla karşılaştırmıştır. Bu çalışma, bir heykelin bir teorik

[46] Aylward M. Blackman, **The Rock Tombs of Meir, Part II, The Tomb-Chapel of Senbi's Son Ukh-Hotp (B, No. 2), with Two Appendices on Hieroglyphs and Other Details in B, Nos. 1, 2, 4.**, **(=Archaeological Survey of Egypt, [Ed. F. LL. Griffith], Twenty-Third Memory)**, Sold at the Offices of the Egypt Exploration Fund, London, 1915, lev. II, X, XI, XV.
[47] Erik Iversen, **Canon and Proportions in Eyptian Art**, 2. Baskı, Aris and Phillips, Warminster, 1975, (Canon), ss. 14-33.
[48] F. W. G. Foat, "Anthropometry of Greek Statues", **The Journal of Hellenic Studies**, Cilt: 35, 1915, ss. 225-259.

model ile karşılaştırılmasının yanı sıra heykellerin birbiriyle karşılaştırılması bakımından da öncü bir çalışmadır.[49]

Gisela M. A. Richter ve Irma A. Richter, 1934 yılında, heykellerin anatomik özelliklerini karşılaştırarak Erken Arkaik Dönem heykellerini Orta ve Geç Arkaik Dönem heykellerinden ayırt etmekle birlikte, bir kouros için geometrik çizim üzerinden inceleme örneği sunmuşlardır. Bu çalışma, heykel sanatı ve geometri ilişkisini çözümleme girişiminin erken örnekleri arasındadır ve üslup analiziyle matematiksel analizi bir arada sunması bakımından ayrıca değerlidir.[50]

Gisela M. A. Richter'in 1942 yılında yayımlanan, heykel sanatı konusunda kapsamlı bir katalog, üslup değerlendirmeleri ve tarihleme için referans ve başlıca başvuru kaynağı olan ve kısaca *Kouroi* olarak anılan kitabı, üslup eleştirisinin limitine yaklaşan çözümlemeleriyle, 20. yüzyılın özellikle son üçte birinde, araştırmalarda ilginin ve dikkatin yeniden heykel sanatının teknik problemlerine ve kanon problemine yönlendirilmesine katkı sağlamıştır.[51]

Sheila Adam, Arkaik Dönem'de ve Klasik Dönem'de heykeltıraşların yontu tekniğini ve yontuda kullandıkları avadanlıkları ele almış; bir sanatçının alet kutusunun, matkap dâhil, gereken yontu aletlerini içerdiğini göstermiştir.[52]

Erick Iversen, 1968 yılında yayımlanan çalışmasında, Theodoros ve Telekles öyküsünde oranlara ilişkin aktarılan bilgiler içerisinde yer alan belirsiz ifadeleri, Mısır'da kullanılan ölçü sistemi ve *Geç Mısır Kanonu* ile ilişkilendirerek yeniden yorumlamıştır.[53]

---

[49] L. D. Caskey, "The Proportions of the Apollo of Tenea", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 28, Sayı: 4, 1924, (Tenea), ss. 358-367

[50] Gisela M. A Richter ve I. A. Richter, "The Archaic *Apollo* in the Metropolitan Museum", **Metropolitan Museum Studies**, Cilt: 5, 1934, (Apollo), ss. 20-56.

[51] Gisela M. A. Richter, **Kouroi: A Study of the Development of the Greek Kouros**, Oxford University Press, New York, 1942, (Kouroi), s. 5.

[52] Sheila Adam, **The Technique of Greek Sculpture in the Archaic and Classical Periods**, Thames and Hudson, 1966, (The Technique), ss. 3-83.

[53] Erik Iversen, "Diodorus' Account of the Egyptian Canon", **The Journal of Egyptian Archaeology**, Cilt: 54, 1968, ss. 215-218.

1970'li yıllarda Dieter Ahrens[54], Jeffrey Ruesch[55] ve Eleanor Guralnick[56] tarafından yapılan çalışmalar, birden fazla kouros üzerinde ölçüm yapılması ve ölçümlerin karşılaştırılması yöntemiyle heykel sanatında orantı sistemi arayışını sürdüren çalışmalardır.

Richard Tobin, 1975 yılında, *kareleme tekniği*ni karekök işlemiyle ilişkisi bağlamında, aritmetik anlamıyla ele alarak gövde üzerinde orantı konusu uzunlukları, serçe parmağın uç kısmını (*distal phalanx*) referans olarak belirleyip bu uzunluğu √2 ile çarpıp genişleterek heykelde orantı konusu uzunluklara ulaşmanın olası bir çözüm olabileceğini değerlendirmiştir.[57]

Brunilde S. Ridgway ve Richard Tobin, 1975 yılında, *Kanon* ile ilgili çözüm önerilerinin kabul edilebilmesi için MÖ 5. yüzyıl heykel sanatı heykel pratiğine uygunluk, Antik Dönem'den günümüze ulaşan kaynaklarla tutarlılık, ait olduğu dönemin matematik bilgisiyle tutarlılık, *Doryphoros*'un yapımıyla ilgili olarak Antik Dönem kaynaklarının işaret ettiği teorik çerçeveyle tutarlılık olmak üzere dört kriter ileri sürmüşlerdir.[58]

Andrew Stewart 1978 yılında, Antik Dönem yazarlarından günümüze ulaşan fragmanlarda yer alan Polykleitos ve *Kanon* ile ilgili ifadelerin detaylı bir tartışmasını gündeme taşıyarak *Kanon*'un olası içeriğini ve Pythagorasçı düşünce ile ilişkisini değerlendirmiştir.[59]

Arkaik Dönem heykelleri ve Mısır sanatı arasındaki ilişkinin deneysel olarak ele alınmasında Eleanor Guralnick tarafından yapılan çalışmalar; kapsam, yöntem ve ortaya koydukları sonuçlar bakımından, heykel sanatında orantı çalışmalarına yön

---

[54] Dieter Ahrens, "Metrologische Beobachtungen am Apoll von Tenea", **Beiblatt des Jahreshefte des Österreichischen Archäologischen Instituts in Wien**, Cilt: 49, 1971, ss. 117-131; Dieter Ahrens, "Zur Metrologie archaischer griechischer Statuen", **Archaographie**, Cilt: 3, 1974, ss. 7-22.

[55] Jeffrey Ruesch, **Greek Statuary of the Fifth and Fourth Centuries B.C.: The Methodology of Descriptive Analysis Through Measurement**, (Doktora Tezi), Columbia Üniversitesi, (Fine Arts) Güzel Sanatlar Enstitüsü, 1977.

[56] Eleanor Guralnick, **Kouroi and the Egyptian Canon: A Study of Proportions**, (Doktora Tezi), Chicago Universitesi, 1970; Eleanor Guralnick, "Kouroi, Canon and Man: A Computer Study of Proportions", **Computer Studies in the Humanities and Verbal Behaviour**, Cilt: 4/2, August 1973, ss. 77-80.

[57] Richard Tobin, "The Canon of Polykleitos", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 79, Sayı: 4, 1975, (Polykleitos), ss. 307-321

[58] Brunilde S. Ridgway ve Richard Tobin, "Reviev of *Polyklet*, by Thuri Lorenz; *Der Kanon des Polyklet: Doryphoros und Amazone*, by Hans von Stauben", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 79, 1975, ss. 100-102.

[59] Andrew Stewart ve A. F. S., "The Canon of Polykleitos: A Question of Evidence", **The Journal of Hellenic Studies**, Cilt: 98, 1978, ss. 122-131.

vermiştir. Guralnick, heykeller üzerinde ölçümlere dayalı olarak istatistik analiz yöntemiyle ve bilgisayar teknolojisinden yararlanarak üç rapor hazırlamıştır.

Bu raporlardan ilki 1976 yılında yayımlanmıştır.[60] Bu rapor, 1968 ve 1974 yılları arasında, üzerinde ölçüm yapılan 16 kouros ile ilgili incelemeleri konu edinmiştir. Araştırmada, Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü (North Atlantic Treaty Organization [NATO]) tarafından yapılan Türk, Yunan ve İtalyan Hava Kuvvetleri personeli üzerinde yapılan antropometrik araştırma sonuçları da dikkate alınmıştır.[61] Baş, omuz, göğüs, bel ve uyluk genişliklerinin yanı sıra göbek çukuru, göğüs uçları, çene ucu, göz hizası, başın tepesi, *sternal notch*, diz üstü gibi referans noktalar arası uzaklıkları parametre kabul eden üç farklı veri seti üzerinden, heykeller arasındaki benzerlikler istatistik yöntemlerle analiz edilmiştir. Bazı heykellerin *İkinci Kanon* ile benzerlik gösterdiği, bazılarının kanon varyasyonlarını temsil ettiği, *Aristodikos Kouros*'un insan ölçüleriyle benzerlik gösterdiği anlaşılmıştır. Analiz sonuçları, standart bir orantı sistemi yerine orantı konfigürasyonlarının varlığına dayalı olarak Arkaik Dönem Yunan heykeltıraşlarının birer kopyacı olmaktan öte adapte edici ve yaratıcı karakterlerine dikkat çekmektedir.

Guralnick, 1978 yılında ikinci raporunu yayımlamıştır. Guralnick, istatistiksel analiz yöntemiyle, *New York Kouros* ve *Tenea Kouros*'un *Mısır Kanonu* ile benzerlik göstermesine karşılık *Strangford Kouros* ve *Aristodikos Kouros*'un bir başka orantı düzeni sergilediğini, genel olarak kourosların orantı konfigürasyonlarına göre sekiz gruba ayrılabileceğini göstermiştir.[62]

Guralnick'in 1982 yılına ait makalesi, üçüncü rapordur. Guralnick, bilgisayar destekli istatistik analiz yöntemi kullanarak Arkaik Dönem heykel sanatında kullanılan oranları; omuz, göğüs, bel ve kalça genişlikleri ile diz hizasından göbek, göğüs uçları, sternum ve başın tepesine kadar uzaklıklar üzerinden 25 *kore*de inceleyerek Mısır sanatında kullanılan kanon sistemi ve ortalama insan ölçüleriyle karşılaştırmıştır. Analiz sonuçları, Arkaik Dönem Yunan heykel sanatında erkek ve kadın figürlerinin, idealize edilmiş insan oranlarına dayanan dış kaynaklı kanonik modellerin

[60] Eleanor Guralnick, "The Proportions of Some Archaic Greek Sculptured Figures: A Computer Analysis", **Computers and the Humanities**, Cilt: 10, 1976, (Analysis), ss. 153-169.
[61] Hans Theodore Edeward Hertzberg, Edmund Churchill, C. W. Dupertius, R. M. White ve A. Damon, **Anthropometric Survey of Turkey, Greece and Italy**, The MacMillan Company, New York, 1963.
[62] Eleanor Guralnick, "Proportions of Kouroi", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 82, 1978, (Proportions of Kouroi), ss. 461-472.

adaptasyonu ve evrimiyle şekillenen kurallarla geliştiğini göstermektedir.[63] Guralnick, 1985 yılında yayımlanan çalışmasında,[64] 24 kouros üzerinde bu çalışmayı tekrarlamış, Mısır heykel sanatının Yunan heykel sanatı üzerinde etkisini doğrulayan sonuçlara ulaşmıştır.

Guralnick tarafından ortaya konan analiz sonuçları, Mısır sanatında kullanılan kanon ile Arkaik Dönem Yunan heykel sanatında kullanılan sistemlerden Klasik Dönem'e uzanan gelişim çizgisinin açığa çıkarılmasını problem olarak ortaya koyan çalışmalara da yol vermiştir.

Whitney M. Davis, 1981 yılına ait çalışmasıyla, Arkaik Dönem'den Klasik Dönem'e uzanan heykel sanatı geleneğinin, deneysel çalışma sonuçlarına göre detaylı olarak sorgulanması eğilimini açığa vurmaktadır.[65] Bu eğilimin uzatısı olarak 1995 yılında, Polykleitos, *Kanon* ve *Doryhoros* ile ilgili geniş bir çerçevede yapılan değerlendirmelerle kanon problemi yeniden gündeme gelmiştir. Polykleitos'un *Kanon*'una yol açan öncül bir orantı sisteminin var olup olmadığı sorusuna karşılık, *Kanon*'un kendi başına yeni bir başlangıcı temsil ettiği ileri sürülmüştür.[66]

2006 yılına gelindiğinde, tamamlanmamış heykeller üzerinde rastlanan izler ve kalibrasyon noktalarının varlığına dayalı olarak heykellerin yapım aşamasında ve orantıların taş blok üzerine aktarılmasında geometri tekniğinin kullanımının da tartışmalara dâhil olduğu görülmektedir.[67]

Jane B. Carter ve Laura J. Steinberg, 2010 yılında, istatistiksel yöntemlerle, bölgesel tarzların evriminin, Yunanlar tarafından farklı yerlerde ve geniş kronolojik aralıklarda *Mısır Kanonu*'nun kullanımından daha iyi bir benzerlik derecesini açıklayabileceğini ileri sürmüşlerdir.[68]

---

[63] Eleanor Guralnick, "Profiles of Korai", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 86, 1982, (Profiles of Korai), ss. 173-182;
[64] Eleanor Guralnick, "Profiles of Kouroi", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 89, 1985, (Profiles of Kouroi), ss 399-409.
[65] Whitney M. Davis. "Egypt, Samos, and the Archaic Style in Greek Sculpture", **The Journal of Egyptian Archaeology**, Cilt: 67, 1981, ss. 64-65.
[66] J. J. Pollitt. "The *Canon* of Polykleitos and Other Canons", **Polykleitos, The Doryphoros, and Tradition**, (Ed. Warren G. Moon), The University of Wisconsin Press, Madison, 1995, ss. 19-24, ss. 19, 20.
[67] Olga Palagia (Ed.). **Greek Sculpture: Function, Materials, and Techniques in the Archaic and Classical Periods**, Cambridge, 2006, ss. 243-270, res. 88.
[68] Jane B. Carter ve Laura J. Steinberg, "Kouroi and Statistics", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 114, Sayı: 1, 2010, (Kouroi and Statistics), ss. 103-128.

Yunan heykel sanatının orantılarla, dolayısıyla matematikle ilişkisi, Mısır sanatında kullanılan *kareleme sistemi*nin Arkaik Dönem'de Yunan coğrafyasında anıtsal heykel üretiminin başlangıcı, Yunan heykel sanatına etkisi ve devamında Yunan heykel sanatının prensiplerini temsil eden Polykleitos'un *Kanon*'u etrafında tartışılmaktadır.

Tartışmanın çerçevesine uygun olarak Antik Dönem yazarlarının heykel sanatı konusunda arkalarında bıraktıkları az sayıda yazılı kaynaktan yola çıkan araştırmalar, Mısır sanatında kullanılan orantı sisteminden Arkaik Dönem Yunan heykel sanatında kullanılan orantı sistemine ve oradan da Klasik Dönem'de Polykleitos'un *Kanon*'una uzanan gelişimin sorgulanması ve orantı sistemi düşüncesinin temelinde doğrudan insan vücudundaki doğal oranlardan kaynaklanan ya da oradan idealize edilmiş bir kurgu olup olmadığının sorgulanması çizgisinde ilerlemiştir. Yapılan deneysel çalışmalarda yöntem olarak heykelin frontal görünüm üzerinden karelere bölünmesi, heykeller üzerinde ölçümler yapılması, uzuvların ölçülerinin ortak bir ölçüden türetilme olanaklarının incelenmesi ve ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması üzerinden orantı sistemi arayışı benimsenmiştir.

Heykel sanatında oranlar konusunda yapılan çalışmaların ortak özellikleri, Mısır heykel sanatında kullanılan kanon sistemiyle bağ kurulması, heykeller üzerinde ölçüm yapılarak uzuvlar arasındaki ilişkilerin araştırılması, ayak ya da baş uzunluğu üzerinden orantıları gerçekleştiren modül arayışı, orantı sistematiğini açıklayan bir geometrik model ya da orantı sistemi repetuarı arayışıdır. Bu arayış devam etmektedir.

Polykleitos'un *Kanon*'u kayıp kitaptır ve içeriği bilinmemektedir. Yunan heykel sanatında orantı uygulamalarının nasıl başladığı, nasıl bir dönüşüm ve gelişim sürecinin yaşandığı, standart kurallara nasıl ulaşıldığı bütünüyle ve tam olarak bilinmemektedir. Yunan heykel sanatının kanon problemi çözüm beklemektedir.

ç) Materyal

Mozaik Sanatı ve Matematik İlişkisinin Araştırılmasında Materyal

Mozaik sanatı ve matematik ilişkisi üzerine yapılan çalışmalar, teorik çözümlemeler ve uygulamalı çalışmalar olmak üzere iki sahada yürütülmüştür. Teorik

çözümlemeler, bu çözümlemeleri somutlaştıran örnekler üzerinden, uygulamaya yönelik çalışmalar ise gerçek malzeme üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Svastika, meander ve spiral desenlerinin çözümlemelerinde somut örnekler geniş bir zaman aralığına yayılan geniş materyal kaynağına sahip olduğundan, bu desenlerin çözümlemelerinde, desenlerin kendisi, soyut materyal olarak ele alınmış ve çözümlenmiştir.

Poligon çevresi ölçümünün sekizgen için uygulaması konusunda Antakya, Apamea (Suriye), Ghine (Liban), Misis-Mopsuestia, Karpathos (Yunanistan), Umm Qeis (Ürdün), Geresa (Ürdün), Mareasha (İsrail), Roitika (Yunanistan) ve Kos (Yunanistan) örnekleri, seçilen konsantrik motif kompozisyonlarıdır.[69]

Pappus'un altıgenleri için materyal olarak Gaul bölgesinden Saint-Bertrand-de-Comminges (Fransa), Nimes (Fransa), Vaison la Romaine (Fransa), El Jem (Tunus), Fliessem (Almanya), Autun (Fransa) ve Vienne (Fransa) örnekleri; Nimes (Fransa), Sens (Fransa) ve Kartaca (Tunus) örnekleri seçilmiştir.[70]

Kalkan tipi merkezî desenler için Ostia (İtalya), Homs (Suriye), Amphipolis (Yunanistan), Thessal on iki (Yunanistan), Heraclea Lyncestis (Mekadonya), Villagrasa (İspanya), Mérida (İspanya) örnekleri materyal olarak seçilmiştir.[71]

Altıgen içerisinde küp formları için Gamzigrad'dan (Yugoslavya) bir mozaik ve Ouzouer-sur-Trézée'den (Fransa) iki mozaik, sekizgen içinde küp formları için Langres (Fransa) ve Vienne (Fransa) ve Antakya mozaiklerinden bir örnek materyal olarak belirlenmiştir.[72]

---

[69] Catherine Balmelle, Michèle Blanchard-Lemée, Jean-Pierre Darmon, Suzanne Gozlan and Marie-Pat Raynaud, **Le décor géométrique de la mosaïque romaine II, Répertoire graphique et descriptif des décors centrés**, Paris, 2002, (Décor II), s. 89, 218, 219; lev. 288 (Apamea [Suriye], Ghine [Liban], Misis-Mopsuestia [Türkiye], Karpathos [Yunanistan]); lev. 398, a (Umm Qeis [Ürdün]); lev. 398, b (Geresa [Ürdün]); lev. 398, c (Mareasha [İsrail]); lev. 399, b (Roitika [Yunanistan]); lev. 399, c (Kos [Yunanistan]).

[70] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 239, lev. 415, a, b, c, d (Saint-Bertrand-de-Comminges [Fransa], Nimes [Fransa], Vaison la Romaine [Fransa]); s. 241, lev. 417, a (El Jem [Tunus]); s. 243, lev. 418, a, b, c (Fliessem [Almanya], Autun [Fransa] ve Vienne [Fransa]); s. 240, lev. 416, a, b, c (Nimes [Fransa], Sens [Fransa] ve Kartaca [Tunus]).

[71] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 135, 139, 143, lev. 327, b (Ostia [İtalya]); lev. 331, b (Villagrasa [İspanya]); lev. 335, a (Homs [Suriye]); lev. 335, b (Amphipolis [Yunanistan]); lev. 335, c (Thessaloniki [Yunanistan]); lev. 331, a (Heraclea Lyncestis [Mekadonya]); lev. 336, c (Mérida [İspanya]).

[72] Balmelle ve diğerleri, Décor II, ss. 128, 208, 214, 230, 251; lev. 321, c (Gamzigrad [Yugoslavya]); lev. 389, a (Langres [Fransa]); lev. 395, a (Vienne [Fransa]); lev. 409, d ve lev. 423, b (Ouzouer-sur-Trézée [Fransa]). Antakya örneği için bkz.: Hatay Valiliği, **Hatay: Konuşan Mozaikler**, Yayın Numarası: 8, Yayın Kurulu: Hüseyin Şahin ve M. Nalan Yastı, Pozitif Matbaa, 2011, s. 31.

Arkhimedes'in 13 yarı düzgün katısından ikisi olan *Rhombici cuboktaedron* ile *Rhomb Icosidodekaedron*'un kombine kullanımı için Brescello (İtalya), Sainte Colombe (Fransa), Mataro (İspanya) örnekleri çalışılmıştır.[73] Portre çözümlemesi için Zeugma Antik Kenti'nden Çingene Kızı mozaiği[74] materyal olarak seçilmiştir. Seçilen bu örnekler, mozaik sanatı ve matematik ilişkisinde teorik çalışmaların materyali oluşturmaktadır.

Metropolis Antik Kenti'nde gün ışığına çıkarılan Resepsiyon Salonu mozaiklerinden Orta Panel ve Doğu Paneli ise uygulamalı çalışmaların materyalini oluşturmaktadır.

Heykel Sanatı ve Matematik İlişkisinin Araştırılmasında Materyal

Klaros Kutsal Alanı'nda bulunan ve Efes Müzesi'nde korunan 1/20/95 envanter numaralı kouros (MÖ 540) ve 1/21/03 envanter numaralı kouros (MÖ 540-530), Klaros Kutsal Alanı'nda bulunan ve İzmir Tarih ve Sanat Müzesi'nde korunan 3504 envanter numaralı sunu taşıyıcı *Moskophoros Kouros* (MÖ 550-540) ile Efes Müzesi'ne satın alma yoluyla kazandırılan 1/27/93 envanter numaralı tamamlanmamış yontu, Çandarlı'da Prof. Dr. Ekrem Akurgal tarafından bulunan ve Bergama Müzesi'nde korunan 19 envanter numaralı kouros (530-520); Atina Milli Müzesi'nde korunan 2720 envanter numaralı *Sunion Kouros* (MÖ 615-580), 3851 envanter numaralı *Anavysos Kouros* (MÖ 540-515) *döküm kopyası* ile 3686 envanter numaralı kouros (MÖ 530-520) ve 4890 envanter numaralı kouros (MÖ 540-530) olmak üzere toplamda sekiz kouros ve bir tamamlanmamış yontu, tez çalışmasının heykel sanatıyla ilgili bölümünün materyalini oluşturmaktadır.

[73] Balmelle ve diğerleri, Décor II: lev. 375, b (Brescello [İtalya]); lev. 376, a (Sainte Colombe [Fransa]); lev. 376, b (Mataro [İspanya]).
[74] Mehmet Önal, Fatma Bulgan, Hamza Güllüce, Ahmet Beyazlar, Burhan Balcıoğlu, Taner Atalay, **Belkıs-Zeugma ve Mozaikleri**, (Ed. Rıfat Ergeç), Promat, İstanbul, 2007, (Belkıs-Zeugma), ss. 75-77.

d) Yöntem

Mozaik Sanatı ve Matematik İlişkisinin Araştırılmasında Yöntem

Mozaik sanatı ve matematik ilişkisi, teorik çözümlemeler ve gerçek malzeme üzerinde uygulamalı çalışmalar olmak üzere iki alanda gerçekleştirilmiştir. Teorik çözümlemelere zemin oluşturması bakımından, Antik Dönem'de matematik bilgisi ile mozaik sanatı arasındaki ilişkinin gözlemlenebilmesi için matematik tarihi ve mozaik sanatı tarihi yan yana getirilerek matematikte ve mozaik sanatında meydana gelen gelişmeler arasındaki paralellikler, kronolojik olarak değerlendirilmiştir.

Antik Dönem'in üç ünlü problemi olarak bilinen çemberin karelenmesi, bir açının üçe bölünmesi ve küpün iki katına çıkarılması problemleri ve bu problemlerin uzantıları olan çember içine düzgün poligon çizimi ve karenin iki katına çıkarılması problemlerinin yanı sıra bu kadar şöhrete sahip olmayan ancak matematik tarihi açısından özel bir yere sahip olan problemler, matematik tarihinin kaynakları çerçevesinde ele alınarak bu problemlerle ilgili olarak Antik Dönem matematikçileri tarafından ortaya konan çözümler ve çözümlere dair grafikler incelenmiş, kataloglar üzerinden mozaik sanatında süsleme repertuarıyla karşılaştırılarak aralarındaki ilişkiler araştırılmıştır.

Mozaik sanatında sıkça kullanılan svastika ve meander desenleri ile spiral motiflerinin çözümlenmesinde, matematiğin temel düşüncelerinden biri olan, bir poligonun çevresinin aritmetik işlem yapılmasına gerek kalmadan, yalnızca cetvel ve pergel kullanılarak ölçülmesi düşüncesinin adım adım geliştirilip canlandırılmasıyla elde edilen grafiklerden yararlanılmıştır. Bulgular, Pythagoras ve Pythagorasçılar'ın sayıları şematize etmede kullandıkları grafiklerle desteklenmiştir.

Bir doğru parçasının ölçümünden kırık çizginin ölçümüne, ardından adım adım kenar sayısı artırılan poligon çevresinin ölçümüne uzanan düşünce, kenar sayısı sekize çıkarıldığında "çember içinde geçmeli kareler yıldızı ve kare döngüler (değişken bantlı)" şeklinde adlandırılan merkezî süslemenin geometrik modeline ulaşılmıştır. Elde edilen model, varyant motiflerin üslup analizinde kullanılmıştır. Poligon kenar sayısı sonsuza artırıldığında, Arkhimedes spiraline ulaşılmıştır.

Khioslu Hippokrates'in, Ay'ın hilâlleri, küpün iki katına çıkarılması ve geometrinin *elementler*i üzerine kayıp çalışmasıyla ilgili bilinenlerden yola çıkılarak MÖ 5. yüzyıla atfedilen *lunar alanları* hesabına dair ispat grafiği genişletilerek *dört iğ yaprak* (quatrefoil) formu elde edilmiştir.

Lunar alanları hesabına dair Aphrodisiaslı Aleksander tarafından aktarılan trapezoid lunar kesitler formundan hareketle *konkav trapezoid* (concave trapezoid), *konkav altıgen* (concave hexagon), *altı lunar çemberi* (circle of six spindles), *lunar üç yaprak* (trefoil) motiflerini istenilen karmaşıklık düzeyinde sunan geometrik yapıya ulaşılmıştır.

MS 320 dolaylarında tanınır durumda olan Pappus'un, *Synagoge* adlı çalışmasının sekizinci kitabında, çember içine yedi tane altıgen çizme problemiyle ilgili olarak ortaya koyduğu grafik, mozaik kataloglarında yer alan merkezî süslemelerle karşılaştırılarak İspanya, Gaul ve Pompeii bölgelerinden mozaiklerde teşhis edilmiştir.

Kalkan tipi merkezî desenler kategorisinde yer alan eş merkezli (konsantrik) çemberlerle üretilen desenlerin geometrik yapısı analiz edilerek bu desenleri üretecek algoritma yapısı araştırılmış ve gelişime açık bir çözüm ortaya konulmuştur.

Mozaik yüzeyler, iki boyutlu olmalarına karşılık üç boyut etkisi yaratan geometrik tasarımlarla süslenebilmektedir. Üç boyutlu geometrik formların en sade biçimleri, küp ve prizma formlarıdır. Üç boyutlu geometrik formların tarihsel kaynakları olarak Platon ve Arkhimedes tarafından ileri sürülen geometrik formlar incelenmiş, bu formların mozaik süslemelerinde karşılıkları araştırılmıştır.

Platon'un *Timaeus* diyaloğunda, ideal olarak soyut olan evrenin ve varlıkların maddi gerçeklik olarak yaratılması bağlamında, *Platonik Katılar* olarak bilinen beş geometrik form tanımlanmıştır. Bu katılardan ilki ateşi temsil eden düzgün dört yüzlü (tetrahedron) formudur. Daha sonra sırasıyla havayı temsil eden düzgün sekiz yüzlü (oktahedron), suyu temsil eden düzgün yirmi yüzlü (ikosihedron), toprağı temsil eden küp (heksahedron) ve bir bütün olarak evreni temsil eden düzgün on iki yüzlü (dodekahedron) formları gelmektedir. Bu formlar, tüm yüzlerin aynı poligonla inşa edilmesi nedeniyle *düzgün katılar* olarak adlandırılmaktadır. Platonik katılar dışında düzgün katı bulunmamaktadır. Bu katıların ortaya konulmasındaki hedef, üç boyutlu uzayın aralarda boşluk bırakılmaksızın doldurulmasıdır.

Arkhimedes, Platon'un düzgün katılarının tarihsel devamı ve teorik türevi olan 13 *yarı düzgün katı*yı tanımlamıştır. Bu katıların yarı düzgün olmalarının sebebi çok yüzlüyü oluşturan yüzlerin farklı poligonlardan yapılması ve uzayı doldurma söz konusu olduğunda aralarda boşluk bırakmama şartına uymamalarıdır.

Platon ve Arkhimedes tarafından tanımlanan katıların mozaik yüzeylere uygulanmasının yolu, bu katıların iki boyutlu çizimlerinden geçmektedir. Bu nedenle Antik Dönem matematikçilerinden günümüze ulaşan kaynaklar taranarak katıların iki boyutlu yüzey üzerine çizimlerine ilişkin grafikler araştırılmıştır.

Antik Dönem'de Eukleides'ten Pappus'a uzanan zaman diliminde katılarla ilgilenilmiş olmasına karşılık, matematik çalışmalarında sözlü betimlemelerin ağır basması ve günümüze ulaşan yazılı belgelerin yetersizliği, grafik olarak MS 4. yüzyıla ait profesyonel ve karmaşık çizimler dışında, yalın grafik betimlemeleri ancak MS 15. ve 17. yüzyıl aralığına ait kaynaklardan erişilebilir hale getirmektedir.

Luca Pacioli (MS 1445-1514), 1509 yılına ait *Divina Proportione* adlı kitabında bulunan poligonların ve Platonik katıların Leonardo da Vinci'ye atfedilen çizimleri arasında, küpü bir çember içerisine çizilmiş düzgün altıgen üzerinde iki boyuta indirgeyerek betimlemiştir. Johannes Kepler (MS 1571-1630) ise 1619 yılına ait *Harmonicus Mundi* isimli kitabında Arkhimedes'in yarı düzgün katılarının çizimlerini gösterirken, Pacioli'nin düzgün altıgen içinde küp çiziminin benzerini içeren grafiğini vermiştir.

Mozaik yüzeylerde küp formu içeren süslemelerden *altıgen içinde küp*, *üç eşkenar dörtgen altıgeni* ve *altı eşkenar dörtgen yıldız* formlarının çözümlenmesinde Pacioli ve Kepler tarafından verilen grafikler kullanılmıştır.

Küp formunun çözümlenmesinde kullanılan düşünce sürdürülerek küp formunun prizmaya bozulması analiz edilmiştir. Mozaik yüzeyde prizma üreteci olarak *altıgen içinde küp* formunun dejeneresi ve *sekizgen içinde prizma* formu çözümlenmiştir.

Arkhimedes'in 13 yarı düzgün katısından ikisinin, *Rhombici cuboktaedron* ve *Rhomb Icosidodecaedron* formlarının, kombine kullanımları, katalog taramaları sonucunda teşhis edilmiştir.

Mozaik portrelerin geometrik olarak ele alınmasında yaralanılabilecek olanakları ve portrelerde geometrik olarak anlamlı olabilecek unsurları belirleme

çalışmalarının bir parçası olarak Çingene Kızı'nın bakışları, fotoğraf üzerinden gerçekleştirilmiştir. Portrede yüz hatlarını betimleyen tessera hatları, göz ve göz çevreleri, kaşlar birer eğrisel çizgi olarak ele alınmış, yaylarla ifade edilmiştir. Bu hatları betimleyen yayların merkezleri belirlenmiş, merkez noktalarını taşıyan doğrusal hatlar dikkate alınarak hatlar arasındaki geometrik bağlantılar kurulmuş, mozaiğin geometrik bir planı çıkarılmış ve değerlendirilmiştir.

Teorik çözümlemelerin ardından gerçek malzeme üzerinde uygulamalı çalışma olarak Metropolis Antik Kenti'nde Resepsiyon Salonu taban mozaikleri çalışılmıştır. Mozaik panellerde yüzeyin karesel hücrelere ayrılması (matris yapısı) ve bu hücrelerde aynı desenin (element desen) tekrarlı kullanımıyla karmaşık süsleme elde edilmesi yaklaşımıyla paneller analiz edilmiş ve çözümlenmiştir.

Orta Panel, merkezinde beş tanesi korunmuş altı adet figürlü dörtgensel hücre bulunan ve bu figürlü alanın çevresinde *dört iğ yaprak* motifinin tekrarlı kullanımıyla oluşturulmuş geometrik süslemeli ve bir bölümü korunmamış bordür süslemesi içermektedir. Panel bordürünün matris düzenindeki ağ yapısı içerisinde, element desen olarak *dört lunar (iğ) yaprak* deseni tekrarlanarak panelin bordür süslemesi bir bütün olarak elde edilmiş, döşemenin korunmamış bordür süslemesinin tamamlanmasına yönelik olarak istenilen ölçekte altlık olarak kullanılabilecek analitik model elde edilmiştir.

Doğu Paneli geometrik süslemelerle yüklüdür. *Element desen* ve *ağ yapısı* temelinde panelin karmaşık süslemesi çözümlenerek panelin geometrik modeli oluşturulmuştur. Panel üzerinde yapılan ölçümler geometrik model ile karşılaştırılarak panelin inşa edilmesinde izlenen yöntem değerlendirilmiştir. Tekrarlı kullanımda karmaşık süslemeyi doğuran element desenin matematiksel yapısı, Pythagoras Teoremi için önerilen bir ispatta kullanılan grafikle karşılaştırılmış ve aralarında bağ kurulmuştur. Panelde yer alan *üçlü yaprak* motifinin soyut geometrik modeli de elde edilerek modelin uygulamaya yansımaları değerlendirilmiştir.

Heykel Sanatı ve Matematik İlişkisinin Araştırılmasında Yöntem

Heykeller analitik olarak incelenmiştir. Analitik analizin içeriği, heykellerde orantı sisteminin ortaya çıkarılması ve değerlendirilmesidir. Analitik inceleme,

heykellerin üç boyutlu modellenmesi ve elde edilen modellerin analitik olarak analiz edilmesi olarak iki aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamaların her biri ayrı ayrı özel çalışma ve ön hazırlık süreçlerini gerektirmiştir.

Analitik analizin ön şartı, gerek bu tez çalışması kapsamında yapılan araştırmaları, gerekse başka araştırmacılar tarafından yapılacak çalışmaları aynı çerçevede buluşturacak matematiksel altyapının kurulması, bu altyapının standartlarının belirlenmesidir. Bu altyapı kurulduğunda, analitik analiz modeli belirlemek olanaklı hale gelmektedir.

Heykellerin analitik analizi için gereken matematiksel altyapının ilk ihtiyacı olarak standart üç boyutlu heykel koordinat sistemi kurulmuştur. Bu kurgu, heykel sanatıyla ilgili tarihsel kaynaklara dayalı olarak gerçekleştirilmiştir.

Heykeller için bir koordinat sistemi kurulduktan sonra, analiz altyapısının ikinci ihtiyacı, heykellerde hangi uzunlukların orantı ile ilgili olduğunu belirlemektir. Heykel üzerinde orantı konusu uzunlukları belirlemede, heykel sanatında kullanılan oranlar konusunda tarihsel kaynaklardan günümüze ulaşan bilgilerden yararlanılmıştır.

Vitruvius, *Mimarlık Üzerine On Kitap* adlı eserinin üçüncü kitabının, *Tapınaklarda ve İnsan Vücudunda Bakışım Üzerine* başlıklı birinci bölümünde insan vücudundaki oranlar hakkında bilgi vermektedir. Bu bilgiler; yüz ve yüzün kısımları, baş, el, önkol, kol aralığı, *göğüs üstü*, göğüs genişliği, omuz genişliği, göbeğin konumu, ayak boyu gibi özellikler üzerinden vücut kısımları ve gövde bütünü arasındaki oranlara dairdir.

Heykellerin orantı sistemi konusundaki analizlerde, elde edilen bulguların değerlendirilmesinde, tartışılmasında ve eleştirilmesinde açıklık ve kolaylık sağlaması bakımından, Vitruvius'un verdiği bilgiler, orijinal metindeki sıralamaya sadık kalınarak birer önerme haline getirilmiş ve 13 önerme elde edilmiştir. Bu önermeler, *Vitruvius önermeleri* olarak ifade edilmiştir.

Çalışmalarda, Vitruvius tarafından aktarılan bilgiler esas alınmakla birlikte belirsizliklerin giderilmesinde ve çalışmanın sistematik olarak yürütülmesinde yol gösterici olduğu için Leonardo da Vinci'nin resim teorisi üzerine yaptığı çalışmaları arasında yer alan, Vitruvius'un verdiği bilgilerden hareketle ortaya koyduğu *Vitruvius Adamı* adlı çizimi ve insan vücudunda orantı kuralları göz önünde bulundurulmuştur.

Vitruvius kuralları ve Leonardo da Vinci kuralları, geçerlilikleri yönünden test edilmiştir.

Heykel sanatında orantı kurallarının doğal bir parçası olarak vücut kısımları ve gövde bütünü arasındaki ilişkileri düzenlemede kendisine rol atfedilen *modül* kavramı da analizlerde referans kavramlar arasında inceleme süreçlerine katılmış ve değerlendirilmiştir.

Heykeller için bir koordinat sistemi kurulu ve heykelde hangi uzunlukların orantı ile ilgili olduğu *Vitruvius önermeleri*yle belirli iken analiz altyapısının üçüncü ihtiyacı, heykellerde vücut sınırlarının ve vücut hatlarını düzenleyen artistik çizgilerin belirlenmesidir. Heykel sanatı ve matematik ilişkisi çerçevesinde yapılan araştırmalar Vitruvius kurallarının yanı sıra Polykleitos ve *Kanon* etrafında şekillendiğinden ve artistik çizgilere ilişkin kuralların ortaya çıkarılması da bu tez çalışmasının hedefleri arasında olduğundan, bu belirlemelerin yapılması ayrıca özel bir değer taşımaktadır.

Vücut sınırlarının ve artistik çizgilerin belirlenmesinde anatomi biliminden yararlanılmıştır. İnsan vücudunun bilateral simetrik yapısı nedeniyle, artistik çizgiler, biri sol tarafta biri sağ tarafta olmak üzere ikişer tanedir. Tam cepheden sol ve sağ yan sınırlar, *lateral* sınırlar; ortada simetri ekseni doğrultusunda ve bu eksenin sol ve sağ tarafından göğüs-karın-bacak ön hatlarını izleyen sınırlar, *ventral* sınırlar; arkada omurilik boyunca geçen hat ile bu hattın solundan ve sağından sırt-kalça-bacak arkası boyunca geçen sınırlar, *dorsal* sınırlardır. Bu sınırlar, vücudun yanlarında, ortada, önde ve arkada olma durumlarına göre, anatomi tanımlarıyla tanımlanmıştır.

Femur (uyluk) kemiği insan vücudundaki en uzun kemik olduğundan bu kemiğin etrafındaki yapıyı betimleyen artistik çizgiler en açık şekilde gözlemlenebilecek artistik çizgilerdir. Göğüs kafesi (thorax) sınırları, heykelin gelişim düzeyine bağlı olarak koltuk altından femur bölgesine kadar etkilidir. Göğüs kafesi ile femur arasında yukarıdan aşağıya doğru karın bölgesi (abdomen) ve kalça bölgesi (hip) yan sınırları uzanmaktadır. Karın yan sınırlarını keserek kalça sınırlarından ayıran ve karın yan sınırından iç kısma doğru çengel (crook) şeklinde geçiş yapan kısa hatlar ve kasık (pubic) bölgesi düzenlemeleri de artistik çizgiler kapsamında tanımlanmıştır.

Heykel koordinat sisteminde, ölçülecek uzunluklar, sınır ve artistik çizgi tanımları belirli iken analiz altyapısının dördüncü ihtiyacı, ölçülecek uzunlukların yani

vücut kısımlarının ölçülebilmeleri için konumu bir nokta olarak ya da bir hiza olarak belirlenebilen, uzunluğun başlangıcını ve sonunu temsil eden referansların tanımlanmasıdır.

Referansların bir bölümü Vitruvius'un aktardığı tariflerde açıkça mevcuttur. Bu tariflerde adı geçen ama konumu belirsiz kalan referans noktalar belirli hale getirilmiş, önermelerde değinilmeyen ama orantı testlerinde tanımlanmasının gerekliliği ortaya çıkan özel noktalar da referans noktalar listesine eklenmiştir.

*Vitruvius önermeleri*ne ve analizler sonucunda elde edilen bulgulara dayalı olarak başın tepesi, alın saç ayrımı, çene altı, *göğüs üstü* (suprasternal notch); omuz, göğüs, bel ve femur genişliğini belirleyen sol ve sağ sınır noktaları; sol ve sağ göğüs uçları, *göğüs ortası*, göbek çukuru, vücut hatlarını düzenleyen artistik çizgilerin ekstrem noktaları ve kesişim noktaları, testis altı hizası, diz üstü ve diz altı hizalarını belirleyen noktalar ve ayak tabanı hizası referans olarak tanımlanmıştır. Referans noktaların adlandırılmasında, literatürde kabul görmüş adlandırmalara bağlı kalınmış, gerektiğinde anatomi biliminin tanımlarından yararlanılmıştır.

Bir heykelin bir bütün olarak analitik analizi, heykelin sayısallaştırılmasını ve sayısal modelin heykel koordinat sistemine transfer edilmesini gerektirmektedir. Bu işlemin bu tez çalışmasındaki karşılığı, heykellerin üç boyutlu modellenmesidir.

Heykellerin üç boyutlu modellenmesinde fotogrametri yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, saha çalışması ve laboratuvar çalışması olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır.

Saha çalışması, heykel yüzeyi üzerine hedef noktalar yerleştirilmesi, hedef noktalar arasında hassas ölçümler yapılması, belirli bir planlama dâhilinde, kalibrasyon değerleri belirli bir fotoğraf makinesiyle heykelin düzenli değişen açılardan bindirmeli olarak fotoğraflarının çekilmesini içermektedir.

Hedef noktaların tasarımı, lens seçimi ve fotoğraf makinesinin mekanik ve mühendislik özellikleri dikkate alınarak matematiksel hesaplarla gerçekleştirilmiştir. Hedef noktaların heykel yüzeyine, öncelikle esere zarar vermeden, sonra da ölçümler esnasında ve fotoğraf çekimi boyunca yüzeyde sabit kalacak ve kaymacak şekilde yerleştirilmesini sağlayan gergin şeffaf şerit yöntemi, emek isteyen bir deneysel sürecin ürünüdür.

Hedef noktalar arası uzaklıkların hassas ölçümü, saha çalışmasının en uzun süren kısmıdır ve oldukça titiz çalışma gerektirmektedir. Fotoğraf çekimi süreci ise ışıklandırma koşulları ve heykelin müzedeki konumuna göre güçlükler içeren, planlı ve kontrollü yürütülmesi gereken bir aşamadır. Saha çalışması tek kişilik bir iş değildir. İki kişilik bir ekiple, bir heykel için saha çalışması, tam zamanlı olarak sekiz saat ayrılması gereken, ardışık süreçlerin toplamı durumunda bir iştir.

Laboratuvar çalışması, saha çalışmasıyla elde edilen ölçümler ve fotoğrafların uygun bir yazılımda işlenmesiyle heykelin üç boyutlu modelinin oluşturulması süreçlerini içermektedir. Üç boyutlu modelleme işlemleri için Agisoft PhotoScan yazılımı kullanılmıştır. Üç boyutlu modelleme, fotoğrafların yazılıma aktarılmasıyla başlamaktadır. Fotoğraflarda görüntülenen hedef noktaların eşleştirilmesi, fotoğraf sayısı ve heykel üzerine yerleştirilen nokta sayısının çarpımıyla orantılı çoklukta kontrol ve eşleştirme anlamına gelmektedir. Hedef noktalar arasındaki uzaklık ölçümlerin sonuçlarının yazılıma tanıtılması, model ile gerçek heykel arasındaki bağı kurmaktadır. Yazılım, bindirmeli olarak çekilen fotoğrafları kıyaslayıp ortak noktaları eşleştirerek heykelin üç boyutlu nokta bulutu modelini oluşturmaktadır. Model üzerindeki hedef noktalar arası uzaklıklara ve kamera kalibrasyon değerlerine göre modelin optimize edilmesi, nokta bulutunun yoğunlaştırılarak yoğun nokta bulutu model elde edilmesi, üç boyutlu yüzey oluşturulması, üç boyutlu yüzeyin dokulandırılması şeklinde işleyen süreçler, ürün olarak dokulandırılmış üç boyutlu model ve ortofoto elde edilmesiyle sonuçlanmaktadır. Yazılım, bu ürünlerin farklı dosya formatlarında çıktı olarak alınmasına olanak vermektedir.

Modelleme aşamasından sonra üç boyutlu analiz aşamasına geçileceğinden, heykelin üç boyutlu modelinin, henüz modelleme aşamasındayken heykel koordinat sistemine uygun olarak üretilmesi önem taşımaktadır. Heykellerin üç boyutlu modelleri elde edildiğinde, modeller, modelleme programından dışa aktarılmadan önce, heykel koordinat sistemine göre referanslandırılıp konumlandırılmıştır. Bu sayede, modellerde, analiz aşamasında sonradan koordinat dönüşümü yapılmasına yer bırakılmamış ve bu tür bir dönüşümden kaynaklanacak hata payları, analiz sürecine geçilmeden, modelleme aşamasında önlenmiştir. Bunun neden önemli olduğu aşağıda analitik analiz konusu açıklanırken başka bir açıdan ayrıca açıklanmıştır.

Üç boyutlu analitik analiz için uygun olan ürün, yoğun nokta bulutu model olarak seçilmiştir. Modellerde nokta sayısı 3 milyon ile 21 milyon arasında değişkenlik göstermektedir. Nokta bulutu modelde her bir nokta, noktanın konumunu tanımlayan üç sayı ve noktanın rengini tanımlayan üç sayı olmak üzere, altı sayıdan oluşan bir veri seti ile tanımlanarak modelleme yazılımından dışa aktarılabilmektedir. Böylece, heykelin nokta bulutu modeli, heykeli betimleyen nokta sayısı kadar satırdan ve altı sütundan oluşan bir matrise karşılık gelmektedir.

Nokta bulutu model, matris yapısında olduğundan, analizlerde, matris yapılar üzerinde matematik işlemlerini gerçekleştirmek ve işlem sonuçlarını görüntülemek için uygun bir seçenek olan MATLAB yazılımı kullanılmıştır.

Orantı düzenlerinin değerlendirilmesi, bir heykelin orantı düzenini oluşturan ilişkilerin kendi içinde tutarlı ve anlamlı olup olmadığının belirlenmesini, başka heykellerin orantı düzeniyle karşılaştırılmasını, farklı orantı düzenlerinin ortak yönlerinin ve farklı yönlerinin değerlendirilmesini, elde edilen orantı düzenlerinin geleneksel unsurlarının ve gelenekten ayrılan gelişmiş, modifiye edilmiş ya da farklılaştırılmış unsurlarının tespit edilmesini kapsamaktadır.

Analiz süreci, analiz altyapısıyla ortaya konan teori çerçevesine uygun olarak heykelin üç boyutlu nokta bulutu modelinin yazılıma aktarılması sayesinde heykelin üç boyutlu modelinin heykel koordinat sisteminde görüntülenmesiyle başlamaktadır.

Teori çerçevesinde tanımlanan ve adlandırılan sınırların ve artistik çizgilerin analitik karşılıklarının tespit edilerek somutlaştırılması, referans noktaların koordinatlarının tespit edilmesi, bunların model üzerinde görsel hale getirilmesi gerekmektedir. Bu somutlaştırma işlemleri, heykelin inceleme konusu unsurlarının analize hazırlık aşamasıdır. Bu hazırlık süreci için "transversal kesitler yöntemi" geliştirilmiştir.

Anatomi biliminde, insan vücudu, ön cepheden görünüm üzerinden *frontal* kesitlere, profil görünüm üzerinden *sagital* kesitlere ve üstten görünüm üzerinden *transversal* kesitlere ayrılabilmektedir. Transversal kesitlere ayırmak, en yalın tarifiyle, ayak tabanından başın tepesine kadar, vücudu üst üste konulmuş ince dilimlere ayırmaktır.

Transversal kesit, görsel olarak ait olduğu vücut kısmının girinti ve çıkıntılarını ve oval özelliklerini yeterince ince hassasiyette yansıtan, tepe veya çukurlarıyla kapalı

çizgisel şekildir. Kapalı çizgisel şeklin tepe ve çukur noktaları ile *x* ve *z* ekseni yönlerindeki maksimum ve minimum değerleri, heykelin sınırlarının ve artistik çizgilerin, transversal kesit düzeyinde bileşenleridir. Bu bileşenler, kesitlerden elde edilip birleştirildiğinde, sınır noktaları ve artistik çizgiler elde edilmektedir.

Transversal kesitlerin elde edilmesinde yazılım olanakları kullanılmıştır. Heykelin istenilen yükseklik hizasından, istenilen anda kesit görüntüsü alınabilmesi sağlanmıştır. Bu yöntem, analitik analiz aracı olma işlevi dışında, heykelin kesitleri üzerinden üslup değerlendirmesi yapılabilmesini mümkün hale getiren, analitik stil eleştirisi aracı olarak araştırmacıların kullanımına sunulmaktadır.

Transversal kesitlere ayırmada, ölçüm içeren üç boyutlu modellerde vücudun aşağıdan yukarıya doğru 1,00 cm aralıklarla dilimlenmesi ve dilim kalınlığının 1,00 mm'den ince olması standart olarak belirlenmiş ve kullanılmıştır. Böylece, heykelin sınırları ve artistik çizgileri, aralarında düşeyde 1,00 cm aralık bulunan, koordinatları belirli nokta kümeleri olarak elde edilmiştir.

Modelleme aşamasında heykelin, heykel koordinat sistemine göre konumlandırılması, üç boyutlu model ve ortofoto ile analiz aşamasında tespit edilen koordinatların karşılılı olarak eşleştirilebilmesini sağlamaktadır. Üç boyutlu modellemede elde edilen ortofoto, referans noktaların *x* ve *y* koordinatlarının tespit edilmesine olanak sağlamakla birlikte, iki boyutlu olması sebebiyle, derinliği ifade eden *z* koordinatını tespit etmekte kullanılamamıştır. Referans noktaların *x* ve *y* koordinatları ortofotodan, *z* koordinatları ise transversal kesitlerden elde edilmiştir.

Referans noktaların koordinatlarının tespit edilmesi ve heykelin üç boyutlu modeli üzerinde görsel hale getirilmesinden sonra sıra, orantılarla ilgili incelemelere gelmektedir. Orantı incelemeleri bir bütün olarak "Orantı Testleri" olarak adlandırılmıştır. Orantı testleri, heykelin boyu ve vücut kısımları arasındaki ilişkiyi belirleme aracıdır.

Bir orantı testinde, orta nokta testis altı olmak üzere, alın ortası, burun ucu, çene ucu, göğüs orta hattı, göbek çukuru ve testis altı hizasından geçen düşey eksen (simetri ekseni) boyunca, heykelin boyu, yani ayak tabanından başın tepesine kadar olan uzaklık, bir tam sayıya bölünür ve frontal düzlem, bu bölmenin sonucunda elde edilen uzunluğu kenar uzunluğu kabul eden karelere (modül karelere) bölünmektedir.

Her bir heykele, heykelin boyunu sırasıyla 1'den 10'a kadar bölen testler ve bu testlerin her birinde modül karelerin kenarlarını sırasıyla 1'den 10'a kadar bölerek alt karelere parçalayan ileri testler uygulanmıştır. Bu şekilde gerçekleştirilen test serisi, her bir heykel için standart olarak 55 orantı testi yapılması anlamına gelmektedir. Bu testlerin daha da genişletilerek daha ileri detay düzeyinde uygulanması gerekebilmektedir. Birincisi frontal düzlemi kaplayacak modül kareler için heykelin boyunun hangi tam sayıya bölüneceği, ikincisi de modül karelerin hangi tam sayıya parçalanacağı olmak üzere, yalnızca iki parametreyi yeterli gören, bu paramerelere göre testi gerçekleştiren, testin sonucu olan üç boyutlu diyagramı görüntülemeyi sağlayan bir program geliştirilmesi bu çalışmanın ürünleri arasındadır.

Vitruvius önermeleri test edilirken, heykelin boyu ve uzuvları arasında ifade edilen oranların yanı sıra ifade edilmeyen oranlar da orantı testleriyle yakalanmıştır.

Sınırları ve artistik çizgileri oluşturan nokta kümeleri elde edildikten sonra, noktaların doğrusal olup olmadıkları, çember yapısına uyum sağlayıp sağlamadıkları, uyum varsa ne kadar hata ile uyum sağladıları incelenmiştir. Bu amaçla, herhangi sayıda noktadan oluşan sınır için olası tüm çemberleri oluşturan, oluşan çemberlerin her birinin sınıra uyumunu kontrol eden ve bu kontrol sonuçlarını kıyaslayarak en uygun çemberi seçen, en uygun çemberi ve sınıra uyumunu görsel hale getiren, uygunluğa dair istatistik bilgilerini dokümante eden bir program yazılmıştır.

Sınırların ve artistik çizgilerin analizinde amaç, bu hatlara uyan çemberleri incelemek kadar, heykel sanatı konusunda tarif edilen orantı sistemine bağlı bir sınır betimlemesinin nasıl olabileceği ve eğer varsa sınırları betimleyen çemberlerin heykelin diğer unsurlarıyla ilişkisi ve genel olarak heykelin artistik çizgilerini ve özel noktalarını organize etme kapasitesini de belirlemektir. Elbette, Polykleitos'un *Kanon*'u artistik çizgilerle de ilgili olduğundan, *Kanon*'un olası içeriğine dair bilgiler elde etmek bu amacın ana gövdesidir.

Sınırlara uyan çemberlerin araştırmada üç rolü bulunmaktadır. Birinci rol, heykelin femur ve thorax sınırlarının eğrilik merkezlerini taşıyan hatları belirlemeleridir. İkinci rol, yarıçap gibi bir parametreye sahip olmaları dolayısıyla heykelin sınır hatlarının orantı sistemiyle nasıl bir bağının olduğunu göstermeleridir. Üçüncü rol, sınıra en iyi uyan en basit eğriyi temsil etmeleridir. Bu sebeplerle, sınırlar için yapılan çözümlemeler, artistik çizgilere genişletilerek sınırlara ve artistik çizgilere

uyan çemberler orantı düzeni ve simetri unsuru da gözetilerek rafine edilmiş, heykel teorisine ışık tutacak güçlü birer araç olarak değerlendirilmiştir. İnceleme sonuçları görsel hale getirilerek ve uyum durumları tablolarla belgelenmiştir.

Orantı testleri, sınır ve artistik çizgi analizleri sonucunda, her bir heykel için, orantı düzenini özetleyen, *Vitruvius önermeleri*nin geçerlilik durumunu ele veren, sınırların ve artistik çizgilerin referans noktalarla ilişkisini ve uyum durumunu gösteren, heykelin geometrik yapısını ortaya koyarak diğer heykellerle kıyaslanmasını sağlayan geometrik model elde edilmiştir.

Analiz süreçleri, yazılım olanakları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz, her bir heykel için aynı işlem basamaklarından oluşan ve heykele özgü parametrelere bağlı olarak aynı programların çalıştırılmasıyla gerçekleştirilen adımlara bölünmüştür. Üç boyutlu modellerin üretiminden analizin herhangi bir aşamasının herhangi bir adımına kadar, işletilen tüm süreçlerin tekrarlanabilir ve kontrol edilebilir olması sağlanmıştır. Analiz süreci, istenilen heykel modeline uygulanmaya hazır programlar içeren bir analiz yönteminin geliştirilmesini sağlamıştır. Geliştirilen programların içeriği olan kod dizileri, araştırmacıların faydalabilmeleri için detaylı operasyonel açıklamalarıyla birlikte teze eklenmiştir.

e) Tezin Özgünlüğü ve Yenilikçi Yönü

Mozaik Sanatı Yönünden Tezin Özgünlüğü ve Yenilikçi Yönü

Yunan ve Roma mozaikleri üzerine ilk uluslararası kolokyumun düzenlendiği 1963 yılından itibaren, özellikle 2000 yılı dolaylarından 2021 yılına kadar yapılan çalışmalar bir bütün olarak değerlendirildiğinde, temel süsleme formlarının geometrik olarak yeniden üretilmesi, karmaşık süslemelerin ağ yapısı ve tekrarlı kullanılan element desen yaklaşımıyla elde edilmesi, tekrarlı kullanımlar için algoritma önerilmesi, varyant formların geometrik çözümlemelerle karşılaştırılması şeklinde bir çalışma metodunun olgunlaştığı görülmektedir. Bu yaklaşım modeli, motifleri geometrik olarak açıklamaktadır, ancak mozaik sanatı ve matematik bilgisi arasındaki ilişkinin çapını ve derinliğini belirlemede, geometrik desenlerin matematik tarihiyle ve matematik yöntemlerle bağlantısını kurmada yetersiz kalmaktadır. Mevcut

durumda, mozaik ve matematik ilişkisi üzerinde yapılan çalışmaların sınırı, analizlerde matematik tarihi ve matematik yöntemlerle bağ kurulması çizgisidir. İçeriğini geometriden alan ve geometriye atıfla isimlendirilen geometrik mozaiklerin, matematik bilgisiyle ilişkisinin sorgulanması, çalışmalar zincirinin en zayıf halkasını teşkil etmektedir.

Bu tez çalışması, svastika ve meander gibi sık kullanılan süslemelerden bitki motifi ve portre çözümlemesine, en sade üç boyutlu geometrik form olan küp ve prizma betimlemelerinden karmaşıklığı sebebiyle bir süsleme olarak gerçekleşmesi doğal olarak beklenmeyen Arkhimedes'in yarı düzgün katılarına kadar geniş bir çerçevede örnek çözümlemeler ve teşhisler sunmaktadır.

Çözümlemeler, matematiğin en sade kavramlarından, en yalın matematiksel düşüncelerin adım adım geliştirilmesinden, matematik tarihinin ünlü problemlerinden ve bu problemlere çözüm öneren matematikçilerin ispatlarından ve Antik Dönem matematiğinin günümüze ulaşan yazılı kaynaklarından beslenmekte, dekor repertuarının ilham kaynağı olarak matematiğin kendisini işaret etmekte ve mozaik sanatı ile matematik tarihi arasında bağ kurmaktadır.

Sunulan örnek çözümlemelerin, tezin bir bölümü olma sınırlarının ötesinde, Yunan ve Roma mozaik sanatı dekor repertuarı sınırlarına uzanan geniş bir yelpazede yapılabilecek kapsamlı katalog çözümlemelerine analiz modeli olarak ışık tutacağı düşünülmektedir.

Çözümlemeler, geometrik mozaiklerin korunmamış bölümlerinin tamamlanabilmesine (reintegrasyon) yönelik olarak konservasyon çalışmalarında kullanılabilecek analitik restorasyon modelini önermektedir.

Pappus'un altıgenlerinin ve Arkhimedes'in yarı düzgün katılarından *Rhombici cuboktaedron* ile *Rhomb Icosidodekaedron*'un kombine kullanımının mozaik eserlerde teşhis edilmesi ise geometrik mozaiklerin incelenmesi ve değerlendirilmesine yeni bir boyut kazandırmaktadır.

Heykel Sanatı Yönünden Tezin Özgünlüğü ve Yenilikçi Yönü

Yunan heykel sanatında orantıların kullanımı, Antik Dönem'den Rönesans Dönemi'ne ve oradan günümüze kadar merak konusu olma özelliğini korumuş,

tartışılagelmiş, üzerine tezler geliştirilmiş, tarihsel derinliği ve sonuçları olan ve çalışılması, emek ve yoğun süreçler içeren bir konudur. Antik Dönem yazarlarından günümüze ulaşan pasajlar, Rönesans Dönemi'nin dehalarından kalan çalışmalar ve özellikle son bir buçuk yüzyılı kapsayan literatür bunu göstermektedir.

Heykel sanatında orantıların araştırılması konusunda mevcut literatür, ağırlıkla Antik Dönem yazarlarından günümüze ulaşan az sayıda ve kapsamlı bilgi vermekten uzak pasajlardan yola çıkılarak gerçekleştirilen çalışmalardan oluşmaktadır. Bu çalışmalardan bir bölümü, son bir buçuk yüzyılda Mısır sanatında kullanılan orantı sistemleri konusunda ulaşılan bilgiler ve değerlendirmeler ışığında Yunan heykel sanatında anıtsal heykellerin üretim sürecinin başlangıcını içeren Arkaik Dönem heykel sanatında kullanılan orantı sistemi üzerine deneysel çalışmalara, bir bölümü de Klasik Dönem'de olgunlaşan kurallar bağlamında Polykleitos ve Polykleitos'un *Kanon*'u üzerine çalışmalara odaklanmıştır.

Özellikle Polykleitos ve Polykleitos'un *Kanon*'u hakkında Antik Dönem yazarlarından kalan pasajlar, heykel yapımında heykelin vücut hatlarını düzenleyen artistik çizgilere kadar standartların belirlendiğini ifade ettiğinden, ayrıca *Kanon*'un kayıp kitap durumunda oluşu ve içeriğinin bilinmeyişi nedeniyle, Klasik Dönem'deki bu kesin kuralları belirli durumu yaratan evveliyata ve doğal olarak heykel sanatı ve orantılar konusuna ilgiyi canlı tutmaktadır.

Mısır sanatında kullanılan kareleme yönteminden hareketle heykellerin frontal görünüm üzerinden karelere bölünmesi, heykellerin uzuvlarının ölçülmesi, uzuvların ölçülerini kontrol eden ortak bir ölçü (modül) arayışı ve heykellerin bir bütün olarak planlanmasını açıklayan orantı sistemi arayışı bu çalışmaların esas amacı durumundadır.

Yunan heykel sanatında orantı uygulamalarının başlangıcı, uğradığı dönüşüm ve gelişim süreçleri, standart kurallara nasıl ulaşıldığı, özetle, Yunan heykel sanatının kanon problemi çözüm beklemektedir.

Mevcut çalışmalar, Arkaik Dönem heykel sanatında, Mısır sanatında kullanılan oranların somut olarak etkili olduğunu, ancak Yunan heykeltıraşların Mısır sanatında kullanılan orantı sistemini geliştirip modifiye ettiklerini ve birer kopyacı olmaktan öteye geçerek yaratıcı davrandıklarını, dolayısıyla bir orantı sistemi yerine bir orantı sistemi repertuarının varlığını göstermektedir.

Özellikle 1970'li yıllardan itibaren heykel sanatının incelenmesinde bilgisayar destekli istatistik analiz yöntemleri benimsenmiştir ve farklı orantı sistemlerinin varlığını tespit etme bakımından son derece değerli olan bu çalışmaların, tamamlanması ve geliştirilmesi gereken iki eksiği bulunmaktadır. Çalışmaların birinci eksiği, bir orantı sistemi yerine orantı sistemi repertuarını istatistik analiz yöntemleriyle tespit edip ileri sürmeleri, ancak orantı sistemini açıklayan ve operasyonel olarak olanaklı hale getiren geometrik model önermemeleridir. İkinci eksik ise heykellerin gövdesini şekillendiren artistik çizgiler konusunda geometri açısından yeterince değerlendirme yapılmamış olmasıdır.

Bu tez çalışmasının, sonuçlarından bağımsız olarak birincil değerde özgün ve yenilikçi yönü, heykellerin analitik analizinin ön şartı olan matematiksel altyapıyı oluşturan dört bileşeni tanımlamasıdır. Bu bileşenlerden ilki heykellerin içerisine yerleştirilecekleri koordinat sistemidir. Bu tez çalışmasında, Antik Dönem'den günümüze uzanan çalışmalardan hareketle heykel koordinat sistemi tanımlanmıştır. İkinci bileşen, heykelde orantıların kurulmasını sağlayan, ölçülecek uzunlukları belirleyen referans noktalardır ve bu noktalar tanımlanmıştır. Üçüncü bileşen, heykel gövdesini şekillendiren artistik çizgilerdir ve artistik çizgiler tanımlanmıştır. Dördüncü bileşen ise heykelde vücut kısımlarının birbirine oranını ifade eden kurallar kümesidir. Bu kurallar kümesi, Vitruvius tarafından aktarılan bilgiler birer önermeye dönüştürülerek oluşturulmuş, Leonardo da Vinci'nin *Vitruvius Adamı* tarifinden elde edilen kurallara ilave olarak deneysel çalışmalardan elde edilen bulgularla genişletilmiştir.

Kurulan bu yapı, heykellerin analitik olarak incelenebilmesi için gereken matematiksel dokuyu ve kavrayışı, araştırmalarda ele alınacak temel kavramları, başvurulacak temel argümanları, araştırılacak ve test edilecek önermeleri ve araştırma yöntemini etkileyecek unsurları açık, net ve kesin olarak belirlemekte, araştırmaların yürütülmesi, sonuçlarının tartışılması ve eleştirilmesinin ve daha genel olarak heykel sanatının ya da deyim yerindeyse heykel teorisinin altyapısını oluşturmaktadır.

Bu tez çalışmasında heykellerin orantı sisteminin incelenmesinde tamamen analitik yöntemler kullanılmıştır. Heykeller, fotogrametri yöntemiyle üç boyutlu modellenerek sayısal hale getirilmiş, elde edilen sayısal modeller yazılım olanaklarıyla analitik olarak incelenmiştir. Dolayısıyla, gerçekleştirilen çalışmalar, heykellerin

sayısal modelleri ve analizde kullanılan yazılımsal süreçler bakımından, sayısal veri ve yazılım setine dayanmaktadır.

Yapılan çalışmaların sonucu olarak heykel teorisinin altyapısının kurulmasıyla başlayan sürecin bulgularla desteklenmesiyle, heykeller için orantı sistemi, "koordinat sisteminde, referans noktaların ve artistik çizgilerin, kareleme yöntemiyle, orantı kurallarına uygun olarak organize edilmesini, heykelin ve kısımlarının planlanmasını sağlayan sistem" olarak tanımlanmıştır. Bu tanım, heykellerin planlama içeriğinin, uzunluk ölçümü ve uzuvların heykelin boyuna oranı ile sınırlı olmadığını, heykeli karakterize eden artistik çizgilerin ve referans noktaların konumunun önceden kurala bağlandığını, heykelin artistik çizgilerinin de orantı sisteminde düzenlendiğini ifade etmektedir.

Bilateral simetri eksenini düşey eksen, testis altı noktasını orijin noktası kabul eden koordinat sisteminin çözümlemelerde tutarlı ve başarılı olduğu görülmüştür. Heykellerde orta nokta konusunda üzerinde uzlaşılmış bir referans nokta bulunmamasına karşılık testis altı hizasının orta nokta ya da teorik orta nokta olarak tanımlanması orijinal ve yenilikçi bir girişimdir ve sonuçların tutarlılığı heykel sanatında orantı incelemelerine yeni bir yaklaşım getirmektedir.

Vitruvius'un orantı kuralları içerisinde adı geçen ve belirsiz bir ifade durumunda olan *göğüs üzeri, göğüs ortası* ve *saç dipleri* ifadelerine karşılık gelen noktaların konumları tespit edilmiştir. Bu tespitler, Leonardo da Vinci'nin *Vitruvius Adamı* adlı çizimiyle karşılaştırılmış, *göğüs üzeri* ve *göğüs ortası* noktaları, Vitruvius kurallarında belirsiz ifadeler durumundayken Leonardo da Vinci'nin bu noktaları doğru şekilde konumlandırdığı anlaşılmıştır. Leonardo da Vinci'nin, başın ve ayakların boy uzunluğuna oranı ile omuz genişliği ve diz bölgesi konusundaki tariflerini doğrulayan örnekler gösterilmiştir.

Leonardo da Vinci'nin, Vitruvius'un orantı kurallarındaki eksikliklerin ve tariflerindeki belirsizliklerin farkında olduğu ve kurallardaki eksiklikleri tamamladığı, referans noktaların konum belirsizliklerine açıklık getirdiği, orantı sistemini geliştirerek daha ileri bir noktaya taşıdığı anlaşılmıştır. Yapılan tespitler ve elde edilen örnekler, Antik Dönem heykel sanatı orantı kurallarının Rönesans Dönemi'ne nasıl aktarıldığına ışık tutmaktadır.

Toplamda sekiz kouros ve bir tamamlanmamış yontu üzerinde gerçekleştirilen çalışmaların, Arkaik Dönem heykel sanatı eserlerine ve Klasik Dönem heykellerine genişletilmesi durumunda, Yunan heykel sanatının orantı sistemi konusunda kapsamlı bilgiler elde edilebileceği düşünülmektedir.

Analitik analiz süreçlerinin bir parçası olarak heykellerin transversal kesitlere ayrılarak incelenmesinin üslup değerlendirmelerine, heykellerin müzelerde sergilendikleri alanların planlanmasına ve konservasyon çalışmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

BİRİNCİ BÖLÜM

ANTİK DÖNEM'DE MATEMATİK

1.1. İLK KAYNAKLAR

İnsanoğlunun matematikle ilişkisinin, nesneleri çokluk yönünden ayırt edebilme yeteneğinin bir gelişimi olarak sayı kavramına dayandığı düşünülmektedir.[75] Günlük yaşamın içinde, doğa ve çevreyle ilişkilerde şekil, büyüklük ve çokluk kavramlarının hayati değeri sayıları, hesaplamayı ve geometriyi ortaya çıkarmış olmalıdır.[76] Sayıların somut olarak ifade edilmesi, üzerine çentik atılmış çubuk ya da kemik parçalarını, matematik tarihinin ilk kayıtlarına dönüştürmektedir.

Afrika'da, Kongo sınırları içerisinde, Ishango bölgesinde, Edward Gölü kenarında bulunan uçurum katmanlarında aletler, avcılık ve balıkçılıkta kullanılan silahlar ve kemik kalıntıları bulunmuştur. Buluntular arasında ele geçen, üzerinde gruplandırılmış düzenli çentikler bulunan ve "Ishango Kemiği" olarak adlandırılan 10,00 cm boyundaki kemik, sayıların ve ilkel işlemlerin erken kayıtlarından bir tanesidir. Sitedeki yerleşime göre başlangıçta MÖ 9.000 ile MÖ 6.500 aralığına ait olabileceği düşünülen kemik daha sonra, MÖ 20.000 ile MÖ 18.000 aralığına tarihlenmiştir **(EK 1)**.[77] Çekoslovakya'da bulunan ve genç bir kurda ait olduğu anlaşılan, çetele şeklinde 57 çizgi içeren kemik, MÖ 28.000 dolaylarına atfedilmektedir **(EK 2)**.[78] Güney Afrika'nın doğusunda, Swaziland (Esvatini) bölgesinde, Lebombo dağlarının batı yamacında *Border Cave* adı verilen mağarada bulunan ve *Lebombo Kemiği* olarak bilinen 29 çentikli kemik, MÖ 35.000 dolaylarına

[75] Levi Leonard Conant, **The Number Concept, Its Origin and Development**, Macmillan and Company, New York and London, 1896, ss. 2-20; H. Kalmus, "Animals as Mathematicians", **Nature**, Cilt 202, 1964, ss. 1156-1160.
[76] Carl B. Boyer, **A History of Mathematics**, John Wiley & Sons, USA, 1968, ss. 1, 2.
[77] Jean De Heinzelin, "Ishango", **Scientific American**, Cilt 206, Sayı: 6, 1962, ss. 105-118; Vladimir Pletser ve Dirk Huylebrouck, "The Ishango Artefact: The Missing Base 12 Link", **Forma**, Cilt: 14, Sayı: 4, 1999, ss. 339-346.
[78] Christopher Budd ve Christopher Sangwin, **Mathematics Galore! Masterclasses, Workshops and Team Projects in Mathematics and its Applications,** Oxford University Press, 2001, s. 198, res.7.1.

tarihlenmektedir.[79] Bir babunun fibula kemiği olduğu düşünülen bu kemik, bilinen en eski matematik materyalidir **(EK 3)**.

Geometrinin ortaya çıkışı ve gelişimi yazının ortaya çıkışının çok öncesine dayandırılmaktadır ve Prehistorik Dönem'e ait doküman yokluğu söz konusudur.[80] Nil Vadisi ve Mezopotamya, MÖ 4. binyıl sonu öncesinden itibaren ilkel yazı formunun örnekleri sunarken, bunların çok azı matematik temasıyla ilişkilendirilmiştir.[81]

1.2. MISIR MATEMATİĞİ

Mısır matematiği hakkında bilgi veren mezar yazıtı, çamur tablet, ahşap tablet, papirüs, deri rulo kaynaklar mevcuttur ancak az sayıdadır.[82] Bilinen en kapsamlı matematik el kitabı 33,02 cm boyunda ve 5,64 m uzunluğunda bir rulo olan *Rhind Papirüsü*'dür.[83] Bu papirüs, Londra'da British Museum'da korunmaktadır. Papirüste verilen bilgilere göre, bilginin asıl kaynağı, Orta Krallık (MÖ 2.000-1.800) Dönemi'ne ait bir prototiptir. *Ahmes* tarafından kaleme alınan ve bu nedenle *Ahmes Papirüsü* olarak da tanınan bu rulo, MÖ 1650 dolaylarına tarihlenmektedir.[84] Papirüs; kesirler, dört işlem, denklem çözümü, sayı dizileri, piramitlerin ölçüleri, yem silolarının hacmi gibi aritmetik, cebir ve geometri problemleri konu edinmiştir.[85]

Ahmes Papirüsü'nde yer alan 50 numaralı problem; dairenin alanının hesaplanmasıyla ilgilendiklerini, π sayısının farkında olduklarını ve yaklaşık değer

[79] Peter B. Beaumont, "Border Cave-A Progress Report", **South African Journal of Science**, Cilt: 69, 1973, ss. 41-46; Francesco d'Errico, Lucinda Backwell, Paola Villa, Ilaria Degano, Jeannette J. Lucejko, Marion K. Bamford, Thomas F. G. Higham, Maria Perla Colombini ve Peter B. Beaumont, "Early Evidence of San Material Culture Represented by Organic Artifacts From Border Cave, South Africa", **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Cilt: 109, Sayı: 33, 2012, ss. 13214-13219; Peter B. Beaumont ve Robert G. Bednarik, "Tracing the Emergence of Paleoart in Sub-Saharan Africa", **Rock Art Research**, Cilt: 30, Sayı: 1, 2013, ss. 33-54.

[80] Boyer, s. 7

[81] Boyer, s. 1-10.

[82] Boyer, s. 20; Arnold Buffum Chace, Henry Parker Manning, Ludlow Bull, Raymond Clare Archibald ve Stephan Randolph Kingdon Glanville, **The Rhind Mathematical Papyrus: British Museum 10057 and 10058, In Two Volumes**, Cilt: 2, Mathematical Association of America, Oberlin, Ohio, U.S.A, 1929, (The Rhind 2), s. 279.

[83] Thomas Eric Peet, **The Rhind Mathematical Papyrus: British Museum 10057 and 10058**, The University Press of Liverpool Limited, Hodder & Stoughton Limited, London, 1923, Kraus Reprint, Nendeln/Liechtenstein, 1970.

[84] Arnold Buffum Chace, Henry Parker Manning ve Raymond Clare Archibald, **The Rhind Mathematical Papyrus: British Museum 10057 and 10058**, **In Two Volumes**, Cilt: 1, Mathematical Association of America, Oberlin, Ohio, U.S.A, 1927, s.1.

[85] Chace ve diğerleri, The Rhind 2.

olarak 3,16'yı kullandıklarını göstermektedir. 48 numaralı problem ise bir karenin her bir kenarının üç eşit parçaya bölünerek kare içerisine bir çember ve bir sekizgen çiziminin ipucunu vermektedir.

İkinci kitapçık, *Moskova Papirüsü*'dür.[86] Bu papirüs, MÖ 1890 dolaylarına tarihlenmektedir ve yazarı belirsizdir. Gündelik hayatın pratik sorunları üzerine olması bakımından *Ahmes Papirüsü*'ne benzer. Kesik piramidin hacmi ve eğrisel bir yüzeyin alan hesabına dair problemler içermesi bakımından farklılık gösterir.[87]

Mısır matematiğinde, 10 tabanlı sayı sistemi kullanılmıştır. Bir, on, yüz, bin, on bin, yüz bin ve milyon gibi on sayısının katları için farklı semboller belirlenmiştir **(EK 4)**.[88] Sayılar, gerekli semboller yan yana yığılarak ifade edildiğinden, konumsal değildirler. Mısır matematiğinin 2.000 yıl boyunca bu düzeyde kaldığı ve kayda değer bir ilerleme göstermediği anlaşılmaktadır.[89]

1.3. MEZOPOTAMYA MATEMATİĞİ

Mezopotamya, kil tabletler sayesinde, Mısır'a göre daha fazla belge bırakmıştır. Ele geçen kil tabletler içerisinde çözümlenenlerden 500 kadarında matematiğe rastlanmıştır. Mezopotamya'da yaşamış medeniyetlerin matematik bilgisi hakkında bilinenler, bu tabletlere dayanmaktadır. Mezopotamya'da 60 tabanlı sayı sistemi kullanılmıştır ve sayı notasyonları konumsal özelik göstermektedir **(EK 5)**.[90]

Mısır'da olduğu gibi Babil'de de benzer üçgenlerin kenarları arasındaki oranlara ilişkin teoremler kullanılmıştır.[91] Mezopotamyalı matematikçilerin, Mısır matematiğini bildikleri; buna ilave olarak ikinci dereceden bazı polinomların köklerini bulmayı ve iki bilinmeyenli iki denklemden oluşan bir denklem sistemini çözmeyi,[92]

---

[86] W. W. Struve ve B. Turajeff, **Mathematischer Papyrus des Staatlichen Museums der Schönen Künste in Moskau**, **[Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Abteilung A: Quellen Cilt: 1]**, Springer, Berlin, 1930, ss. 1-198.

[87] Richard J. Gillings, "The Area of the Curved Surface of a Hemisphere in Ancient Egypt", **The Australlian Journal of Science**, Cilt: 30, Sayı: 4, 1967, ss. 113-116; Boyer, ss. 20, 23.

[88] Alan Gardiner, **Egyptian Grammar: Being an Introduction to the Study of Hieroglyphs**, 3. Baskı, Oxford, Griffith Institute Asmolean Museum, 1957, ss. 259-266.

[89] Boyer, s. 2

[90] Neeraj Anant Pande, "Numeral Systems of Great Ancient Human Civilizations", **Journal of Science and Arts**, Cilt: 2, Sayı: 13, 2010, ss. 209-222, res. 3.

[91] Boyer, s. 176.

[92] Otto Neugebauer, "Über die Approximation irrationaler Quadratwurzeln in der babylonischen Mathematik", **Archiv für Orientforschung/Istitut für Orientalistik**, Cilt: 7, 1931-1932, ss. 90-99.

altıgenin yanı sıra beşgen ve yedigen gibi zorlu poligonların yaklaşık çizimlerini yapmayı ve alanlarını hesaplamayı,[93] *Pythagoras Teoremi* olarak bilinen teoremi ve *Pythagoras üçlüleri*ni bildikleri, daire ve çember hesaplarında π sayısına yaklaşan değerler kullandıkları bilinmektedir.[94]

1.4. YUNAN MATEMATİĞİ

Mısır ve Mezopotamya'da matematik zanaat düzeyindedir ve içerik yönünden günlük hayatın ihtiyaçlarına cevap vermek amacıyla yapılan ölçme ve hesaplamalar ağırlıklıdır. Problem çözümlerinde formüller şüphesiz kurulmuştur ancak yapılan işlemler ve hesaplamalar teoriye dönüşememiştir.[95]

Mısır ve Mezopotamya'da belirli bir gelişme düzeyine ulaşmış olan matematiğin bir bilim disiplini haline gelmesi, Yunan matematiği dönemini karakterize eden özelliktir.[96] Matematiğe daha başlarken, matematiğin ilk prensiplerini ileri sürerek ve metot benimseyerek başlamışlar ve terminolojiyi sabitlemişlerdir.[97] Teorik düşüncede ve sorgulamada özgür ve cesur manevraları, kendi zamanlarını aşan çözümlemeler, cevaplar ve soruların ötesinde, bir kavrayış modeli bırakmıştır.

Bu dehanın arkasında; evrende olan ne varsa, olup biten ne varsa, gizemlerinden arındırılması ve bilinmeyenin üzerindeki örtünün kaldırılmasıyla çıplak gerçeğin rasyonel açıklamasına ve bilgiye karşı duyulan, tatmin olmak bilmeyen bir açlık ve bu açlığı gidermek için güçlü bir tutku bulunmaktadır. Elbette bu açlık ve tutku; bireylerin tek başlarına sahip oldukları erdemler olmaktansa toplumsal ortak payda olmakla, özgür düşünce ve özgür ifadeyi garanti etmekle; ekonomik refah, barış, güvenlik, adalet ortamını tesis edip geliştirmekle ve insana ve doğaya değer veren bir dünya yaratmakla ilgilidir. Açlığın ve tutkunun, dehayı açığa çıkarmada alabileceği yol, bu genel çerçevede alınan yol ile orantılıdır.

---

[93] Otto Neugebauer, **The Exact Sciences in Antiquity**, 2. Baskı, Providence: Brown University Press, 1957, (The Exact), s. 47.
[94] Kurt Vogel, **Vorgriechische Mathematik, Teil II: Die Mathematik der Babylonier**, Hannover: Scroedel Verlag, Paderborn: Verlag Schöningh, 1959; Boyer, ss. 26-47.
[95] Boyer, s. 12.
[96] Boyer, ss. 48-67; Thomas Heath, **A History of Greek Mathematics**, **Volume I: From Thales to Euclid**, Oxford, England, 1921, (History I), ss. 65, 66.
[97] Heath, History I, s. v.

Aristoteles'in, "İnsan doğal olarak bilmek ister." sözü, Yunan matematiğini ortaya çıkaran özü en yalın haliyle ifade eder.[98]

Yunan matematiği tarihinin anlatılmasında geleneksel yöntem; Yunan matematiğinin, Miletoslu Thales, İslenderiyeli Eukleides, Pergeli Apollonios, Nicaealı Hippokrates, Ptolemaios ve Proklos gibi referans kahramanlar üzerinden dönemlere ayrılarak anlatılmasıdır.[99]

Miletoslu Thales ile Eukleides arasında kalan zaman dilimi *Eukleides Öncesi (pre-Euclidean) Dönem*, Eukleides'ten Pergeli Apollonios'a kadar *Yunan Geometrisinin Altın Çağı*; astronomi, optik ve mekanik gibi pratik uygulamalara dönük çalışmaların ön plana çıktığı dönem, *Uygulamalı Matematik Dönemi*; Yunan matematiğinin son dönemi ise *Yunan Matematiğinin Gümüş Çağı* olarak adlandırılmaktadır.[100]

Bu tez çalışmasında, Yunan matematiğinin dönemlere ayrılmasında, geleneksel yöntemde kullanılan ayrımlara sadık kalınmakla birlikte Eukleides öncesi dönemi tek parça almak yerine, daha detaylı ayrımla karakterize eden bir yaklaşım benimsenmiştir.[101]

Bir bütün olarak Yunan matematiği, tarihsel olarak MÖ 6. yüzyıl ile MS 6. yüzyıl arasında kalan 12 yüzyılı kapsamaktadır. Yunan matematiğini ortaya koyan filozoflar ve bilim insanlarıyla birlikte anılan 26 kent, coğrafya olarak Akdeniz çevresi ve Karadeniz'in güney batı kıyılarını belirlemektedir **(EK 6)**.[102]

Yunan matematiğinin gelişim çizgisi; *Ionia ve Pythagorasçılar Dönemi, Kahramanlık Dönemi, Platon ve Aristoteles Dönemi, Yunan Matematiğinin Altın Çağı, Uygulamalı Matematik Dönemi* ve *Yunan Matematiğinin Gümüş Çağı* olarak izlenebilmektedir.

---

[98] Aristotle, Metaphysics, 1. 980 a. Aristoteles'in Metaphysics, Physics, Prior Analytics, Posterior Analytics, Politics, Topics, Meteorology, On The Heavens adlı eserleri için bkz.: Jonathan Barnes (Ed.), **Complete Works of Aristotle: The Revised Oxford Translation**, Princeton University Press, New Jersey, 1991.
[99] James Gow, **A Short History of Greek Mathematics**, Cambridge, 1884.
[100] Gino Loria, **Le scienze esatte nell'antica Grecia**, 2. Baskı, Ulrico Hoepli, Milano, 1914.
[101] Boyer, 1968.
[102] Boyer, s. 196.

1.4.1. Ionia ve Pythagorasçılar Dönemi

Yunan matematiğinin kökeni ve başlangıcı konusundaki tartışmalar ve değerlendirmeler, Miletoslu Thales (MÖ 624-548) ve Samoslu Pyhtagoras'ın (MÖ 580-500) tarihsel kişilikleri etrafında örülen *Ionia Okulu* ve *Pythagorasçı Okul* söylemleri üzerinden yapılmaktadır. *Ionia ve Pythagorasçılar Dönemi*, kısmen MÖ 5. yüzyıla taşsa da ana gövde olarak MÖ 6. yüzyılı ve Miletoslu Thales ile Samoslu Pythagoras ve takipçilerinin matematik faaliyetlerini kapsamaktadır.[103]

Thales, arkasında yazılı belge bırakmamıştır. Hakkında bilinenler, sonradan başkaları tarafından yazılanlara dayanmaktadır. Herodotos (MÖ 484-425), Platon (MÖ 424-348), Aristoteles (MÖ 384-322), Plinius (23/4-79), Diogenes Laertius (200-250), Proklos (410-485) başlıca kaynaklardır.[104]

Herodotos; Nil Nehri taşkınlarının, vergi konusu arazi sınırlarını bozması ya da değiştirmesi karşısında kralın gönderdiği uzmanlarca toprağın yeniden ölçülmesi, eksilen toprağa oranla verginin eksik alınması örneğini vererek sonradan Yunanistan'a geçen geometrinin kökeninin Mısır'a dayandığı çıkarımında bulunur. Herodotos, güneş saatinin ve günün on ikiye bölünmesinin de Babil'den öğrenildiğini ifade etmektedir.[105]

Antik Dönem'in yedi bilgesinden ikisi, Atinalı Solon[106] ve Miletoslu Thales,[107] MÖ 610 dolaylarında Mısır'ı ziyaret etmişlerdir. Proklos; Thales'in Mısır'a gittiğini, sonra, Yunanistan'ı geometriyle tanıştırdığını, bir çok önermeyi kendisinin keşfettiğini ve ardıllarına, önermelerin altında yatan prensipleri öğrettiğini, bu prensiplerin bazen evrensel (genel) bazen de mantıksal olduğunu aktarmaktadır.[108] Plutarkhos (MS 45-

[103] Boyer, ss. 48-68.
[104] Geoffrey Stephen Kirk, John Earle Raven ve Malcolm Schofield, **The Presocratic Philosophers: A Critical History with a Selection of Texts**, Cambridge University Press, 1983, ss. 76-99.
[105] Herodotos II. 109: Bkz.: Herodotos, **Herodot Tarihi**, çev. Müntekim Ökmen, Yunanca Aslıyla Karşılaştıran ve Sunan Azra Erhat, Remzi Kitabevi, İstanbul, Aralık 1973.
[106] Herodotos I. 30; Aristotle, Politics, II. 1273b 35 - 1274a 21; Plutarchus, Solon, XXVI: Bernadotte Perrin (çev.), **Plutarch's Lives In Ten Volumes**, **I: Theseus and Romulus, Lycurgus and Numa, Solon and Publicola**, London: William Heinemann, New York: The Mac Millan Co., 1914, (Solon), ss. 476-477.
[107] Herodotos, I. 74; Aristotle, Metaphysics, 1. 983b 18.
[108] Proclus, on Euclid I, 65.7-11: Proclus, **A Commentary on the First Book of Euclid's Elements**, çev. Galen Raymond Morrow, Princeton Univcersity Press, Princeton, New Jersey, 1970, (on Euclid I), s. 99.

120), Thales'i, akıl yürütme kurgusunda pratik yararın ötesine geçerek bilgeliğe adım atan kişi olarak tanıtır.[109]

Yunan matematiğinin Miletoslu Thales ile başladığı, geometrinin, daha genel olarak da matematiğin, ilk defa tümdengelim yöntemi ve genel önermeler üzerinden kurulan bir bilim haline geldiği kabul edilmektedir.[110]

Proklos tarafından Thales'e atfedilen teoremler şunlardır:[111] "Çap, çemberi iki eşit parçaya böler.",[112] "İkiz kenar üçgende, eşit olan kenarları gören açıların eşittir.",[113] "İki doğru dik olarak kesiştiğinde, kesişim bölgesinde oluşan ters açılar, karşılıklı olarak eşittir.",[114] "İki açı ve bu bir kenarı karşılıklı olarak eşit olan iki üçgen eşittir."[115]

Bunların dışında, Diogenes Laertius, Thales'in, çember içerisine dik üçgen çizen ilk kişi olduğunu ve bu keşif onuruna bir öküz kurban ettiğini aktarır.[116] Thales'in kendi gölgesiyle piramidin gölgesini kıyaslayarak piramidin yüksekliğini ölçmesi, kendisine atfedilen geometri keşiflere ve Mısır ile olan ilgisine göndermede bulunmaktadır.[117]

Bu bilgilerden, Thales tarafından üçgende ve çemberde *açı* kavramının, *açı* ve *kenar* ilişkilerinin, üçgenlerde *benzerlik* özelliklerinin, ikiz kenar üçgen, dik üçgen gibi çeşitliliklerin bilindiği anlaşılmaktadır.[118]

Thales aynı zamanda ilk Yunan astronomdur.[119] Herodotos, Lydialılar ile Medler arasında devam eden savaşın altıncı yılında, savaşın kızıştığı bir anda

---

[109] Plutarchus, Solon, III; Perrin, Solon, ss. 409-413.
[110] Heath, History I, ss. 128-130; Boyer, ss. 130-131.
[111] Heath, History I, ss. 128-130.
[112] Proclus, on Euclid I, 157. 10.
[113] Proclus, on Euclid I, 250. 20-251. 2.
[114] Proclus, on Euclid I, 299. 1-5.
[115] Proclus, on Euclid I, 352. 14-18.
[116] Diogenes Laertius, I. 24, 25: Diogenes Laertius, **Lives of Eminent Philosophers**, çev. Robert Drew Hicks, Harvard University Press, Cambridge, 1925.
[117] Pliny, **Natural History**, XXXVI.12 (17): Bkz: D. E. Eichholz, **Pliny: Natural History With An English Translation In Ten Volumes**, Volume X, Libri: XXXVI-XXXVII, (Loeb Classical Library No. 419), Cambridge-Massachusetts: Harvard University Press, London: Willam Heineman LTD, 1971. Ayrıca bkz.: Diogenes Laertius, I. 27.
[118] Moritz Benedict Cantor, **Vorlesungen über Geschichte der Mathematic**, Cilt: 1, Teubner, Leipzig, 1894, ss. 109-140.
[119] Diogenes Laertius, I. 23; Theon of Smyrna, 198.14-17 bkz.: Jean Dupuis (çev.), **Théon de Smyrne: Philosophe Platonicien, Exposition des Connaissances Mathématiques Utiles pour la Lecture de Platon**, Paris, 1892, s. 5.

gündüzün birden yerini karanlığa bıraktığını, Thales'in bu güneş tutulması olayını (MÖ 28 Mayıs 585) önceden Ionialılara haber vermiş olduğunu anlatır.[120]

Gün dönümü ve güneş tutulması üzerine çalışmaları ve yılın 365 güne bölünmesi gibi örnekler, Thales'in astronomiyle sıkı şekilde ilişkilendirilebilmesini sağlamaktadır. Thomas Heath, Thales'e astronomi konusunda atfedilen keşiflerin yanı sıra astronomi konusunda Thales'ten hemen sonra gerçekleşen keşifleri ve bu keşiflerin büyük bir kesinlikle atfedileceği astronomların bir listesini verir. Bu listeye göre, Ay'ın ışığını Güneş'ten alması Anaksagoras ve olasılıkla Parmenides'e, Dünya'nın küre şeklinde olması Pythagoras'a, gök kürenin beş bölgeye ayrılışı Pythagoras ya da Parmenides'e, ekliptik düzlemin eğikliği Khioslu Oenipides'e, Güneş'in çapının yörüngesinin 1/720'si kadar oluşu Samoslu Aristarkhos'a atfedilebilir.[121]

Thales'ten sonra, matematik konusunda, ismi öne çıkan kişi Samoslu Pythagoras'tır. Proklos, Pythagoras'ı, geometri çalışmalarını liberal eğitim dalına dönüştüren, bilimin ilkelerini en baştan ele alarak ve teoremleri akıl yoluyla inceleyen ve bunlara ilave olarak irrayoneller ya da oranlar teorisini ortaya koyan, kozmik figürlerin (beş düzgün katı) inşasını ortaya koyan kişi olarak tanıtır.[122]

Bir üçgenin iç açıları toplamının iki dik açıya (180^o) eşitliği teoremi,[123] bir dik üçgenin dik kenarlarının kareleri toplamının hipotenüsün karesine eşitliği teoremi (Pythagoras Teoremi),[124] düzgün beşgen inşası ve bununla ilişkili olarak *altın oran*ın keşfi, dünyanın küre şeklinde olduğu düşüncesi de Pythagoras'a atfedilmektedir **(EK 7)**.[125]

[120] Herodotos, I. 74.; Diogenes Laertius I. 23.
[121] Heath, History I, s. 138.
[122] Proclus, on Euclid I, 65. 15-21; Heath, History I, s. 141.
[123] Proclus, on Euclid I, 397. 2.
[124] Eukleides'in *Elementler*'i, Thomas Little Heath'ın çevirisyle üç cilttir: Euclid, **The Thirteen Books of Euclid's Elements**, Cilt: 1 (Kitap I-II), (çev.) Thomas Little Heath, Cambridge, 1968, (Elementler I-II). Euclid, **The Thirteen Books of Euclid's Elements**, Cilt: 2 (Kitap III-IX), çev. Thomas Little Heath, Cambridge, 1908, (Elementler III-IX). Euclid, **The Thirteen Books of Euclid's Elements**, Cilt: 3 (Kitap X-XIII), çev. Thomas Little Heath, Cambridge, 1968, (Elementler X-XIII). Pythagoras Teoremi'nin ispatı için: Euclid, Elementler, I. 47. Referanslarıyla birlikte ayrıntılı değerlendirme için: Heath, History I, s. 144.
[125] Heath, History I, ss. 143-169.

Samoslu Pythagoras ve yakın takipçilerinin, bilgi paylaşımı konusunda sıkı gizlilik prensiplerine sadakatle bağlı kaldıkları, eğitim sistemlerini sözlü gelenekle sürdürdükleri ve böylece arkalarında yazılı belge bırakmadıkları bilinmektedir. [126]

Arkalarında yazılı belge bırakmasalar da Pythagorasçıların matematiğe ve dünyaya bakışı, sanat ve matematik arasındaki ilişki konusunda ipucundan daha fazlasını verir. Pythagorasçılar, sayıları soyut nicelikler olarak görmekle kalmazlar, sayıların mekânsal boyutlarının olduğunu sessizce kabul ederek evreni sayılarla inşa ederler, böylece formlar ve idealar arasında kurdukları ilişki "Her şey sayıdır." iddiasıyla özetlenir. Pythagoras, notaları, uzunlukları orantılı teller ya da metal çubukların çıkardıkları sesler olarak tanımlamış, müzik ve matematik arasında bağ kurarak "Her şey sayıdır." iddiasının bir ispatını vermiştir.[127] İspata göre: Müzik, sayıdır.

1.4.2. Kahramanlık Dönemi

Yunan matematiğinin ikinci dönemi, MÖ 5. yüzyılı kapsayan *Kahramanlık Dönemi*'dir. MÖ 5. yüzyılda ve özellikle bu yüzyılın ikinci yarısında, insanların, ellerinde önceden kalan ya da o dönemde mevcut çok az şey olmasına karşılık, matematiğin mevcut problemlerini ele alma ve sonraki dönemler için perspektif belirleyen düşünceler, yaklaşımlar, keşifler ve problemler ortaya koyma kahramanlığını göstermiş olmaları sebebiyle bu dönem, *Kahramanlık Dönemi* (Heroic Period) olarak adlandırılmaktadır.[128]

MÖ 5. yüzyıl, Yunan kuvvetlerinin Pers saldırılarından zaferle çıkmalarıyla başlar.[129] Atina, bu zafer sonucunda Orta Yunanistan, Ege adaları ve Anadolu'nun batı kıyılarında egemen güç haline gelmiştir. Ionia'nın sahip olduğu gücü kaybetmesi ve yıpranması, Sparta'nın Atina karşısında siyasal rekabete girecek gücünün kalmaması,

---

[126] Heath, History I, ss. 65, 66.
[127] Aristotle, Metaphysics, 1. 985b 21- 986a 30. Iamblichus, VP, I. 5-28: Iamblichus, **Iamblichi, De vita pythagorica, Liber, Ad Fidem Codicis Florentini**, Recensuit, Augustus Nauck, Accedit Epimetrum, De Pythagorae Aureo Carmine, Petropoli: Eggers & S. et I. Glasunof, Lipsiae: Voss' Sortiment (G. Haessel), 1884, (=VP); Iamblichus, **Iamblichus' Life of Pythagoras, or Pythagoric Life**, çev. Tomas Taylor, London: J. M. Watkins, 1818, (Life of Pythagoras), ss. 1-83.
[128] Boyer, s. 69.
[129] Arif Müfid Mansel, **Ege ve Yunan Tarihi**, 10. Baskı, Türk Tarih Kurumu, Ankara, 2014, ss. 284-301.

İtalya ve Sicilya'nın Ege bölgesine ilgilerinin zayıflaması, bu koşullar, Yunan coğrafyasında siyasi ve psikolojik üstünlüğü Atina'ya bıraktığı gibi idari ve ekonomik olarak da Atina'nın bir merkez haline gelmesini sağlamıştır.[130]

Atina'nın kazandığı siyasi ve ekonomik güç[131] ve Perikles'te temsilini bulan idare anlayışı, Yunan coğrafyasının farklı bölgelerinden filozofların farklı bakış açısı ve düşüncelerini ortaya koyabildikleri, cesur ve özgür araştırma ruhunun hâkim olduğu, bilim, sanat ve edebiyatı teşvik eden entelektüel bir iklim yaratmıştır.[132] Bu iklim içerisinde, Thales ve Pythagoras ile bilim ve eğitim alanı haline gelen Yunan matematiği, Mısır ve Mezopotamya matematiğinden süratle ve keskin olarak farklılaşır. Farklılaşmadaki temel kavrayış, doğrudan doğruya pratiğe ve uygulamaya yönelik çözümler yerine ideal olarak kavramsal ve teorik düzeyde çözümlere odaklanılması, problemlerin kesin ve nihai çözümünün hedef alınmasıdır.[133]

Kahramanlar, yedi kişidirler: Klazomenaili Anaksagoras (ölümü MÖ 428) Khioslu Hippokrates (tanınırlığı MÖ 430 dolayları), Ellisli Hippias (doğumu MÖ 460 dolayları), Güney İtalya'dan, Tarentumlu Arkhytas (doğumu MÖ 428) ve Metaphontumlu Hippasos (tanınırlığı MÖ 400 dolayları), Trakya'dan Abderalı Demokritos (doğumu MÖ 460 dolayları) ve Elealı Zenon (tanınırlığı MÖ 450 dolayları).[134]

*Kahramanlar*ın ait oldukları topraklar, bu dönemde matematiğin, Ionia ve Pythagoras okullarına sıkışma durumundan çıktığını ve Yunan coğrafyasına yayıldığını göstermektedir.

İlk kahramanımız Anaksagoras'tır. Klazomenaili Anaksagoras, Antik Dönem'in ünlü problemlerinden biri olan *çemberin karelenmesi* problemini ortaya koymuştur.[135] Detaylar, bu probleme ayrılan başlık altında verilmiştir.

Khioslu Hippokrates, üç parlak çalışmayla tanınmaktadır. Bunlardan ilki, çemberin karelenmesiyle ilgili olarak ortaya çıktığı düşünülen *lunar alanları* (quadrature of lunes) ismiyle bilinmektedir. Bu çalışma, çapları farklı iki çember yayı arasında kalan alanların hesaplanmasını amaçlamaktadır. Basit eğriler olan çember

[130] Mansel, s. 352.
[131] Mansel, ss. 309-325.
[132] Mansel, ss. 353-372.
[133] Boyer, ss. 69-70.
[134] Boyer, s. 69.
[135] Heath, History I, ss. 172-174; Boyer, s. 71.

yayları arasında kalan alanların hesaplanmasına yönelim, daha karmaşık eğrilerle sınırlanan alanların araştırılmasına öncülük etmiştir **(EK 8, 9)**.[136]

Khioslu Hippokrates'in ikinci çalışması, *küpün iki katına çıkarılması* problemini, iki düz çizgi arasında iki orana (two mean proportions) indirgeme üzerinedir. *Alan* üzerine çalışmalar, daire ya da bir dikdörtgenin alanının bir kareye transfer edilerek çözülmesi üzerinde kurgulanmıştır.

Kenarları a ve b olan bir dikdörtgenin alanına eşit bir kare bulmak, $a.b$ çarpımına eşit bir x^2 bulmaktır. Bu eşitlik $a:x = x:b$ oranını vermektedir. Kenarları a ve b olan dikdörtgenin alanı, kenarları x ve y olan başka bir dikdörtgensel yapıya transfer edilmek istenildiğinde $a:x = y:b$ oranına ulaşılmaktadır. Bu eşitlik, alanı koruyarak transfer eden bir eşitliktir. x ya da y değerlerinden birine karar verildiğinde diğer doğal olarak ortaya çıkar. Birine karar vermek yerine, x ve y arasındaki orana karar vererek transfer edebilmek için $a:x = x:y$ oranını eşitliğe dâhil etmek gerekir. Böylece $a:x = x:y = y:b$ orantı sistemine (two mean proportions) ulaşılmaktadır. Bu eşitlikte yer alan üç oranı yan yana getirip çarpmakla, $a:x$ oranını üç defa yan yana getirip çarpmak aynı şeydir. Böylece $a^3:x^3 = a:b$ formülü elde edilir. Alan transferiyle ilgili bu sonuç, bu haliyle hacim transferinde kullanılabilir.[137]

Küpün iki katına çıkarılması probleminde sorun, kenarı a olan bir küpün hacmi a^3 iken bu hacmin iki katı olan bir x^3 elde etmektir. Bu iki değer arasında kurulacak olan oran $1:2$ olarak belirlidir. $a^3:x^3 = a:b$ eşitliğinde $b = 2a$ tercih edildiğinde, $x^3 = 2a^3$ yapısına ulaşılmaktadır. Bu kurguyla, küpün iki katına çıkarılması problemi, iki çizgi arasında iki oran bulunmasına indirgenmektedir. Elbette bu elde edilen yapının çözümü kolay değildir ancak akıl yürütme sistematiğinin nasıl işlediğini göstermesi bakımından burada yer verilmesinde yarar görülmüştür.

Khioslu Hippokrates'in üçüncü çalışması ise Eukleides'in *Elementler* kitabının öncüsü olduğu düşünülen ancak kayıp olan, *geometrinin elementleri* üzerine yazdığı kitaptır.[138]

Ellisli Hippias, bir açıyı üçe bölme probleminin çözümüyle ilgili olarak *trisectrix* ya da *quadratrix* olarak adlandırılan eğriyi kurgulamıştır.[139] Yapı olarak bir

[136] Heath, History I, ss. 183-200; Boyer, ss. 72-74.
[137] Heath, History I, ss. 200-201; Boyer, ss. 74-75.
[138] Heath, History I, ss. 201-202; Boyer, s. 72.
[139] Kathleen Freeman, **The Pre-Socratic Philosophers**, Oxford, Blackwell, 1946, ss. 381-390.

kare içerisine çizilen bir çeyrek çember söz konusudur. Kurgu mantığı, sabit dairesel hareketle sabit doğrusal hareket arasında ilişki kurması bakımından çok ilginçtir. Çeyrek çemberin bir ucundan diğerine sabit hızla kayan bir nokta ve buna karşılık karenin kenarı boyunca sabit hızla kayan bir nokta söz konusudur. Bu kurgu, aynı yükseklikten, aynı anda bırakılan iki özdeş cismin, biri düşey çizgide diğeri çember yayı üzerinde kayarak aynı anda yere düşmelerini öngören bir deney düzeneğine benzetilebilir. Bu düzenek, ayrı çizgilerde kayan iki noktanın, farklı ama sabit hızla hareket ederlerken, konumları arasındaki ilişkiyi grafiğe dökmektedir. Bu kurgu, dairesel bir yörüngede üçe bölünemeyen bir yayı, düz çizgiyi üçe bölerek, hareketler arasındaki ilişkiden yararlanarak bölmeyi hedeflemektedir.

Tarentumlu Arkhytas, matematik prensiplerini esas alan, mekanik üzerine ilk sistematik çalışmanın sahibi olarak tanınmaktadır.[140] Vitruvius, Arkhytas'ı, makineler üzerine inceleme yapan kişiler arasında saymaktadır.[141] Mekanik güvercin ve çıngırak da Arkhytas'ın icatları arasındadır. Arkhytas'ın tahtadan yaptığı ve uçabilen mekanik güvercin, biraz alaylı olarak aktarılsa da bu olay muhtemelen *mekanikçi* yönüyle şöhretinin bir parçasıdır.[142] Aristoteles'e göre, Arkhytas'ın çıngırağı, çocukların eline verildiğinde evdeki mobilyaları kırmalarını önlemektedir ve bu sebeple çok yararlı bir icattır.[143]

Tarentumlu Arkhytas'ın matematikle ilgili şöhreti, küpün iki katına çıkarılması problemini çözmede, günümüzde üç boyutlu koordinat sisteminde analitik yöntemlerle çözmeye benzer bir yönteme başvurmasıdır. Çember, silindir ve torus (halka) gibi dönemine göre karmaşık yüzeylerden yararlanması ilham vericidir.[144] *Sonsuz küçükler* konusundaki çalışmalarının yanı sıra müzikte anharmonik, kromatik ve diatonik ölçeklerle ilgili çalışmaları, matematiğin sanat alanına yansımaları arasındadır.[145]

Arkhytas, evrenin sonlu mu yoksa sonsuz mu olduğunu sorgular. Yaklaşık olarak şöyle bir soru sorar: "Evrenin tam sınırında olsam, elimi dışarı uzatabilir miyim?". Cevabını araştırırken iki yolu da dener. Eğer elimizi uzatamıyorsak içeriye

[140] Diogenes Laertius, VIII. 79-83.
[141] Vitruvius, Ten Books, VII.14.
[142] Gellius, X.12.8: John C. Rolfe (çev.), **The Attic Nights of Aulus Gellius**, Cambridge: Harvard University Press, London: William Heinemann, 1927.
[143] Aristotle, Politics, VIII.1340 b 26.
[144] Boyer, s. 78.
[145] Heath, History I, ss. 213-217; Boyer, ss. 77-78.

hapsolmuş durumdayızdır ve bu durumda dışarı diye bir şey de olmak zorundadır. Bu ilişki, vücudumuz ve evren arasındaki gibi bir ilişkidir. Evreni hapseden başka bir evrenin varlığına çıkar. Elimizi dışarı uzatabiliyorsak oraya tamamen çıkabiliriz demektir ve bu durumda yine orası evren haline gelir. Biz yine elimizi uzatırız ve bu hep böyle gider. Durum ne olursa olsun, Arkhytas, evrenin sonsuzluğuna karar verir.[146]

Metaphontumlu Hippasos, Pythagoraçı olup bu birlikten kovulmuş bir kahramandır. Çalışmalarına ve öyküsüne, Platonik katılarla ilgili başlık altında yer verildiğinden, tekrara düşmemek için burada yalnızca ait olduğu dönem çerçevesinde isminin anılması yeterli görülmüştür.

Arkhimedes, *Küre ve Silindir Üzerine* (On the Sphere and Cylinder)[147] adlı çalışmasının birinci kitabının ön sözünde, Eudoksos'tan önce yaşamış geometricilerin; koni, silindir ve piramidin hacmi konusunda bu katılarla aynı taban alanına sahip prizmanın hacmiyle ilişkili ifadelerin ispatını bilmediklerini belirtmektedir.[148]

Abderalı Demokritos (MÖ 460-370), koninin hacminin, aynı tabana ve aynı yüksekliğe sahip silindirin hacminin üçte biri olduğunu ve piramidin hacminin de aynı tabana ve aynı yüksekliğe sahip prizmanın hacminin üçte biri olduğunu ifade eden[149] iddianın sahibi olan ilk kişidir.[150]

Demoktritos, bir koninin, tabanına paralel bir düzlemle kesilmesi halinde, kesilen parçaların, tam da kesiğin gerçekleştiği hatlarının, birbirine eşit mi yoksa birbirinden farklı mı olduğunu sorgular. Bu kesi hatları eşitse kesilen parçalar yeniden birleştirildiğinde, o kesi kısmında birleşen kenarlar, iki eşit dilim üst üste konulmuş gibi olacağından, noktasal hassasiyet düzeyinde bu tarz bir birleşme, koni yan sınırlarının sürekli eğimiyle bağdaşmayacaktır. Kesi hatları eşit değilse kesilen parçalar birleştirildiğinde, yine noktasal ölçekte, büyük bir dilimin üzerine küçük bir dilim konulmuş gibi basamaklı bir yapı ortaya çıkacaktır ve yine koni yan sınırlarının

[146] Simplicius, **Simplicii In Aristotelis Physicorum Libros Quattuor Priores Commentaria, [Commentaria In Aristotelem Graeca Volumen IX: Simplicii In Pysicorum Libros Quattuor Priores]**, (Ed. Hermanus Diels), Berlin, 1882, (in Phys.), 467.26.
[147] Archimedes, "On the Sphere and Cylinder Book I", **The Works of Archimedes,** Thomas Little Heath (çev.), Cambridge University Press, 1897, ss. 1-55.
[148] Archimedes, On the Sphere and Cylinder, ss. 1-2.
[149] Archimedes, On the Sphere and Cylinder, Kitap I. Önerme 7.
[150] Thomas Little Heath, **The Works of Archimedes**, Cambridge University Press, 1897, (Archimedes), ss. 10-13.

eğimi sürekliliğini kaybedecektir. Yani, kesi hatları ister eşit olsun ister eşit olmasın bu iş başarılamayacaktır.[151]

Demokritos, gönül rahatlığıyla kesip biçtiğimiz geometri nesnelerini, gönül rahatlığıyla kesip biçemeyeceğimizi ileri sürerek rahatımızı kaçırmıştır. Gözümüzün gördüğü kadarıyla sorun olmayan bir meseleyi, Demokritos'un atom ölçeğinden bakışı, ciddi bir soruna dönüştürmüştür.

Demokritos, prizma, koni veya piramidi, sonsuz incelikte düzlemsel katmanların, tanımsız yakınlıkta, sonsuz çoklukta üst üste yığılmasıyla oluşan bir katı ya da sürekli bütün olarak düşünmektedir. Operasyon tersine yürütüldüğünde, katı, sonsuz parçalanabilir. Arkhimedes'in çalışmaları bu düşüncelerden beslenmiştir.[152]

Protogoras'ın, doğada çember ve doğrunun iddia edildiği gibi mevcut olmadığı, maddesel bir çemberin, maddesel bir doğruya tek noktada temas etmesinin gerçekleşmeyeceği iddiası[153] düşünüldüğünde, Demokritos'un, çembere teğet olan doğrunun tam da temas noktasında çemberle ilişkisini sorgulamasının, *sonsuz küçüklere* yönelmesinin, bu saldırılara yönelik olduğu anlaşılmaktadır.[154]

Demokritos, fizikteki atomcu düşüncesini matematiğe de uygulamıştır. Hakkında söylenebilecek sözler uzundur. Kahramanlar arasında oluşunu kısaca açıklamak için bu kadarı yeterlidir.

Elealı Zenon, arkasında sarsıcı paradokslar bırakmıştır. Birinci paradoks *Dikotomi*[155] olarak bilinir. Bu paradoksa göre, hareket edecek olan, her defasında yarısını katederek ulaşacağı yere varamaz. Böylece hareketi reddeder. İkinci paradoks, *Kaplumbağa ve Akhilles Paradoksu* olarak adlandırılmaktadır.[156] Akhilles ne kadar hızlı koşarsa koşsun, kendisinden önce yola çıkan kaplumbağayı sollayıp geçemez. *Dikotomi*'den farkı, sabit hedef yerine koşucudan daha yavaş hareket eden bir hedef koymasıdır. Üçüncüsü, *Ok Paradoksu* olarak bilinmektedir.[157] Zenon, zamanı anlara böler ve hareket eden okun, her an duruyor olması nedeniyle, hareket etmediğini

[151] Plutarch, **De communibus notitiis adversus Stoicos**, XXXIX. 3. (Moralia, 1079 E-1080 D). Harold Cherniss (çev.), **Plutarch, Moralia**, VIII/II, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, 1976, ss. 818-827.
[152] Heath, History I, s. 180.
[153] Aristotle, Metaphysics, B. 2, 998 a 2.
[154] Heath, History I, s. 179.
[155] Aristotle, Physics, VI.9, 239 b 11.
[156] Aristotle, Physics, VI.9, 239 b 14; Simplicius, in Phys., 1014.10.
[157] Aristotle, Physics, VI.9, 239 b 5-7.

söyler. Öncekilerden farkı, hedefi de ortadan kaldırmasıdır. Dördüncü paradoks, *Stadyum Paradoksu,*[158] birbirine doğru hareket eden iki hareketliye bir de gözlemci ilave ederek bağıl hız durumu probleme dâhil eder.[159]

Paradokslar, insan algısına ve hayatın maddi gerçekliğine tamamen ters düşen mantıksal sonuçlarıyla, yüzyıllar boyunca, zamanın ve mekânın sürekliliği ya da süreksizliği, bir bütünün sonsuz bölünmesi, bütün ve parça arasındaki ilişki, sürekli küçülen sayıların sonsuz toplamları, sonsuz küçükler, hareket, durağanlık, algı gibi uç nokta problemler karşısında felsefi ve bilimsel düşünceden açıklama ve öz eleştiri talep etmiştir.

Bazen görmezden gelinerek, bazen yasaklanarak bazen reddedilerek, bazen de tamamen *safsata* ilan edilerek yüzyılları delip geçen Zenon, Bertrand Russell'ın deyimiyle, "matematiksel bir rönesansın temelini atmıştır."[160]

1.4.3. Platon ve Aristoteles Dönemi

Yunan Matematiğinin üçüncü dönemi, *Platon ve Aristoteles Dönemi*'dir. Bu dönem, tarihsel olarak Sokrates'in infaz edildiği[161] MÖ 399 yılıyla Aristoteles'in öldüğü MÖ 322 yılı arasında kalan zamanı kapsamaktadır.[162] Yunan matematiğinin Platon ve Aristoteles Dönemi, Hellenistik Dönem öncesini ve Klasik Dönem'in yaklaşık olarak son 80 yılının, matematik bilgisi yönünden bir fotoğrafıdır.

MÖ 5. yüzyılda egemen durumda olan Atina, 30 yıl kadar süren Peloponnes Savaşları sonucunda MÖ 404 yılında, Sparta karşısında gücünü kaybetmiştir. Savaş süresince ve devamında yaşanan siyasal krizler ve felaketler, MÖ 5. yüzyılın refah ortamına son vermiştir. Sparta ve Thebai arasındaki güç çekişmeleri yaşanırken bir süre Thebai öne çıkmış, sonrasında Yunan kent devletlerindeki siyasal parçalanmaların Sicilya'ya da sıçramasıyla MÖ 4. yüzyıl ortalarında İtalya ve Sicilya'da da siyasal anarşi gelişmiştir. Makedonya'da, MÖ 399'da başlayan kargaşa, Büyük İskender'in (İskender III) babası Philippos II iktidarıyla (MÖ 359-336) birlikte

[158] Aristotle, Physics, VI.9, 239 b 33-240 a 18.
[159] Heath, History I, ss. 273-283.
[160] Bertrand Russell, **The Principles of Mathematics**, W.W. Norton & Company, Inc, New York, 1903, ss. 347, 348.
[161] Plato, Phaedo, 57 a-118 a.
[162] Boyer, s. 93.

son bulmuştur. Makedonya artık güçlü ve büyük bir devlettir. MÖ 338'de Korint Kongresi'yle, Yunan kentleri, siyasi olmamakla birlikte, ortak düşmana karşı, saldırı ve savunmaya yönelik olarak birlik haline gelirler. Yunan birliğinin Pers karşısındaki durumu, güçlü Makedonya'yı doğal lider haline getirir.[163]

Böyle bir dünyada, Platon (MÖ 427/424/423 [?]-347), Aristoteles (MÖ 384-322), Kyreneli Theodorus (tanınırlığı MÖ 390), Theaetetus (ölümü MÖ 368), Knidoslu Eudoksos (ölümü MÖ 355 dolayları), Menaikhmos (tanınırlığı MÖ 350 dolayları) ile kardeşi Dinostratos (tanınırlığı MÖ 350 dolayları) ve Pitaneli Autolykos (tanınırlığı MÖ 330 dolayları) olmak üzere toplam sekiz isim öne çıkmaktadır.[164]

Kahramanlık Dönemi'nde Yunan coğrafyasına dağılan matematik, MÖ 4. yüzyılda Atina merkezinde toplanmıştır. İsmi öne çıkan bilim insanları, Atina ve Platon'un *Akademia*'sı üzerinden ilişkilendirilirler. Bu dönemde, matematik, merkezî ve kurumsal bir yapı kazanır.[165]

Platon, *Devlet*'inin yedinci kitabında, matematiğe bakış açısını geniş bir şekilde sunmuştur. İdeal devleti yönetecek filozof ve idarecilerin mental eğitimi için aritmetik, geometri, üç boyut ve katı geometrisi (uzay geometrisi) ve astronomi öğrenimini öngörür.[166] Geometri bilmeyen Akademia kapısından giremezken, düşünce dünyası, kavrayışı, aklı, ruhu, tutumu ve davranışı bu dört alanda eğitilmemiş kişinin, ideal devlette yönetici olmaması tutarlıdır.

Platon, bu dört branşı liste halinde vermez. Bu alanların hangi sırayla öğrenilmesi gerektiği konusunda diyalog boyunca yürüyen bir tartışma vardır ki detayları oldukça ilgi çekicidir. Aritmetiğe (sayı ve hesap) ilk sırayı vermekte sorun yoktur. Aritmetikten sonra geometriye ikinci sıranın verilmesinde de sorun yoktur. Elbette, diyalog bağlamında, *geometri* sözüyle kast edilen şey, iki boyutlu düzlem geometrisidir. Geometriden sonra, üçüncü sıraya ne konulacağına gelince, ortaya çıkan öneri, üçüncü sıraya astronominin konulmasıdır. Bu öneri sonrasında eğlenceli anlar yaşandığı anlaşılmaktadır. Çünkü öneri, kabul edilemeyecek kadar *çocukça*dır. Platon, diyalogda önerinin neden kabul edilemeyeceği çok net şekilde anlatır.

---

[163] Mansel, s. 399-423.
[164] Boyer, s. 93.
[165] Boyer, s. 93.
[166] Plato, Republic, VII. 525 a-529 e: Plato, **Republic of Plato**, çev. Benjamin Jowett, Oxford: Clenderon Press, 1888.

Diyalogda sezilen eğlence hali bozulmadan tercüme edilirse, Platon'un açıklaması aşağı yukarı şöyledir:

> *Astronomi çalışmak, katıları ve katıların hareketlerini çalışmaktır. İki boyutlu geometriyi biliyoruz. Üç boyutu biliyor muyuz? Bilmiyoruz! Yani, katıları bilmeden, üç boyutlu doğalarını tanımadan, felsefe diliyle, katıları bizzat kendileri için incelemeden, devrim yapıyoruz, derhal katıların üzerine yürüyoruz! Öyle mi?*[167]

Önerideki hata kabul edildikten sonra, işin doğrusu anlatılır. Geometriden yani iki boyuttan sonra yapılacak şey üç boyutu çalışmaktır. İki boyuta üçüncü bir boyut eklenmesine, küpün boyutlarının ve derinliğe sahip olan şeylerin çalışılmasına ve incelenmesine karar verilir.[168]

Konu küpün ve derinliği olan şeylerin incelenmesine gelince, iki güçlük açığa vurulur. Hiçbir kentte bu çalışmalara değer verilmemesi, çalışmaların onurlandırılmaması, üç boyut konusundaki çalışmaların zor oluşu ve zor olduğu için araştırmaların yavaş ilerleyişi, öne sürülen birinci güçlüktür. İkinci güçlük, bu işi yürütebilecek, başarısı sebebiyle kendisinden vazgeçilmez idarecilere ihtiyaç olduğu, böyle insanların zor bulunduğu, bulunsa da araştırmacıların kibirleri nedeniyle, kendilerine rehberlik eden kişinin yol göstericiliğine burun kıvırmalarıdır. Çare ise ideal devletin bu çalışmaları teşvik etmesi ve onurlandırmasıdır.[169]

Sonuç olarak aritmetik, geometri, üç boyut ve katı geometrisinden (uzay geometrisi) sonra, dördüncü sırada gelmek üzere astronomi öğrenimi gelmesi gerektiğinde uzlaşılır.[170]

Bu diyalog, ideal devlette matematiği ve branşlarını konumlandırırken, mevcut durumu tarif etmekte, Yunan kentlerinde üç boyuta ilgisiz kalındığını ifade etmektedir. Kitabın MÖ 4. yüzyılın ilk yarısına ait olduğu düşünülürse tarif edilen durum, mozaik sanatında, iki boyutlu ve üç boyutlu özelliklerin tarihsel gelişimiyle karşılaştırılabilir. Kaldı ki üç boyutluluk, Hellenistik Dönem mozaiklerinin ayırt edici özelliğidir.

Platon, matematiğin, pratik uygulamalar için değil, gerçeğin özüne saf düşünceyle ulaşabilmek için, doğrudan doğruya bilginin kendisi için ele alınması

[167] Plato, Republic, VII. 527 d-528 a.
[168] Plato, Republic, VII. 528 b.
[169] Plato, Republic, VII. 528 b-528 c.
[170] Plato, Republic, VII. 528 d-529 e.

gerektiğini ifade eder.[171] Platon, özel olarak Daedalos'u, genel olarak zanaatkârları ve ressamların özenli ve detaylı diyagramlarını örnek göstererek bu tasarımları geometri bilenlerin takdir edeceğini vurgular. Matematiğin uygulama sahasında, kuşkusuz takdire değer sonuçlar vermekle beraber, soyut ve saf gerçeğe ulaşmada bir yol olarak tercih edilmesinden yana değildir.[172]

Plutarkhos'un aktardığı öykü, Platon'un idealist düşünce dünyası ve kendisine önerilen somut (mekanik) çözüm karşısında takınacağı tavır üzerinden tercüme edildiğinde sonuç oldukça tutarlıdır. Eudoksos, Arkhytas ve Menaikhmos, küpün iki katına çıkarılması problemini mekanik çözümlere indirgediklerinde, Platon, enstrumantal çözümler geometriyi yıktığı, yok ettiği, kusurlu gerçeklik düzeyinde elde edilen sonuçlar, doğru olsalar bile, sonsuz, ölümsüz ve cisimsiz saf kavrayışa engel olduğu için bu çözümleri reddeder.[173]

Gerçekte çok türlü üçgenler varken, ideal olarak *üçgen*in tekliği, matematik nesnelerini kategorilere ayırır.[174]

Matematik nesnesinin adının, doğasına uygun olması gerekir. *İkiyle bölünebilme* ile *ikiye bölünebilme* farkı üzerinden, *eşkenar üçgen olmama* durumu karşısında *eşkenar olmayan* (scalene) üçgen yerine, örneğin *ikiz kenar* (isoscele) üçgen ayrımı bunun örneğidir.[175]

Ad vermekle sorunu çözülmeyen, tanımlanması gereken kavramlar için, tanımı oluşturan içeriğin, kavramın özünü açığa vurması gerekir. *Çift sayı*'yı, *ikiyle bölünebilen sayı* şeklinde tanımlamak bunun örneğidir.[176] *Doğru* tanımı,[177] *çember*

[171] Plato, Republic, VII. 525 a-529 a; Plato, The Statesman, 258 d: Plato, **Plato in Twelve Volumes**, Cilt: 8, çev. Harold North Fowler, Cambridge-Massachusetts: Harvard University Press, London: William Heinemann LTD, 1914.
[172] Plato, Republic, VII. 529 e.
[173] Plutarchus, **Quaestiones Convivales**, VIII. 2.1. (Moralia, 718 C-F). Edwin L. Minar, F. H. Sandbach, W. C. Helmbold (çev.), **Plutarch's Moralia In Fifteen Volumes**, IX: 697 C-771 E, Cambridge-Massachusetts: Harvard University Press, London: William Heinemann LTD, 1961, ss. 118-123.
[174] Plato, **The Collected Dialogues of Plato**, Including the Letters, (Ed. Edith Hamilton ve Huntington Cairns), Princeton University Press, 1904, Letters, No. 7; Heath, History I, s. 288.
[175] Plato, Ethyphro, 12 D: Plato, **Plato's Euthypro**, With Introduction and Notes By William Arthur Heidel, New York: Cincinnati, Chikago: American Book Company, 1902.
[176] Plato, Laws, 895 E: Plato, **The Laws of Plato**, çev. Alfred Edward Taylor, J. M. Dent and Sons, London, 1934; (Myriads is no proper division): Plato, The Statesman, 262 d-e.
[177] Plato, Parmenides, 137 E: Francis Macdonald Cornford, **Plato and Parmenides**, Parmenides' "Way of Truth and" and Plato's "Parmenides" Translated with an Introduction and a Running Commentary, London: 1939.

tanımı[178] ve *küre* tanımı[179] bu nesnelerin doğasına uygun olduğu gibi inşa yöntemlerini de aydınlatmaktadır. *Tek defa tek, tek defa çift, çift defa tek, çift defa çift*[180] gibi işlem tanımları, işlem yapmaya gerek bırakmamaktadır. Önerme kurguları çağının ilerisindedir.[181]

Platon, matematik için iki yöntemi tartışır. Birinci yöntem, hipotezleri,[182] üzerine düşüncelerin inşa edileceği temel prensipler olarak alıp diyagramlar ve şekiller yardımıyla sonuca varmak ve sonra yeniden bu sonucu ortaya çıkaran hipoteze doğru geri gitmektir. İkinci yöntem, hipotezleri tartışmasız doğrular olarak görüp, bunları, şekil ya da diyagram kullanmadan, adım adım tartışarak erişilebilecek son noktaya kadar götürüp apaçık gerçeklere uygunluğunu kontrol etmek işlemi tersine yürüterek sağlamasını yapmak, yani *diyalektik* metottur.[183]

Şeklin cismi sınırlaması,[184] Aristoteles tarafından da ele alınan *nokta, doğru, bölünmezlik* tanımları,[185] *bölünemez* (indivisible) *doğru*ların bile uçları olması gerektiği tartışmaları,[186] teorik düşünce sisteminin eleştirilerle canlı tutulduğunu göstermektedir.

Düzgün dört yüzlü (tetrahedron), düzgün sekiz yüzlü (oktahedron), düzgün yirmi yüzlü (ikosihedron), küp (heksahedron) ve düzgün on iki yüzlü (dodekahedron) olmak üzere beş düzgün katı da Platon ile ilişkilidir **(EK 10).**[187] Bu konu ayrı bir değerlendimeyi hak ettiğinden ayrı bir başlık açılarak ele alınmıştır.

Platon, *düzgün katılar*ın (Platonik katılar) inşası, *iki kare sayı* veya *iki küp sayı* arasındaki geometrik oranlar[188], $\sqrt{2}$'nin geometrik inşası ve karenin alanının iki katına çıkarılması problemi,[189] küpün iki katına çıkarılması problemi,[190] ölçülemez sayılar,[191] geometrik sayılar, optik, müzik ve astronomi konusunda yol gösterici ve yönlendirici

[178] Plato, Parmenides, 137 E.
[179] Plato, Timaeus, 33 B, 34 E.
[180] Parmenides, 143 E-144 A.
[181] Plato, Parmenides, 137 E.
[182] Plato, Republic, VI. 510 c-e.
[183] Plato, Republic, VI. 510 b-511 a-c; Plato, Republic, VII. 533 b-e; Heath, History, s. 290.
[184] Plato, Meno, 75 A-76 A.
[185] Aristotle, Metaphysics, A. 9, 992 a 20
[186] Aristotle, Topics, VI. 4, 141 b 21.
[187] Plato, Timaeus, 55 c 4-6.
[188] Plato, Timaeus, 31 C-32 B.
[189] Plato, Meno, 82 B-85 B.
[190] Plato, Republic, 528 A-C, 528 E, 587 D.
[191] Plato, Laws, 819 D-820 C.

düşünceleriyle matematiği ve matematikçileri organize eder.[192] Bu nedenle, şahsen matematiğe eğilip uzmanlık alanı olarak bunu belirlemese de sıra dışı özel katkılarda bulunmasa da *matematikçi yapımcısı* (the maker of mathematician) unvanını hak etmektedir.[193]

Platon'u matematiğe yönlendiren kişinin, MÖ 388'de İtalya'da ziyaret ettiği ve ömür boyu dostu, Tarentumlu Arkhytas olduğu ve beş düzgün katıyla (five regular solids) ilgisinin de oradan kaynaklandığı düşünülmektedir.[194] Arkhytas, Kahramanlık Dönemi'ne dâhil edilen bir bilim insanı olsa da esasen aritmetik, geometri, müzik teorisi, gramer, retorik ve Zenon diyalektiğini benimsemiş bir Pythagorasçı olarak Platon ve Aristoteles Dönemi'ne geçişi temsil eder.[195]

Theaetetus'un (MÖ 414-369), oktahedron (düzgün sekiz yüzlü) ve ikosihedron (düzgün yirmi yüzlü) katıları keşfettiği, beş tane ve yalnızca beş tane düzgün katı olduğuna ilişkin teoremden ve Eukleides'in *Elementler*'inde düzgün katılara ilişkin teoremlerden sorumlu olabileceği düşünülmektedir.[196] Theaetetus genç yaşta ölmüştür. Platon, arkadaşının anısını *Theaetetus* adlı diyaloğuyla sonsuzluğa bırakmıştır. Diyalogda, Theaetetus, *Korinth Savaşı kahramanı* olarak tanıtılır ve matematikten pek hazzetmeyen Sokrates'le, *ölçülemez* (incommensurable) *sayıları*n doğasını tartışmaktadır.[197]

Theaetetus diyaloğunda adı geçen Kyreneli Theodoros (tanınırlığı MÖ 390), diyalogda tanıtıldığı şekliyle, Theatetus'un hocasıdır. Kyreneli Theodoros, 3'ten 17'ye kadar, 4-9-16 gibi, zaten bir sayının karesi olan sayılar dışında kalan tam sayıların kareköklerinin irrasyonel (rasyonel [oransal] olmayan, *a:b* şeklinde yazılamayan) olduğunu ispat eden ilk kişidir. Tıpkı çırağı Theaetetus gibi Theodoros'un da temel geometri keşiflerinin daha sonra Eukleides'in *Elementler*'ine yansıdığı düşünülmektedir.[198]

Diogenes Laertius, Knidoslu Eudoksos'u *astronom, geometrici, doktor* ve *yasa koyucu* olarak tanıtır. Eudoksos, geometriyi Arkhytas'tan tıbbı Sicilyalı Philistion'dan

[192] Heath, History I, ss. 295-304.
[193] Boyer, s. 94.
[194] Boyer, s. 94.
[195] Boyer, s. 91.
[196] Boyer, s. 94.
[197] Plato, Theaetetus: Plato, **The Theaetetus of Plato**, çev. Lewis Campbell, London, 1875.
[198] Boyer, s. 95; Plato, Theaetetus.

öğrenmiştir. Yirmi üç yaşlarındayken, doktor Theomedon'un himayesiyle Atina'ya gelir. Bir süre Atina'da kaldıktan sonra, Agesilaos'un Kral Nectanebo'ya yazdığı referans ve tavsiye mektubuyla Mısır'a gider. 16 ay kadar Mısır'da kalır. Mısır'da saçları ve kaşları da traş edilmiş vaziyettedir. Mısır'dan sonra rotası Kyzikus, Propontis ve Mausolos'un sarayıdır. Sonunda Atina'ya döner. Anlaşılan, Platon ile aralarında bir meseleden dolayı, biraz nispet olsun diye biraz da sinirlendirmek için çok sayıda çırağıyla gider. Eudoksos, Platon'un verdiği ziyafetlerde, sayılar aşkına, kanepeleri yarım daire şeklinde dizdirme modasını da başlatır. Diogenes Laertius, bilginin kaynağı olarak Apollodorus'u göstererek Eudoksos'un Olimpiyat'ın 103'üncü yılında tanınır olduğunu, 53 yaşında öldüğünü belirtir. Laertius, uzun olmayan bu ömrün sebebini de açıklar: Eudoksos Mısır'dayken, kutsal boğa Apis, Eudoksos'un pelerinini yalamıştır, Heliopolis rahipleri, Eudoksos'un çok ünlü olacağı ama kısa bir ömür yaşayacağı kehanetinde bulunmuştur.[199]

Knidoslu Eudoksos (MÖ 408-368/5),[200] astronomiyi tümüyle matematik teori üzerinden ele alan ilk kişidir. Matematiğe ve geometriye ölümsüz katkıları, ismini, gelmiş geçmiş tüm matematikçiler içerisinde en ön sıralara taşımaktadır.[201]

Eukleides'in beşinci kitabına yazılı derkenar nota göre, bu notu yazan kişinin kimliği belirsiz olmakla birlikte, kitapta yer alan geometri, aritmetik, müzik ya da matematikle ilgili tüm bilimlere uygulanabilen oranlarla ilgili genel teori, Platon'un öğretmeni Eudoksos tarafından keşfedilmiştir.[202]

Eudoksos'un eğriyle sınırlanan alanların hesabına ilişkin tüketme (exhausting) yöntemi,[203] modern matematiğin sembol konularından integral hesabın öncüsü durumundadır.[204] Arkhimedes, koni ve silindirin hacminin ilk defa hesaplanmasını Eudoksos'a atfeder.[205]

---

[199] Diogenes Laertius, VIII. 87: Diogenes Laertius, III. 3 (Anaxagoras); Diogenes Laertius, **Lives of Eminent Philosophers,** R. D. Hicks, Cambridge, Harvard University Press, 1925; John Burnet, **Early Greek Philosophy**, 2. Baskı, Adam and Charles Black, London, 1908, (**Early Greek Philosophy**), ss. 290-318.
[200] Heath, History I, s. 322.
[201] Heath, History I, s. 323.
[202] Euclid, Elementler, V, Introductory note, s.112.
[203] Euclid, Elementler, XII. 2.
[204] Heath, History I, ss. 222, 249-251.
[205] Archimedes, on the Sphere and Cylinder, ss. 1-2.

Yer kürenin boyutlarını, güneşin ve ayın göreceli uzaklıkları ölçme[206] ve küpün iki katına çıkarılması probleminin çözümüyle ilgili olarak adı öne çıkan bilim insanlarından biri Eudoksos'dur.[207] Eudoksos tarafından icat edilen konsantrik küreler teorisi,[208] Menaikhmos tarafından desteklenmiştir.[209]

Menaikhmos (tanınırlığı MÖ 350 dolayları), kardeşi Dinostratos (tanınırlığı MÖ 350 dolayları), sonradan elips, parabol, hiperbol olarak isimlendirlen eğrileri keşfetmiştir. MÖ 5. yüzyılda Khioslu Hippokrates'e atfedilen küpün iki katına çıkarılmasıyla ilgili oran sistemi (two mean proportion) olan $a:x = x:y = y:b$ eşitlikleri, $b = 2a$ durumunda, $a:x = x:y = y:2a$ şekline dönüşerek bu eğrilerin keşfine doğal kaynaklık edebilecek durumdadır.[210] Parabol ve hiperbol, bu eşitliklerden doğrudan erişilebilen eğrilerdir. Elips ise daha özel bir izlenimin ürünü olarak görünmektedir. Elipse kaynaklık edecek çalışmalar içerisinde en yakın aday, koninin bir düzlemle kesilmesi olabilir.[211]

Menaikhmos'un, Büyük İskender'in öğretmenleri arasında olduğu ve aralarında ilginç bir konuşma geçtiği aktarılır. Öyküye göre, Büyük İskender, Menaikhmos'a, geometri için kestirme bir yol olup olmadığın sorar. Menaikhmos cevap verir: "Kral, yurt genelinde, bir yerden bir yere gitmeye, yurttaşlar için yollar var, kraliyet yolu var, fakat geometride herkes için tek yol var!"[212]

Dinostratos'un adı, açının üçe bölünmesiyle ilgili *quadratrix* eğrisinin, küpün iki katına çıkarılması ve çemberin karelenmesi probleminin çözümüyle ilgili olduğunu göstermesiyle öne çıkmaktadır.[213]

---

[206] Boyer, s. 176; Aubrey Diller, "The Ancient Measurements of the Earth", **Isis**, Cilt: 40, Sayı: 1, 1949, ss. 6-9.
[207] Plutarchus, De E apud Delphos, c. 6, 386 E: Plutarch, **Moralia**, Cilt: 5, çev. Frank Cole Babbitt, (Ed. Jeffrey Henderson), Harvard University Press, Cambridge, London, Massachusetts, England, 1936, ss. 194-255; Plutarch, De genio Socratis, c. 7, 579 C-D: Phillip H. de Lacy ve Benedict Einarson (çev.), **Plutarch's Moralia In Fifteen Volumes**, VII: 523 C-612 B, Cambridge-Massachusetts: Harvard University Press, London: William Heinemann Ltd, 1959, (Moralia VII), ss. 398-399.
[208] Aristotle, Metaphysics, 12.1073 b -1074 a.
[209] Theon of Smyrna, 201. 22-202. 2: Dupuis, s. 5; Proclus, on Euclid I, 72. 23-73. 14, 254. 4-5.
[210] Boyer, s. 103.
[211] Boyer, s. 104.
[212] Stobaeus, **Eclogae**, II. 31. 115: Joannes Stobaeus, **Anthologium**, (Ed. Curt Wachsmuth ve Otto Hense), Weidmann, Berlin, 1884-1912; Thomas Heath, bu öykünün daha sonra Eukleides ve Ptolemaios için benzer olarak anlatıldığı belirtir: Heath, History I, s. 252; Boyer, s. 105.
[213] Boyer, ss. 106-107.

Menaikhmos ve kardeşi Dinostratos'un, Platon'un arkadaşı Heraclealı Amyklas ile de ilişkili olarak geometriyi bir bütün olarak daha mükemmel hale getirdikleri, Proklos tarafından belirtilmektedir.[214]

Pitaneli Autolykos, Aristoteles ile çağdaştır. Pitaneli Autolykos'un günümüze ulaşan iki çalışması bulunmaktadır (*On the Moving Sphere, On Rising and Setting*).[215] Bunlar, küre geometrisiyle ilgili temel teoremleri ve bunların astronomiye uygulanması üzerinedir.[216] Çalışmaları günümüze ulaşan en eski Antik Dönem Yunan matematikçisidir. Daha sonra sırasıyla Eukleides (MÖ 300), Samoslu Aristarkhos (MÖ 310-230), Syrakosioslu Arkhimedes'in kitapları gelmektedir.[217]

Autolykos'un önermelerle ilgili grafiklerinde, kürenin kuzey ve güney kutbundan geçen bir ekseni, yüzeyinde, günümüzde dünyanın paralellere ve meridyenlere ayrılmasında olduğu gibi, ekvatoru karşılayan bir çember, bazen buna paralel çemberler, güney ve kuzey kutbundan geçen bir çember, dünyanın ekliptik eğimini karşılayan eğik açılı bir çember görülmektedir **(EK 11, 12)**.[218]

Teoremleri açıkça ifade ve ispat etmesi, dönemi için iyi bilinen teoremleri, ispata gerek görmeden doğrudan kullanması gibi özellikleriyle, modern zamanlarda yazılan kitaplar gibidir. Autolykos'un kitabı, MÖ 320'lere gelindiğinde, Yunan matematiğinde, artık olgunlaşmış bir disiplinle yazılmış şekliyle, ders kitabı niteliğinde kitapların yazılmasının geleneksel hale gelmiş olduğunu göstermektedir.[219] Autolykos'un çalışmaları, Eukleides'in *Elementler*'inde geçen bir dizi önermenin, Eukleides'in kendisinden önce mevcut olduğunu ve bilinip kullanıldığını göstermektedir.[220]

Aristoteles (MÖ 384-322/1), arkasında bıraktığı ve günümüze ulaşan kapsamlı eserleriyle matematik tarihini aydınlatmaktadır. Aristoteles; aksiyom, tanım, hipotez, postüla gibi kavramları birbirinden kesin şekilde ayırarak pür teorik çalışmanın temel

[214] Proclus, on Euclid I, 67. 9.
[215] Autolyci, **Autolyci De Sphaera quae movetur liber, De ortibus et occasibus libri duo editis**, (Ed. Friedrich Otto Hultsch), In Aedibus B. G.Teubneri, Lipsiae, 1885.
[216] Heath, History I, s. 348.
[217] Heath, History I, s. 349.
[218] Autolyci, ss. 16, 40.
[219] Boyer, s. 107.
[220] Friedrich Otto Hultsch, "Autolykos und Euklid", **Berichte über die Verhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften, Philologisch-Historische Klasse**, Cilt: 38, 1886, ss. 128-55; Heath, History I, s. 350.

prensipleri belirler.[221] Bu yönüyle, Platon'un matematiğin bir bilim disiplini olarak düşünce, ifade ve ispat yöntemini ileri bir noktaya taşır.

Aristoteles'in eserlerinde yer verdiği, Eukleides'ten ayrılan ispat açıklamaları,[222] Eukleides'te bulunmayan önermeler,[223] Eukleides tarafından bilindiği gibi Aristoteles tarafından da bilinen eğriler,[224] *sürekli* ve *sonsuz* kavramları,[225] mekanik üzerine aktardığı bilgiler;[226] Eukleides'in *Elementler*'inde nelerin Eukleides öncesine ait olduğu nelerin Eukleides tarafından özgün olarak ortaya konulmuş olabileceği konusunda belirleyici rol oynamaktadır.[227]

Platon tarafından aktarılan diyaloglarda, matematik konusunda Sokrates'in söylediği sözler, Sokrates'i çok iyi matematik yapan ama matematikle tatmin olmayan bir filozof yaptığı gibi Aristoteles'ten kalan metinler de Aristoteles'i çok iyi bir matematikçi ama matematikte özel olarak uzmanlaşmayı tercih etmeyen bir filozof yapmaktadır.

1.4.4. Yunan Matematiğinin Altın Çağı

Büyük İskender'in MÖ 13 Haziran 323'te ölümü ile MÖ 30 yılında sonuçlanan Aktium Deniz Muharebesi arasında kalan dönem, Hellenistik Dönem olarak tanımlanmaktadır.[228] Büyük İskender'in ölümü bir dönemin kapanışı ve yeni bir

---

[221] Aristotle, Posterior Analytics, I. 6. 74 b 5, I. 10. 76 a 31-77 a 4; I. 10. 76 b 39-77 a 2; I. 10. 76 b 9. Bkz.: Aristotle, **Aristotle's Posterior Analytics**, çev. E. S. Bouchier, Oxford: B. H. Blackwell, London, 1901. Aristotle, Prior Analytics, I. 41. 49 b 34; Aristotle, Metaphysics, 1089 a 20-25.

[222] Aristotle, Prior Analytics, I. 24. 41 b 13-22; II. 17. 66 a 11-15; II. 16. 65 a 4 Aristotle, Posterior Analytics, I. 5. 74 a 13-16; II. 11. 94 a 28; Aristotle, Metaphysics, 1051 a 26; Aristotle, Physics, VIII. 10. 266. b 2.

[223] Aristotle, Posterior Analytics, I. 24. 85 b 38; II. 17. 99 a 19; Aristotle, Meteorology, III. 5. 376 a 3; III. 8. 306 b 7; Aristotle, On The Heavens, II. 287 a 27; III. 8. 306 b 7.

[224] Aristotle, Physics, V. 4. 287 a 19; II. 4. 287 a 19; Aristotle, Metaphysics, 998 a 5; Aristotle, Meteorology, III. 5. 375 b 21; Aristotle, Posterior Analytics, I. 7. 75 b 12. Aristotle, Problems, XVI. 6. 914 a 25: Aristotle, **The Works of Aristotle**, Translated Into English Under the Editorship of W.D. Ross, Cilt: 7: Problemata by E. S. Forster, Oxford, 1927.

[225] Aristotle, Physics, V. 3. 227 a 11; VI. 1. 231 a 24; III. 6. 206 a 15-b 13; III. 6. 206 b 16-207 a 1; III. 5. 204 a 34; III. 7. 207 b 16-207 a 1; III. 5. 204 a 34; III. 7. 207 b 27.

[226] Aristotle, Mechanical Problems, 850 b 1; 848 a 11; 848 b 10; 848 b 26: Aristotle, **Minor Works**: **On Colours, On Things Heard, Physiognomics, On Plants, On Marvellous Things Heard, Mechanical Problems, On Indivisable Lines, Situations and Names of Winds, On Melissus, Xenophones and Gorgias**, çev. W.S. Hett, Cambridge, Massachusetts, London, 1955; Aristotle, On The Heavens, II. 8. 289 b 15; 290 a 2; III. 2. 301 b 4, 11; Aristotle, Physics, VII. 5. 249 b 30-250 a 4; VII. 5. 250 a 4-7; Aristotle, Metaphysics, 992 a 20.

[227] Heath, History I, ss. 335-349.

[228] Mansel, ss. 472-509.

dönemin açılışı olduğu gibi Yunan matematiği açısından da Büyük İskender'in ölümünden bir yıl sonra, MÖ 322 yılında, Aristoteles ve Demosthenes'in ölümü, Yunan matematiği için bir dönemin kapanışı ve yeni bir dönemin açılışıdır. Hellenistik Dönem'in ilk yüzyılı, *Yunan Matematiğinin Altın Çağı*'dır.[229] Bu çağ, Eukleides ile başlar, Pergeli Apollonios ile sona erer.[230]

Büyük İskender'in ölümünün ardından, MÖ 306'da Mısır'a hâkim olan Ptolemaios I, aydın karakteriyle dikkat çeker. İlk işleri arasında İskenderiye'de bir okul ya da enstitü olarak işlev görecek bir müze kurmuş, dönemin ileri gelen bilim insanlarını davet etmiştir. Bilimin merkezi artık İskenderiye'dir.[231]

Philippos II ile Illirialı prenses Olympias oğlu, MÖ 356 doğumlu Büyük İskender 13 yaşındayken Aristoteles, kendisine öğretmen olarak belirlenir.[232] Matematik tarihi, önde gelen geometricilerden Menaikhmos ile Büyük İskender arasında bir hukukun varlığına atıfta bulunmaktadır. Bu sebeple de Platon ve Aristoteles Dönemi'nin, Büyük İskender ve yakın çevresi üzerinden Hellenistik Dönem'e matematiksel düşünce yönünden bir miras bıraktığı düşünülebilir. Platon ve Aristoteles Dönemi'nde matematiğin merkezi olan Atina'nın, Hellenistik Dönem başından itibaren, konumunu ve rolünü, Büyük İskender tarafından, Mısır'da MÖ 332'de kurulan İskenderiye kentine bırakması,[233] bu düşünceyi desteklemektedir.

Eukleides hakkındaki bilgilerimiz çok sınırlıdır ve esasen Proklos (MS 410-485) özetinde yer alan bir pasajda birkaç cümleye dayanmaktadır.[234] Proklos'un cümleleri şu şekildedir:

> *... Elementler'i toparlayıp bir araya getiren ve Eudoksos tarafından icat edilen şeyleri derleyip toparlayan ve Theaetetos tarafından keşfedilen şeyleri mükemmelleştiren Eukleides, Kolophonlu Hermotimos ve Mendealı Philippos'dan yaşça daha küçük değildir. İlave olarak, başkaları tarafından, zayıf olarak gösterilenleri (kanıtlananları), güçlü ve yıkılmaz şekilde göstermiştir (kanıtlamıştır). Fakat Ptolemaios I. zamanında yaşamıştır: Arkhimedes, birinci kitabında Eukleides'ten bahseder, diğerlerinde de bahsettiği gibi. Ayrıca, Ptolemaios'un Eukleides'e, geometriye ulaşmak için elementlerinden daha kısa bir yol olup olmadığını sorduğu, Eukleides'in, geometriye götüren başka bir*

[229] Boyer, s. 109.
[230] Heath, History I, ss. vii, 355.
[231] Boyer, s. 111.
[232] Mansel, s. 451.
[233] Boyer, s. 109.
[234] Heath, History I, s. 354.

> *kraliyet yolu olmadığı cevabını verdiği söylenir. Öyleyse, Eukleides, Platon'un arkadaşlarına (çıraklarına) göre küçüktür, fakat Eratosthenes ve Arkhimedes'ten çok öncedir (Eratosthenes geleneğine göre, bunlar bir ve aynı zamanda yaşadıkları için), fakat Platonik taraftandı, felsefeleriyle tanışıyordu, Platonik denilen figürlerin inşasını elementlerinin sonu olarak belirlemesi bu sebeptendir. ...*[235]

Bu metin, Eukleides'in ailesi, doğum yeri, memleketi, yaşadığı yer, macerası, ölüm tarihi, ölüm yeri hakkında bilgi vermemektedir. Tanınır ve bilinir kişiliği etrafına örülen öykü ve insan profilleriyle, Proklos'un kendisi de bir sonuç çıkarmaya çalışmaktadır.

Platon'un (ölümü MÖ 347) çıraklarına göre küçük, Arkhimedes'ten (MÖ 287-212) önce oluşu ve Ptolemaios I'in MÖ 306-283 aralığında denk gelen iktidarıyla çakışan zaman dilimi bağlamında, Eukleides'in MÖ 300 dolaylarında tanındığı düşünülmektedir.[236]

Elementler'in günümüze ulaşan kısmı 13 kitaptan oluşmaktadır. Eukleides'e miras kalan ve günümüze ulaşabilen, Yunan matematiğinin bir kesitidir. İçerik olarak yüksek aritmetik, sayılar teorisi, sentetik geometri (nokta, doğru, düzlem, çember, küre), cebir gibi temel matematik bilgilerinin neredeyse tümünü içerir. Eukleides'in kendisine ait bir buluş atfedilmemektedir. Kendisi de bir özgünlük iddia etmez. *Elementler*'in içeriğini oluşturan bilgilerin kaynağının ne olduğu ve Eukleides'in katkısının ne olduğunu tahmin etmek güçtür. Bu durum onu bir araştırmacı ve öğretmen olarak tanıtmaktadır.[237]

Eukleides'e atfedilen 14. kitap, küre içerisine çizilen katıların karşılaştırılması, hacimlerinin ve yüzeylerinin birbirine oranı gibi konularla ilgilidir. Bu kitabın, Apollonios'un çalışması üzerinden *dodekahedron* ile *ikosihedron*'un karşılaştırılmasıyla, MÖ 2. yüzyılın ikinci yarısında yaşamış olması muhtemel görülen Hypicles tarafından oluşturulduğu düşünülmektedir.[238]

---

[235] Proclus, on Euclid I, 68.6-20; Proclus, **Procli Diadoch In Primum Euclidis Elementoru Librum Commentarii,** Ex Recognitione Godfredi Friedlein, Lipsiae, In Aedibus B. G. Teubneri, 1873, Prologus II. 68.6-24; Thomas Taylor, **The Philosophical and Mathematical Commentaries of Proclus; Plato's Succesor, First Book of Euclid's Elements, and His Life by Marinus, Translated from the Greek with a Preliminary Dissertation on the Platonic Doctrine of Ideas, &c.**, Cilt: 1, London, 1788, s. 101. Metnin Türkçe'ye çevirisi, bu kaynakların bir ortalaması alınarak yapılmıştır.
[236] Euclid hakkında kaynakların durumu konusunda bkz.: Heath, History I, ss. 354-360.
[237] Boyer, s. 115.
[238] Boyer, ss. 130-131.

Eukleides'e atfedilen 15. kitap sahtedir ve tümüyle olmasa da kısmen, Ayasofya Katedrali'nin mimarı olan Miletoslu Isodore'ye (MS 532) ait olduğu düşünülmektedir.[239] Bu kitap, bir katı içerisine başka bir katının nasıl çizileceği, kenar sayılarının ve açılarının hesaplanması, katı üzerindeki yüzeylerin karşılaşma açılarını konu edinmektedir.

Eukleides'in *Elementler* dışında, günümüze ulaşan dört eseri bulunmaktadır. Antik Dönem'de *analiz hazinesi* olarak görülen *Data*[240] analizler için kısa yöntemler verir.[241] *Division of Figures,*[242] geometrik şekillerin bölünmesini konu edinir.[243] *Phenomena,*[244] küre üzerinedir.[245] Bu kitaplar içerisinde, bu tez çalışması bağlamında, en dikkat çekici olan, görme ve perspektif konularını ele alan *Optics ve Catoptricia*[246] adlı kitaptır. Bunun sebebi, Eukleides'in, MÖ 3. yüzyılda, derinlik, üç boyut ve perspektif kavramlarını matematik teori olarak olarak ele almış olmasıdır.

Samoslu Aristarkhos'un MÖ 310-230 aralığı dolaylarında yaşadığı düşünülmektedir. Güneş merkezli evren sistemini Kopernik'ten önce önermesi, Pontuslu Heraclides'in bu düşüncenin öncüsü olduğu tartışmalara konu olmakla birlikte kendisine Yunan Matematiğinin Altın Çağı'nın önde gelen isimleri arasında yer verilmesini gerektirmektedir.[247] Plutarkhos, Güneş merkezli sistem düşüncesi sebebiyle Aristarkhos hakkında *dinsizlik* iddiasıyla harekete geçilmesi planları olduğunu ifade eden bir anekdot aktarmaktadır.[248] Arkhimedes, *Kum Sayıcı* (The Sand Reckoner) adlı çalışmasında *Büyük Aristarkhos* olarak söz eder. Aristarkhos'un *Güneş merkezli evren teorisi*ni heyecanla anlatır.[249]

---

[239] Boyer, s. 131.
[240] Robert Simson, **The Elements of Euclid Also The Book of Euclid's Data**, Philadelphia, 1806.
[241] Heath, History I, ss. 421-425.
[242] Raymond Clare Archibald, **Euclid's Book on Division of Figures**, **with a Restoration Based on Woepcke's Text and on the Ptactica Geometriae of Leonardo Pisano**, Cambridge, 1915.
[243] Heath, History I, ss. 425-430.
[244] Johan Ludwig Heiberg ve Henricus Menge (Ed.), **Euclidis Opera Omnia Vol. VIII: Euclidis Phaenomena et Scripta Musica Editid Henricus Menge**, **Fragmenta Collegit et Diposuit Johan Ludwig Heiberg**, Lipsiae In Aedibus B. G. Teubneri, 1916.
[245] Heath, History I, s. 440-441.
[246] Johan Ludwig Heiberg (Ed.), **Euclidis Opera Omnia Vol. VII: Euclidis Optica, Opticorum Recensio Theonis Catoptrica Cum Scholiis Antiquis**, Lipsiae In Aedibus B.G. Teubneri, 1895.
[247] Thomas Heath, **A History of Greek Mathematics**, **Volume II: From Aristarchus to Diophantus**, Oxford, 1921, (History II), s. 2.
[248] Plutarch, De facie quae in orbe lunae apparet, c. 6, 922 F-923 A: Harold Cherniss ve William C. Helmbold (çev.), **Plutarch's Moralia In Fifteen Volumes**, XII: 920 A-999 B, Cambridge-Massachusetts: Harvard University Press, London: William Heinemann Ltd, 1957, ss. 52-55.
[249] Heath, Archimedes, ss. 221-222.

Arkhimedes (MÖ 287-212), Altın Çağ'ın ikinci kahramanıdır. Syrakousai (Syracusa), II. Kartaca Savaşı'nda, Roma ve Kartaca arasındaki çatışmasının ortasında kalır. MÖ 214'ten 212'ye kadar Roma tarafından kuşatılan Syrakousai, sonunda düşer. Kent yağmalanırken Arkhimedes, Romalı bir asker tarafından öldürülür. Öldürüldüğünde 75 yaşındadır. Bu nedenle doğum tarihi MÖ 287 olarak tahmin edilmektedir. İskenderiye'de bir süre Eukleides ile çalışmış olabileceği düşünülmektedir.[250] Hayatıyla ilgili aktarılan öyküler dikkate alındığında, pratik mekanik uygulamalarla ilgili yönünün, teorik uğraşlarından daha fazla öne çıktığı görülür.[251] Ancak bu öykülerin çok ötesinde, suyun kaldırma kuvveti (hidrostatik prensibi), kaldıraç kanunu, çemberin ölçülmesi, açının üçe bölünmesi, spiral, parabol, küre, silindir, yarı düzgün katılar, integral hesabın temelleri gibi çok geniş bir yelpazede bilime ölümsüz katkılar sağlamıştır.[252]

Pergeli Apollonios, Altın Çağ'ın üçüncü kahramanıdır. Perge'de doğmuştur. Arkhimedes'ten 25 yaş kadar küçük olduğu bilgisine dayalı olarak MÖ 262-190 aralığında yaşadığı tahmin edilmektedir. Büyük İskender'in ölümünden sonra bölgeye hâkim olan Lysimakhos ve ardıllarının himayesinde, bir süre Pergamon'da kalmıştır. Ptolemaios Euergetes ve Ptolemaios Philipator döneminde tanınmakla birlikte, Ptolemaios Philadelphos'un hazine müdürü olduğu da aktarılan öyküler arasındadır. Apollonios'un hayatının detayları bilinmemektedir.[253] π sayısı için Arkhimedes'ten daha yakın bir değer hesaplamış olabileceği düşünülmektedir. Kayıp çalışmalarının bağlamından, büyük geometrici olarak tanınmasından, analitik geometri hakkında bugün bilinenlerin büyük bir bölümünü kapsayan bir çalışmanın sahibi olduğu tahmin edilmektedir.[254] Elips, parabol ve hiperbol gibi konik kesitler ilk defa sistematik olarak gösteren, bu üç eğriyi bileştirerek genelleştiren çalışması günümüze ulaşmıştır.[255]

[250] Referansları ve detaylarıyla birlikte bkz.: Heath, Archimedes, ss. xv-xxii.
[251] Boyer, ss. 134-156.
[252] Heath, Archimedes.
[253] Boyer, ss. 157-175.
[254] Boyer, s. 158.
[255] Thomas Heath, **Apollonius of Perga: Treatise on Conic Sections**, Cambridge, 1896.

1.4.5. Uygulamalı Matematik Dönemi

Uygulamalı Matematik Dönemi, MÖ 150 ile MS 150 arasında kalan zamanı kapsamaktadır. Nicaealı Hipparkhos (MÖ 180-125), İskenderiyeli Menelaos (MÖ 100) ve Ptolemaios (Klaudios Ptolemaios, MS 150 dolayları) bu dönemin karakterini belirlemektedir. Matematiğin önceki dönemlerinde pür teoriye odaklanılmasına karşılık, bu dönemde pratik ihtiyaçlara yönelim ağır basmaktadır. Bu yönelimin açık karşılığı *trigonometri* ve *ölçme* kavramlarıdır. Bu nedenle bu dönem, *Trigonometri ve Ölçme Dönemi* olarak da adlandırılmaktadır.[256]

Trigonometri, üçgenin, üzerinde taşıdığı uzunluklar arasındaki ilişkilerin, sadece uzunluklar üzerinden ele alınması yerine, incelemelere açı kavramının dâhil edilmesini içerir. Üçgenin incelenmesinde açı kavramını kapının önününe koyarsak elimizde kalan şey, üç tane kenarı olan bir poligonu metrik olarak incelemektir (tri-latero-metry). Yunan matematiği öncesinde durum budur.

İki doğru arasında ayırt edilebilecek en kolay şey, *paralel olma* durumudur. Pratiktir. *Dik olma* durumu, çok özel bir istektir. Bunu kontrol edecek bir metot olmaksızın kolay değildir. İnsanoğlunun, iki doğru arasındaki durumu, *üçgen* kavramı olmadan ele alamadığı anlaşılmaktadır. Üçüncü kenar, kontrol sağlayan araçtır. Pythagoras Teoremi, ilkel halinde, 3-4-5 gibi özel kombinasyonlarla bu kontrol mekanizmasını sağlamış olmalıdır.

Yay ve *açı* kavramlarının ortaya çıkabilmesi için, doğru ve çember ilişkilendirilmelidir. Çember, kendi içerisinde bu ilişkilere sahiptir ancak açığa çıkabilmesi için çember çevresinin merkezden çıkan doğrularla parçalanması gerekir. İlkel ve kolay olan, çemberin iki eş parçaya bölünmesidir. Çap, bunu doğal olarak yapmaktadır. "Çap, çemberi ikiye böler." sözü muhtemelen, trigonometrinin fitilini ateşlemiştir.

İki doğru parçası arasındaki ilişkinin incelenebilmesi için üçüncü bir doğru parçasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaç, çemberin incelenmesinde de ortaya çıkmaktadır. Öyle görünmektedir ki Yunan matematiği öncesinde ve Yunan matematiğinin ilk dört yüzyılında, çember yayları incelenirken, yay ve o yayın iki ucunu bileştiren doğru parçası (kiriş) kullanılmıştır.

[256] Boyer, s. 193.

Üçgenin üçgen için incelenmesi ve çemberin çember için incelenmesi yerine üçgenin çemberle birlikte incelenmesi, kaçınılmaz olarak bir noktada trigonometriye dönüşmüş olmalıdır. Çemberin ya da dairenin dilimlere ayrılması *yay* kavramını ortaya çıkarırken çember içerisine poligon çizimi, *kiriş* kavramıyla ilgilidir.

Açı ölçümünün, yapılan çalışmalar içeriğinde eksik oluşu temelinde, Yunan matematiği öncesini, *trigonometri* yerine *trilaterometri* ya da *üç kenarlı poligonun ölçümü* olarak tespit etmek mümkündür.[257]

Astronomi çalışmalarına eşlik eden ve trigonometriye doğru giden çalışmaların Khioslu Hippokrates (MÖ 430) ile görünürlük kazanmaya başladığı, Kyreneli Eratosthenes (MÖ 276-194) zamanına kadar geçen sürede yalnızca çember ve çizgi ilişkisinin çalışıldığı ayırt edilebilmektedir.

Knidoslu Eudoksos'un (MÖ 408-368/5) yer kürenin boyutlarını, güneşin ve ayın göreceli uzaklıkları ölçme eylemiyle Eukleides'in *Elementler*'ini birleştiren zaman çizgisinde, kelimenin tam anlamıyla *trigonometri* görülmez.[258]

Açı ve kiriş ilişkilerini daha yakından ele alıp trigonometriye yaklaşanlar, Kopernik'ten yaklaşık 1500 yıl önce, Güneş merkezli bir gezegen sistem öneren Samoslu Aristarkhos ve dünyanın çevresini en yakın değerde ölçen Kyreneli Eratosthenes'tir.[259]

Çember ve küre, Dünya'yı, gökyüzünü, Güneş'i, Ay'ı ve yıldızları bilme ve anlama arzusunun en yalın matematik karşılığıyken sistematik trigonometri ihtiyacının da bu çabalardan çıkması hiç şarşırtıcı değildir.

Arkhimedes ve Pergeli Apollonios ise çemberin çevresini hesaplarken ve π sayısına yaklaşırken trigonometriyle yüzyüze gelirler.[260]

MÖ 2. yüzyılın ikinci yarısında, Nicaealı Hipparkhos (MÖ 180-125), kiriş uzunluğu ile yay uzunluğu arasındaki oranları içeren trigonometri tablosunu derleyip dokümante etmekle ve ilk defa sistematik olarak kullanmakla, *trigonometrinin babası* olarak tarihe geçmiştir.[261]

---

[257] Boyer, s. 176.
[258] Boyer, ss. 176-180.
[259] Thomas Heath, **Aristarhus of Samos: The Ancient Copernicus**, Oxford, 1913.
[260] Paul Tannery, **Recherches sur l'histoire de l'astronomie ancienne,** Georg Olms Verlag, 1893, ss. 56-81.
[261] Boyer, ss. 179-180.

Kiriş ve yay uzunluğu arasındaki oranları içeren tabloların kökeni hakkında çok az bilgiye sahibiz.[262] Babil'in 60 tabanlı sayı sistemi, zodyak çemberinin 12 işaretle (sign) bölünmesi ya da 36'ya (decan) bölünmesi, yılın yaklaşık olarak 360 gün olarak hesaplanması gibi değerlendirmeler üzerinden, 360º çember kullanımı, kaçınılmaz olarak astronomi çalışmalarının sonucu olarak görülmektedir. Tam açı olarak 360º çember kullanılması geleneğinin ne zaman ortaya çıktığını bilmiyoruz. Bildiğimiz şey, 360º çemberin Nicaealı Hipparkhos zamanından beri Yunan matematiğinde sistematik olarak kullanıldığıdır.[263]

İskenderiyeli Menelaos (MÖ 100),[264] Nicaealı Hipparkhos'tan sonra adı öne çıkan ikinci bilim insanıdır. *Sphaerica*[265] isimli eseri, Arapça tercümesi üzerinden korunarak günümüze ulaşmıştır.[266] Menelaos, Eukleides geometriyle düzlemde yapılan çalışmaları küre yüzeyinde yapmaya yönelmiştir. Düzlemdeki üçgen, artık küre yüzeyinde, küresel üçgendir.

Klaudios Ptolemaios (Ptolemy) hakkında bilinenler sınırlıdır. Kendisinin İskenderiyeli olduğu, MS 125-141 ya da MS 125-151 aralığında yaptığı gözlemleriyle tanındığı, gözlemlerin tarih aralığı ve olgunlaşmış bir çalışmanın dokümante edilmesi bağlamında eserini Antoninus Pius (MS 138-161) iktidarı döneminin ortalarında yazmış olabileceği tahmin edilmektedir (MS 150). Arap yazarların geleneğine göre 78 yaşına kadar yaşamıştır.[267]

Ptolemaios'un büyük çalışması, Yunan astronomisinin kesin başarısını temsil eden *Almagest* (Μαθημαικής Συντάξεως βιβλία ιγ, μεγάλη σύνταξις, Al-majisti [μέγιστος]),[268] 13 kitaptan oluşmaktadır. Birinci kitap trigonometri üzerinedir.[269]

Ptolemaios, eserinde, çemberi 360 eş parçaya (açıya) böleceğini, çapı da 120 eş parçaya böleceğini ifade eder. 1 dereceyi 60 eşit parçaya (partes minutae primae) böler ve elde edilen sonucu da ikinci kez 60 eşit parçaya böler (partes minutae

[262] Neugebauer, **The Exact**, ss. 167-168.
[263] Boyer, ss.180, 185.
[264] Plutarch, De facie quae in orbe lunae apparet, c. 17, 929 F-930 E.
[265] Axel Anthon Björnbo, **Studien über Menelaos' Sphärik: Beiträge zur Geschichte der Sphärik und Trigonometrie der Griechen**, Druck und Werlag von B. G. Teubner, Leipzig, 1902.
[266] Heath, History II, ss. 260-272.
[267] Heath, History II, s. 278.
[268] Heath, History II, s. 277.
[269] Ptolemy, **Ptolemy's Almagest**, çev. G. J. Tomer, Gerald Duckworth, London, 1984, (Almagest).

secunde).[270] Bu yaklaşım, Latince çevirilerin sonucu olarak *derece*'nin *dakika* (*minute*) ve *saniye* (*second*) kavramlarıyla ifade edilmesine yol açar.[271]

Yunan matematikçiler; *sinüs, kosinüs, tanjant* gibi trigonometri kavramları kullanmamışlardır. Ptolemaios da bu kavramları kullanmaz. Bunların yerine *yay* (*arc*) ve *kiriş* (*chord, crd*) kavramını kullanılmıştır. Terminoloji farklı olsa da terminolojinin ifade ettiği oranların kullanılmasında fark yoktur.[272] Ptolemaios, trigonometri çalışmalarında yarım dereceden 180 dereceye kadar açıların trigonometrik oranlarının yanı sıra $\sin 18^o$, $\sin 36^o$, $\sin^2 \theta + \cos^2 \theta$, $\sin(\theta-\varphi)$, $\sin^2(\frac{1}{2}\theta)$ gibi trigonometrik formüllerin *kiriş* ve *yay* türünden eşiti olan ifadeleri vermektedir.[273]

Ptolemaios, küre yüzeyindeki bir noktanın veya alanın iki boyutlu düzleme iz düşümü konusunda *Analemma*[274] ve bununla ilişkili olarak streografik projeksiyon konusunda *Planisphaerum* (plane-sphere); ışığın kırılması, yansıması (ayna), görme ile ilgili *Optics* ve döneminin coğrafya bilgilerinin derlemesi olan *Geopgraphy*[275] gibi kendisinden sonraki yüzyıllara ilham kaynağı olan çalışmalarıyla tarihe damgasını vurmuştur.

Nicaealı Hipparkhos'tan Ptolemaios zamanına kadar, MÖ 150 ile MS 150 arasında geçen 3 yüzyıl boyunca; astronomi, coğrafya, optik ve mekanik alanlarında uygulamalı matematik, yükseliş halindedir. Bunun yükselişin sebebi, özellikle astronominin ihtiyacı olan temel geometri ölçümleridir.[276]

Bu dönemde, Hipparkhos, Menelaos ve Ptolemaios tarafından yapılan çalışmalar hariç, matematik alanındaki üretim, kalite derecesi zayıf temel ders kitaplarıyla sınırlıdır. Teorik çalışmalar duraklamıştır.[277]

Dönemin sonunu temsil eden MS 150 yılı dolaylarında, Ptolemaios'un çalışmaları dışında trigonometride ciddi ilerleme olup olmadığı net değildir. Eudoksos'tan Apollonios'a kadar, teori alanında süratli bir ilerleme görülürken, Ptolemaios zamanında teori alanındaki gelişmeler açıkça sona ermiştir.[278]

---

[270] Ptolemy, Syntaxis, I.9. 31- I.10.32: Ptolemy, Almagest, s. 48.
[271] Boyer, s. 185.
[272] Heath, History II, s. 265.
[273] Heath, History II, ss. 277-283.
[274] Analemma için bkz.:Vitruvius, Ten Books, IX. 4-7.
[275] Boyer, s. 188.
[276] Boyer, s. 193.
[277] Heath, History II, s. 355.
[278] Boyer, s. 194.

Uygulamalı matematik yükselirken teori üretim alanında düşüş gerçekleşmiştir. Teori alanındaki düşüşün, uygulamalı matematikte yükselme trendine yol açtığı düşünülmektedir. Bu duruma neyin sebep olduğu konusunda farklı yaklaşımlar söz konusudur.[279]

Teknik açıdan, Yunan geometrik cebirindeki yetersizlikler, eksiklikler ve güçlükler, düşüşün sebeplerinden biri olarak görülmektedir.[280] Bu teknik sebeplerin, tam da bu konularda matematiği ilerleten Hint ve Arap bilim insanlarını, Antik Dönem ile modern zamanlar arasında köprü haline getirdiği düşünülmektedir.[281]

Teknik sebepler bir yana bırakıldığında, döneme egemen olan "Roma'nın soğuk nefesi", düşüşün daha kapsamlı sebebi olarak görülmektedir.[282] Roma'nın yükselişinin ve *soğuk nefesi*nin sonucu olarak din ve felsefedeki sinir kaybının, Yunan düşüncesini kültlere ve mistisizme yönlendirdiği, bu durumun sonucu olarak matematik teorisine yönelik çalışmalarda alanın daralması karşısında, üç yüzyıldan fazla bir süre, matematiğin, uygulamalı matematiğe yöneldiği düşünülmektedir.[283] Yunanlardan sonra Hint ve Arap Matematikçilerin trigonometriyi izlemeleri de bu teknik güçlükle ilişkilendirilmektedir.[284]

1.4.6. Yunan Matematiğinin Gümüş Çağı

Yunan Matematiğinin Gümüş Çağı, Ptolemaios'un *Almagest*'inin ait olduğu MS 150 dolaylarından MS 6. yüzyıl sonlarına kadar olan dönemi kapsamaktadır. Bu adlandırma, dönemin tamamının, bir bütün olarak *gümüş* olduğunu düşündürse de durumu tam olarak yansıtmaz.

Uygulamalı Matematik Dönemi, teori alanında bir düşüşe karşılık uygulama alanında bir yükseliş trendiyle karakterize edilmektedir. Teori alanındaki durgunluk hâli, Gümüş Çağ'ın başlangıç durumudur. Durgunluk haline *gümüş* benzetmesi yapılamayacağından, alt ayrıma gidilmesi gerekmektedir.

---

[279] Boyer, s. 193.
[280] Bartel L. Van der Waerden, **Science Awakening**, çev. Arnold Dresden, Oxford, New York, 1961, ss. 265-266.
[281] Boyer, s. 194.
[282] Eric Temple Bell, **The Development of Mathematics**, McGraw-Hill, New York, 1940.
[283] Boyer, s. 193.
[284] Boyer, s. 184.

Durgunluğun kırıldığı zaman dilimi, MS 150-250 aralığı, *Canlanma Dönemi* olarak adlandırılmaktadır. *Gümüş Çağı* sözü, esasen, *Geç İskenderiye Dönemi*[285] olarak da adlandırılan, teori alanında yeniden bir hareketlenmenin yaşandığı MS 250-350 aralığına karşılık gelmektedir. MS 350-485 aralığı *Düşüş Dönemi* olarak görülmektedir ve son nokta Proklos'tur (MS 410-485). Proklos sonrasını karşılayan MS 485-600 aralığı ise Yunan matematiğinin, kalıntılarıyla bir süre devam ederek sönümlendiği zaman aralığıdır.[286]

Gümüş Çağ'ın kahramanları, Smyrnalı Theon (MS 125), Diophantus (MS 250), İskenderiyeli Heron (MS 300?), İskenderiyeli Pappus (MS 300), ünlü yorumcular, İskeneriyeli Proklos (MS 410-485) ve sonrasında geriye kalan son temsilcilerdir.

Diophantus'un yaşamı hakkındaki bilgiler, MS 250 dolaylarında tanındığı sonucunun çıkarılmasına yetecek kadardır. Eserlerinden günümüze ulaşan, orijinali 13 kitaptan oluşan *Aritmetica*[287] isimli çalışmasının altı kitabıdır.

Aritmetiğin ve cebirin gelişiminde üç aşama ayırt etmek, aşırı basitleştirme pahasına olsa da bir kavrayış sağlamaktadır. Yunan matematiğinin başlangıcında, tamamen sözlü olarak işleyen süreçler hâkimdir. Bu, ilk aşamadır. İkinci aşamada, sözler yerini kısaltmalara bırakmaktadır. Bu, ara dönemdir. Üçüncü aşamada, aritmetiğe ve cebire tamamen sembol dili hâkimdir. Diophantus, notasyon kullanımının erken örneklerini vermekle ara dönemi temsil etmektedir ve sembol dilininin gelişimine katkı sağlamıştır. Artık sözle tartışılamayacak, sözlü takip edilemeyecek süreçlerin, daha iyi bir konsantrasyon düzeyi sağlayan sembollerle sürdürülebilmesini sağlamıştır. Diophantus, en sade haliyle ve bu bağlamda, aritmetik, sayılar teorisi ve denklem çözümleriyle *cebirin babası* sayılmaktadır. Yunan kökenli olup olmadığı konusu net değildir. Ancak, ortaya koyduğu çalışmasında Yunan felesefesinin hâkim olması nedeniyle Yunan matematikçiler arasında sayılmaktadır.[288]

[285] Boyer, s. 197.
[286] Boyer, ss.196-216.
[287] Thomas Little Heath, **Diophantus of Alexandria: A Study in the History of Greel Algebra,** 2. Baskı, Cambridge, 1910, ss. 1-2.
[288] Boyer, ss. 198-205.

İskenderiyeli Heron'un yaşadığı dönem tartışmalıdır. MS 300 yılının yakın öncesinde yaşadığı tahmin edilmektedir.[289] Matematik ve fizik konularında ansiklopedi yazarı rolündedir. Çalışmaları[290] matematik teorisi yerine, buharlı motor, termometre, dişli çark mekanizmaları, robotik uygulamalar gibi fantastik pratik uygulamalara yöneliktir. *Metrika*[291] adlı kitabı, üçgenin alanını yalnızca kenar uzunlukları üzerinden hesaplamaya yarayan formül, bir sayının karekökü ve küpkökünün yaklaşık olarak elde edilmesi; 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 kenarlı poligon çizimi; koni, silindir, prizma, piramit, halka (tor) gibi katıların hacimlerinin hesaplanması, beş düzgün katının elde edilmesi gibi konuları ele alır. Matematik konusunda uygulamayı öne çıkarmaktadır.

Pappus, Diocletianus iktidarı dolaylarında (MS 284-305) sağdır. MS 320 dolaylarında tanınır durumdadır.[292] Uygulamalı Matematik Dönemi'nden kalma duraklama halini ortadan kaldırmıştır. Pappus'un klasik çalışmaların içeriğini yeniden tanımlamayı gerekli görmesi, Pappus zamanına kadar, sanki her şeyin unutulmuş olduğunu, matematik alanında bir baygınlık halini açığa vurur. Pappus'un rolü, matematiği daldığı uykudan uyandırmak, çıtayı tekrar yükseltmektir.[293]

Pappus, bir zamanlar Eukleides, Arkhimedes ve Apollonios'un temsil ettiği ruhu yeniden canladırmıştır.[294] Pappus'un büyük çalışması, MS 320 yılı dolaylarına atfedilen, *Synagoge*[295] (Collection) adlı çalışmasıdır. Bu çalışması analitik geometrinin icadında hareket noktası olarak hizmet etmiştir.[296] Yunan

---

[289] Thomas Heath, İskenderiyeli Heron'un yaşamı için önce MÖ150 ile MS 300 aralığını, daha sonra, MS 300 ya da yakın öncesini belirler: Heath, History II, ss. 298-300. Otto Neuer, İskenderiyeli Heron'un yaşadığı dönemin MS 64 dolaylarıyla ilişkilendirilmesini önerir: Otto Neugebauer, **Über eine Methode zur Distanzbestimmung Alexandria-Rom bei Heron**, **[Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter, Historik-Filologiske Meddelelser. XXVI, 2]**, Levin & Munksgaard, 1938, ss. 21-24. Boyer, Heron'un bilinen çalışmalarını MS 75 dolaylarına yerleştirir: Boyer, s. 686. Ramon Masià, Otto Neuer'in MS 64 olarak ileri sürdüğü tarihin kullanılmaması gerektiğini ileri sürer: Ramon Masià, "On Dating Hero of Alexandria", **Archive for History of Exact Sciences**, Cilt: 69, Sayı: 3, 2015, ss. 231-255.

[290] *Metrica*, *Dioptra*, *Pneumatica*, *Automata*, *Belopoeica*, *Cheirobalistra*, *Definitones*, *Geometria*, *Geodesia*, *Stereometrica* I-II, *Mensurae*, *Liber Geeponicus* ve kısmen günümüze ulaşan *Mechanics* ile Pappus tarafından atıfta bulunulan βαρουλκόσ için bkz.: Heath, History II, ss. 308-309.

[291] Hermann Schöne (Ed.), **Heronis Alexandrini Opera Quae Supersunt Omnia Vol. III: Tarionis Dimetimendi et Commentatio Dioptrica**, Teubneri, Lipsiae, 1903, (Heronis III).

[292] Boyer, s. 686.

[293] Heath, History II, s. 355.

[294] Boyer, s. 205.

[295] Pappus, **Pappi Alexandrini Collectionis**, **Volumen I: Insunt Librorum II, III, IV, V Reliquiae**, (Ed. Friedricus Hultsch), Berlin, 1876, (Synagoge).

[296] Boyer, s. 210.

matematikçilerin bir listesini vererek ve çalışmalarından söz ederek matematik tarihine katkı sağlamaktan daha fazlasını yapmıştır. Eseri, bir ansiklopedi olmaktan farklı olarak Yunan geometrisi için el kitabı durumundadır, kendisi de kısa ve anlaşılır diliyle klasik Yunan geometricisi gibidir.[297] *Elementler* üzerine yorumunun Proklos tarafından tamamlandığı kabul edilmektedir.[298]

Pappus ile Proklos arasındaki zaman dilimi, ünlü yorumcularla bilinmektedir. Iamblichus (ölümü MS 330)[299] ve Apollonios'un koniklerini yorumlayan, MS 4. yüzyılda yaşadığı düşünülen[300] Serenus[301] bu dönemin yorumcu bilim insanlarıdır.

MS 4. yüzyıl sonlarına doğru Theodosius I iktidarı döneminde (MS 379-395) yaşamış olan[302] ve MS 390 dolaylarında tanınır durumda olan İskenderiyeli Theon,[303] Ptolemaios'un *Almagest*'inin yorumcusu, Eukleides'in *Elementler*'i ve *Optik*'inin editörü ve MS 415 Mart ayında fanatik bir çete tarafından öldürülen, Diphantus'u yorumlayan Hypatia'nın[304] babasıdır.

İskenderiye, Eukleides zamanından (MÖ 300), Hypatia'nın ölüm tarihi olan MS 415 yılına kadar, matematiğin merkezi durumunda kalarak tarihte yerini almıştır. Hypatia'nın ölümü, *İskenderiye* öyküsünü tamamlasa da Yunan matematiğinin sonunu belirlemek için bir yüzyıl kadar erkendir.[305]

Proklos (MS 410-485) İskenderiye'de öğrenim görmüştür. Daha sonra Atina'ya gider ve Plutarkhos'tan ve çırağı Syrianus'tan Neoplatonik felsefeyi öğrenir. Syrianus'un ölümü üzerine *Platon Akademisi*'nin başına geçer. Çok yönlü bir kişiliğe sahiptir. Yunan ve Doğu dinlerine inanan bir muhafazakardır. Her türlü mite ve gizeme inanan birisidir. Şairdir. Platon'un *Timaeus*, *Republic*, *Parmenides*, *Cratylus* diyalogları üzerine yorumlar yazmıştır. Yetenekli bir matematikçidir.[306] Eukleides'in *Elementler*'inin birinci kitabı üzerinde yorumuyla matematik tarihine hatırı sayılır katkılar sağlamıştır.[307]

---

[297] Heath, History II, s. 358.
[298] Heath, History II, s. 356.
[299] Heath, History II, s. 529.
[300] Heath, History II, s. 519.
[301] Serenus, **Sereni Antionoensis Opuscula**, (Ed. I. L. Heiberg), Teubneri, Lipsiae, 1896.
[302] Heath, **History** II, s. 526.
[303] Boyer, s. 686.
[304] Heath, History II, s. 528.
[305] Boyer, s. 211.
[306] Heath, History II, s. 529.
[307] Proclus, on Euclid I, s. 99.

Platon Akademisi, Proklos (410-485) döneminde, Neoplatonik öğrenimin merkezi halinde gelmiştir. MS 527'de Justinianus *Doğu'nun İmparatoru* haline geldiğinde, Akademi'nin Pagan düşüncesi, Ortodoks Hristiyanlık için tehdit olarak görüldüğünden, MS 529 yılında felsefe okulları kapatılarak bilim insanları dağıtılmıştır.[308]

Proklos'un çırağı Neapolisli Marinus,[309] Syrianus'un başka bir çırağı Larissalı Domninus,[310] Boethius (MS 480-524)[311] ve MS 480 dolaylarında doğduğu tahmin edilen Eutocius da yorumcular arasındadır.

Eutocius, Arkhimedes ve Apollonios yorumcusudur. Arkhimedes üzerine yorumunun MS 560 dolaylarına ait olduğu düşünülmektedir.[312] Eutocius, Apollonios'un konikleriyle ilgili ilk dört kitabını, "Sevgili arkadaşıma …" diyerek Aya Sofya'nın mimarı, yetenekli matematikçi Tralleuslu Anthemius'a (ölümü MS 534) atfetmiştir.[313]

Tanınırlığı MÖ 6. yüzyılın ilk yarısına, Euticius'tan biraz sonrasına atfedilen Simplicius, İskenderiyeli Ammomnius'un daha sonra, Platonik okulun Atina'da son lideri Damascius'un çırağıdır. Aristoteles yorumcusudur. Simplicius *Parmenides, Empedokles, Anaxagoras, Melissus, Theoprastus* gibi fragmanları korumuş olması nedeniyle kendisine minnettar kalınması gereken bir insandır.[314]

Roma dünyasında yaşama şansı kalmayan bilim insanları Doğu'ya, Pers coğrafyasına yönelmiştir. Simplicius gibi bilimle ve felsefeyle uğraşan bilgeler, Kral Chosroes (I. Hüsrev, MS 531-579) iktidarı döneminde, *Sürgün Atina Akademisi* olarak görülebilecek bir okulu kurarak yollarına devam etmişlerdir.[315]

529 yılında Justinianus'un, Pagan düşüncesini yok etme gayreti ve Atina'da filozofluğu yasaklayan edikti üzerine Pers topraklarına göç edenler arasında

[308] Boyer, s. 214.
[309] Heath, History II, s. 537.
[310] Heath, History II, s. 538.
[311] Boyer, s. 93, dip not. 1; s. 687.
[312] Boyer, s. 687.
[313] Heath, History II, s. 540-541.
[314] Heath, History II, s. 538.
[315] George Sarton, **Introduction to the History of the Science, Volume I: From Homer to Omer Khayyam**, Carnegie Institution of Washington, The Williams & Wilkins Company, Baltimore, 1927, s. 400.

Damascius ve Simplicius da vardır. Fakat, Simplicius 533'te Atina'ya geri döner ve bir süre daha yoluna devam eder.[316]

Justinianus'un karşı manevrası sonrasında, matematik, Avrupa'da tamamen yok olmamıştır. Gelişmenin ana gövdesi yok olmuştur. Bu nedenle devamlılık, yorumcularla, zayıf bir karakterle gerçekleşmiştir. Böylece, Antik Dönem Yunan matematiği sona erer. MS 6. yüzyıldan itibaren, Yunan matematiğinin kalıntıları, Yakın Doğu ve Uzak Doğu'da 600 yıl kadar gelişmeye devam etmiş ve MS 12. yüzyılda Latin dünyasına geçiş yapmıştır.[317]

Roma, Cumhuriyet Dönemi'nde ve İmparatorluk Dönemi'nde, bilime çok az ilgi duyar ve çok az katkıda bulunur. Yunan düşüncesinin özünü ve detaylarını öğrenmeye, akıl yürütme ve mantıksal araştırmalara neredeyse ilgi göstermez. Mühendislik projeleri ve mimari eserler, pratik deneyime dayanan, kolay öğrenilen, liste halinde verilen temel kuralları yeterli görür ve bunları tüketir. Matematiğe katkıları en az düzeydedir. Tıp biliminin pratik yönlerine ve sanatlara istek duyulur. Ancak favori, betimleyici coğrafyadır. Roma'nın bilime ilgisini ve tanışıklığını, Vitruvius'un ve İskenderiyeli Heron'un doğrudan pratiği hedefleyen, mekanik bir dille teoriden uzaklaşan kitapları üzerinden değerlendirmek mümkündür.[318]

1.5. ANTİK DÖNEM'İN ÜNLÜ PROBLEMLERİ

Antik Dönem'de geometrinin üç ünlü problemi, *çemberin karelenmesi* (squaring of the circle), *küpün iki katına çıkarılması* (doubling of a cube) ve *bir açının üçe bölünmesi* (trisection of an angle) olarak tanınan problemlerdir.[319] Bu üç problem, çember içine düzgün poligon çizimi ve karenin iki katına çıkarılması gibi problemleri ortaya çıkarırken üç boyutlu geometrik formlarla ilgili araştırmalar, bu problemlere eşlik etmiştir. Cetvel ve pergelle çizim olanaklarının araştırılmasından uzayın üç boyutlu formlarla doldurulmasına uzanan bir perspektif söz konusudur.

---

[316] Heath, History II, 1921, s. 538; Alan Cameron, "The last days of the Academy at Athens", **Proceedings of the Cambridge Philological Society**, New Series, Sayı: 15 (195), Cambridge University Press, 1969, ss. 7-29.
[317] Boyer, s. 215.
[318] Boyer, ss. 196-216.
[319] Felix Klein, **Famous Problems of Elementary Geometry: The Duplication of the Cube, The Trisection of an Angle, The Quadrature of the Circle**, çev. W. W. Beman ve D. E. Smith, Ginn, Boston, 1897.

Geometrinin en yalın ve temel unsuru *nokta*'dır. İki noktayı birleştiren çizgi, *doğru*'dur. Cetvelin rolü iki nokta arasındaki doğruyu somutlaştımaktır. Üzerinde ölçü işaretleri bulunan bir cetvel, uzunluk ölçmeye ve düz çizgi çizmeye yarayan pratik bir araçtır. Üzerindeki ölçü işaretleri kaldırıldığında, ölçme yeteneğinden arınarak belirli ya da belirsiz iki nokta arasında düz çizgi çizebilen teori aracı haline gelmektedir. Bu haliyle cetvel iki noktayı birleştirebilir ancak iki nokta arasındaki uzunluğu ne aynı doğrultuda ne de başka bir doğrultuda tekrarlayamaz ve taşıyamaz.

Pergelin asli görevi ise belirli bir noktadan belirli uzaklıkta bulunan noktaları somutlaştırmaktır. Bu somutlaştırmanın karşılığı çemberdir. Pergelin çalışabilmesi için sabit bir başlangıç noktası ve uzaklık olmak üzere iki bilgi gereklidir. Pergelin ne kadar döneceği konusunda baştan belirlenen bir ölçü yoktur. Dönme hareketiyle ortaya çıkan kavram *açı* kavramıdır. Pergel, belirli bir uzunluğu, herhangi bir nokta etrafında tüm yönlerde tekrarlayabilir.

Ölçüsüz cetvel ve pergel kullanımı, Antik Dönem matematik bilgisinin gelişiminde önemli bir yere sahiptir. Ölçüsüz olmaları, elde edilecek şeklin teoriden hareketle elde edilmesine hizmet etmektedir. Ölçüsüz pergel ve cetvel en yalın halleriyle çember ve düz çizgi ikilisinden başka bir şey değildir. Elde başkaca hiçbir araç yokken, sadece bu iki araçla yapılabileceklerin neler olduğu konusu uzun zaman popüler çalışma alanı olarak kalmıştır.

Cetvel ve pergelle çizim olanakları; basitten karmaşığa doğru, nokta, iki nokta arasına doğru çizimi, bir doğru parçasının orta noktasının bulunması, bir doğrunun istenilen sayıda eşit parçalara bölünmesi gibi basit aritmetiğin karşılığı uygulamalarla birlikte düzgün üçgen ve kare ile başlayan ve düzgün poligonların çizimiyle sonsuzluğa uzanan bir grafik repertuarıyla ilgilidir.

İskenderiyeli Pappus[320] (MS 290-350); Antik Dönem'de matematikçilerin problemleri *düzlem* (plane), *katı* (solid) ve *lineer* (linear) *problemler* olmak üzere üç kategori üzerinden ele aldıklarını aktarmaktadır. Pappus'un aktardığı bilgilere göre *düzlem problemleri*, düz çizgi ve çember ile çözülebilen problemleri içermektedir. *Katı problemleri*, bir ya da daha fazla konik kesit (elips, parabol, hiperbol) ile çözülebilen problemlerdir. *Lineer problemler* ise çok daha karmaşık ve inşası zor olan

[320] Boyer, ss. 196-215.

(*spiral, quadratrices, cochloids* veya *concoid, cissoid*) ile çözülebilen problemlerdir.[321]

Pappus'un kategorik ayrımına göre, ölçüsüz cetvel ve pergel ile çözülebilen problemler, çember ve düz çizgi ile çözülebilen *düzlem problemleri* kategorisine aittir.

1.5.1. Çemberin Karelenmesi

Çemberin karelenmesi problemi, sadece ölçüsüz bir cetvel ve bir pergel kullanarak çemberin (dairenin) alanına eşit bir kare çizilmesidir. Böylece, dairenin alanının hesaplanmasını hedeflenmektedir. Günümüzde kullanılan terimlerle ifade edildiğinde, problem, dairenin yarıçapı r, hedeflenen karenin bir kenarı a iken $\pi r^2=a^2$ denkleminin çözümünü aramaktadır.

Problemle ilgili olarak ismi ilişkilendirilen ilk kişi Klazomenaili Anaksagoras'tır.[322] Güneş'in bir tanrı olmadığı, ateşten bir kütle olduğu, Ay'ın Dünya'ya benzer bir yer olduğu ve Güneş'ten aldığı ışığı yansıttığı yönündeki düşünceleri ve iddiaları nedeniyle *dinsizlik*le suçlanan ve hapse atılan Anaksagoras'ın,[323] hapisteyken çemberin karelenmesi konusunda çalıştığı ve yazdığı bilinmektedir.[324] Ay'ın evreleri hakkındaki düşünceleri, en açık ve en cesurca yazan kişi olarak da bilinen Anaksagoras'ın, MÖ 432 dolaylarında Perikles tarafından hapisten güçlükle çıkarıldığı bilgisi[325] esas alındığında, MÖ 5. yüzyılın ikinci yarısında problem tanınır ve bilinir durumdadır. Çemberin çalışılma sebebinin de gezegenlerle ilgili gelişen kavrayışa yönelik olduğu anlaşılmaktadır.

Aristophanes, *Kuşlar* (*The Birds*) isimli komedyasının bir bölümünde gök bilimci, mühendis ve matematikçi Meton'u konuşturur. Komedya kurgusu içerisinde, Meton, kendisini tanıttıktan sonra, öykünün akışına göre, beraberinde getirdiği anlaşılan cetvel ve pergeli, gökyüzünü ölçmeye yarayan aletler olarak tanıtır. Gökyüzünü, muhtemelen kapalı bir sistem olması ve şekli bakımından, fırına benzetir.

---

[321] Pappus, Synagoge, Liber III. Propos 54-56, Liber IV. Propos 30.
[322] Heath, History I, s. 220; Boyer, s. 69.
[323] Diogenes Laertius, 2.3. (Anaxagoras); Burnet, ss. 290-318.
[324] Plutarchus, De Exilio, c. 17, 607: De Lacy ve Einarson, Moralia VII, s. 571.
[325] Plutarchus, Nicias, 23.2: Bernadotte Perrin (çev.), **Plutarch's Lives In Ten Volumes**, **III: Pericles and Fabius, Nicias and Crassus Maximus**, London: William Heinemann LTD, New York: G. P. Putnam's Sons, First Printed 1916, Reprinted 1932, s. 291.

Cetvelle yukarıdan aşağıya bir çizgi çizeceğini ve bu çizginin bir ucundan pergelle bir çember tanımlayacağını anlatıp muhatabı Pisthetaeros'a "Anladın mı?" diye sorar. Pisthetaeros, hiçbir şey anlamadığını söyleyince Meton daha detaylı bilgi verir. Düz cetvelle çemberin içine bir kare çizeceğini, merkezde tüm sokakların gideceği bir agora olacağını belirtir. Ortaya çıkacak çizimle ilgili olarak yalnızca yörüngesel olmasına karşılık, merkeze yaklaşırken, bir yıldız gibi ışınlarını her taraftan düz bir çizgi halinde gönderen bir tasarıma vurgu yapar.[326]

Aristophanes'in komedyasında yer veriliyor olması, çemberin karelenmesi üzerine yapılan çalışmaların MÖ 414 dolaylarında, toplumun geniş kesimleri tarafından bilindiğini tanındığını ve popüler olduğunu göstermektedir.[327] Bu durum, popüler olmanın ötesinde, çemberin karelenmesine ilişkin matematik bilgisinin sanat alanına yansıdığının da bir kanıtıdır.

Komedya'da Meton tarafından aktarılan bilgiler, görsel olarak ele alındığında, çember içerisinde kare ya da kareler, çember içerisinde merkezden dışarı doğru her yönde uzanan ışınlar, yıldız formu, hatta çember merkezinde bir tema ve bu temaya yörüngesel yaklaşan çizgiler, yörüngesel olmakla beraber merkezden dışarıya dışarıya düz çizgiler halinde yayılan ışınlar şeklinde bileşenleri içeren tasarımları akla getirmektedir.

Thomas Heath, Meton ile ilgili pasajların komedi unsurunu öne çıkaran kelime oyunları içerdiğine dikkat çekerek Meton'un gerçekte yaptığı işin, çemberi biri diğerine dik iki çapla bölmek olduğunu, τετράγωνος (tetragonos) kelimesinin, çemberin merkezinde *dört dik açı* anlamına gelebileceğini, kelimenin çemberin karelenmesi problemine gülünç bir ima katacak şekilde *kare* anlamında kullanılmamış olabileceğini ifade etmektedir.[328]

Bu değerlendirme, geometrik repertuarın incelenmesinde, bir çemberi merkezinden dört dik açıyla bölen grafikleri, çemberin çevresinin bölünmesiyle ilgili desenleri işaret etmektedir.

[326] Aristophanes, **Birds**, p. 1005-1010: Whitney J. Oates ve Jr. Eugene O'Neill (Ed.), **The Complete Greek Drama**, Cilt: 2, Random House, New York, 1938.
[327] Heath, History I, s. 220.
[328] Heath, History I, ss. 220-221.

1.5.2. Bir Açının Üçe Bölünmesi

Çemberin karelenmesi konusunda çözüm yolu olarak Antiphon'un önerdiği yöntemde, çember içerisine poligonlar çizilmekte ve kenar sayısı artırılarak çemberle sınırlanan alana yaklaşılmaktadır. Çember içerisine poligon çizimi, bilinen en yalın poligonlar olan eşkenar üçgen ya da kare ile başlamaktadır. Süreç bir kere başlatıldıktan sonra başlangıçta seçilen poligonun kenar sayısı her defasında ikiye katlanarak çoğaltılmaktadır. Kenar sayısının ikiye katlanması, başlangıç poligonu olan üçgen ya da dörtgenin kenarları arasında kalan açıların ikiye bölünebilmesi sayesinde gerçekleşmektedir.

Örneğin çember içerisine eşkenar üçgen çizilmişse kenar sayısı kolaylıkla iki katına çıkarılarak altıgen (heksagon) edilmekte, sonra sırasıyla 12, 24, 48 ve 96 kenarlı poligonlara süratle ulaşılmaktadır. Eğer süreç kare ile başlatılmışsa sırayla 8, 16, 32, 64 ve 128 kenarlı poligonlar elde edilebilmektedir.

Sadece eşkenar üçgen ve kare bilindiğinde, kenar sayısına göre sıralama yapılırsa 3, 4, 6, 8, 12, 16, 24, 32, 48, 64, 96 ve 128 kenarlı poligonlar gibi inşa yöntemi bilinen poligonların bir listesi oluşmaktadır.

Listede 5, 7, 9, 10, 11, 13 kenarlı poligonlar başta olmak üzere çok fazla eksiklik söz konusudur. Listedeki eksikliklerin sebebi, kenar sayısını ikiye katlamakla beşgen, yedigen, dokuzgen gibi düzgün poligonların elde edilememesidir. Eksikliklerin tamamlanması, düzgün poligon inşa yöntemlerini çalışma alanı haline getirmektedir.

En basit poligon olan eşkenar üçgen, çemberin üç eşit parçaya bölünmesini temsil ederken kare, çemberin dört eşit parçaya bölünmesini temsil etmektedir. Geometrinin temel ilkeleri bunları olanaklı hale getirmektedir. Ancak, düzgün beşgen için daha karmaşık yöntemlerle çemberin beş eşit parçaya bölünmesi gerekmektedir.

Düzgün beşgen inşa edildiği takdirde, kenar sayısının ikiye katlanmasıyla elde edilebilecek 10, 20, 40, 80, 160 kenarlı poligonlar doğal olarak bilinir hale gelmektedir. Ancak, düzgün beşgen bilindiği halde 15, 30 ve 45 kenarlı poligonlara ulaşılamamaktadır. Bunun sebebi, herhangi bir poligonun kenar sayısının üçe katlanması ya da bunu sağlayacak olan herhangi bir açının üçe bölünmesi problemidir.

Bir açının üçe bölünmesi probleminin, düzgün beşgenin (regular pentagon) keşfedilmesinden sonra, düzgün poligonların nasıl inşa edileceği probleminin sonucu olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir.[329]

1.5.3. Küpün İki Katına Çıkarılması

Ölçüsüz bir cetvel ve pergel kullanarak küpün iki katına çıkarılması problemi ile ilgili bilgiler; Vitruvius, Plutarkhos, Smyrnalı Theon ve Eutocius gibi farklı kaynaklardan versiyonlar halinde gelmektedir.

Vitruvius, Tarentumlu Arkhytas[330] (MÖ 428-365) ve Kyreneli Eratosthenes'i[331] (MÖ 276-194), insanlık için çok yararlı buluşları nedeniyle teşekkür borcunu da ifade ederek övgüyle anarak tanıtır. Yaptıkları önemli işlere Apollo'nun Deloslulara kehanetle emrettiği "sunaklarındaki kübik ayak sayısının iki katına çıkarılması" problemini (küpün iki katına çıkarılması problemi) birbirinden farklı yöntemlerle çözmeyi başararak Delos halkını dine karşı günah işlemekten kurtarmalarını örnek gösterir. Vitruvius, Arkhytas'ın çözümünün yarı silindir şekliyle çözdüğünü, Eratosthenes'in ise *mesolebe* adı verilen bir araçla çözdüğünü de detay bilgi olarak vermektedir.[332]

Tarentumlu Arkhytas'ın MÖ 428-365 aralığında yaşamış olması, Eratosthenes'in MÖ 276-194 aralığında yaşamış olması, yaşadıkları dönemler arasında yaklaşık yüzyıl kadar bir zaman farkı olması dikkat çekicidir. Bu iki kahraman, çağdaş olmadıklarından, kehanet karşısında Delos halkını dine karşı günah işlemekten birlikte kurtarmalarına olanak bulunmamaktadır. Arkhytas, problemi çözmüşse kehanetin MÖ 5. yüzyıl sonu ile MÖ 4. yüzyılın ilk yarısında gelmiş olması gerekir ve bu çözümle Delos halkının kurtulmuş olması gerekir. Her ikisinin de ayrı yöntemlerle problemi çözdükleri ifade edildiğinden, çözümü bilinen bir konuda ikinci kez kehanet gelmesi ve Delos halkının ikinci kez güç durumda kalması gibi çelişkiler barındıran bir durum söz konusudur. Bu durum, küpün iki katına çıkarılması konusundaki bilgilerin versiyon farklarının bir örneğidir.

---

[329] Heath, History I, s. 223.
[330] Boyer, ss. 31, 57, 69, 71, 89, 91, 93, 97, 106.
[331] Boyer, ss. 176-179, 188, 210.
[332] Vitruvius, Ten Books, IX. 13-14.

Plutarkhos'un (MS 46-119) aktardığı bilgilere göre, Apollo tarafından Deloslulara, Delosluların ve Yunanların, Delos'taki sunağı iki katına çıkardıklarında, mevcut kötülüklerinden biraz uzaklaşabilecekleri yolundaki kehanet bildirilir. Deloslular, kehanette geçen *iki katı* sözünü yanlış anlarlar. Sunağı iki katına çıkarmayı, *sunağın kenar uzunluklarını iki katına çıkarma* şeklinde değerlendirirler. Bunu yaptıklarında, sonuç olarak sunağın hacmini iki katına çıkarmak yerine sekiz katına çıkarırlar. Bunun gibi amaçla bağdaşmayan bir çok saçma çabadan sonra, kehaneti çözmesi için Platon'a başvururlar. Platon, Tanrı'nın bu kehanetle, öğrenmeyi küçümseyen Yunanların aldırmazlıklarını yüzlerine vurduğunu, bu kehanetin, Yunanların kendilerini geometrinin derin konularına vermeleri konusunda bir uyarı olduğunu anlatır. Devamında, bu problemin dar görüşlü bir zeka ile çözülemeyeceğini, problemin geometri konusunda tam olarak bilgili, donanımlı ve yetenekli kişiler tarafından ele alınarak küpü iki katına çıkaracak oranların bulunması gerektiğini belirterek bu işi yapabilecek kişileri de Knidoslu Eudoksos[333] (tanınırlığı M.Ö 428) ve Kyzicuslu Helicon olarak belirler. Bu kehaneti ileri sürmekle Tanrı'nın amacının, küpü iki katına çıkarmak üzere geometrici bulmak ve sorunu geometricilere çözdürmek olmadığını, Tanrı'nın amacının, içinde bulundukları savaşma ve çekişme halini bir kenara bırakıp çalışmaya, sanata, barış içinde yaşamaya ve topluma fayda sağlamaya kendilerini vermeleri için Yunanlara bir ders vermek olduğu konusunda Delosluları tekrar uyarır.[334]

Smyrnalı Theon'un[335] (MS 70, tanınırlığı MS 125 dolayları) aktardığı bilgilere göre, Kyreneli Eratosthenes (MÖ 276-194), *Platonicus* başlıklı çalışmasında konuya değinmiştir. Tanrı, Deloslulara, kehanet aracılığıyla, bildirmiştir ki vebadan kurtulmak istiyorlarsa mevcut sunağı iki katına çıkarmalıdırlar. Zanaatçılar, mevcut katının (solid) şekli korunarak nasıl iki katına çıkarılacağı konusundaki çabaları sonucunda büyük şaşkınlığa düşerler. Problemin çözümü için Platon'a sormaya giderler. Platon, Tanrı'nın arzusunun sunağın iki katına çıkarılması olmadığını, bu görevi vermekteki kastının Yunanları, matematiği ihmal ettikleri ve küçümsedikleri için utandırmak olduğu şeklinde bir değerlendirmeyle cevap verir.[336]

[333] Boyer, ss. 98-103, 91, 108, 125, 160, 176, 193, 485.
[334] Plutarchus, De E apud Delphos, c. 6, 386 E; Plutarch, De genio Socratis, c. 7, 579 C-D.
[335] Boyer, ss. 200, 686.
[336] Theon of Smyrna, p. 2.3-12: Dupuis, s. 5.

MS 5. yüzyılın son çeyreğiyle ile MS 6. yüzyılın ilk çeyreği arasında yaşamış olan Ascalonlu Eutocius (MS 480-520), Arkhimedes'in küre ve silindir üzerine yaptığı çalışmaları yorumladığı kitabında, küpün iki katına çıkarılması problemini tanıtmış ve çözümlerini aktarmıştır.[337]

Eutocius'un aktardığı bilgiler içerisinde, Kyreneli Eratosthenes tarafından Ptolemaios III Euergetes'e (MÖ 284-222) yazıldığı iddia edilen bir mektup yer almaktadır.[338]

Mektubun yazıldığı tarih, Ptolemaios III Euergetes iktidarının erken dönemine, MÖ 245 dolaylarına atfedilmektedir. Ptolemaios III Euergetes, oğlu Philopator'un eğitimiyle ilgilenmesi için Eratosthenes'i Atina'dan İskenderiye'ye gelmesi için ikna etmiştir.[339] Mektupta, Eratosthenes, küpün iki katına çıkarılması probleminin kaynağı ve kendi dönemine miras kalan çözüm yöntemlerinin kısa bir tarihi vermektedir. Problemin pratik amaçlara hizmet eden yönleri de tanıtıldıktan sonra Eratosthenes, kendi çözümünü, kullandığı mekanik yöntemi ve mekanik olarak sorunu çözen enstrumanı tanıtmaktadır. Bronzdan yapılan bu mekanik enstrumanın, adak olarak, üzerinde ispatı öz olarak ve figürlerle anlatan ve bir epigram taşıyan sütuna kurşunla monte edildiği de aktarılan bilgiler arasındadır. Thomas Heath, von Wilamowitz'e[340] atıfta bulunarak, iddia edilen bu mektubun sahte olduğunu ancak yazarın, Eratosthenes'in ispatını ve epigram konusunu sorgulayarak gerçek bir hizmet sunduğunu belirtir.[341]

Bu mektuba göre, Antik Dönem'in kimliği belirsiz şairi, Girit Kralı Minos'un oğlu Glaukos için bir mezar inşa edilmesini konu edinir. Anlaşıldığı kadarıyla mezar, her taraftan 100 ayak ölçüsündedir. Kral Minos, bu ölçülerden memnun kalmaz ve yapının iki katı olması gerektiğini söyler. Geometriciler problemi ele alırlar, şekli aynı kalırken, bir *katı*nın (solid) nasıl olup da iki katına çıkarılabileceğini bulmaya çalışırlar. Araştırmalara küp ile başladıklarından ve küpü iki katına çıkarmaya

[337] J. L. Heiberg (Ed.), **Archimedis opera omnia cure commentariis Eutocii**, Cilt: 3, In Aedibus B. G. Teubneri, Lipsiae, 1881, (Archimedis), ss. 65-261, özellikle ss. 102-114.
[338] Max Leventhal, "Eratosthenes' Letter to Ptolemy: The Literary Mechanics of Empire", **American Journal of Philology**, Cilt: 138, Sayı: 1, 2017, ss. 43-84.
[339] Wilbur Richard Knorr, **Textual Studies in Ancient and Mediaeval Geometry**, Birkhäuser, Boston, 1989, ss. 144-145.
[340] Ulrich von Wilamowitz-Moellendorff, "Ein Weihgeschenk des Eratosthenes", **Kleine Schriften**, Cilt: 2, (Ed. Paul Mass), Akademie-Verlag, Berlin, 1971, ss. 48-70.
[341] Heath, History I, s. 244.

çalıştıklarından problem, *küpün iki katına çıkarılması* olarak adlandırılmıştır ve yapılan çalışmalar uzun bir zaman sonuç vermemiştir. Khioslu Hippokrates[342] (tanınırlığı MÖ 430) çözüm yolunu keşfeden ilk kişidir. Küpün iki katına çıkarılması probleminin, çözümü daha kolay olmasa da düz çizgiler arasındaki orana indirgenebileceğini göstermiştir.[343]

Thomas Heath'ın deyimiyle "Sahte Eratosthenes" tarafından yazılan mektuba göre, Kral Minos ve oğlu Glaukos'un mezarı üzerinden Khioslu Hippokrates'e intikal eden problem, daha sonra sunağın iki katına çıkarılmasını deklare eden kehanet yoluyla Delosluları aynı çıkmaza düşürmüştür. Deloslular, Platon ve Akademia geometricilerine, sorunun çözümü için yalvarmak üzere gönderilirler. Geometriciler, iki düz çizgi arasında kurulacak iki oranı bulma sorunu üzerinde ciddiyetle çalışırlar. Tarentumlu Arkhytas'ın yarım silindir kullanarak, Knidoslu Eudoksos'un[344] ise eğrilerle bu orantıları bulduğu ancak bu çözümlerin teorik çözümler olduğu, pratik olarak uygulanabilir bir yöntem vermediği, Menaikhmos'un[345] çözümünün bir nebze pratik ama güçlükle uygulanabilir olduğu anlaşılır.[346]

Thomas Heath, küpün iki katına çıkarılması probleminin Arkhytas, Eudoksos, Menaikhmos, Platon, Eratosthenes, Nikomedes,[347] Diokles,[348] Sporus ve Pappus'a atfedilen çözümleri vererek Platon'un *Akademiası*'nda problemin çalışıldığına şüphe olmadığını vurgulamaktadır.[349]

1.5.4. Çember ve Düzgün Poligonlar

Atinalı Antiphon (MÖ 480-411), çemberin karelenmesi konusunda bir çözüm yolu önermiştir. Önerdiği çözüm yolu konusundaki bilgileri; Aristoteles, Aristoteles'in çalışmalarını yorumlayan Themistius (MS 317-388) ve Kilikialı Simplicius (MS 490-560) tarafından aktarılan bilgilerden öğreniyoruz.[350]

---

[342] Boyer, ss. 69, 71-75, 89, 101, 103, 107, 115, 124, 176, 179, 213.
[343] Heiberg, Archimedis, ss. 104.17-106.1; Heath, History I, s. 245.
[344] Boyer, ss. 98-103, 91, 108, 125, 160, 176, 193, 485.
[345] Boyer, ss. 93, 103-108; 112, 265, 370.
[346] Heath, History I, ss. 244-245.
[347] Boyer, s. 685.
[348] Boyer, s. 685.
[349] Heath, History I, ss. 246-270.
[350] Heath, History I, ss. 220-223.

Aristoteles, çıkarımların dayanağı olan ilkelerde özellikle dikkatli olunması gerektiğini, bu bağlamda, geometricinin görevinin, bir çıkarım durumunda olan, Antiphon'un ileri sürdüğü ispatı çürütmek değil çıkarımın dayanağı olan ilke düzeyindeki hata nedeniyle, *çemberin segmentler üzerinden karelenebileceği düşüncesini* çürütmek olduğunu vurgulamaktadır.[351]

Themistius'a göre Antiphon, çember içerisine bir eşkenar üçgen çizerek kareleme sürecini başlatmıştır.[352] Simplicius, çember içerisine düzgün poligonlardan birinin çizilmesiyle sürecin başlatıldığını aktarmakta, başlangıç olarak da kareyi seçmektedir.[353]

Bu bilgilere göre, Antiphon; bir çember içerisine, öncelikle eşkenar üçgen ya da kare gibi bir düzgün poligon çizilmesini, sonra, poligonun kenarlarının birer taban olarak düşünülmesini, bu tabanlar üzerine ikiz kenar üçgenler yerleştirilmesini, böylece poligonun kenar sayısının ikiye katlanmasını, bu işlem tekrarlandıkça poligon çevresinin çemberin çevresine eşit duruma geleceğini önermektedir **(EK 13, 14)**.[354]

Herhangi bir poligonun alanına eşit bir kare çizilebileceğinden,[355] çemberin çevresine eşit bir poligon elde etmekle çemberin alanına eşit bir kare elde edilmiş olacağı sonucuna ulaşılmaktadır.

Simplicius; çemberle üçgenin toplamda üç noktada temas edebileceği,[356] bu temas noktaları arasında sonsuz çoklukta nokta bulunduğu, sonsuz tekrar yapılarak arada kalan noktaların tüketilemeyeceği, yani arada daima bir boşluğun kalacağı, bu nedenle poligonun kenar sayısı ne olursa olsun, çember ile doğrunun eşit hale gelmesinin mümkün olmayacağı yönünden bu sonucu eleştirmiştir. Simplicius, Eudemos'a göre, Antiphon'un yaklaşımının, büyüklüklerin limitsiz bölünebilmesi ilkesini ihlal ettiğini belirtmektedir.[357]

Antiphon'un yöntemine itirazlar; bir çemberin içine poligon çiziminin, cetvel ve pergelle sonsuz çoklukta sürdürülemeyeceği, bu yapılsa dahi poligonla çemberin

[351] Aristotle, Physics, I. 2. 185a 16.
[352] Themistius, **Themistii In Aristotelis Physica Paraphrasis, [Commentaria In Aristotelem Graeca Voluminis V, Pars II: Themistii In Pysica Paraphrasis]**, (Ed. Henricus Schenkl), Berlin, 1900, (in Phys.), 4.2. Heath, History I, s. 221.
[353] Simplicius, in Phys., 54.20-55.24.
[354] Heath, History I, ss. 221-222.
[355] Euclid, Elementler, II.14.
[356] Euclid, Elementler, III.16.
[357] Simplicius, in Phys., 54.20-55.24.

asla eşit olmayacağı yönünden yerindedir. İtirazlarda yer alan bu eleştiriler, çemberin karelenmesi için sadece cetvel ve pergelin yetmeyeceğini göstermekle beraber problemin çözümü için yeni kavramlara ve yeni yaklaşımlara yol vermiştir.

Antiphon'un yaklaşımının özü, modern matematiğin üzerine inşa edildiği temel kavramlarından biri olan *limit* kavramı çerçevesinde doğrudur. İnsan eliyle yapılması mümkün olmayan sonsuz çoklukta operasyonu teoriyle gerçekleştiren modern yaklaşıma göre, çember içerisine yerleştirilen, kenar sayısı sonsuz çoklukta artırılan poligonun *limiti, çember*dir. Antiphon, matematik tarihinde onurlandırılmayı hak etmektedir.[358]

Aristoteles, çemberin karelenmesi konusunda Herakleia Pontikeli Bryson tarafından, Antiphon'dan bir kuşak sonra ileri sürülen yöntemi eleştirmiştir.[359] MS geç 1. yüzyıl ile erken 2. yüzyıl arası dönemde yaşamış olan Aphrodisiaslı Aleksander tarafından aktarılan bilgilere göre Bryson, çemberin içerisine bir kare ve etrafına bir kare yerleştirerek çemberin alanını bu iki karenin arasında sıkıştırmış, iki kare arasına yeni bir kare oluşturarak çemberin alanına karşılık gelen kareyi elde etmiştir. Bu işlemin nasıl yapıldığı konusunda detaylar bilinmemektedir ancak çemberin içine poligon çizmenin yanı sıra çemberin çevresinde de poligon çizerek çemberi içeriden ve dışarıdan *sıkıştırma* (compression) yönteminin ortaya konulduğu anlaşılmaktadır.[360] Bu durum, Antiphon'un çemberin içine poligon çizimi önerisinin, kısa sürede, çemberin dışına da poligon çizimiyle genişlediğini göstermektedir.

Antik Dönem'in en büyük matematikçileri arasında görülen Eudoksos (MÖ 408-355) tarafından geliştirilen ve integral hesabın öncüsü sayılan, eğriyle sınırlanan alanların hesabına ilişkin tüketme (exhausting) yöntemi, çemberi poligonlarla sıkıştırma yöntemiyle birlikte, Arkhimedes tarafından yapılan çalışmalarda meyvesini vermiştir.[361]

Arkhimedes (MÖ 287-212), çemberin ölçülmesine dair çalışmasında, çember içine ve dışına 96 kenarlı poligon yerleştirerek π sayısını 3,1408 ile 3,1428 arasında bir değer olarak hesaplamıştır.[362] Arkhimedes bu çalışmasında, çemberin çevresinin

[358] Heath, History I, s. 222.
[359] Aristotle, Posterior Analytics, I. 9, 75 b 40.
[360] Heath, History I, s. 223.
[361] Heath, History I, ss. 222, 249-251.
[362] Heath, Archimedes, ss. 91-98.

ve alanının nasıl hesaplanacağını da göstermiştir. İspatında kullandığı grafik ilgi çekicidir.[363] Çemberi hem içerden hem dışardan poligonlarla sıkıştırmıştır **(EK 15)**.

Düzgün beşgen, beş düzgün katı arasında *dodekahedron*un özel bir yere sahip olması nedeniyle büyük ilgi görmüştür. Eukleides (MÖ 300), düzgün beşgen çiziminin ispatını vermiştir.[364] Düzgün beşgen çizimi, sonlu düz bir çizginin özel oranda (extreme and mean ratio)[365] kesilmesiyle doğrudan ilgilidir.[366] Eucleides bu ispatı verdiği için MÖ 300 itibariyle düzgün beşgen çizim yöntemi, kesin olarak bilinmektedir.

Düzgün beşgen kadar ilgi görmemekle birlikte, Antik Dönem'de, düzgün yedigen (heptagon) çizimi konusunda da çalışmalar yapıldığı bilinmektedir. Çember içine düzgün yedigen çizimini ele alan ve kayıp çalışmalar arasında sayılan bir çalışma, bazı Arap yazarlar tarafından Arkhimedes'e atfedilmektedir.[367]

İskenderiyeli Heron (MS 10-85)[368] *Metrika* isimli çalışmasında düzgün yedigen çizimini ele almıştır.[369] Heron (MS 10-85), *Metrika*'nın birinci kitabında, düzgün poligonların alanlarının hesaplanması konusunu ele almış ve 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 kenarlı poligonların bazılarının tam bazılarının yaklaşık olarak çizimlerini ve alanlarını vermiştir.[370]

1.5.5. Karenin İki Katına Çıkarılması

Küpün iki katına çıkarılması problemi, ölçüsüz cetvel ve pergelle çözülememiştir. Küpün iki katına çıkarılması probleminin, kareye uyarlaması, karenin alanının iki katına çıkarılmasıdır. Bu problemin çözümü, Platon'un *Sokrates ve Meno* diyaloğunda verilmiştir.

---

[363] Heath, Archimedes, s. 91.
[364] Euclid, Elementler, IV.10.11.
[365] Euclid, Elementler, II.11.
[366] Euclid, Elementler, IV.30.
[367] Heath, Archimedes, s. xxxviii; Jan P. Hogendıjk, "Greek and Arabic Constructions of the Regular Heptagon", **Archive for History of Exact Sciences**, Cilt: 30, Sayı: 3-4, 1984, ss. 197-330.
[368] Boyer, ss. 190-193, 31, 179, 197-, 257, 283, 301, 686. Evangelos Papadopoulos, "Heron of Alexandria (c. 10-85 AD)", **Distinguished Figures in Mechanism and Machine Science**, (Ed. Marco Ceccarelli), Springer, Dordrecht, 2007, ss. 217-245.
[369] Heron, Metrika, I.8: Schöne, Heronis III, ss. 55- 56.
[370] Heron, Metrika, I.17-26: Schöne, Heronis III, ss. 97-139.

Diyalogda Sokrates, ruhun ölümsüzlüğünden, ölümsüzlüğün beraberinde getirdiği sonsuz yaşam karşısında dünyadaki hayatın sonlu ve karşılaştırılamaz ölçüde kısalığından hareketle, ruhun sık sık doğduğunu, dünyada ve deyim yerindeyse öbür dünyada görüp öğrenebileceği ne varsa öğrendiğini, bu nedenle bilginin insanın ruhunda olduğunu, ruh aslında her şeyi öğrenmiş olduğundan, araştırma ve öğrenme denilen şeylerin zaten mevcut olan bilgileri hatırlamadan başka bir şey olmadığını iddia eder.[371]

Bu iddia karşısında Meno, Sokrates'ten bunun böyle olduğunu göstermesini rica eder. Sokrates Meno'dan kölelerinden herhangi birini çağırmasını olacakları izlemesini ister. Meno, genç olduğu anlaşılan bir köleyi çağırır ve diyalog Sokrates ile Meno'nun kölesi arasında devam eder. Sokrates, adım adım genç köleyi kare, karenin alanı gibi temel bilgilerle bilgilendirerek sonrasında adım adım karenin alanını ikiye katlamanın yöntemini verir.[372]

Sokrates, kenar uzunluğu iki ayak olan kareyi köşegeniyle iki eşit parçaya böler ve bu köşegeni kenar kabul eden yeni bir kare oluşturur. Alanı dört ayak kare olan karenin köşegeni üzerine, alanı sekiz ayak kare olan kare edilmekle, karenin alanı iki katına çıkarılmış olur **(EK 16)**.[373]

1.5.6. Platonik Katılar ve Pentagon

Platon, *Timaeus* diyaloğunda, ideal olarak soyut durumda bulunan evrenin ve varlıkların maddi gerçeklik olarak yaratılmasına ve ideal formların maddi varlıkları gerçekleştirmeleri üzerine düşüncelerini anlatır. Öncelikle, görülebilir ve somut bir evren inşası için gereklilikler belirlenir.[374] *Evrenin yapıcısı*, evreni oluşturacak dört elementin (ateş, hava, toprak ve su) her birini olabildiği kadar tam ve mükemmel olacak şekilde biçimlendirerek işe başlar.[375] *Yapıcı*, elementleri somutlaştıracak katı gövdeleri oluşturacak parçalar olarak eşkenar üçgen, kare, beşgen olmak üzere üç düzgün poligon belirler. Dört temel elementi ve bir bütün olarak evreni temsil edecek

[371] Plato, Meno, 81 d: John M. Cooper ve D. S. Hutchinson (Ed.), **Plato: Complete Works,** Hackett Publishing Company, Cambridge, 1997.
[372] Plato, Meno, 82 a.
[373] Plato, Meno, 82 c-85 b.
[374] Platon, Timaeus, 31 b 4-32 c 4.
[375] Platon, Timaeus, 53 b 5-6.

katının (solid) oluşturulmasında işleyecek kurallar, cismin her bir köşesinde birleşen yüzey sayısının aynı olması ve her bir yüzeyin de düzgün poligon olmasıdır.

Bu değerlendirmeler sonucunda *ateş* için seçilen model, her bir yüzeyi eşkenar üçgen olan düzgün dört yüzlü, *tetrahedron*'dur. *Hava* için düzgün sekiz yüzlü ve her bir yüzeyi eşkenar üçgen olan *oktahedron* seçilir. *Su*, düzgün yirmi yüzlü ve her bir yüzeyi eşkenar üçgen olan *ikosihedron* ile temsil edilir. *Toprak* (earth), her bir yüzeyi kare olan *heksahedron* ya da daha bilinen ismiyle *küp* ile temsil edilecektir. Son olarak küreye en çok yaklaşan şekil olması sebebiyle, bir bütün olarak evreni temsil etmek üzere, *dodekahedron* seçilir.[376]

Platon; böylece, karmaşık, şekilsiz, biçimsiz varlıkları vücuda getirecek elementlerin ideal formları, beş düzgün katıyı, belirler. Platon'un bu eseri, beş katı cisimle ilgili en erken otorite olarak Platon'u belirlemektedir.[377]

Bu katıların ya da başka bir deyişle çok yüzlülerin (polyhedra), Platon tarafından mı yoksa daha önce Pythagoras ya da erken Pythagorasçılar tarafından mı ortaya konulduğu konusu tartışmalıdır. Tartışmanın odak noktası *dodekahedron*dur. Çünkü bunun dışındaki katılar, kare ve eşkenar üçgen gibi bilinen poligonlarla kuruluyorken *dodekahedron* inşası düzgün beşgene dayanmaktadır. Düzgün beşgenin teorik olarak inşasının hangi tarihten itibaren bilindiği konusu net değildir.

*Dodekahedron*un icadıyla ile ilgili en dikkat çekici karakter Metapontinoslu Hippasos'tur. Iamblichus'un aktardığı bilgilere göre,[378] Metapontinoslu (ya da Krotonlu) Hippasos (tanınırlığı MÖ 400),[379] bir *Pythagorasçı*'dır. On iki düzgün beşgenden bir küre (dodekahedron) tanımlaması ya da inşa etmesi ve bunu ifşa etmesi nedeniyle *dini terk etmek*le (*apostate*, mürted) suçlanmış, cezası verilmiş, bir *dinsiz* olarak, denizde boğularak öldürülmüştür. Hippasos, ününü keşfine borçludur. Keşif, düzgün beşgen üzerinden, Pythagorasçı gelenek için yıkıcı olan, *ölçülemez sayıları*n (incommensurable numbers) varlığını ortaya koymaktadır. Bu bakımdan Hippasos bir *yıkıcı*dır, *dini* terk etmiştir, *dinsiz*dir. Philolaos'a[380] (ölümü MÖ 390) göre Hippasos,

[376] Platon, Timaeus, 55 c 4-6.
[377] Heath, History I, s. 158.
[378] Iamblichus, Life of Pythagoras, ss. 47-48.
[379] Boyer, ss. 69, 78-81, 84, 89, 656; Kurt von Fritz, "The Discovery of lncommensurability by Hippasus of Metapontum", **Annals of Mathematics**, Cilt: 46, Sayı: 2, 1945, ss. 242-264.
[380] Hermann Diels, **Die Fragmente Der Vorsokratiker**, Griechisch und Deutsch, Zweite Auflage, Erster Band, Weidmannsche Buchhandlung, Berlin, 1906, (Vorsokratiker I), ss. 233, 249.

keşfinin sonucunda, *Pythhagorasçılık* denilen bu *kardeşlik birliğ*inden kovulmuştur.[381]

Kovulmanın devamı ve belki de *suçu*nun ebedi cezası olarak *dodekahedron* icadının sahibi olmasına karşılık, keşifle ilgili olarak Hippasos adını anmazlar, *birliğe* evvel aidiyeti dolayısıyla Pythagoras'ı öne çıkararak onun adını verirler. Hippasos'un suçlanması ve cazalandırılmasının esas sebebi; ifşanın genel çerçevesinin, geometriden zenginleşmesine izin verilen kişilerin, bu buluş sonucunda servetlerini kaybetmeleri bağlamına ait oluşudur. Pythagoras'ı arada hiçbir perde olmadan ya da perde arkasından görerek ya da görmeden işitenler ve Pythagoras'ı içerden ya da dışardan eleştirenler, bu kişilerden başkası değildirler. Bu bakımdan Pythagorasçıları, "politik Pythagorasçılar", "ekonomik Pythagorasçılar" ve "yasaları (matematiği?) yapan Pythagorasçılar" olarak görmek gerekir.[382]

Öykünün içeriğini tam olarak bilme şansımız yoktur ancak Pythagorasçıların katı gizlilik prensipleri, tarikat yapısı, bilgiyi sözlü gelenekle aktarmaları, iddia doğruysa bu yapıdan dışlanmak bir yana ölüm cezasına çarptırılan Hippasos'un, bu yapıyla çelişen karakterini görmek için yeterlidir.

Arkeolojik buluntu olarak İtalya'nın kuzeyinde, Padua yakınlarında, Monte Loffa'da bulunan Etrüsk kökenli dodekahedron, MÖ 1. binyılın ilk yarısına tarihlenmektedir **(EK 17)**.[383]

Pythagoras ya da Pythagorasçıların bu tür objeleri görmüş ve teorik matematik objelerine dönüştürmüş olabilecekleri düşünülmektedir.[384] Eğer bu böyle olmuşsa problem, Pythagoras ya da Pythagorasçıların, düzgün beşgen inşasını bilip bilmedikleri düzeyine indirgenebilmektedir.

Thomas Heath, Pythagoras'ın ya da Pythagorasçıların düzgün beşgen inşasını bildiğini ya da bildiklerini düşünmektedir. Bu düşüncesini, üçgenlerde benzerlik

---

[381] Hippasos'un, muhafazakar Pythagorasçılar aleyhine demokratik bir harekete önderlik etmesi nedeniyle öldürüldüğü gibi bir iddia da söz konusudur. Bkz: Boyer, ss. 78-79.

[382] Iamblichus, **Life of Pythagoras,** ss. 47-48.

[383] Ferdinand Lindemann, "Zur Geschichte der Polyeder und Zahlzeichen", **Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der K. B. Akademie der Wissenschaften**, Cilt: 26, 1896, ss. 625-758, Lev. I, res. 3-4. Dünyanın farklı coğrafyalarından, tarihlemeleri MÖ 1. binyıl ile MS 5. yüzyıl aralığında değişen altın, gümüş, bronz, sabuntaşı, kum taşı, kaya kristali, kemik, fayans gibi geniş bir yelpazede farklı materyallerden farklı ölçülerde yapılmış dodekahedronların bir listesi için: Ruslan I. Kostov, "Pentagon-Dodecahedral and Icosahedral Artifacts in Antiquity: 3D Five-Fold Symmetry Applied to Cultural Heritage", **Annual of the University of Mining and Geology**, Cilt: 57, 2014, ss. 23-27.

[384] Heath, History I, s. 160.

üzerinden düzgün beşgenin inşa edilebileceğini göstererek desteklemektedir. Heath, Erken Pythagorasçıların düzgün beşgene ilgilerini, iç içe geçmiş üçgenler üçlüsü, *beşgen* ya da *beş köşeli yıldız* formunun, Pyhtagorasçı okulun üyeleri arasında birbirini tanımada kullanılan bir sembol oluşu, hatta bu forma *sağlık* adını vermeleriyle örneklendirmektedir.[385] Hippasos'un ölümüne yol açtığı iddia edilen şeklin *sağlık* olarak adlandırılması ayrıca ironiktir.

Eukleides'in 13'üncü kitabında, küre içerisinde sırasıyla oktahedron,[386] heksahedron (küp),[387] ikosihedron,[388] dodekahedron[389] inşa etmenin yöntemi verilmektedir. Eukleides'in kitabına yazılan tarihi belirsiz derkenar (scholium) not; Pyhtagorasçıların beş katıdan yalnızca üç tanesini, *tetrahedron*u (düzgün dört eşkenar üçgen yüzlü), *heksahedron*u (küp) ve *dodekahedron*u (düzgün beşgen on iki yüzlü) bildiklerini; buna karşılık *oktahedron* (düzgün sekiz yüzlü) ve *ikosihedron*un (düzgün yirmi yüzlü), Platon'un arkadaşı Atinalı Theaetetus[390] (MÖ 414-369) tarafından tanıtıldığını ifade etmektedir.[391]

İskenderiyeli Heron (MS 10-85) ise katıların hacimlerini hesapladığı *Metrika* isimli kitabının ikincisinde, Platon katıları için yaptığı hesapları vermiştir.[392]

1.5.7. Arkhimedes'in Yarı Düzgün Katıları

Platonik katıların kurgusunda rol oynayan düşüncelerden birincisi; düzlemin, aynı düzgün poligonun tekrarlı kullanımıyla ve arada boşluk bırakılmaksızın kaplanması düşüncesinin üç boyuta genişlemesi olarak uzayın, aynı katının tekrarlı kullanımıyla doldurulmasıdır. Kurguda rol oynayan ikinci düşünce, katının her bir yüzeyinin aynı poligondan yapılmasıdır. Platonik katılar, bu özellikleri kastedilerek *düzgün katı* olarak ifade edilmektedir.

[385] Heath, History I, s. 161; Boyer, s. 54.
[386] Euclid, Elementler, XIII.6, 14.
[387] Euclid, Elementler, XIII.6, 15.
[388] Euclid, Elementler, XIII.6, 16.
[389] Euclid, Elementler, XIII.6, 17.
[390] Boyer, s. 715.
[391] Proclus, **on Euclid I**; Euclid, Elementler, XIII, ss. 438-439; Heath, **History I**, s. 220; Boyer, ss. 54, 159.
[392] Heron, Metrika, II.1-20: Schöne, Heronis III, ss. 97-139.

Arkhimedes'in *yarı düzgün katıları*, tüm yüzeylerin aynı poligondan yapılması kısıtını kaldırarak katının farklı düzgün poligonlardan inşa edilebilmesini esas almaktadır. Katıların tekrarlı kullanımında aralarında boşluk kalmaması şartını da değiştirerek boşluklar kalmasını kabul etmektedir. Düzgün olma halinden yarı düzgün olma haline geçişin sebebi bu toleranslardır.

İskenderiyeli Pappus (MS 290-350); Arkhimedes'in, Platon'un düzgün katıları dışında 13 tane yarı düzgün (semi-regular) katıyı incelediğini belirtir.[393]

Katılar, Rönesans Dönemi'nde yeniden ilgi odağı haline gelmiştir.[394] Luca Pacioli'nin (MS 1445-1514) 1509 yılına ait *Divina Proportione* (İlahi Oran) kitabı; daha sonra *altın oran* olarak tanınan oranı, poligonları ve katıların Leonardo Da Vinci'ye atfedilen çizimlerini vermektedir.[395]

Albrecht Dürer (MS 1471-1528), 1525 yılında yayımlanan *Underweysung der Messung mit dem Zirkel und Richtscheyt* isimli kitabında, Arkhimedes katılarından yedi tanesinin çizimini verir. Bu çizimler içerisinde Pacioli'nin verdiği 5 katı da bulunmaktadır.[396]

Vitruvius'un yorumcusu da olan Danielle Barbaro (MS 1513-1570), 1568 yılında yayımlanan, *La Pratica della perspettiva* isimli kitabında Arkhimedes katılarından 11 tanesinin çizimini vermiştir.[397]

Johannes Kepler (MS 1571-1630) ise 1619 yılında yayımlanan *Harmonicus Mundi* isimli kitabında, katıların günümüzde kullanılan isimleriyle birlikte, nasıl çizilebileceklerini göstermiştir. Kepler, katıların inşa yöntemini incelerken, düzgün

---

[393] D'arcy Wentworth Thompson, "On the Thirteen Semi-Regular Solids of Archimedes, and on Their Development by the Transformation of Certain Plane Configurations", **Proceedings of the Royal Society of London**, Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character, Cilt: 107 Sayı: 742, 1925, ss. 181-188.

[394] J. V. Field, "Rediscovering the Archimedean Polyhedra: Piero della Francesca, Luca Pacioli, Leonardo da Vinci, Albrecht Dürer, Daniele Barbaro, and Johannes Kepler", **Archive for History of Exact Sciences**, Cilt: 50, Sayı: 3, 1997, ss. 241-289.

[395] Luca Pacioli, **Divina proportione opera a tutti glingegni perspicaci e curiosi necessaria oue ciascun studioso di philosophia: prospectiua pictura sculptura: architectura: musica: e altre mathematice: suavissima: sottile: e admirabile doctrina consequira: e delectarassi: co [n] varie questione de secretissima scientia**, A. Paganius Paganinus characteribus elegantissimis accuratissime imprimebat, Venice, 1509, (Divina proportione), Lev. I, II, VII, VIII, XV, XVI, XXI, XXII, XXVII, XXVIII; Robert Emmett Taylor, **No Royal Road: Luca Pacioli and His Times**, University of North Carolina Press, 1942.

[396] Albrecht Dürer, **Vnderweysung der Messung/mit dem Zirckel vn[d] Richtscheyt/in Linien Ebnen vnnd gantzen Corporen/durch Albrecht Dürer zůsamen getzoge[n]/vnd zů Nutz alle[n] Kunstlieb habenden mit zů gehörigen Figuren/in Truck gebracht/im Jar M.D.XXv.**, Nuremberg, 1525, (Underweysung der Messung mit dem Zirkel und Richtscheyt).

[397] Daniel Barbaro, **La Pratica Della Perspettiva**, Venetia, 1568.

poligonların iki boyutlu düzlemde arada boşluk bırakmadan düzlemi kaplama yeteneklerini de ele almaktadır. Kepler'in ortaya koyduğu grafikler, üç boyutlu cisimlerin, ilk tasarımlarının iki boyutlu düzlemde geliştirildiğini ve sonra üçüncü boyutla ilgilenidiğini göstermektedir **(EK 18-22)**.[398]

Arkhimedes'e atfedilen 13 yarı düzgün katı, isimleriyle birlikte aşağıda belirtildiği şekilde karakterize edilmektedir.[399]

Tetraheron truncum, *tetrahedron*un köşelerinin kesilmesiye elde edilmektedir. 4 üçgen ve 4 altıgen olmak üzere 8 poligondan oluşan 8 yüzü vardır. P_1 katısı olarak tanımlanmakta ve (4_3, 4_6) notasyonuyla temsil edilmektedir. Yüzeyi oluşturan ağ yapısında, sekizgenler birbirine üçgenlerle bağlanmaktadır.

Rh cuboktaedron, 8 üçgen ve 6 kare olmak üzere 14 poligondan oluşan 14 yüzlü katıdır. Kareler birbirine üçgenlerle bağlanmaktadır ve P_2 katısı olarak (8_3, 6_4) ile temsil edilmektedir.

Oktaedron truncum, 6 kare ve 8 altıgenden oluşan 14 yüzlü katıdır. Altıgenler birbirine karelerle bağlanmaktadır ve P_3 katısı olarak (6_4, 8_6) ile temsil edilmektedir.

Cubus truncus, küpün köşelerinin kesilmesinin sonucunda, kesik köşelere karşılık gelen 8 üçgenden ve küpün kesilen yüzlerinden arta kalan 6 sekizgenden oluşan 14 yüzlü bir katıdır. Sekizgenler birbirine üçgenlerle bağlanır. P_4 katısı olarak (8_3, 6_8) ile temsil edilmektedir.

Rhombici cuboktaedron, 8 üçgen ve 8 kareden oluşan 26 yüzlü katıdır. Her bir üçgen, üç kareyi birbirine bağlamaktadır. Altı yönden de görünümü sekizgen şeklindedir. P_5 katısı olarak (8_3, 18_4) ile temsil edilmektedir.[400]

Cub-oktaedron truncum; 12 kare, 8 altıgen ve 6 sekizgenden oluşan 26 yüzü vardır. Sekizgenle birbirine karalerle bağlanır ve sekizgenler aynı büyüklükte değildir. P_6 katısı (12_4, 8_6, 6_8) ile temsil edilir.

Icoside dodecaedron, 20 üçgen ve 12 beşgenden oluşan 32 yüzlü bir katıdır. Beşgenler birbirine üçgenlerle bağlanmaktadır. P_7 katısı olarak (20_3, 12_5) ile temsil edilmektedir.

---

[398] Ioannis Keppleri, **Harmonices Mundi**, Libri V Quorum, sumptibus Godofredi Tampachii Bibl. Francof. Excudebat Ioannes Plancus, Lincii Austriae, 1619, (Harmonices Mundi), Libri II, Propositio XXVIII, ss. 61-65. Johannis Kepleri, **Astronomi, Opera Omnia**, Cilt: 5, (Ed. Ch. Frisch), Francofurti A.M. et Erlangae, Heyder & Zimmer, 1864, ss. 123-126.
[399] Heath, History II, ss. 99-101.
[400] Keppleri, Liber II, res. 10.

Truncum icosiedron, 12 beşgen ve 20 altıgenden oluşan 32 yüzlü katıdır. Altıgenler birbirine beşgenlerle bağlanmaktadır. Popüler olarak bilindiği haliyle karşılığı *futbol topu*dur. P_8 katısı olarak (12_5, 20_6) ile temsil edilmektedir.

Dodecaedron truncum, 20 üçgen ve 12 dekagondan oluşan 32 yüzlü katıdır. Dodekahedron formunun kesilmesiyle edilmektedir. *Dekagon* yüzeyler birbirine üçgenlerle bağlanmaktadır. P_9 katısı olarak (20_3, 12_{10}) ile temsil edilmektedir.

Cubus simus, 32 üçgen ve 6 kareden oluşan 38 yüzlü katıdır. Altı yönde birer kare yüzeyi vardır ve karelerin ara bölgelerinde oluşan boşluklar, bir ters bir düz üçgen birleşimleriyle bant oluşturmaktadır. P_{10} katısı olarak (32_3, 6_4) ile temsil edilmektedir.

Rhomb icosidodecaedron; 20 üçgen, 30 kare ve 12 beşgenden oluşan 62 yüzlü katıdır. Beşgenler birbirine karelerle bağlanır ve bu birleşmelerde, aralarda oluşan boşluklar üçgenlerle kapatılır. P_{11} katısı olarak (20_3, 30_4, 12_5) ile temsil edilmektedir. Bu formun genişletilmiş hali 20 üçgen, 60 kare ve 12 beşgen olmak üzere 122 yüzlü katıdır (expanded rhombic icosidodekahedron).

Icoside dodecaedron truncum; 30 kare, 20 altıgen ve 12 dekagondan oluşan 62 yüzlü katıdır. Dekagonlar birbirine karelerle bağlanır. Bu bağlanmalar sonucunda aralarda oluşan boşluklar altıgenlerle kapatılır. P_{12} katısı (30_4, 20_6, 12_{10}) ile temsil edilmektedir.

Dodecaedron simu, 80 üçgen ve 12 beşgenden oluşan 92 yüzlü katıdır. Beşgenlerin arasında kalan bölgeler, *cubus simus* yapısında olduğu gibi, üçgen bandıyla doldurulur. P_{13} katısı olarak (80_3, 12_5) ile temsil edilmektedir.

Poligonların kombine kullanımları, katıların sembolik olarak adlandırılması için gereken yöntemi doğal olarak vermektedir. Yöntem şu şekildedir: m, kenar sayısı α olan poligonun kaç defa kullanıldığını, n ise kenar sayısı β olan poligonun kaç defa kullanıldığını ifade etmek üzere, elde edilen katı $m_\alpha+n_\beta$ yüzlüdür ve (m_α, n_β) ile gösterilmektedir.

Örneğin 8 yüzlü katı (P_1), 4 tane eşkenar üçgen ve 4 tane düzgün altıgenden oluştuğundan P_1 katısı (4_3, 4_6) ile temsil edilmektedir. Benzer olarak 14 yüzlü P_2 katısı (8_3, 6_4), 14 yüzlü P_3 katısı (6_4, 8_6), 14 yüzlü P_4 katısı (8_3, 6_8), 26 yüzlü P_5 katısı (8_3, 18_4), 26 yüzlü P_6 katısı (12_4, 8_6, 6_8), 32 yüzlü P_7 katısı (20_3, 12_5), 32 yüzlü P_8 katısı (12_5, 20_6), 32 yüzlü P_9 katısı (20_3, 12_{10}), 38 yüzlü P_{10} katısı (32_3, 6_4), 62 yüzlü P_{11}

katısı (20_3, 30_4, 12_5), 62 yüzlü P_{12} katısı (30_4, 20_6, 12_{10}) ve 96 yüzlü P_{13} katısı (80_3, 12_5) ile temsil edilerek toplam 13 katı ifade edilmektedir.[401]

1.5.8. Problemlerin Sonu

Rönesans Dönemi'nden itibaren çember içerisine poligon çizimi, yeniden ilgi görmekle birlikte, 1837 yılında yapılan buluşlar konuya son noktayı koymuştur.

Fransız matematikçi Pierre de Fermat (1607-1665), sayılar teorisi üzerine çalışmaları sonucunda kendi ismiyle bilinen formları ortaya koymuştur. Bunlar içerisinde ölçüsüz cetvel ve pergel ile çizim olanaklarının belirlenmesine yardımcı olan form, *Fermat Asalları* olarak bilinmektedir. *Fermat Asalları*, $2^{2^m}+1$ formunda olan asal sayılardır. Günümüzde bu formda olan beş asal sayı olduğu bilinmektedir (3, 5, 17, 257 ve 65.537).

Gauss-Wantzel Teoremi; P_1, P_2, … P_i sayıları birer Fermat asalı olmak üzere, $n = 2^k . P_1 . P_2 . \dots . P_i$ formülüyle ifade edilen n değerleri için çemberin çevresinin, ölçüsüz cetvel ve pergel kullanılarak n eşit parçaya bölünebileceğini, dolayısıyla n kenarlı bir düzgün poligon çizilebileceğini ifade etmektedir.[402]

Bu teoreme göre, örneğin k değeri sıfır iken 3, 5, 17, 257 ve 65.537 kenarlı poligonların, ölçüsüz cetvel ve pergelle çizilebileceği anlaşılmaktadır. Buna karşılık örneğin 7 ve 9 kenarlı poligonların ölçüsüz cetvel ve pergelle çizilmesi mümkün değildir.[403]

Pierre Wantzel (1814-1848), 1837'de, sadece cetvel ve pergelle bir açının üçe bölünemeyeceği konusunda ilk formal ispatı vermiş, küpün iki katına çıkarılmasına ilişkin problemin anlamsızlığını da özel bir yöntemle göstermiştir.[404]

---

[401] Heath, History II, ss. 99-101.
[402] Pierre-Laurent Wantzel, "Recherches sur les moyens de reconnaître si un problème de géométrie peut se résoudre avec la règle et le compas", **Journal de Mathématiques Pures et Appliquées**, Cilt: 1, Sayı: 2, 1837, ss. 366-372; Florian Cajori, "Pierre Laurent Wantzel", **Bulletin of the American Mathematical Society**, Cilt: 24, Sayı: 7, 1918, ss. 339-347.
[403] Hugo Tavares ve Pedro J. Freitas, "Dividing the Circle", **The College Mathematics Journal**, Cilt: 49, Sayı: 3, 2018, ss. 187-194.
[404] Wantzel, ss. 366-372; Cajori, ss. 339-347.

Ferdinand von Lindemann, 1882 yılında, π sayısının *aşkın sayı* (transcendental) olduğunu, aşkın sayılara karşılık gelen uzunlukların cetvel ve pergelle çizilemeyeceğini göstererek çemberin karelenmesi konusuna noktayı koymuştur.[405]

[405] Ferdinand von Lindemann, "Über die Zahl π", **Mathematische Annalen**, Cilt: 20, Sayı: 2, 1882, ss. 213-225; Boyer, s. 603.

İKİNCİ BÖLÜM

MATEMATİK VE MOZAİK SANATI

Mozaik, sürekli olmayan parçalardan oluşan yüzeydir. Parçaların şekil, ölçü, doku ve renk nitelikleri yüzeye karakterini vermektedir. Yüzeyi oluşturacak parçaların toplanması ya da ihtiyaca göre üretilmesi gerekmektedir. Sanatçının materyale erişim olanakları, üretim teknolojisinin durumu ve eser için ayrılan bütçe başlıca parametrelerdir. Bu nedenle coğrafi lokasyon, ekonomi ve içinde bulunulan zaman, mozaiğin materyal yapısını etkilemektedir.[406]

2.1. MOZAİK SANATI

2.1.1. Mozaik Sanatının Tarihsel Gelişimi

MÖ 4. binyılda (MÖ 3.300-3.000),[407] Sümer'de, Uruk-Warka Sarayı'nın duvar dekorasyonunda, pişmiş topraktan yapılmış koni şeklinde renkli parçalar yan yana getirilerek zikzak, üçgen, dörtgen desenlerle süslü yüzeyler oluşturulmuştur.[408] **(EK 23-25)**.

Uruk kentinde kullanılan pişmiş toprak konilerin benzerleri Ur kentinde de bulunmuştur.[409] Al-'Ubaid olarak bilinen Ur kentinde, Ninkhursag Tapınağı'ndan ele geçen ve MÖ 3. binyılın ortalarına (MÖ 2.400-2.250)[410] tarihlenen sütunların yüzeyleri; üçgen ve dörtgen şekilli, sedef, kırmızı kum taşı, siyah bitümlü kireç taşı parçaların yüzeye kakma olarak işlenmesiyle oluşturulmuş mozaik süsleme ile kaplıdır

[406] Katherine M. D. Dunbabin, **Mosaics of the Greek and Roman World,** Cambridge University Press, Cambridge, 1999, (Mosaics), s. 279.
[407] Joan Aruz ve Ronald Wallenfels (Ed.), **Art of the First Cities: The Third Millennium BC from the Mediterranean to the Indus**, New York, 2003, s.19.
[408] William Kennett Loftus, **Travels and Researches in Chaldaea and Susiana**, New York, 1857, ss. 187-189; Georges Perrot ve Charles Chipiez, **Histoire de l'art dans l'Antiquité**, Cilt: 2, Paris, 1884, s. 293, res. 119-120; Paul Girard, **La peinture antique,** Paris Librairies imprimeries réun, 1892, s. 59. Ayrıca bkz: E. Douglas Van Buren, "Archaic Mosaic Wall Decoration", **Artibus Asiae**, Cilt: 9, No. 4, ss. 323-345, özellikle s. 327, res. 1.
[409] C. Leonard Wooley, "Excavation at Ur, 1931/1932", **The Museum Journal**, Cilt: 23, Sayı: 3, Philedelphia, 1933, ss. 193-248, s. 232, lev. XXXIX; C. Leonard Wooley, **Excavation at Ur: a Record of Twelve Years Work**, London, 1955, s. 39, lev. 3.
[410] Aruz ve Wallenfels, s. 86, res. 44 a-b.

(EK 26).[411] Ur kentinde kakma tekniğinin kullanımı, günlük hayattan sahneleri konu edinen ve *Ur Standardı* olarak bilinen süslemelerle bezeli eşyalara kadar uzanmaktadır **(EK 27)**.[412]

Yüzeyi oluşturan aynı ya da farklı renklerde parçaların birbirine uyumlu olarak yan yana yerleştirilmesi bakımından, pişmiş toprak konilerin geniş tarafı dışarıda kalacak şekilde ince ucunun harca gömülmesiyle elde edilen süslemeler, düzgün şekilli taşlardan kakma yüzey işleri ile mozaik sanatı arasında benzerlik kurulmaktadır.[413] Bu benzerliğe dayalı olarak erken çözümlemelerde, Yunan coğrafyasında mozaik sanatının başlangıcı, Doğu'ya atfedilmiştir.[414]

Teknik olarak aralarında benzerlik söz konusu olsa da Sümer mozaik uygulamaları ile Yunanistan ve Anadolu mozaikleri arasındaki işlevsel farklar, bölgeler arası coğrafi uzaklık ve döşemelerin ait oldukları dönemler arasındaki geniş tarihsel aralıkları gözeten çözümlemeler, Yunan mozaiklerinin ortaya çıkışını, daha çok, bir iç gelişme olarak önermektedir.[415]

---

[411] Harry Raginald Hall, C. Leonard Wooley, C. J. Gadd ve Arthur Keith, **Ur Excavations, Cilt: 1, Al-'Ubaid**, Oxford University Press, 1927, ss. 40, 100-115, res. 3, lev. II, IV, XV (2), XXXIV (3), XXXV (6-7), XXXVIII; Harry Reginald Hall, **A Season's Work at Ur**, London, 1930, res. 203, 211, 212, 214, 229, 230; Julius Jordan, **Erster vorläufiger Bericht über die von der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft in Uruk-Warka unternommenen Ausgrabungen in Uruk-Warka**, **[Abhandlungen der Preussichen Akademie der Wissenschaften, 1929, Philosophisch-historische Klasse 7]**, Berlin, 1930, ss. 8-9, res. 2; Julius Jordan, **Zweitter vorläufiger Bericht über die von der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft in Uruk-Warka unternommenen Ausgrabungen in Uruk-Warka, [Abhandlungen der Preussichen Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-historische Klasse 4]**, Berlin, 1931; Julius Jordan, **Dritter vorläufiger Bericht über die von der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft in Uruk-Warka unternommenen Ausgrabungen in Uruk-Warka**, **[Abhandlungen der Preussichen Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-historische Klasse 2]**, Berlin, 1932.

[412] C. Leonard Wooley, "Excavations at Ur, 1927-1928", **The Antiquaries Journal**, Cilt: 8, 1928, ss. 415-448, s. 432, lev. LIX; Harry Reginald Hall, "Excavations at Ur", **The British Museum Quaryertly**, December, 1928, Cilt: 3, Sayı: 3, ss. 65-69, s. 66, lev. XXXIII.

[413] Roger Packman Hinks, **Catalogoue of Greek, Etruscan and Roman Paintings and Mosaics in the British Museum**, London, 1933, s. XLIV; Asher Ovadiah, "The Origin and Development of Mosaics to the time of Agustus: In Memory of my Teacher Michael Avi-Yonah", **Scripta Classica Israelica**, Cilt: 2, 1975, (Origin), ss. 124-149, s. 124.

[414] Paul Gauckler, "Musivum Opus", **Dictionnaire des antiquités grecques et romaines**, Cilt: III (2), (Ed. Ch. Daremberg, E. Saglio ve E. Pottier), Hachette, Paris, 1904, ss. 2088-2129, ss. 2090-2091, res. 5231, 5232; André Parrot, **Sumer**, London/New York, 1960, s. 67, res 84 a-b; Samuel Noah Kramer, **The Sumerians: Their History, Culture and Character**, London, 1963, s. 290; Mark A. Brandes, "Unterschungen zur Komposition der Stiftmosaiken an der Pfeilerhalle der Schicht IVa in Uruk-Warka", **Baghdader Mitteilungen/Beiheft 1**, Berlin, 1968, ss. 9-164; Dunbabin, Mosaics, s. 5.

[415] Dieter Salzmann, **Untersuchungen zu den antiken Kieselmosaiken von den Anfangen bis zum Beginn der Tesseratechnik**, Gebr. Mann Verlag, Berlin, 1982, (Kieselmosaiken), s. 4; Dunbabin, Mosaics, s. 5.

Yakın zamanda Türkmenistan'da yapılan kazılar, mozaik sanatının kökeni konusundaki tartışmalara, sadece sanatın ortaya çıkışı açısından değil kullanılan materyal ve yapım tekniği açısından, Orta Asya'nın da dâhil edilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Türkmenistan'da bulunan Gonur Depe'nin kuruluşu MÖ 3. binyıl sonlarına, varlığının sona ermesi MÖ 2. binyıl ortalarına tarihlenmektedir. Kraliyet Nekropolü, MÖ 2.200-2.000 aralığına tarihlenmektedir. *Hypogea* olarak adlandırılan yer altı yapılarının bazılarının duvarları ve bu yapılardan ele geçen, farklı şekil ve ölçülerde ahşap malzemeden yapılmış kutu kalıntılarının yüzeyleri, mozaikle kaplanmıştır **(EK 28)**.[416]

Ana Nekropol'den çıkarılan kutu yüzeyi mozaikleri, kare şeklinde kesilmiş tesseralar ve özel şekillerde kesilmiş minerallerle, kakma tekniğiyle işlenmiştir. Buluntular, tesseralar arasındaki boşlukların ve bazı tesseraların kırmızı ya da siyaha boyandığını, kakma tekniği ve boyamanın birlikte kullanıldığını göstermektedir.[417]

Yap-boz parçalarına benzeyen girintili çıkıntılı uyum gösteren figürler, mum alevi ve kalp şekilli yapraklar ve özel kesimli minerallerden yapılmıştır **(EK 29)**. Geometrik motifler; kare, üçgen, daire, yarım daire, merkezden dışarı doğru spiral dilimlere ayrılmış disk, dört köşeli yıldız şeklinde çeşitlenmektedir ve özel kesim taşlar ya da tessera kullanılarak yüzeye işlenmiştir. Ayrıca, mozaiklerde; insan, yılan, keçi, kuş, panter, griffin, ejderha gibi doğal ya da mitolojik figürler konu edilmiştir. Figürler, oldukça temiz detaylarla ve keskin hatlarla işlenmiştir.[418]

Gonur Depe mozaikleri ile Suriye'de Tel-Hariri bölgesinde bulunan ve MÖ 3. binyıla tarihlenen Mari[419] kentindeki saray mozaikleri ve Ur Standardı mozaikler arasındaki benzerlikler, kültürler arası bağlantılara işaret etmektedir.[420]

---

[416] Victor Ivanovich Sarianidi, **Zoroastrianism: a New Motherland for an Old Religion**, Thessal on iki, 2008, res. 100,140,163,166; Victor Ivanovich Sarianidi, **Mystery and True of the Great Culture**, Turkmendöwlethabarlary, Ashgabat, 2009, res. 114; Victor Ivanovich Sarianidi ve Nadezhda A. Dubova, "Mozaika III tys. do n.e. v Gonur Depe (Turkmenistan) [Mozaics of the Third Mill. BC at Gonur Depe (Turkmenistan)]", **Poslednij entsiklopedist, K jubileju so dnya rozhdenija B. A. Litvinskogo [The Last Encyclopedist, Volume in Honor of the 90th Anniversary of Boris Litvinskij]**, (Ed. G. Yu. Kolganova, A. A. Petrov ve S. V. Kullanda), Moscow, 2013, ss. 379-413.

[417] Nadezhda A. Dubova, Natalia A. Kovaleva, Galina E. Veresotskaya ve Anatolij M. Yuminov, "Mosaics from the Bronze Age Necropolis in Gonur Depe, Turkmenistan", **Journal of Mosaic Research**, Cilt: 12, 2019, (Gonur), ss. 17-35, s. 21, res. 9.

[418] Dubova ve diğerleri, res. 5, 9, 11-18, 20-21, 23-24, 28.

[419] Aruz ve Wallenfels, s. 19.

[420] Dubova ve diğerleri, s. 21, res. 9.

Mısır'da kakma tekniği oldukça gelişmiştir. Teknik, duvarların ve eşyaların süslenmesi için kullanılmıştır.[421] Sakkara'da Zoser Piramidi'nde bir mezar odasının tonozunun büyük bölümünde, dikdörtgen emaye plaka uygulamaları görülür. Ramses III (MÖ 1198-1167) tarafından inşa edilen tapınağın sütunları ve duvarları; çok renkli seramik parçaları, *rozet*ler, çeyrek daireler, oymalar, kuş, insan ve hayvan tasvirleriyle kaplanmıştır. Öte yandan, Tutmosis III zamanına ait bazı yazıtlarının hiyeroglifleri, benzer toprak plakalar ile zenginleştirilmiştir. Tell el Amarna kentinin duvarlarını süsleyen frizlerde; obsidiyen, kuvars, albaster, sarı kireçtaşı, yeşil serpantin, kırmızı porfir ve siyah granit taşlar, kakma tekniğiyle uygulanmıştır. Ptolemaioslar döneminde stel, mezar ve lahitler üzerinde de mozaik uygulamaları keşfedilmiştir. Teb bölgesinde bir kaç mezar cephesi süslemesi, Warka örneklerini anımsatan bir pişmiş toprak koni friziyle taçlandırılmıştır.[422]

Mısır'da fayans plakaların duvar ve kapılar için kullanımı, Amenhotep I (MÖ 1557-1530) zamanından Ramses III zamanına kadar kullanılmıştır. Fayans plakalar, 20. ve 21. hanedanlıklar döneminde, ahşap tabutların süslenmesinde kullanılan malzemeler arasındadır.[423]

Mısır sanatında, kaplama ve kakma işçiliğinde işleyen süreçler mozaiğe benzese de esasen duvarlarda tuğla ya da kireç kullanımına ya da fresklere ikame bir uygulama niteliğindedir. Mimari bir unsur üzerinde ve onu süsleyen bir uygulama olmak yerine, kendi başına bir sanat olarak zemine mozaik döşeme uygulaması, mimari bir devrim olarak görülebilir.[424]

Girit adasında basit ve sade çakıl taşı zemin döşemeleri, Geç Neolitik Dönem'den itibaren görülmektedir.[425] Knossos Sarayı'nda, kakma işçiliğinde kullanılmak üzere hazırlanmış olduğu anlaşılan; altın, fildişi, kristal gibi değerli ve yarı değerli materyallerden kalıntılar ve bu işçiliklerin ürünleri ile içerisinde üçgensel tessera, ametist, kaya kristali, lapis-lazuli, bronz ve altın kalıntılar olan bir taş kutu

---

[421] Ovadiah, Origin, s. 125.
[422] Gauckler, ss. 2090-2091, res. 5233, 5234, 5235; Ali Cengiz Üstüner, **Mozaik Sanatı**, İstanbul, 2002, ss. 11-12, res. 8; Adem Genç, "Bizans ve Roma'da Mozaik Sanatı", **Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Dergisi**, Cilt: 8-9, 1994, ss. 87-93.
[423] Gauckler, ss. 2090-2091, res. 5233, 5234; Adrien Blanchet, **La mosaïque**, Payot, Paris, 1928, s. 26; Ovadiah, Origin, s. 125.
[424] Gauckler, ss. 2091-2092.
[425] Arthur Evans, **The Palace of Minos at Knossos**, Cilt: 2, Macmillan, London, 1928, (Palace II), ss. 18-336; J. D. S. Pendlebury, **The Archaeology of Crete: An Introduction**, Methuen & Co. LTD., London, 1939, s. 39; Dunbabin, Mosaics, s. 5.

keşfedilmiştir.[426] Knosos Sarayı'nın Taht Odası'nda, önemli bir mozaik paneli oluşturmak üzere yapılmış olduğu düşünülen ev, kule ve bina formunda çok sayıda porselen plaka bulunmuştur **(EK 30).**[427] Bu seramik plakalar MÖ 2. bin yılın ilk çeyreği öncesine ya da ikinci çeyreği ortalarına tarihlenmektedir.[428] Tiryns'de Geç Myken döneminden bir evde, ilkel desenli döşeme, çakıl taşı mozaiğin MÖ 14. yüzyıla ait örneğini temsil etmektedir.[429]

Minos ve Myken uygarlıklarından gelen bu örnekler; Girit Adası ve Yunanistan coğrafyasında mozaiğin artık zemine döşenmesi, özel olarak şekillendirilmiş malzemeler ve çakıl taşı kullanılması bakımından ilgi çekicidir.

2018 yılında, Uşaklı Höyük'te, bir bölümü kısmen korunmuş çakıl taşı zemin döşemesi ortaya çıkarılmıştır **(EK 31)**. Döşemede, şekil bakımından, ırmak yatağı ya da deniz kenarından toplanan çakıllar kadar düzgün olmayan ve boyutları değişkenlik gösteren taşlar, harç yerine doğrudan doğruya dövülmüş toprak zemin üzerine, geometrik desenler oluşturacak şekilde gruplanarak serilmiştir. Döşeme, dikdörtgenlere bölünmüştür ve dörtgenlerin içerisinde beyaz, açık kırmızı, siyah-mavi, (sadece iki taş turuncu-sarı) renklerde üçgenler bulunmaktadır. Geç Tunç Çağı'na tarihlenen bu mozaik, hem çok renkli ve geometrik desenli çakıl taşı mozaik olması bakımından hem de Gordion mozaiklerinden daha erken döneme ait olması bakımından mozaik sanatının orijini konusundaki değerlendirmelere yeni bir boyut kazandırmaktadır.[430]

Gordion'da, megaron planlı üç yapının zeminini süsleyen, MÖ 8. yüzyıla tarihlenen çakıl taşı mozaikler, Yunan dünyasının temas mesafesindeki alanda ve

[426] Arthur Evans, **The Palace of Minos at Knossos**, Cilt: 1, Macmillan, London, 1921, ss. 462-476, lev. V, res. 337, 338; Helmuth Theodor Bossert, **Altkreta: Kunst und Kunstgewerbe im ägäischen kulturkreise**, Verlag Ernst Wasmuth A.G., Berlin, 1921, res. 220; Evans, Palace II, ss. 373-374.
[427] Arthur J. Evans, "The Palace of Knossos", **The Annual of the British School at Athens**, Cilt: 8, 1901/1902, ss.1-124, res. 8, 9.
[428] Nicoletta Momigliano, Laura Phillips, Michela Spataro, Nigel Meeks ve Andrew Meek, "A Newly Discovered Minoan Faiance Plaque from the Knossos Town Mosaic in the Bristol City Musaeum and Art Gallery: A Technological Insight", **The Annual of the British School at Athens**, Cilt: 109, Sayı: 1, 2014, ss. 97-110, 423-427, özellikle s. 99.
[429] Christian Podzuweit ve Dieter Salzmann, "Ein mykenischer Kieselmosaik-fussboden aus Tiryns", **Archäologischer Anzeiger**, Cilt: 92, 1977, ss. 123-137, s. 136; Salzmann, Kieselmosaiken, s. 5; Dunbabin, Mosaics, s. 5.
[430] Anacleto D'Agostino, "A Mosaic Floor from the Late Bronze Age building II of Uşaklı Höyük, Central Turkey", **Antiquity**, Cilt: 93, Sayı: 372, e. 36, 2019, ss. 1-8.

Anadolu'da, türünün en erken örneği olarak bilinmektedir.[431] Üç yapıdan ikisinde kötü korunmuş ve kısmî olarak ele geçen örneklere göre nispeten iyi korunmuş durumdaki Frig evi (Megaron 2) mozaiği; kil ve kireç üzerine koyu mavi, beyaz ve koyu kırmızı doğal çakıl taşlarıyla döşenmiştir. Zeminin ortalarında dairesel bir kısım bulunmaktadır. Dikdörtgen çerçeve ile ortadaki dairesel alan arasında, bütüncül ve planlı bir tasarım olmaktansa yüzeye rastgele dağıtılmış durumda eşkenar dörtgen, dama tahtası, kum saati ya da birbirine geçen üçgenler, svastika, meander ve *rozet* desenleri yer almaktadır.[432] Gordion'da, daha geç yapılarda ortaya çıkan, MÖ 6. yüzyıl ortalarına ve MÖ 5. yüzyıla tarihlenen mozaikler, geleneğin devamı olarak görülmektedir. Bu paneller, dama tahtası ve meander desenlerinin tekrarlı kullanımlarını yansıtmaktadır **(EK 32).**[433]

MÖ 8. yüzyılın ikinci yarısına tarihlenen Altıntepe, oldukça kötü korunmuş oluşundan dolayı desenleri ayırt edilemez durumda olsa da çakıl taşı mozaiğin Doğu Anadoludaki örneğini temsil etmektedir **(EK 33).**[434] Anadolu'nun güney doğusunda, Arslantaş'ta, iyi korunmuş siyah ve beyaz dama tahtası desenli çakıl mozaiği, aynı yüzyıla tarihlenmektedir **(EK 34).**[435]

Güneydoğu Analdolu'da Dicle Nehri'nin güney kıyısında kalan Ziyaret Tepe'de, Geç Asur Dönemi'ne tarihlenen çakıl taşı mozaikler, ağırlıklı olarak kareler, karelerin köşegenlerle bölünmesiyle oluşturulmuş üçgenler ve düzgün dama tahtası desenleri taşımaktadır. Desenlerin sınırlarını oluşturan hatlar boyunca, ince yassı çakılların, sıkı şekilde, yan yan dizilmiş diskler halinde dikey kullanımına karşılık,

---

[431] Rodney S. Young, "Early Mosaics at Gordion", **Expedition,** Cilt: 7, Sayı: 3, 1965, (Early), ss. 4-13; Katherine M. D. Dunbabin, "Technique and Materials of Hellenistic Mosaics", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 83, Sayı: 3, 1979, (Technique), ss. 265-277; Rodney S. Young, "Gordion 1956: Preliminary Report", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 61, Sayı: 4, 1957, ss. 319-331. Tarihleme için: Salzmann, Kieselmosaiken, ss. 6-7, 93-94, Kat. No. 46-56, lev. 2-3; Dunbabin, Mosaics, s. 5.

[432] Rodney Young, Tahsin Özgüç, K. Bittel, Arif Müfit Mansel ve C. Weickert, "Summary of Archaeological Work in Turkey in 1956", **Anatolian Studies**, Cilt: 7, 1957, ss. 15-25; Rodney Stuart Young, "Gordion on the Royal Road", **Proceedings of the American Philosophical Society**, Cilt: 7, Sayı: 4, 1963, ss. 348-364, res. 6; Dunbabin, Mosaics, s. 5.

[433] Young, Early, ss. 4-13.

[434] Tahsin Özgüç, **Altıntepe: Mimarlık Anıtları ve Duvar Resimleri**, Türk Tarih Kurumu, Ankara, 1966, lev. 16, 1-2. Tahsin Özgüç, "Ancient Ararat", **Scientific American**, Cilt: 216, Sayı: 3, 1967, ss. 38-47, s. 44; Salzmann, Kieselmosaiken, ss. 82-83, Kat. No. 5, lev. 1, 4.

[435] F. Thureau-Dangin, A. Barrois, G. Dossin ve Maurice Dunand, **Arslan-Tash**, Librairie Orientaliste Paul Geuthner, Paris, 1931, ss. 41-43, 54, 89, res. 31; Salzmann, Kieselmosaiken, s. 84, Kat. No. 15, lev. 1, 3.

renklendirmede, desenleri etine dolgun gösteren, biraz daha kaba çakılların kullanılmış olması ve kontrast etkiler dikkat çekicidir **(EK 35)**.[436]

Kuzey Suriye'de, Til-Barsip Sarayı mozaikleri, MÖ 8. yüzyıla tarihlenmektedir **(EK 36)**. Desen sınırlarında çakıl taşlarının dikey kullanımı, karelerin renk kontrastıyla dönüşümlü renklendirilmesi, elde edilen dama tahtası deseni, Ziyaret Tepe mozaikleriyle benzerlik göstermektedir.[437]

Ortak paydası çakıl taşı ve geometrik desenler olan bu mozaiklerin coğrafi konumları dikkate alındığında, MÖ 8. yüzyılda, İç Anadolu, Doğu Anadolu, Güney Doğu Anadolu ve Kuzey Suriye'yi birleştiren bir hat oluşmaktadır.

Yunanistan'da, Bronz Çağı; Tiryns'de Geç Myken örneğinden itibaren, MÖ birinci bin yılın ilk çeyreği sonlarına kadar, mozaik sanatı konusunda boşluk bırakmaktadır. MÖ 7. ve 6. yüzyıl tapınaklarında ve kutsal alanlarında bezemesiz çakıl taşı taban döşemeleri görülmektedir. Sparta'da Artemis Orthia Kutsal Alanı[438] ve Delphi'de Athena Pronaia[439] bu mozaiklere örnektir.[440]

MÖ 5. yüzyılın özelliği, bu yüzyıldan itibaren mozaik eserlerin kesintiye uğramadan gözlemlenebilmesidir. Yunan coğrafyasında, günümüze ulaşan desenli en eski mozaik örnekleri kuzeyde, Olynthos'tadır. Örneklerin en büyük grubu, New Town döşemeleridir. Bölgeye yerleşimi karşılayan MÖ 432 ile bölgenin Makedonyalı Philip tarafından tahrip edilişini temsil eden MÖ 348, Olynthos mozaikleri için tarihsel

---

[436] Timothy Matney ve Lynn Rainville, "Seventh Preliminary Report on Excavations at Ziyarettepe (Diyarbakır Province), 2003 Season", **26. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 1, 24-28 Mayıs 2004, Konya, Kültür ve Turizm Bakanlığı DÖSİMM Basımevi, Ankara, 2005, ss. 63-74, s. 64, res. 2; Timothy Matney ve Lynn Rainville, "Eighth Preliminary Report on Excavations at Ziyarettepe (Diyarbakır Province), 2004 Season", **27. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 1, 30 Mayıs-03 Haziran 2005, Antalya, Kültür ve Turizm Bakanlığı DÖSİMM Basımevi, Ankara, 2006, ss. 117-130, s. 119, res. 6; Timothy Matney, Lynn Rainville, Timothy Demko, Sara Kayser, Kemalettin Köroğlu, Helen McDonald, John MacGinnis, Kathleen Nicoll, Simo Parpola, Mandy Reimann, Michael Roaf, Philipp Schmidt ve Jeffrey Szuchman, "Archaeological Investigations at Ziyaret Tepe, 2003-2004", **Anatolica**, Cilt: 31, 2005, ss. 19-68, s. 27-29, res. 6, 8; Timothy Matney, Tina Greenfield, Britt Hartenberger, Chelsea Jalbrzikowski, Kemalettin Köroğlu, John MacGinnis, Anke Marsh, Martin Willis Monroe, Melissa Rosenzweig, Kristina Sauer ve Dirk Wicke, "Excavations at Ziyaret Tepe, Diyarbakir Province, Turkey, 2009-2010 Seasons", **Anatolica**, Cilt: 37, 2011, ss. 67-114, s. 85.

[437] F. Thureau-Dangin ve Maurice Dunand, **Til-Barsib**, Librairie Orientaliste Paul Geuthner, Paris, 1936, ss. 23-24, 40-41, lev.XLII.1; Salzmann, Kieselmosaiken, s. 114, Kat. No. 127-128, lev. 1, 2.

[438] Richard McGillivray Dawkins (Ed.), **The Sanctuary of Artemis Orthia at Sparta**, Macmillan and Co. Limited, London, 1929, ss. 6-7.

[439] Robert Demangel, "Les Temples de Tuf", **École Française d'Athènes, Fouilles de Delphes, Cilt: 2, (Fasikül: 3), Topographie et architecture, Le sanctuaire d'Athéna Pronaia**, Premier Fascisule (Texte), E. de Boccard, Paris, 1923, ss. 1-41, s. 16, res. 22.

[440] Dunbabin, Mosaics, s. 5.

sınırlardır.[441] Bu mozaiklerin, Küçük Asya ve Asur'daki çakıl mozaiklerin erken örneklerinden etkilenip etkilenmedikleri konusunda kesin bir değerlendirme yapılamamaktadır ve bağımsız yerel bir gelişimin ürünü olmaları daha güçlü bir olasılık olarak görülmektedir.[442]

MÖ 5. yüzyılın son çeyreğine tarihlenen Korint'teki Centaur Hamamı,[443] çakıl taşı mozaiğinin **(EK 37)** erken aşama örneğiyken[444] MÖ 360[445] ya da 350-340[446] dolaylarına tarihlenen Eretria mozaikleri ve MÖ 4. yüzyıl ortalarına tarihlenen Sikyon[447] mozaiği, Geç Klasik Dönem örnekleridir. Sinop'ta Serapis Tapınağı'nın altında bir mekânın çakıl taşı döşemesi, MÖ 4. yüzyılın ikinci yarısına tarihlenmektedir ve Anadolu'da Klasik Dönem'e ait bilinen tek örnektir.[448]

Klasik Dönem mozaiklerinde, düzgün şekilli ve neredeyse eşit büyüklükte çakıl taşları kullanılmıştır. Mozaik panel, siyah fon üzerine beyaz renk desenlerle işlenmiştir. İki renkli (bikrom) olma özelliği baskındır. Figürlü sahneler, geometrik desenler ve bitkisel motifler kullanılmıştır. Panelin merkezine yerleşen figürlü bir pano ve bu pano etrafına serilen bordür şeklinde bir planlama hâkimdir. Figürlerde özel kısımları vurgulama ve ön plana çıkarmada kullanılan ilave renkler başlangıçta zayıftır, giderek gelişmektedir. Erken aşamada, iki boyutluluk belirgindir. İnsan ve hayvan figürleri profilden betimlenmiştir. Bitkisel figürlerde üç boyutluluk daha süratli gelişirken gerçekçilik unsuru, giderek artan ölçüde ön plana çıkmaktadır.

---

[441] David M. Robinson (Ed.), **Excavation at Olynthus, Part 5: Mosaics, Vases and Lamps of Olynthus Found in 1928 and 1931**, Baltimore: The Johns Hopkins Press, London: Humprey Milford, Oxford University Press, 1933, (Olynthus 5), ss. 13-14; David M. Robinson ve J. Walter Graham, **Excavation at Olynthus, Part 8: The Hellenistic House: A Study of the Houses Found at Olynthus with a Detailed Account of those Excavated in 1931 and 1934**, Baltimore: The Johns Hopkins Press, London: Humprey Milford, Oxford University Press, 1938, ss. 1-17, 287-289; Salzmann, Kieselmosaiken, s. 11; Wolfram Hoepfner ve Ernst-Ludwig Schwandner, **Haus und Stadt im klassischen Griechenland**, **[=Wohnen in der klassischen polis, Band I]**, Deutscher Kunstverlag, München, 1986, ss. 99, 103-105.

[442] Dunbabin, Mosaics, s. 5.

[443] Charles K. Williams ve Joan E. Fisher, "Corinth, 1975: Forum Southwest", **Hesperia: The Journal of the American School of Classical Studies at Athens**, Cilt: 45, Sayı: 2, 1976, ss. 99-162, lev. 13, 14; C. de Grazia ve Charles Kaufman Williams, "Corinth 1976: Forum Southwest", **Hesperia: The Journal of the American School of Classical Studies at Athens**, Cilt: 46, Sayı: 1, 1977, (Corinth 1976), ss. 40-81, ss. 45-51, lev.19.

[444] Dunbabin, Mosaics, ss. 5, 6, res. 1, 2.

[445] Pierre Ducrey, Ingrid R. Metzger ve Karl Reber, **Eretria VIII: Le Quartier de la Maison aux mosaïques**, Editions Payot Lausanne, 1993, ss. 85-96.

[446] Salzmann, Kieselmosaiken, ss. 27, 90-93, Kat. No. 36-45, lev. 26-27, 48-50, 54, 57, 102.

[447] Salzmann, Kieselmosaiken, ss. 111-113, Kat. No. 116-122, lev. 10-11, 19-22, 55-56, 101; Dunbabin, Mosaics, ss. 9, dipnot 20, res. 8.

[448] Salzmann, Kieselmosaiken, s. 113, Kat. No. 123, lev. 63.1; Orhan Bingöl, **Malerei und Mosaik der Antike in der Turkei**, Philipp von Zabern, Mainz, 1997, (Mosaik), s. 70, res. 42.

Arkaik Dönem'de, genelde avlularda görülen mozaik döşeme, avlu ve mutfak zeminlerindeki işlevselliğini sürdürmekle beraber ağırlıklı olarak *andron*larda görülmektedir.[449]

MÖ 5. sonları ile 4. yüzyıl aralığındaki mozaiklerde, resim sanatının derinlik kavramını geliştirme, figürlerin gölgelerini betimleme, üç boyutu ve naturalizmi yakalama çabası hâkimdir. Geç Klasik Dönem mozaikleri, bu çabanın genel olarak gerisinde kalmaktadır. Erken Hellenistik Dönem'de mozaik sanatı, resim sanatına rakip duruma gelen örneklere sahiptir.[450]

MÖ 4. yüzyılın ilk çeyreğine tarihlenen, Olynthos'ta Komedyen Evi'nden bir mozaik, geometrik karakter sergilerken **(EK 38)**[451] Makedonya'da MÖ 4. yüzyılın son üçte biri dolaylarına tarihlenen Pella[452] mozaikleri, MÖ 4. yüzyıl sonuna tarihlenen Vergina[453] saray mozaiği, MÖ 3. yüzyılın ilk çeyreğine tarihlenen Rodos[454] mozaikleri, Erken Hellenistik Dönem mozaik sanatında resimsel özelliklerin karakterize edilmesine olanak vermeleri bakımından oldukça özel durumdadırlar.

Bu mozaiklerde, çakıl taşı malzemeden siyah fon üstüne beyaz figür özelliği korunmuştur ancak renk kullanımı tümüyle siyah-beyaz değildir. İlave renkler de kullanılmaktadır. Figürler dikkatle ve özenle tanımlanmıştır. Figürleri betimleyen taşlar, fonu düzenleyen taşlardan daha yoğundur. Bir bakıma figürlerin çözünürlüğü artırılmıştır. Figürlerin ana hatları, göz, burun, yüz hatları, parmaklar, tırnaklar, ayak

---

[449] Dunbabin, Mosaics, ss. 6-9.
[450] Dunbabin, Mosaics, s. 9.
[451] Dunbabin, Mosaics, ss. 6, res. 3.
[452] ΧΑΡ. Μακαρόνας, "Ανασκαφαί Πέλλης 1957-1960: Συνοδευτικοί Πίνακες", **Αρχαιολογικόν Δελτίον** 16 (1960), 73-75 (Khar. Makaronas, "Pella Kazıları 1957-1960: Panolar Eşliğinde", **Arkeoloji Bülteni [Arkhaiologikon Deltion]**, Cilt: 16, 1960, ss. 73- 75), lev. 37, 40-47; Χ. Ι. Μακαρόνας, "Αρχαιότητες και μνημεία Κεντρικής Μακεδονίας: Ανασκαφαί Πέλλης 1961 (Τα νέα ψηφιδωτά δάπεδα, Έργα συντηρήσεως και αναστηλώσεως)", **Αρχαιολογικόν Δελτίον 17 (1961/2)**, 209-213, (Kh. I. Makaronas, "Orta Makedonya Antik Eserleri: Pella Kazısı 1961 [Yeni Mozaik Zeminler, Bakım ver Restorasyon Çalışmaları]", **Arkeoloji Bülteni [Arkhaiologikon Deltion]**, Cilt: 17, 1961/2, (Pella 1961), ss. 209-213, ss. 212-213, lev. 241-250; Ch. J. Makaronas, "Pella: Capital of Ancient Macedonia", **Scientific American**, Cilt: 215, Sayı: 6, 1966, (Pella 1966), ss. 98-105; Photios Petsas, "Ten Years at Pella", **Archaeology**, Cilt: 17, Sayı: 2, 1964, ss. 74-74; Photios Petsas, "New Discoveries at Pella-Birthplace and Capital of Alexander", **Archaeology**, Cilt: 11, Sayı: 4, 1958, ss. 246-254; Salzmann, Kieselmosaiken, ss. 104-108, Kat. No. 94-105, lev. 29-38, 101-102.
[453] Μ. Ανδρόνικος, Χ. Μακαρόνας, Ν. Μουτσόπουλος, Γ. Μπακαλάκης, **Τό ανάκτορο της Βεργίνας**, Άθήναι, 1961 (M. Andronikos, Kh. Makaronas, N. Moutsopoulos ve G. Bakalakis, **Vergina Sarayı**, Atina, 1961), ss. 20-22, lev. X.2, XVI-XVII; Salzmann, Kieselmosaiken, s. 114-115, Kat. No. 130-131, lev. 39-40.
[454] Gr. Konstantinopoulos, "New Finds from Rhodes and Astypalaia", **Athens Annals of Archaeology**, Cilt: 6, 1973, ss. 114-124, s. 121, res. 10; Salzmann, Kieselmosaiken, ss. 110-111, Kat. No. 112-115, lev. 45-47, 56; Dunbabin, Mosaics, s.16, res. 15.

parmakları, genitaller, saç kıvırımları, yeleler gibi vücut detayları, kurşun veya pişmiş toprak malzemeden yapılmış şeritlerle belirlenmiştir. Bu şeritlerin kalınlığı, göz yuvaları ve tırnaklar için daha ince şeritler kullanılması gibi amaca uygun olarak değişmektedir. Çakılların titizlikle dizilişi, taş renginin ve taş boyutunun iyi seçilmiş olması; kaş, kirpik, burun kıvrımı gibi detay düzeyine kadar iyi tanımlı ve özenli sonuçları açığa vurmaktadır. Betimlenen sahneler, figürlerin, profilden olmaktansa vücutların ön ve yan taraflarının *üç çeyrek* görünümü üzerinden ve hareket algısını kavratacak düzeyde bir fotoğrafını vermektedir. Perspektif, derinlik ve üç boyut başarıyla işlenmiştir. Işık ve gölge uygulamaları, sahneleri gerçekliğe biraz daha yaklaştırmaktadır. Resimsel özellikler gösteren panellerde, figürlü friz ikinci plana atılmıştır ve resmin ince çerçevesi durumundadır.[455]

Pella'dan, MÖ Geç 4. yüzyıla atfedilen Aslan Avı, Dionysos ve Leopar mozaikleri, resimsel özellikleri yansıtırken Geyik Avı mozaiği, sanatçısının imzasını taşıyan ilk mozaik olmasının yanı sıra doğal çakıl taşlarıyla yapılan sanatın ulaştığı limit noktası olarak görülmektedir **(EK 39-41)**.[456]

MÖ 4. yüzyılda mozaiklerin yayılım alanı Kara Yunanistan, Ege Adaları ve Anadolu'dur.[457] MÖ 3. ve 2. yüzyıllarda bu alan Karadeniz sahillerine, Kıbrıs'a ve Afganistan'a kadar uzanan bir coğrafyaya genişlemiştir.[458]

Hellenistik Dönem'de, MÖ 3. yüzyıl ile 2. yüzyıl aralığında, mozaik yapımındaki en önemli teknik yenilik, çakıl taşı kullanımından, kesilmiş taştan yapılan düzgün tessera kullanımına geçiştir.[459]

Çakıl taşı kesinlikle daha estetik, resimsel etki vermeye daha uygun ve temiz detaylar sunan bir malzeme olmasına karşılık, ihtiyaca uygun ölçüde ve renkte doğal çakıl bulmanın her zaman kolay olmayışı, çakıl taşından tessera kullanımına geçişin en belirgin sebebi olarak görülmektedir. Doğal olarak bulunup kullanılmasında veya erişiminde güçlük bulunan çakıl taşı yerine ihtiyacı karşılamada alternatif seçenek olan tessera kullanımı makul bir seçenektir.[460]

---

[455] Dunbabin, Mosaics, ss.12-13.
[456] Salzmann, Kieselmosaiken, s. 42; Dunbabin, Mosaics, s. 14.
[457] Assos'tan Erotostasia konulu mozaik, MÖ 4. yüzyıl sonu ile MÖ 3. yüzyıl başı aralığına tarihlenmektedir ve Anadolu'da Erken Hellenistik Dönem mozaiğini örneklemektedir. Bkz: Salzmann, Kieselmosaiken, s. 85, Kat. No. 16, lev. 61-62; Bingöl, Malerei, s. 70-73, res. 43-44.
[458] Salzmann, Kieselmosaiken, Harita: 1-2.
[459] Salzmann, Kieselmosaiken, s. 59-77.
[460] Dunbabin, Mosaics, s.19.

Tessera kullanımının Yunan coğrafyasında başlangıcını ya da icadını, özel bir zamana nokta atışı tarihlemek çok güçtür. Bu durumun iki temel sebebi vardır. Birinci sebep, çakıltaşıyla tesseranın birlikte kullanıldığını gösteren ara form örneklerinin bulunmasıdır. Ara formlardan kasıt, çakıl taşıyla birlikte değişik materyallerin kullanıldığı örneklerdir. Bu ara formların varlığına bağlı olarak çakıl taşından tesseraya birdenbire ve keskin bir geçiş yerine tessetanın erken kullanımından söz etmek daha sağlıklı bir yaklaşım olarak görülmekte, farklı bölgelerde farklı sanatçılar için tedrici bir geçişin daha olası olduğu düşünülmektedir.[461] İkinci sebep ise kronolojideki belirsizliklerin kesin bir ayrıma olanak tanımamasıdır.[462]

Çakıl taşının yanı sıra sınırlı düzeyde de olsa tessera kullanımının en iyi bilinen örneği, Olympia'da Zeus Tapınağı'nın *pronaos* bölümündeki mozaik döşemedir ve bu döşemelerin MÖ 3. yüzyıl ortalarına ya da sonrasına ait olduğu düşünülmektedir.[463] Palmet, lotus ve meander desenleri taşıyan bordür ile kadın ve erkek Triton figürü taşıyan bir panel ve balık figürlü küçük panel olmak üzere iki panelden oluşan mozaik söz konusudur. Triton'un, sarı ve kırmızı taşlardan saçı ve sakalının sınırları ince şeritlerle ayırt edilmiştir. Triton'un gözü, merkezdeki siyah taş çevresine sıkı şekilde uyan beyaz kesme taşlardan yapılmıştır. Mozaiğin büyük bölümünde çakıl taşı döşelidir ve kesilmiş taş kullanımı sınırlıdır. Doğal çakıl taşlarıyla elde edilemeyen renklerin elde edilmesi ve şeklin keskinliği konusundaki sorunların, kesilmiş taş kullanımıyla çözüldüğü anlaşılmaktadır.[464]

Girit'te, Lebena'da, Asklepieion'dan bir mozaik, kesilmiş taş parçalarının daha ileri bir noktada kullanımını örneklendirir. MÖ 3. yüzyıl ortası veya MÖ geç 3. yüzyıla ait olması olası görülen mozaiğin MÖ 4. yüzyıl ile 2. yıl arasından 1. yüzyıla uzanan geniş bir döneme atfedilmesi, kronoloji probleminin bir örneğidir.[465] Fon ve bordür gibi geniş yüzeylerde çakıl taşı egemendir. Denizatı ve palmetler gibi daha sınırlı alanlarda, birbirine tam uymayan, beyaz mermerden taş kırıntılar, kabaca yan yana

[461] Dunbabin, Technique, ss. 265-277; Dunbabin, Mosaics, s. 18.
[462] Dunbabin, Mosaics, s.18.
[463] Friedrich Adler, Richard Borrmann, Wilhelm Dörpfeld, Friedrich Graeber and Paul Graef, **Die Baudenkmäler von Olympia**, Text Band II, Verlag von A. Asher & Co., Berlin, 1892, ss. 10, 180-181; Dunbabin, Technique, ss. 265-277; Salzmann, Kieselmosaiken, s. 63, 117, lev. 71.5,71.6, 72; Nicholas Yalouris, "The Mosaic Pavement of the Temple of Zeus at Olympia", **Athens Annals of Archaeology**, Cilt: 1, 1968, ss. 78-82.
[464] Dunbabin, Mosaics, s.18.
[465] Salzmann, Kieselmosaiken, ss. 64, 117, Kat. No. 137, lev. 76-77; Dunbabin, Mosaics, s. 19, res. 16.

getirilerek yüzeye döşenmiştir. Bu kırıntılar düzensiz şekilleri nedeniyle, henüz düzgün kesilmiş tessera değildir. Denizatı figürünün vücut hatlarını ifade eden çizgiler için siyah çakıl kullanılması, bazen çakılların bölünerek kullanılması, burun ve dil gibi detaylar için pişmiş toprak parçalar kullanılması, doğal olarak elde edilemeyen malzemenin, giderek artan ölçüde kesilmiş taş ya da yapay malzeme ile telafi edildiğini açığa vurmaktadır.[466]

MÖ 3. yüzyıl ortalarına tarihlenen Pergamon Asklepeion'dan bir mozaikte, bir rozeti kuşatan çember ve bu çemberin etrafında beyaz güvercinler, panelin merkezini oluşturmaktadır. Dalga motifiyle bezeli bordür ile panel merkezinin arasına bir krater etrafında iki griffin figürü yerleştirilmiştir. Motiflerin ana hatları kurşun şeritlerle belirtilirken, düzensiz taş kırıntıları dolgu malzemesi durumundadır ve iç detay yoktur.[467] MÖ 3. yüzyıl ortalarına atfedilen Erythrai[468] ile MÖ 3. yüzyıla ya da 2. yüzyıla tarihlenmesinde tereddüt edilen Lykosoura[469] mozaikleri, silüet halindeki figürlerde sınırların vurgulanmasında kurşun şeritler kullanılmaksızın düzensiz şekilli taş kırıntılarının doğrudan doğruya renk kontrastıyla kullanımıyla nispeten daha detaylı tasarım sergilemektedir. Sparta'dan tarihsiz Triton mozaiğinde ise kırıntı taşlar daha düzgündür ve özel şekili kesilmiş parçalar da kullanılmıştır. Merkezinde ön cepheden tasvir edilmiş bir Triton içeren karesel panel, tekrarlı desenler içeren dörtgensel şeritlere ve bu şeritlerin arasında kalan bölgelerde, hareket unsuru vurgulanmış figürlere sahiptir.[470]

Pergamon, Erythrai, Lykosoura ve Sparta'da olduğu gibi Anadolu'nun batısında Aphrodisias,[471] Assos,[472] Klazomenai,[473] Priene[474] ve Troia'da[475] aynı

[466] Dunbabin, Mosaics, s. 19.
[467] Dunbabin, Mosaics, s. 19, res. 17; Dunbabin, Technique, s. 272; Salzmann, Kieselmosaiken, ss. 67, 124, 127, Kat. No. 166, lev. 83.1; Bingöl, Malerei ss. 71-74, res. 45.
[468] Sheila D. Campbell, "A Hellenistic Mosaic in Erythrae", **Anatolia**, Cilt: 17, 1973, ss. 207-209; Dunbabin, Technique, ss. 271-272, res. 11; Salzmann, Kieselmosaiken, ss. 68, 121-122, Kat. No. 154-155, lev. 85; Bingöl, Malerei, s. 74, lev. 8.3.
[469] Edmond Lévy ve Jean Marcadé, "Au musée de Lycosoura", **Bulletin de correspondance hellénique**, Cilt: 96, 1972, ss. 967-1004, s. 1003; Salzmann, Kieselmosaiken, ss. 65, 123, Kat. No. 162, lev. 80.1-2.
[470] Salzmann, Kieselmosaiken, ss. 66, 125, Kat. No. 169, lev. 82; Dunbabin, Mosaics, ss. 19-20; Dunbabin, Technique, ss. 270-271, res. 8-9.
[471] Salzmann, Kieselmosaiken, ss. 119-120, Kat. No. 144-145.
[472] Salzmann, Kieselmosaiken, ss. 120-121, Kat. No. 150, lev. 84.3-4; Bingöl, Malerei, s. 73, res. 46-47.
[473] Salzmann, Kieselmosaiken, s. 122, Kat. No. 159, lev. 86.1-2.
[474] Salzmann, Kieselmosaiken, ss. 124-125, Kat. No. 168, lev. 84.1; Bingöl, Malerei, ss. 76-77, res. 48.
[475] Salzmann, Kieselmosaiken, s. 126, Kat. No. 172, lev. 84.2.

döneme ait düzensiz taş kırıntılarından yapılmış mozaikler bulunmuştur. Bu merkezlere, Ege Denizi'nin kuzeyinde Abdera ve Moaroneia gibi buluntu yerleri[476] de eklendiğinde, düzensiz kırıntı taşlardan yapılmış mozaiklerin, Ege denizi civarına yoğunlaştığı anlaşılmaktadır.[477]

İtalya'da Kaulonia ve Praeneste, Sicilya'da Gela ve Palermo, Kuzey Afrika'da Euesperides-Berenike ve Kyrene, Mısır'da Aleksandria ve Diospolis Parva çakıl taşından tesseraya geçiş döneminin, Akdeniz havzasındaki önemli buluntu yerleridir.[478]

Anadolu'da bilinen mozaikler içerisinde, kesme taş ve çakılın birlikte kullanımının örneği bulunmamakla birlikte[479] MÖ 3. yüzyıl ile 2. yüzyıl başı arasındaki zamana tarihlenen Assos,[480] Kyme,[481] Priene[482] ile Anadolu'nun güneyinde en erken mozaik döşeme olarak bilinen Tarsus[483] çakıl taşı mozaikleri, Ege ve Akdeniz havzasında çakıl taşından tesseraya geçiş süreci devam ederken, sadece çakıl taşından mozaik yapımının da devam ettiğini göstermektedir.

MÖ 3. yüzyıl, bir yandan çakıl taşının kullanılmaya devam etmesi diğer yandan tessera kullanılmının da başlaması bakımından, teknik açıdan bir ara dönemdir.[484] Bu geçiş dönemine ait mozaikler, MÖ 4. yüzyılın çakıl taşı mozaiklerine göre çok daha basit kalmaktadır. Repertuar, temel dekoratif desenlerle sınırlıdır. Merkezî figür ya da panel, figürlü bir şeritle ya da iç içe katmanlar halinde şeritlerle kuşatılmaktadır. Döşemeler; iki boyutlu, derinlik algısı zayıf, profilden silüet halinde işlenmiş ve iç

[476] Wiktor Andrzej Daszewski, **Corpus of Mosaics from Egypt I, Hellenistic and Early Roman Period**, Philipp von Zabern, Mainz, 1985, (Mosaics form Egypt), ss. 103-110, Kat. No. 2, lev. 4-12; Salzmann, Kieselmosaiken, ss. 119-126, Kat. No. 142-172.
[477] Işıl Rabia Işıklıkaya, **Perge Mozaikleri: Macellum Güney Hamam ve Geç Dönem Meydanı Doğu Portiği**, (Doktora Tezi), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2010, (Perge Mozaikleri), s. 15.
[478] Salzmann, Kieselmosaiken, ss. 119-126, Kat. No. 142-172.
[479] Işıklıkaya, Perge Mozaikleri, s. 15.
[480] Salzmann, Kieselmosaiken, s. 85, Kat. No. 17, lev. 63.2; Bingöl, Malerei, s. 78, res. 51.
[481] Bingöl, Malerei, ss. 80-82, res. 54-55.
[482] Salzmann, Kieselmosaiken, ss. 109-110, Kat. No. 110-111, lev. 58; Bingöl, Malerei, ss.76-77, res. 48.
[483] Salzmann, Kieselmosaiken, s. 113, Kat. No. 125, lev. 63; Bingöl, Malerei, ss. 78-81, res. 52-53; Işıklıkaya, Perge Mozaikleri, s. 14; Hetty Goldman, **Excavations at Gözlükule-Tarsus I, The Hellenistic and Roman Periods,** Princeton University Press, Princeton, 1950, s. 10, res. 10, 12, 13, plan 2.
[484] Dunbabin, Mosaics, ss.18-19.

detayları sınırlı figürlerle karakterize edilmektedir. Yalnızca Sparta'dan Triton mozaiği daha fazla poz çeşitliliği sunmaktadır.[485]

Düzgün kesilmiş küp biçimindeki *tessera*larla mozaik döşeme tekniğinin (*opus tessellatum*) gelişiminin en erken temsilcisi, Sicilya'da Morgantina kentinde bulunan ve MÖ 3. yüzyılın ikinci yarısına tarihlenen Ganymedes mozaiği olarak bilinmektedir.[486] Ganymedes Evi'nden üç mozaik, teknik olarak düzensiz kesme taşların, düzgün kesilmiş küp şeklinde tesseraların ve çeşitli ölçülerde ihtiyaç duyulan özel şekillere uygun kesilmiş parçaların kombine kullanımını gösterir. Ganymedes mozaiği, *Ganymedes ve onu taşıyan kartal* sahnesini betimleyen merkezî resmin etrafında, tek sıra halinde tekrarlanan svastika desenlerinden oluşan bir bordürden oluşmaktadır. Siyah fon üzerinde beyaz figür olma özelliği baskın olmasına karşılık, kırmızı, kahverengi, sarı, gri, yeşil, mavi gölge efektleri söz konusudur. Renkler; kireçtaşı, pişmiş toprak, alçı taşı gibi farklı materyallerle sağlanmıştır. Figürlerde, daha küçük ve özenle kesilmiş küp tesseralar kullanılmıştır.[487] Ganymedes mozaiğinde yalnızca sahnenin betimlenmesinde değil aynı zamanda bordür hattında da perspektiften yararlanılmış olması, mozaiğin, yalnızca hareket ve derinlik algısıyla değil geometrik olarak üç boyutu ele almakla ilgili olduğunu göstermektedir. Morgantina'da erken kullanımı görünen o*pus tessellatum* tekniğinin standart döşeme tekniği haline gelmesi MÖ 2. ve 1. yüzyılda gerçekleşmiştir.[488]

Mısır'da Aleksandria'da MÖ 3. yüzyıla tarihlenen Shatby Geyik Avı mozaiği, ana malzeme olarak düzgün kesilmiş tessera, saç ve yele gibi dokularda çakıl taşı, göz ve burun gibi özel şekiller için kesilmiş parçaların birlikte kullanımıyla çakıl taşından tesseraya geçiş döneminin en kaliteli örnekleri arasında görülmektedir.[489] Mısır deltasında Thmuis kentinde, kesin olmamakla birlikte MÖ 2. yüzyılın ilk çeyreğine ait olduğu düşünülen, şaşkınlıktan gözleri sonuna kadar açılmış bakışlarıyla merkezde bir

[485] Dunbabin, Mosaics, ss.19-20.
[486] Kyle M. Phillips Jr., "Subject and Technique in Hellenistic-Roman Mosaics: A Ganymede Mosaic from Sicily", **The Art Bulletin**, Cilt: 42, Sayı: 4, 1960, ss. 243-262; Dela von Boeselager, **Antike Mosaiken in Sizilien: Hellenismus und römische Kaiserzeit, 3. Jahrhundert v. Chr.-3. Jahrhundert n. Chr.**, G. Bretschneider, Roma, 1983, (in Szilien), ss. 20-24; Barbara Tsakirgis, "The Decorated Pavements of Morgantina I: The Mosaics", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 93, Sayı: 3, 1989, ss. 395-416, ss. 397-400; Salzmann, Kieselmosaiken, ss. 75-76, lev. 95.
[487] Dunbabin, Mosaics, s. 21.
[488] Salzmann, Kieselmosaiken, ss. 59-80; Işıklıkaya, Perge Mozaikleri, s. 16.
[489] Salzmann, Kieselmosaiken, ss. 119-126, Kat. No. 142-172; Dunbabin, Mosaics, ss. 22-23, res. 22, 23, 24.

kadın portresi ve portrenin etrafındaki geniş bordürü tekrarlı svastika figürleriyle oluşturulmuş, Sophilos imzalı mozaik, *opus vermiculatum* tekniğinin son derece gelişmiş düzeyde muhteşem örneklerinden bir tanesi olarak kabul edilmektedir.[490]

Hellenistik Dönem'in mozaik üretim merkezlerinden birisi de Pergamon'dur. Pergamon'da V numaralı saray yapısında bulunan mozaikler, tessellatum tekniğinin en rafine örnekleri arasındadır. MÖ 2. yüzyılın ilk yarısı ile ortası arasına tarihlenen Papağan mozaiği, taş ve cam tesseraların renk olanaklarından yararlanılması ve yer yer milimetre ölçeğine ulaşan tessera boyutlarıyla, işçiliğin ulaştığı seviyeyi gösterir.[491] Siyah fon yerine beyaz fon kullanılması, hayvan ve bitki figürlerinin doğal, detaylı ve yüksek hassasiyetle tasviri, perspektif, üç boyut, ışık ve gölge etkilerinin başarıyla yakalanması, Pergamon mozaiklerinin öne çıkan özellikleridir.[492]

Plinius tarafından aktarılan bilgilere göre, Pergamon'da, balık iskeleti, tavuk kemikleri, deniz kabukları, ıstakoz pençeleri, kuruyemişler, üzüm sapları gibi normalde süpürülmesi gereken yemek artıklarını tasvir eden ve *asarotos oikos* (süpürülmemiş oda) olarak isimlendirilen mozaiği yapan Sosos, mozaik sanatçılarının en ünlüsüdür. Plinius, *Süpürülmemiş Oda* mozaiği konusunda verdiği bilgilerin devamında, bir tanesi su içerken başının gölgesi suya düşen diğerleri de kabın kenarında tüylerini düzeltip güneşlenen güvercinlerin şahane tasvirinden söz etmektedir.[493] Bu bilgilere dayalı olarak yazılı kaynaklarda adı geçen tek mozaik sanatçısı Sosos'tur.[494]

Orijinali kayıp olan *asarotos oikos* mozaiğinin, Roma kopyaları ve adaptasyonları içerisinde, günümüze ulaşanlardan en iyi durumda olanı, Roma'da

---

[490] Blanche R. Brown, **Ptolemaic Paintings and Mosaics and the Alexandrian Style**, Cambridge, Mass. Archaeological Institute of America, 1957, s. 67; Daszewski, Mosaics from Egypt, ss.142-160, Kat. No. 38-39, lev. 32-33; Dunbabin, Mosaics, s. 25, dip not 22.

[491] Georg Kawerau ve Theodor Wiegand, **Altertümer von Pergamon V.1: Die Paläste der Hochburg,** Berlin und Leipzig, 1930, ss. 58-63, (Taf.) lev. V, XII-XV, (Text) lev. XXVI; Dieter Salzmann, "Mosaiken und Pavimente in Pergamon: Vorbericht der Kampagnen 1989 und 1990", **Archäologischer Anzeiger**, Cilt: 3, 1991, (Pergamon 1989/90), ss. 433-456, res. 4; Dieter Salzmann, "Mosaiken und Pavimente in Pergamon: Vorbericht der Kampagnen 1991 und 1992", **Archäologischer Anzeiger**, Cilt: 3, 1993, (Pergamon 1991/92), ss. 389-400; Dieter Salzmann, "Zu den Mosaiken in den Palästen IV und V von Pergamon", **Studien zum antiken Kleinasien**, Cilt: 3, 1995, s. 101; Bingöl, Malerei, ss. 83-88, 100-106, res. 57-59, 67-70, lev. 10-15; Dunbabin, Mosaics, ss. 27-28, res. 28.

[492] Dunbabin, Mosaics, s. 28.

[493] Pliny, Natural History, XXXVI. 184.

[494] Dunbabin, Mosaics, s. 26.

bulunan ve MS 2. yüzyıla tarihlenen, *Heraklitos* imzalı mozaiktir.[495] MÖ 2. yüzyıl ile 1. yüzyıl aralığına ya da erken 2. yüzyıla ait olduğu düşünülen, Tibur (Tivoli) Hadrian Villası'ndan güvercinler mozaiği, Sosos'un güvercinlerine en yakın örnek olmasının yanı sıra cam tessera kullanımıyla tanınmaktadır.[496] Su yüzeyine düşen gölgeyi tasvir edebilecek seviyede gerçekçi olduğu ve perspektif, üç boyut ve göz yanılgısı (trompe l'oeil) etkilerini vermenin üstesinden gelebilmiş olduğu anlaşılan *Sosos işi* mozaiklerin, MÖ 133 öncesine ait olduğu düşünülmektedir.[497]

Ege'de Samos,[498] Anadolu'da Halikarnassos[499] ve Letoon[500] Geç Hellenistik Dönem'de Yunanistan'a yakın mozaik merkezleri arasındadır.[501] Nmyphaios üzerinde Arsameia'da, MÖ geç 2. yüzyıl ile erken 1. yüzyıla tarihlenen mozaikler, küçük alana hapsolmuş panel merkezi, geniş ve ardışık bordürleriyle tanınmaktadır. Bordürlerin zenginliği, Samsat mozaikleri için de geçerlidir.[502] Arsameia ve Samsat mozaikleri, Kyrene[503] mozaikleri gibi bulundukları konum itibariyle, Yunanistan'dan uzaklarda Hellenistik etkinin varlığını göstermektedir.[504]

---

[495] Bartolomeo Nogara, **I Mosaici antichi conservati nei Palazzi Pontifici del Vaticano e del Laterano**, Collezioni archeologiche, artistiche e numismatiche dei Palazzi apostolici 4, Milano, 1910, ss. 3-5, lev. v-vii; Wolfgang Helbig, **Führer durch die öffentlichen Sammlungen klassischer Alterthümer in Rom I,** Verlag Von Karl Bedeker, Leipzig, 1891, ss. 343-344, 536; Klaus Parlasca, "Das pergamenische Taubenmosaik", **Jahrbuch des Deutschen Archäologischen Instituts**, Cilt: 78, 1963, (pergamenische), ss. 259-293; Hugo Meyer, "Zu neuer Deutung von Asarotos Oikos und Kapitolinischem Taubenmosaik", **Archäologischer Anzeiger**, 1977, ss. 104-110; Gerd Hagenow, "Der nichtausgekehrte Speisesaal", **Rheinisches Museum für Philologie**, Cilt: 121 (H. 3/4), 1978, ss. 260-275; Dunbabin, Mosaics, s. 26, res. 26.

[496] Parlasca, pergamenische, ss. 259-293; Michael Donderer, "Das kapitolinische Taubenmosaik-Original des Sosos?", **Römische Mitteilungen**, Cilt: 98, 1991, ss. 189-197; Dunbabin, Mosaics, ss. 26-27, res. 27.

[497] Dunbabin, Mosaics, s. 26, res. 27.

[498] Vassiliki Giannoulli ve Anne-Marie Guimier-Sorbets, "Deux mosaïques hellénistiques à Samos", **Bulletin de correspondance hellénique**, Cilt: 112, Sayı: 2, 1988, (Samos), ss. 545-568.

[499] Bingöl, Malerei, ss. 99-100, res. 63, lev. 23.3; Birte Poulsen, "The New Excavations in Halikarnassos. A Preliminary Report (1990-1991)", **Hekatomnid Caria and the Ionian Renaissance**, (Ed. Jakob Isager), Odense University Press, Odense, 1994, ss. 115-133, res. 14.

[500] Bingöl, Malerei, ss. 99-102, res. 64-66; Henri Metzger, "Fouilles du Létoon de Xanthos (1962-1965)", **Revue Archéologique**, Fasikül: 1, 1966, ss. 101-112; Henri Metzger, "Fouilles du Létoon et de Ksanthos (1962-1972)" **The proceedings of the Xth International Congress of Classical Archaeology, Ankara-İzmir 23-30.09.1973**, Türk Tarih Kurumu, Ankara, 1978, ss. 789-803, lev. 241.6; M. Gerard Siebert, "La Salle la Mosaique", **Fouilles de Ksanthos**, Cilt: 9, Sayı: 1, 1992, ss. 57-73, lev. 28-36.

[501] Işıklıkaya, Perge Mozaikleri, s. 15.

[502] Nimet Özgüç, "Samsat 1984 Yılı Kazıları", **7. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Ankara, 1985, ss. 221-227; Nimet Özgüç, "1985 Yılında Yapılmış Olan Samsat Kazılarının Sonuçları", **8. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 1, Ankara, 1986, ss. 297-304; Bingöl, Malerei, ss. 107-110, res. 75-76, lev. 24.1-2.

[503] Ida Baldassare, "Mosaici ellenistici a Cirene e a Delo: rapporti e differenze", **Quaderni di archeologia della Libia**, Cilt: 8, 1976, ss. 193-221.

[504] Irving Lavin, "Die Mosaikfussböden in Aresameia am Nymphaios", **Arsameia am Nymphaios: Die Ausgrabungen im Hierothesion des Mithradates Kallinikos von 1953-1956** (**IstForsch 23)**, (Ed. F.

Delos adasında bulunan mozaikler, Hellenistik Dönem'e ait mozaiklerin doğası, tekniği ve komposizyonu hakkında genel değerlendirme yapılmasına izin verecek çokluktadır. Bulunan 354 mozaiğin, küçük bir bölümü pre-Hellenistik Dönem'e, bir tanesi Roma İmparatorluğu Dönemi'ne tarihlenebilirken geri kalan büyük çoğunluğu Hellenistik Dönem'e, MÖ 133-88 tarih aralığına, atfedilmektedir.[505] Döşemelerde yaygın olarak kullanılan materyal beyazımsı mermer kırıntılardır. Renkli kırıntıların yanı sıra tek başına ya da kombine olarak genellikle amfora kırıntılarından elde edilmiş seramik kullanımıyla İtalya tarzı harç ve aggrega *opus signinum* uygulamaları da görülmektedir.[506] Mermer kırıntıları ve daha az sıklıkta çakıl taşı, mozaik panellerde, düzgün kesilmiş ve sık döşenmiş tesseralarla kombine olarak kullanılmıştır. İnce işçilik *tessellatum* ürünü çok renkli panel merkezi, daha kaba taşlardan yapılmış bordürle çevrelenmiştir. Nispeten daha kaba taşlardan yapılmış olsa da bordürlerin geometrik desenleri oldukça temiz işlenmiştir ve kalitelidir. Üç boyut, perspektif ve yanılsama etkileri başarıyla sunulmuştur. Mozaiklerin tümü düşünüldüğünde, figürsüz sade döşemeler baskındır. Figürlü sahneler ve motifli döşemeler azınlıktadır.[507] Figürlü sahnelerde, Pergamon ya da Aleksandria örnekleriyle kıyaslanabilecek kalitede *opus vermiculatum* uygulamaları bulunmaktadır.[508] Hatta bu *vermiculatum* işlerinin *emblemata* olup olmadıkları konusu da tartışmaya açıktır. *Opus tessellatum* ile *opus vermiculatum* tekniklerinin birlikte kullanımını gösteren örneklerin de bulunuyor olması, Delos mozaiklerinin, çakıltaşı ve kaba kırıntılardan ince tesseraya uzanan bir materyal yelpazesinde, kullanılan teknik repertuarının zenginliğini açığa vurmaktadır.[509]

Geometrik desenlerin gelişimi bakımından, Klasik Dönem'de ve Hellenistik Dönem'de geometrik dekor çeşitliliği, Roma İmparatorluğu Dönemi'yle karşılaştırıldığında çok daha sınırlıdır. Geometrik motifler, dalga bandı ve meander

---

Karl Dörner ve Theresa Goell), Berlin, 1963, ss. 191-196, lev. 46-47; Wolfram Hoepfner, **Arsameia am Nymphaios II (IstForsch 33)**, Berlin, 1983, ss. 12-13, lev. 6-7; Salzmann, Kieselmosaiken, s. 120, Kat. No. 146-149, lev. 86; Bingöl, Malerei, ss. 106-108, res. 71-74; Dunbabin, Mosaics, s. 30.

[505] Philippe Bruneau, **Exploration archéologique de Délos: Les mosaïques**, Fasikül 29, Paris, 1972 de Boccard, Paris, 1972, (Les mosaïques), ss. 95-99; Dunbabin, Mosaics, s. 30.

[506] Bruneau, Les mosaïques, ss. 113-116, 305-316.

[507] Dunbabin, Mosaics, ss. 30-31.

[508] Bruneau, Les mosaïques, ss. 289-293, res. 247-253; Marcel Bulard, "Peintures murales et mosaïques de Délos", **Monuments et mémoires: Fondation E. Piot,** Cilt: 14, E. Leroux, 1908, ss. 199-203, lev. XIV-XV; Dunbabin, Mosaics, s. 32, res. 33.

[509] Bruneau, Les mosaïques, ss. 13-36, 100-101; Dunbabin, Mosaics, s. 30.

gibi az sayıda bordür süslemesinden ibarettir. *Opus tessellatum tarzı* döşemelerin ortaya çıkmasından sonra, Delos ve Pergamon örneklerinde bu genişleme çok kapsamlı olmamakla birlikte, geometrik desen reperturarında genel olarak bir genişleme söz konusudur. [510]

Roma sanatının dış kaynakları, Etrüsk ve koloniler üzerinden Yunan sanatı olarak görülmektedir. Roma'nın doğuya genişlemesiyle birlikte, egemenlik açısından doğrudan temasın ön plana çıktığı MÖ 2. yüzyıldan itibaren, Hellenizmin etkisindeki Yunan kentlerinin kültür ve sanatının Roma sanatını doğal olarak etkilediği kabul edilmektedir.[511]

Roma, MÖ 2. yüzyılda, Akdeniz'e genişlemiş, Makedonya ve Yunanistan'a egemen olmuştur.[512] Roma Dönemi mozaik sanatı konusunda değerlendirme yapabilmek için hareket noktası, doğal olarak İtalya'da mozaik sanatının durumudur.

İtalya'da mozaik sanatının yerel geleneği Sicilya'dan beslenmektedir. Sicilya'da çakıl taşı mozaiğin tek örneği, bir Kartaca kenti olan Motya'da bulunan ve kesin bir tarihe atfedilemeyen mozaiktir.[513] Sicilya'da Hellenistik Dönem'de yaygın olan döşeme tipi, ezilmiş tuğla ya da çömlek kırıntılarının kırmızımsı bir görüntü kazandırdığı harç üzerine, düzgün şekilli olmayan taş kırıntılarının döşenmesiyle elde edilen ve *opus signinum* olarak bilinen döşeme türüdür.[514] Bu döşeme türü, bölgede MÖ 3. yüzyıldan ya da daha öncesinden itibaren kullanılmaktadır. Selinus kentinde, MÖ 3. yüzyılın ilk yarısına ait olması muhtemel görülen bir döşeme, *opus signinum* tarzının en iyi örneği olarak bilinmektedir.[515] *Opus signinum* tarzının yaygın kullanımı, döşeme ve dekorasyon tekniği açısından İtalya'da yerel bir geleneğin mevcut olduğunu göstermektedir.[516]

Kuzey Afrika'daki Fenike kentlerinde, MÖ 3./2. yüzyıllar ile MS 1. yüzyıl arasında kullanılan, seramik tozuyla kırmızımsı renk kazandırılmış harç üzerine düzensiz taş kırıntıları ya da düzgün kesilmiş *tessera* ile bir desen oluşturacak şekilde

[510] Bruneau, Les mosaïques, ss. 37-42, 46-56, 62-70; Dunbabin, Mosaics, s. 292.
[511] Mortimer Wheeler, **Roman Art and Architecture**, New York, 1964, s. 2.
[512] Sabahat Atlan, **Roma Tarihi'nin Ana Hatları: 1. Kısım Cumhuriyet Devri**, İstanbul, 1970, s. 86.
[513] von Boeselager, Sizilien, ss. 15-20, res. 1-5; Salzmann, Kieselmosaiken, ss. 13-14, 97, Kat. No. 72; Dunbabin, Mosaics, s. 17.
[514] Dunbabin, Mosaics, s. 53.
[515] Vincenzo Tusa, "Segni di Tanit a Selinunte", **Revista de la Universidad Complutense**, Cilt: 25, Sayı: 104, 1976, ss. 29-36, res. 5-8; Dunbabin, Mosaics, s. 20, res. 18.
[516] Dunbabin, Mosaics, s. 38.

dizilmesi şeklinde tarif edilen döşeme tekniği,[517] *pavimenta poenica* olarak adlandırılmaktadır.[518] Aralarındaki teknik benzerlik nedeniyle, *pavimenta poenica* döşeme tekniğinin, Sicilya ve Güney İtalya'yı, *opus signinum* tekniğinin ortaya çıkışı konusunda etkilemiş olabileceği düşünülmektedir.[519]

Opus signinum döşemede düzgün tessera kullanımı, başlangıç aşamasında sınırlıdır. Bu şekilde tessera kullanımın Roma'da en erken örnekleri olasılıkla MÖ 3. yüzyıla ait görünmektedir. İtalya'da *opus tessellatum* döşemeler, MÖ 2. yüzyıl ortalarından itibaren yaygınlaşmıştır.[520]

Konu ve teknik bakımından Hellenistik Dönem mozaik sanatının üç boyutlu, renkli ve resimsel olma özelliklerini en açık şekliyle gösteren örneklerden biri, Pompeii'de Faun Evi'nden, MÖ 2. yüzyıl sonuna MÖ 1. yüzyılın hemen öncesi zamana tarihlenen, İskender Mozaiği'dir.[521] Bu mozaik *vermiculatum* tekniğinin anıtsal boyutlarda uygulamasını gösteren istisnai örnekler arasındadır. Mozaik, Makedonya Kralı Büyük İskender'in ordusuyla Pers Kralı Darius'un ordusu arasındaki savaştan bir çarpışma sahnesini konu edinmiştir. Sahnenin MÖ 333'e tarihlenen İssos Savaşı'na ya da MÖ 331'e tarihlenen Gaugamela Savaşı'na, ikisinden birine, ait olduğu tahmin edilmektedir. Mozaikte işlenen sahnenin, savaştan hemen sonra yapılmış olan bir resmin iyi bir kopyası olduğu kabul edilmektedir. Plinius tarafından aktarılan bilgilere göre, orijinal resmi yapan sanatçının kimliği konusunda en kabul

[517] Katherine M. D. Dunbabin, "Early Pavement Types in the West and the Invention of Tessellation", **La mosaïque gréco-romaine, Fifth Interneational Colloquium on Ancient Mosaics**, **1 - 2**, (Actes du V^{e} colloque international pour l'étude de la mosaïque antique), (Ed. Peter Johnson, Roger Ling ve David J. Smith), Bath, 5-12 septembre 1987, University of Michigan, Ann Arbor, 1994, (CMGR V), ss. 26-40.

[518] Philippe Bruneau, "Pavimenta poenica", **Mélanges de l'école française de Rome**, Cilt: 94, Sayı: 2, 1982, ss. 639-655.

[519] Dunbabin, Mosaics, ss. 53, 101-103.

[520] Dunbabin, Mosaics, s. 53.

[521] Ada Cohen, **The Alexander Mosaic: Stories of Victory and Defeat**, Cambridge University Press, Cambridge, 1997, s. 205; Bernard Andreae, **Das Alexandermosaik aus Pompeji**, Verlag Aurel Bongers, Recklinghausen, 1977; Tonio Hölscher, **Griechische Historienbilder des 5. und 4. Jahrhunderts v.Chr.**, Würzburg, 1973, (Griechische), ss. 122-169; Heinrich Fuhrmann, **Philoxenos von Eretria: Archäologische Untersuchungen über zwei Alexandermosaike**, Göttingen, 1931, ss. 93-227; Andreas Rumpf, "Zum Alexander-Mosaik", **Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Athenische Abteilung**, Cilt: 77, 1962, ss. 229-241.

edilebilir aday, Eretrialı Philoxenos olarak görülmektedir.[522] Pompeii,[523] yerel geleneğin yanı sıra emblema konusunda çok sayıda örnek sunmaktadır.[524] Praeneste'den, MÖ 2. yüzyılın son çeyreğine tarihlenen Nil Mozaiği[525] de boyutları ve zengin içerikli manzara tasviriyle, dikkat çekmektedir.

İtalya'da Geç Cumhuriyet Dönemi'nde bir bölümü Hellenistik Dönem'in resimsel etkisini taşıyan, bir bölümü de *emblama*yı kuşatan, nispeten daha büyük ölçekli taşlarla döşenmiş mozaikler ya da basit süslemeli döşemeler olmak üzere iki grup ayırt edilmektedir.[526] Cumhuriyetin son yüzyılının sonlarına doğru, *emblema* uygulamaları azalırken, Hellenistik etkinin karşısında yerel geleneğin yükselişini temsil eden *opus signinum* döşemeler daha yaygın olarak görülür.[527] Bu bakımdan Geç Cumhuriyet ile Erken İmparatorluk dönemlerinde Roma mozaik sanatı, Hellenistik etki ve yerel gelenek etkisinin yansımalarıyla şekillenmiştir.[528]

Roma mozaik sanatının gelişmesinde MÖ 1. yüzyılın en önemli yönü, bu yüzyıldan itibaren *opus tessellatum* döşemelerin ve dekor çeşitliliğinin düzenli bir süreklilikle genişlemesidir. Bu dönemde bir yandan perspektif, üç boyut ve göz yanılgısı (trompe l'oeil) etkilerini veren çok renkli (polikrom), Hellenistik etkili mozaikler üretilmeye devam ederken diğer yandan yerel üslubu temsil eden, iki boyutlu, siyah-beyaz (bikrom) mozaikler gelişmiştir.[529]

Döşemelerde siyah ve beyaz gibi kontrast iki renk kullanımı, ışık-gölge geçişlerine katı bir kısıtlama getirdiğinden, figürlerde derinlik ve üç boyut unsurlarını

---

[522] Pliny, Natural History, XXXV.110. Bkz.: H. Rackham, **Pliny: Natural History With An English Translation In Ten Volumes**, Volume IX: Libri XXXIII-XXXV, (Loeb Classical Library No. 394), Cambridge-Massuchusetts: Harvard University Press, London: William Heinemann LTD, 1961, (Natural History XXXIII-XXXV). Ayrıca bkz.: Hölscher, Griechische, ss. 159-162, 170-171; Dunbabin, Mosaics, ss. 40-41.

[523] Erich Pernice, **Pavimente und figürliche Mosaiken,** (**Die hellenistische Kunst in Pompeji 6)**, de Gruyter, Berlin, 1938, (Pavimente), ss. 33-177; Dunbabin, Mosaics, ss. 38-53.

[524] Mariette De Vos, "Paving Techniques at Pompeii", Archaeological News, Cilt: 16, 1991, (Paving), ss. 36-60.

[525] Giorgio Gullini, **I Mosaici di Palestrina**, Archeologia classica, Supp. 1, Roma, 1956, ss. 20-32; Paul G. P. Meyboom, **The Nile Mosaic of Palestrina: Early Evidence of Egyptian Religion in Italy**, (Religions in the Graeco-Roman World, Cilt: 121), Brill, 1995, ss. 43-79; Angela Steinmeyer-Schareika, **Das Nilmosaik von Palestrina und eine ptolemäische Expedition nach Äthiopien**, (Habelts Dissertationsdrucke, Reihe klassische Archäologie 10), Habelt, Bonn, 1978, ss. 52-97.

[526] Dunbabin, Mosaics, s. 53; Pernice, Pavimente, ss. 55-56; Maria Luisa Morricone, **Scutulata pavimenta: I pavimenti con inserti di marmo o di pietra trovati a Roma e nei dintorni**, Studi e materiali del Museo della Civiltà Romana 9, Roma, 1980.

[527] Dunbabin, Mosaics, s. 53.

[528] Dunbabin, Mosaics, s. 38.

[529] John R. Clarke, **Roman Black-and-White Figural Mosaics**, College Art Association of America, New York University Press, New York, 1979; Dunbabin, Mosaics, s. 55.

düzenleme yeteneğini de sınırlamaktadır. Bu durumun mozaik sanatçılarına, figürleri kendi gölgeleri üzerinden ya da tamamen silüet olarak tasvir etmekten başka seçenek bırakmadığı anlaşılmaktadır. Mozaik panellerde, merkezinde geometrik ya da bitkisel desenler olan, nadir olarak da figürler içeren hücresel bölmeler görülür.[530] Bordürlere sıkışmış durumda olan geometrik motifler, giderek döşeme yüzeyinin tümüne yayılan tekrarlı motiflere (carpet pattern) doğru gelişmektedir.[531]

Cumhuriyetin sonlarını ve İmparatorluğun erken dönemini kapsayan zaman diliminde, İtalya'da mozaik üretiminin artmasına, siyah-beyaz mozaiğin ucuz ve hızlı üretilmeye başlamasına paralel olarak geometrik süsleme repertuarı, zenginleşerek genişlemiştir.[532]

Erken İmparatorluk Dönemi, bir yanda çok renkli ve üç boyutlu geometrik mozaiklere tanıklık ederken, diğer yanda siyah-beyaz ve iki boyutlu mozaiklerin muhteşem örneklerine tanıklık etmektedir. Özellikle Pompeii[533] ve Lucus Feroniae[534] örnekleri, dönemin ağırlık kazanan geometrik karakterini açık şekilde yansıtmaktadır.

MÖ 1. yüzyılın bir başka önemli yönü, döşeme tekniğiyle ilgilidir. Mozaik sanatında, özel şekillere uygun kesilmiş taşların kullanımı, Roma Cumhuriyeti'nin son yüzyılında, İtalya'da başlı başına bir döşeme tekniği haline gelmiştir. Bu teknik *opus*

---

[530] Dunbabin, Mosaics, s. 55, dip not: 9; M. Morricone Matini, "Mosaici romani a cassetoni del I secolo a.C", Archeologia Classica, Cilt: 18, 1965, (Mosaici), ss. 75-91; A. Barbet ve Anne-Marie Guimier-Sorbets, "Le motif de caissons dans la mosaique du IVe siecle avant J.-C. A la fin de la Republique romaine: ses repport avec l'architecture, le stuc et la peinture", **La mosaïque Gréco-romaine IV, Trèves/Trier, 8-14 août 1984, (IVe colloque international pour l'étude de la mosaïque antique, Trèves/Trier, 8-14 août 1984)**, (CMGR IV), (Ed. J.-P. Darmon ve A. Rebourg), Paris, 1994, (Le motif), ss. 23-37, lev. I-IX; G. Becatti, "Alcune carratteristiche del mosaico policromo in itallia", **La mosaïque Gréco-romaine II, (IIe colloque international pour l'étude de la mosaïque antique)**, **(CMGR II)**, **Vienne, 30 Août-4 Septembre 1971**, (Ed. Henry Stern ve Marcel Le Glay), A. et J. Picard, Editions du CNRS, Paris, 1975, (Alcune), ss. 175-179.

[531] Üstüner, s. 93.

[532] Marion Elizabeth Blake, "The Pavements of the Roman Buildings of the Republic and Early Empire", **Memoirs of the American Academy in Rome**, Cilt: 8, 1930, (Pavements), ss. 7-159; Marion Elizabeth Blake, "Roman Mosaics of the Second Century in Italy", **Memoirs of the American Academy in Rome**, Cilt: 13, 1936, (Italy), ss. 67-214; Marion Elizabeth Blake, "Mosaics of the Late Empire in Rome and Vicinity", **Memoirs of the American Academy in Rome**, Cilt: 17, 1940, ss. 81-130; M. L. Morricone, "s.v. Mosaico", **Enciclopedia dell'Arte Antica**, 1970, 504-531; Gisela Salies, "Untersuchungen zu den geometrischen Gliederungsschemata römischer Mosaiken", **Bonner Jahrbücher**, Cilt: 174, 1974, (geometrischen), ss. 1-178; Dunbabin, Mosaics, s. 293.

[533] Blake, Pavements, s. 26, lev. 3.

[534] Mario Moretti ve Anna Maria Sgubini Moretti, **La villa dei Volusii a Lucus Feroniae**, Autostrade, Roma, 1977, ss. 12-14, 28-30, lev. 35-36, 39-42.

sectile olarak isimlendirilmektedir.[535] Bu teknikte taşların önce levha haline getirilmesi, bu levhalardan, yan yana getirildiğinde birbirine tamamen uyacak şekilde düzgün özel şekillerde parçalar kesilmesi ve döşemenin bu malzeme ile oluşturulması gerekmektedir. Döşemede kullanılacak parçaların her birinin özel olarak üretilmesi, bu tekniği *opus tessellatum* tekniğine göre daha zor, işçilik ve harcanan emek yönünden daha değerli, maliyet olarak da daha pahalı hale getirmektedir. Döşemenin tamamı *opus sectile* tekniğiyle yapılabileceği gibi, maliyet dengesi de gözetilecekse, tıpkı emblema uygulamalarında görüldüğü gibi, döşemenin odağı olan bölüm *opus sectile* tekniğiyle döşenirken ikinci plana itilen kısımlar *opus tessellatum* tekniğiyle döşenebilmektedir.[536] İtalya'da gelişen *opus sectile* tekniği, MS 1. yüzyılda popüler hale gelmiştir.[537]

MS 1. yüzyılın ortalarına gelindiğinde, tamamen tekrarlı geometrik motiflerle oluşturulan mozaik yüzeyler ve bu yüzeylerde *emblema* için ayrılan alanlara benzer olarak ayrılan alanlarda, geometrik desen kombinasyonları kendini gösterir.[538]

Yeni motifler ve yeni kompozisyonlar, bu dönemde, İmparatorluğun yayıldığı coğrafyada hemen her yerde benimsenmiştir. Daha önemlisi, bir kez tanıtıldıktan sonra atölyelerin repertuarları detaylandırma ve çeşitlendirme eğilimi belirgin hale gelmiştir.[539]

Augustus iktidarı döneminden MS 2. yüzyıl ortalarına kadar olan dönemde, İtalya'nın merkezinde ve özellikle Roma kentinde, figürlü ve süslemeli renkli mozaikler nadir görülür duruma gelirken, siyah-beyaz mozaikler olağanüstü şekilde yaygınlaşır. Renkli mozaik karşısında siyah-beyaz mozaiklerin yükselişi, üç boyutlu ve çok renkli paneller karşısında iki boyutlu siyah-beyaz mozaiklerin, malzeme ve işçilik bakımından daha ekonomik olması, ekonomik olması sebebiyle de daha fazla talep görmesi gibi pratik sebeplere dayandırılmaktadır. Bir diğer faktör de Roma mimarlığındaki gelişime bağlı olarak yapı geometrilerinin çeşitlenmesi, giderek artan

[535] Vitruvius, Ten Books, VII. 1. 3-4. Ayrıca bkz.: Π. Ασημακοπούλου-Ατζακά, **Η τεχνική opus sectile στην εντοίχια διακόσμηση**, Θεσσαλονίκη, 1980 (P. Asimakopoulou-Atksaka, **Duvar Dekorasyonunda Opus Sectile Tekniği**, Selanik, 1980), ss. 17-39.
[536] Dunbabin, Mosaics, s. 254; Marina De Franceschini, **Villa Adriana: Mosaici-Pavimenti-Edifici**, L'Erma di Bretschneider, Roma, 1991, ss. 619-621; Blake, Pavements, ss. 39-47, lev. 6; Işıklıkaya, Perge Mozaikleri, s. 21.
[537] Dunbabin, Mosaics, s. 55.
[538] Dunbabin, Mosaics, s. 56.
[539] Dunbabin, Mosaics, ss. 53-73.

ölçüde eğrisel hatlardan yararlanılması ve bunun sonucu olarak mozaik döşenecek alan geometrisinin; daha esnek, çabuk uyarlanabilir ve uygulanabilir döşeme tekniği olarak iki boyutlu siyah-beyaz döşemelere olan talebi desteklemesidir. Mozaik sanatında, seri üretim eğiliminin bedeli olarak kalitenin düşüşü de görülmektedir. Bu durum tessera şeklinin eskisi kadar düzgün olmayışı ve döşemelerde kullanılan tessera boyutlarının büyümesiyle örneklendirilmektedir.[540]

Pompeii, Vezüv Yanardağı'nın patladığı MS 79 yılına kadar olan dönem için İtalya'da döşeme tiplerinin gelişimi konusunda kapsamlı kanıtlar sunarak MS 1. yüzyıla kadar, mozaik sanatı hakkında bilgi verir. Ostia[541] ise MS 2. ve 3. yüzyıla daha fazla odaklanmakla birlikte, Geç Cumhuriyet Dönemi'nden MS 4. yüzyıla kadar, mozaik sanatının gelişimi öyküsünün devamını neredeyse kesintisiz olarak takip etmeye olanak sağladığı için büyük bir şanstır.[542] Ostia mozaikleri, MS 2. ve 3. yüzyılda, çok katlı binalarda ve özel mülklerde, döşeme olarak ağırlıkla siyah-beyaz geometrik mozaiklerin kullanıldığını göstermektedir.[543]

MS 2. yüzyıla ait döşemelerde geometrik formların tekrarlı kullanımıyla elde edilmiş karmaşık yüzeyler, yüzeylerde kendi içinde süslemelerle yüklü bölümler, MS 1. yüzyılda görülen geometrik formları detaylandırma eğiliminin, MS 2. yüzyılda gelişerek devam etmesinin sonucudur.[544] MS 3. yüzyılın başarısı ise geometrik desenlerin, özellikle eğrisel formların siyah ve beyaz renklerin güçlü kontrastıyla desteklenerek uygulanmasıyla elde edilen etkileyici döşemelerdir.[545]

MS 2. yüzyılda ortaya çıkan bir başka yenilik de panelin tamamında ya da bir bölümünde, eğrisel ve kıvrımlı yapıda stilize edilmiş bitki figürlerinin, ritmik ve simetrik düzenleme içerisinde giderek artan oranda kullanılmasıdır. Hadrian döneminde altın çağını yaşayan bu tarzın mükemmel örnekleri Ostia'dandır ve MS 120 ile 130 aralığına tarihlenmektedir.[546] Düzenli ve detaylı formların ritmik ve

[540] Dunbabin, Mosaics, s. 57.
[541] Giovanni Becatti, **Scavi di Ostia 4: Mosaici e Pavimenti Marmorei**, Istituto poligrafico dello stato, Libreria dello stato, Roma, 1961, (Ostia 4), ss. 247-252.
[542] Dunbabin, Mosaics, s. 60.
[543] Blake, Italy, ss. 76-113, 186-206; Becatti, Ostia 4, ss. 263-265, 271-275, 277-290, 328-336, 356-359; Dunbabin, Mosaics, s. 60.
[544] Dunbabin, Mosaics, s. 60, res. 59; Becatti, Ostia 4, ss. 128-133, Kat. No. 237-267, lev. CCXXV.
[545] Dunbabin, Mosaics, ss. 60, 293, res. 60, 299.
[546] Becatti, Ostia 4, ss. 153-158, Kat. No. 292-293, 288-289, lev. LXXV-LXXVIII, LXXX; Dunbabin, Mosaics, ss. 60-61, res. 61.

simetrik düzenlemeleriyle elde edilen karmaşık yüzeyler, geometrik mozaiklerle stilize bitkisel mozaikleri aynı dönemde, aynı gelişim çizgisinde buluşturmaktadır.

MS 2. yüzyıl, siyah-beyaz figürlü mozaikler için olgunluk dönemini işaret eden örnekler vermektedir. Ostia'da, MS 120-130 aralığına tarihlenen Bacchus ve Ariadne Evi mozaiği bu örneklerden biridir.[547] İç detayları beyaz renk çizgilerle verilen figürlerin pozu; frontal, üç çeyrek ya da arka cepheden ama perspektif etkisini verecek şekilde düzenlenmiştir. Figürler, iki boyutlu sade bir silüet olmak yerine üçüncü boyutu ve derinliği izleyiciye kavratacak şekilde çizgisel hatlarla desteklenmiştir. Bu sayede figürlerin yer yer üst üste bindirilmesinden çekinilmemiştir. Figürlerde ve içinde bulundukları sahnede, hareket hali hâkimdir. Gölgeler olası en yalın haliyle, siyah ve stilize çizgilerle ve figürün içinde bulunduğu hareketi ve hareketin dinamiklerini destekleyecek şekilde verilmiştir.[548] MS 139 yılına tarihlenen bir diğer örnek Ostia'da Neptün Mozaiği'dir.[549] Bu döşemenin ölçüleri anıtsal boyutlardadır. Mitolojik karakterler, deniz canavarları, yunuslar ve balık kuyruklu hayvanlar; sahnedeki konum, yön ve poz çeşitliliğiyle, panel merkezi atrafında bir halka oluşturur vaziyettedir ve izleyiciyi, sahneyi tek açıdan izlemek yerine, panel etrafında hareket ederek izlemeye ve harekete dâhil olmaya yönlendirmektedir. Sahnenin geneline bir perspektif vermekten kaçınan, tasvir edilen olayların geçtiği mekânı soyut bir dünyaya bırakan bir üslup dikkat çekmektedir.[550] Bu örnekler, siyah ve beyaza, sadece iki renge kısıtlanan mozaik sanatçılarının, işlerini iki boyuta indirgemeyi kabullenemediklerini, kısıtlı olanaklarla olsa da üçüncü boyutu zorlayacak yeteneğe sahip olduklarını ve bu yeteneği kullandıklarını göstermektedir.

Olgun siyah-beyaz stilde iki temel süsleme ilkesi ayırt edilebilir. Bunlardan ilki, Roma ve Ostia'daki taban döşemelerinde olduğu gibi, tasarımda, kontrast uluşruturacak şekilde zıt renkli alanlanların kullanımıdır.[551] Kontrast alanlar optik efekt[552] yaratacak şekilde kullanıldığından şeklin sınırlarının belirtilmesine ihtiyaç

[547] Becatti, Ostia 4, ss. 153-158, Kat. No. 292-293, 288-289, lev. LXXV-LXXVIII, LXXX.
[548] Dunbabin, Mosaics, ss. 60-61, res. 61.
[549] Becatti, Ostia 4, ss. 47-52, Kat. No. 69-72, lev. CXXVI-CXXXVI.
[550] Dunbabin, Mosaics, s. 61, res. 62.
[551] Décor I, ss. 176, 244, 246, 247; lev. 117, a (Rome); 117, f (Ostia); 159, a (Rome); 159, e (Ostia); 160, a (Ostia); 160, f (Ostia).
[552] Gisela Hellenkemper-Salies, "Irritations optiques dans l'ornementation pavimentale romaine", **VI Colloquio Internacional sobre Mosaico antiquo, Palencia-Mérida. Octubre 1990, (VIe colloque international pour l'étude de la mosaïque, antique, Palencia-Mérida, octobre 1990)**, (CMGR VI), (Ed. D. Fernandez Galıano), Guadalajara, 1994, ss. 423-430.

kalmamaktadır. İkinci ilke ise hemen her zaman beyaz zemin üzerine figürler işlenirken figürlerin dış hatlarını oluşturan çizgilerin koyu renkle belirginleştirilmesidir.[553]

MS 3. yüzyılda, figürlü mozaiklerin, anatomi düzeni konusunda özen ve kalite kaybına uğradığı, detayları düzenleyen çizgilerin soyut hale geldiği, üslupta kırılma yaşandığı, çok renkli mozaiklerin de nadiren üretildiği görülmektedir.[554]

MS 4. yüzyılda, Ostia ve İtalya'nın diğer bölgelerinde, çok renkli mozaiklerde, yeniden canlanma görülür.[555] İnorganik anatomi, üç boyuta ilginin azalması, anahat çizgileriyle figürlerin ifade edilmesi, tesseraları gölge geçişleri şeklinde değil de şerit ve renk bantları olarak yerleştirme eğilimi, MS 4. yüzyılda figürlerin karakteristik özellikleridir.[556] Süsleyici desenler, tekrarlı kullanımlarıyla artık geniş alanları kaplamaktadır. Üç ya da dört renkli basit gölgelendirme kullanımı, birbirine geçen şeritler ve *guilloche* sık görülür. Hücresel bölümlere ayrılmış döşemelerde, çok sayıda figürü ya da küçük sahneleri yan yana getirmektedir. Kuzey Afrika'da görülen çok renkli ve figürlü stilin etkili olduğu görülür.[557] MS 4. yüzyıl ortalarına tarihlenen Kuzey İtalya'da Desenzano Villası mozaikleri, çok renkli mozaiklerin karakteristiğini yansıtmaktadır.[558]

İtalya'nın diğer kısımlarında mozaik sanatı, Ostia'daki gelişim çizgisiyle tamamen aynı olmasa da benzer bir rota izlemiştir. Siyah-beyaz mozaik üslubü, özellikle figürlü ve geometrik formlar, Roma ve yakın civarında tam anlamıyla genişleyerek Sicilya'ya kadar geniş alanlara yayılmıştır ve bu bölgelerdeki mozaikler Ostia örneklerinden büyük ayrılıklar göstermezler.[559]

Geometrik desenler açısından ikinci, MS 3. ve 4. yüzyıllar büyük bir detaylandırma ve çeşitleme sürecini ifade eder. Bu zaman diliminde, çoğu taşra

---

[553] Salies, geometrischen, ss. 5, 26-34; Décor I, lev. 173; Dunbabin, Mosaics, s. 293, res. 56, 167, 298, 299.

[554] Dunbabin, Mosaics, ss. 61-65, res. 63-65; Becatti, Ostia 4, ss. 173-174, Kat. No. 320, lev. CLXIV-CLXV, ss. 64-85, Kat. No. 83-138, 345-348, lev. CLXXXVI; Clarke 51-52, 97-98, res. 69-71;

[555] Maria Floriani Squarciapino, "Nuovi mosaici ostiensi", **Atti della Pontificia Accademia Romana di Archeologia (Serie III), Rendiconti**, Cilt: 58, Anno Academico, 1985-1986, Tipografia Poliglotta Vaticana, 1987, ss. 87-114; Dunbabin, Mosaics, ss. 64-65.

[556] Dunbabin, Mosaics, s. 65, dip not 31.

[557] Dunbabin, Mosaics, s. 69, referanslar için bkz. dip not: 41.

[558] M. Mirabella Roberti, "Nuovi mosaici dalla Villa romana di Desenzano", **La mosaïque Gréco-romaine IV, Trèves/Trier, 8-14 août 1984, (IVe colloque international pour l'étude de la mosaïque antique, Trèves/Trier, 8-14 août 1984)**, (CMGR IV), (Ed. J.-P. Darmon ve A. Rebourg), Paris, 1994, ss. 107-114.

[559] Dunbabin, Mosaics, s. 65.

atölyesinin çok renkli mozaik üretimini tercih etmesi, çok daha zengin bir uygulamayı ortaya çıkarması bakımından fark yaratmıştır.[560]

Mozaik sanatı konusunda önemli buluntu merkezleri olarak Sicilya'da Piazza Armerina, Kuzey Afrika'da Kartaca, Thuburbo Maius, Thysdrus, Bulla Regia ve Thamugadi; İber Yarımadası'nda Emporiae, Emerita, Itallica ve Conimbriga; Britanya'da Woodchester, Verulamium ve Fishbourne; Orta Avrupa'da Saint-Romain-en-Gal, Vienne ve Trier; Yunanistan'da Korinth, Isthmia, Olympia, Mytilene ve Rodos; Kıbrıs'ta Nea Paphos ve Kourion; Suriye'de Antiokheia, Apameia ve Sahba/Philippopolis; Filistin ve Ürdün bölgesinde Masada, Madaba, Sepphoris ve Geresa sayılabilir.[561] İmpartatorluğun yayıldığı coğrafyada, ortak bir üslup yerine, farklı üsluplar ve yerel özellikler ön plana çıkmaktadır.[562]

İtalya'da mozaik sanatının özgün karakteri, açık renk fon üzerine koyu renk kullanımı, iki renklilik, iki boyutlu etki, merkezî olmak yerine panele aynı yoğunlukta yayılan kompozisyon, değişik açılardan izlenebilen kompozisyon düzeni, iki renklilik (bikromi) olarak özetlenebilir. Hellenistik Dönem mozaiklerinin özellikleri de koyu renk fon üzerine açık renk kullanımı, çok renklilik (polikromi); perspektif, ışık-gölge geçişleri ile yaratılan üç boyutlu etki, merkezî kompozisyon, bir açıdan izlenebilecek kompozisyon düzeni olarak özetle listelendiğinde, Hellenistik Dönem mozaikleriyle İtalya mozaiklerinin kontrast yaratan farkları ortaya çıkmaktadır.

Roma İmparatorluğu Dönemi'nde, Doğu Akdeniz havzasında, mozaik sanatında Hellenistik etkili üslup (Hellenistic style) ve İtalya etkili üslup (İtalian style) olmak üzere, iki ana üslup ayırt edilmektedir.[563] MS 4. yüzyıl ortalarından itibaren, Doğu Akdeniz havzasında, Hellenistik etkili mozaiklerin, panelin üç boyut yerine iki boyutlu olarak ele alınışı,[564] *halı deseni* (carpet pattern) olarak ifade edilen geometrik

[560] Dunbabin, Mosaics, s. 293.
[561] Referanslarıyla birlikte: Işıklıkaya, Perge Mozaikleri, s. 23-24, dip notlar: 105-113. Detaylı analizler için: Dunbabin, Mosaics, ss. 73-235.
[562] Dunbabin, Mosaics, ss. 53-223; Ayrıca bkz: Işıklıkaya, Perge Mozaikleri, s. 23.
[563] Dunbabin, Mosaics, s. 223-225; Veronika Scheibelreiter, "Römische Mosaiken in Westkleinasien", **Neue Zeiten-Neue Sitten: Zu Rezeption und Integration römischen und italischen Kulturguts in Kleinasiens**, (Ed. Marion Meyer), (Wiener Forschungen zur Archäologie 12), Phoibos, Wien, 2007, (Westkleinasien), ss. 155-170, ss. 156-157, 160-161; Işıklıkaya, Perge Mozaikleri, s. 24.
[564] Ernst Kitzinger, "Stylistic developments in pavement mosaics in the Greek East from the age of Constantine to the age of Justinian", **La mosaïque gréco-romaine, Actes du I^{er} colloque international pour l'étude de la mosaïque antique, Paris, 29 août-3 septembre 1963**, (Ed. Henry Stern ve Gilbert Charles Picard), Paris, 1965, (CMGR I), s. 341-352; Ernst Kitzinger, "Mosaic Pavements in the Greek East and the Question of a 'Renaissance' under Justinian", **Actes du VIe Congrès International**

motiflerin tüm yüzeye uygulanması, panel merkezindeki figürlü panonun küçülerek madalyon haline gelmesi ya da yüzeye dağıtılmış hücrelere dönüşmesi gibi bir değişim sürecine girmesiyle,[565] Doğu ile Batı arasındaki üslup farkı, MS 4. yüzyıl sonrasında nispeten azalmıştır.[566]

Geç Antik Dönem'de, geometrik süslemelerde yeni motiflerin de kullanılmaya başlanmasıyla zevkin değişikliğe uğradığı görülür. İlmekli bantlar ve halı deseni uygulamalar yeni zevkin tipik örnekleridir. Kullanılan şemalar yüzyıllardır kullanılagelen formlar olsa da işlemedeki değişiklik, ortaya çıkan etkiyi değiştirmiştir. Bantlar ya da bordürler *guilloche* ya da dalga motifleri gibi geleneksel unsurlar içerebileceği gibi çoğunlukla gökkuşağı kablo deseni tercih edildiği görülür. Madalyonlar, bitkisel motifler ya da figürler içererek paneli zenginleştirse de uç örneklerde panelin sadece karmaşık ilmekli desenlerle süslenmesi yeterli görülür. Bu üslup ağırlıklı olarak Suriye, Filistin, Ürdün gibi Doğu bölgelerinden kaynaklanır ve İtalya'da da yeni üslubun benimsendiğini gösteren örnekler mevcuttur.[567]

Pergamon'da mozaik sanatının gelişimi, Hellenistik Dönem'den Roma İmparatorluğu Dönemi'ne kadar kesintisiz şekilde izlenebilmektedir.[568] MÖ 2. yüzyıl ortalarından, MS 2. yüzyıl ortalarına ya da sonlarına kadar olan zaman dilimine tarihlenen mozaikler, Hellenistik geleneğin etkilerinin ve sonrasında İtalya etkilerinin gözlemlenebilmesine olanak vermektedir.[569]

Anadolu'nun batısında MS 1. yüzyıla ve MS 2. yüzyıla tarihlenen mozaikler, Hellenistik gelenek özellikleri göstermek yerine, çağdaşları olan İtalya ve Batı

d'Études Byzantines, Paris, 27 juillet - 2 août 1948, Comité français des Etudes Byzantines, Paris, 1951, ss. 209-223; Dunbabin, Mosaics, ss. 176-184.

[565] Roger Ling, **Ancient Mosaics**, Princeton University Press, Princeton, 1998, (Ancient Mosaics), ss. 57-58; Dunbabin, Mosaics, s. 63.

[566] Işıklıkaya, Perge Mozaikleri, ss. 26-27.

[567] Dunbabin, Mosaics, ss. 160-186, 187-208, 295-296, res. 208, 302. Balmelle ve diğerleri, Décor I, lev. 149, g (Tiberiade, [Israel]). Balmelle ve diğerleri, Décor II, lev. 235, a (Antioche, [Türkiye]); 235, c (Ghine, [Liban]); lev. 244, d (Ravenne [Italie]); 244e (Ravenne [Italie]); lev. 246, f (El Muharrafa, [Israel]).

[568] Salzmann, Pergamon 1989/90, ss. 433-456, res. 4; Salzmann, Pergamon 1991/92, ss. 389-400; Dunbabin, Mosaics, s. 223.

[569] Salzmann, Pergamon 1989/90, ss. 437-439; Salzmann, Pergamon 1989/90, ss. 437-439, 445-448, res. 5-6, 14-15; Scheibelreiter, Westkleinasien, s. 161, dip not: 46, 48, 50.

mozaikleriyle benzerlik gösterirler.[570] Iasos, MS 2. yüzyılda İtalya'da görülen siyah-beyaz geometrik mozaiklerle benzerliğiyle bu durumu örneklendirmektedir.[571]

Ephesos'un Teras Evleri, motif repertuarı sınırlı olarak siyah-beyaz geometrik mozaiklerin MS 4. yüzyıla ve MS 5. yüzyıla kadar devamlılığını göstermenin yanı sıra Hellenistik etkiyle İtalya etkisini aynı döşemede buluşturmakta, siyah-beyaz geometrik mozaik geleneğine, ilave renklerle dokunmaktadır.[572] MS 4. ve 5. yüzyıla tarihlenen Sardes[573] ve Aphrodisias[574] mozaikleri, Geç Antik Dönem'e ait önemli buluntular sunmaktadır.

Bu örnekler, Anadolu'nun batısında, Roma İmparatorluğu'nun ilk üç yüzyılına ait mozaiklerin görece az örneğe sahip olduğunu, geometrik ve figürlü mozaiklerin repertuarının sınır olduğunu ve Batı Akdeniz etkisinde bir gelişim çizgisi izlendiğini, MS 4. yüzyıl ortalarından MS 6. yüzyıla kadar, çok renkli, figürlü sahnelerin ve zengin süslemelerin yaygınlaştığını göstermektedir.[575]

MS 2. yüzyılın başıyla MS 6. yüzyıl ortaları arasına tarihlenen Antakya mozaikleri,[576] Hellenistik etkili mozaiklere örnek teşkil etmekte, bölgede mozaik sanatının gelişiminin gözlemlenmesinde ve tarihlenmesinde referans olarak kabul

---

[570] Dunbabin, Mosaics, ss. 223-224.

[571] Fede Berti, "I mosaici di Iasos", **III. Colloquio Internazionale sul mosaico antico,** (=Actes du IIIe colloque international pour l'étude de la mosaïque antique, Ravenna, 6-10 septembre 1980), (Éd. Raffaella Farioli Campanati), Ravenna, 1983, (CMGR III), ss. 235-246, ss. 235-239, res. 2-8; Scheibelreiter, Westkleinasien, s. 161; Dunbabin, Mosaics, s. 224-225.

[572] Werner Jobst, **Römische Mosaiken aus Ephesos 1. Die Hänghäuser des Embolos. Mit einem Beitrag von H. Vetters**, (**Forschungen in Ephesos 8.2)**, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, 1977, (Ephesos 1), ss. 39-42, 58-64, lev. 65-73, 103-107; Gisela Hellenkemper-Salies, "Werner Jobst, Römische Mosaiken aus Ephesos 1. Die Hanghäuser des Embolos (mit einem Beitrag von H. Vetters)", **Bonner Jahrbücher des rheinischen Landesmuseums in Bonn und des Vereins von Altertumsfreunden im Rheinlande** (Bjb), Cilt: 180, 1980, ss. 772-778; Veronika Scheibelreiter, "Studien zu den kaiserzeitlichen Mosaiken Westkleinasiens", **La mosaïque gréco-romaine IX**, (Actes du IX^{e} colloque international pour l'étude de la mosaïque antique et médiévale, Rome, École française/ Palazzo Altemps, 5-10 novembre 2001), (Ed. Hélène Morlier), Collection de l'École française de Rome (CEFR) 352.2, Rome, 2005, (CMGR IX), ss. 761-773; Scheibelreiter, Westkleinasien, s. 161-162, dip not: 51-52; Dunbabin, Mosaics, ss. 224-225, res. 238.

[573] Veronika Scheibelreiter, "Mosaics in Roman and Late Antique Western Asia Minor", **III. Uluslararası Türkiye Mozaik Korpusu Sempozyumu Bildirileri**, 8-10 Haziran 2006, Bursa, (Ed. M. Şahin), Uludağ Üniversitesi Mozaik Arastırmaları Merkezi, Bursa, 2007, ss. 63-77, res. 1-26.

[574] Sheila D. Campbell, **The Mosaics of Aphrodisias in Caria, Subsidia Mediaevalia 18**, Pontifical Institute of Mediaeval Studies (PIMS), Toronto, 1991.

[575] Dunbabin, Mosaics, s. 225.

[576] Doro Levi, **Antioch Mosaic Pavements**, Princeton University Press, Princeton, 1947, (Antioch Mosaic Pavements); Sheila D. Campbell, **The Mosaics of Antioch**, **Subsidia Mediaevalia 15**, Pontifical Institute of Mediaeval Studies, Toronto, 1988.

edilmektedir.[577] Bu döşemelerde, figürlü alanlara üç boyut etkisi hâkimdir.[578] Bordür süslemeleri, döşemenin çerçevesiyle figürlü pano arasında geometrik desenlerin uygulama alanına dönüşmüştür.[579]

Zeugma, mitolojiden figürler ve sahneler, bitki ve hayvan figürleri, geometrik desenler gibi zengin bir repertuarı, kaliteli işçilik ürünü, çok renkli ve iyi korunmuş panellerle ortaya koyan önemli bir buluntu merkezidir.[580]

Roma İmparatorluğu'nun ikinci baskenti Konstantinopolis, Geç Antik Dönem ve özellikle MS 6. yüzyıl üslubunu yansıtan örnekler sunmaktadır.[581]

Mozaik sanatı yalnızca taban döşemelerinde değil duvar ve tonoz süslemeleri için de kullanılmıştır. Yunan dünyasında bu uygulamaların örneği bulunmadığından, duvar ve tonoz mozaikleri, Roma icadı olarak görülmektedir. Zemin döşemeleri ile duvar ve tonoz döşemeleri arasında karşılıklı etkileşim bulunmakla birlikte metot, amaç, repertuar ve malzeme olarak ayrı gelişim çizgisi izlemişlerdir.[582] Zemin döşemeleri için *tessellatum* terimi kullanılırken, duvar ve tonoz döşemeleri için *museiarus* ve *musivarus* terimlerinin kullanılması, terminoloji bakımından da ayırt edildiklerini göstermektedir.[583] Diocletianus'un MS 301 tarihine ait günlük ücret

---

[577] Dunbabin, Mosaics, s. 160-163; Levi, Antioch Mosaic Pavements, s. 604; Ling, Ancient Mosaics, ss. 49-50.
[578] Dunbabin, Mosaics, s. 162; Levi, Antioch Mosaic Pavements, s. 405-;
[579] Ling, Ancient Mosaics, ss. 49-50.
[580] Nezih Başgelen ve Rıfat Ergeç, **Belkıs/Zeugma-Halfeti-Rumkale, Tarihe Son Bakış**, Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul, 2000; Mehmet Önal, **Zeugma mosaics: A corpus**, A Turizm Yayınları, İstanbul, 2009; Mehmet Önal, Fatma Bulgan, Hamza Güllüce, Ahmet Beyazlar, Burhan Balcıoğlu, Taner Atalay, **Belkıs-Zeugma ve Mozaikleri**, (Ed. Rıfat Ergeç), Promat, İstanbul, 2007, (Belkıs-Zeugma).
[581] Gerard Brett, "The Mosaic of the Great Palace in Constantinople", **Jornal of the Walburg and Courtauld Institutes**, Cilt: 5, 1942, ss. 33-43; David Talbot Rice, "The Mosaics", **The Great Palace of the Byzantine Emperors: Second Report**, (Ed. David Talbot Rice), The University Press, Edinburg, 1958, ss.121-160; Rüstem Duyuran, "Belediye Sarayı Mozaikleri", **Arkitekt**, 1954, Cilt: 9-12, ss. 166-170; Rüstem Duyuran, "İstanbul Vilayet Konağı Karşısındaki Mozaikler", **İstanbul Arkeoloji Müzeleri Yıllığı**, Sayı: 9, 1960, ss. 18-21, res. 1-8; R. M. Harrison ve G. R. J. Lawson, "The Mosaics In Front of The Vilayet Building in Istanbul", **İstanbul Arkeoloji Müzeleri Yıllığı**, Sayı: 13-14, 1967, ss. 216-218, lev. LV-LX; Nezih Başgelen, "İstanbul Belediye Sarayı'nın Temel kazısında Bulunan Mozaikler ve Semuh Adil", **Arkeoloji ve Sanat**, Sayı: 124, 2007, s. IV, 149-151; Werner Jobst, Raimund Kastler ve Veronika Scheibelreiter (Ed.), **Mosaikenforschung im Kaiserpalast von Konstantinopel, Neue Forschungen und Restaurierungen im byzantinischen Kaiserpalast von Istanbul: Akten der Internationalen Fachtagung vom 6.-8. November 1991 in Istanbul, (Denkschriften, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-Historische Klasse 273)**, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, 1999; Werner Jobst, Behçet Erdal ve Christian Gurtner, **İstanbul Büyük Saray Mozayiği: Arastırmalar, Onarım ve Sergileme**, 1983-1997, Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul, 1997.
[582] Dunbabin, Mosaics, s. 236.
[583] Frank B. Sear, **Roman Wall and Vault Mosaics**, **(Mitteilungen des deutschen archäologischen Instituts, Römische Abteilung**, **Ergänzungsheft 23)**, F. H. Kerle, Heidelberg, 1977, (Wall and Vault),

tarifesinde, duvar mozaiği işçiliğinin taban mozaiği işçiliğinden daha pahalı olması, kalifikasyon ve işçilik anlamında da bu sanatların ayırt edilmiş olduğunun bir göstergesidir.[584]

Mağaraların, *mousa* ve *nymphae* olarak anılan esin perileri ve su perileri gibi mitoloji karakterleriyle ilişkilerine bağlı olarak *grotto* olarak adlandırılan yapay mağaralar ve *grotto* benzeri *musaeum* ve *nymphaeum* yapıları, bu mitoloji karakterlerinin mekânı olarak düşünülmektedir.[585] MÖ 1. yüzyıl ve MS 1. yüzyılda, Roma villalarında *grotto* yapıları lüks göstergesi olarak önemli rol oynamıştır.[586] Mozaikle süslenmiş *grotto* örneğinin en erken temsilcisi, MÖ 1. yüzyıl ortalarına tarihlenmektedir. Erken örneklerde, sünger taşı, volkanik taşlar, deniz kabuklarından yapılan kaplama dokusu, yüzeye yapay bir görünüm kazandırmaktadır. İlerleyen zamanda döşeme malzemelerine cam ve tessera katılmıştır.[587]

Tonoz süslemelerinin en iyi örneklerinden bir tanesi, İtalya'da, Formiae kentinde, Cicero Villası'nda bulunan *nymphaeum* süslemesidir ve MÖ 70 ile MÖ 50 aralığına tarihlenmektedir.[588] Kavisli tonoz yüzeyinin dikdörtgen bir panel gibi düşünüldüğü, panel yüzeyinde düzgün aralıklandırılmış kareler oluşturulduğu, panel merkezine dikdörtgenler yerleştirildiği ve oluşturulan bu geometrik hücrelerin çember, yarım ve çeyrek çember ile düzgün dörtgen uygulamalarıyla süslendiği görülmektedir. Erken tonoz süslemesinin geometrik karakterli oluşu dikkat çekicidir.

---

ss. 16-19; Henri Lavagne, **Operosa Antra: recherches sur la grotte à Rome de Sylla à Hadrien**, Ecole française de Rome, Roma, 1988, (Operosa Antra), ss. 405-411; Peter Fischer, **Das Mosaik: Entwicklung, Technik, Eigenart**, Verlag Anton Schroll, Wien, 1969, (Das Mosaik),ss. 7-8;

[584] Dunbabin, Mosaics, s. 276 dip not 39; Siegfried Lauffer (Ed.), **Diokletians Preisedikt**, **Texte und Kommentare 5**, Walter de Gruyter, Berlin, 1971, ss. 118-119; Michael Donderer, **Die Mosaizisten der Antike und ihre wirtschaftliche und soziale Stellung: Eine Quellenstudie**, Universitätsbund Erlangen-Nürnberg, Erlangen, 1989, (Die Mosaizisten der Antike), s. 23-31; Michael Donderer, **Die Mosaizisten der Antike II, Epigraphische Quellen-Neufunde und Nachträge**, Universitätsbund Erlangen-Nürnberg, Erlangen, 2008, ss. 26-31.

[585] Lavagne, Operosa Antra, ss. 266-302, referanlarıyla birlikte detaylı açıklama vermektedir. Ayrıca bkz.: Ayşe F. Erol, "Opus Musivum Tekniği", **III. Uluslararası Türkiye Mozaik Korpusu Sempozyumu Bildirileri, 8-10 Haziran 2006, Bursa**, (Ed. Mustafa Şahin), Uludağ Üniversitesi Mozaik Arastırmaları Merkezi, Bursa, 2007, ss. 93-100.

[586] Dunbabin, Mosaics, s. 236.

[587] Dunbabin, Mosaics, ss. 236-248.

[588] Cairoli Fulvio Giuliani ve Marcello Guaitoli, "Il ninefo minore della villa detta di Cicerone a Formia", **Mitteilungen des deutschen archäologischen Instituts, Römische Abteilung 79, [**RömMitt 79], 1972, ss. 191-219, lev. 97-104; Lavagne, Operosa Antra, ss. 386-392; Massimiliano Valenti, "Il «Ninfeo Ponari» di Cassino (Fr): analisi stilistica e cronologica delle decorazioni", **Archeologia Classica**, Cilt: 44, 1992, ss. 51-80; Massimiliano Valenti, "Il mosaico rustico a conchiglie ed il ninfeo Ponari di Cassino. Riflessioni su una moda decorativa di età tardo-repubblicana", **Atti del II colloquio dell'As-sociazione Italiana per lo Studio e la Conservazione del Mosaico (Roma, 5-7 dicembre 1994)**, Bordighera, 1995, ss. 49-60; Dunbabin, Mosaics, ss. 236-237, res. 249.

Duvar ve tonoz mozaikleri konusunda MS 1. yüzyıla kadar bol miktarda örnek sunan İtalya, MS 1. yüzyıldan sonra da örneklerin esas kaynağı olmaya devam eder. Bu sanatlar, MS 2. yüzyıldan itibaren İmparatorluk coğrafyasına yayılmıştır.[589] MS 1. yüzyıl ile MS 4. yüzyıl arasında kalan dönemde, *emblema*nın duvar döşemelerinde kullanılması, taban döşemeleriyle duvar döşemelerinin birbirini tamamlar şekilde döşenmesi ve beslendikleri repertuarın ilişkilenmesiyle, taban döşemeleri ile duvar ve tonoz döşemeleri arasında bağ kurulmuş, karşılıklı etkileşim meydana gelmiştir.[590] Duvar ve tonoz mozaiklerinin süslediği yüzeyler, MS 4. yüzyılın başlarına kadar, saray, mezar, tapınak, hamam, tiyatro, circus gibi yapılara genişlemiştir.[591]

MS 337-351 aralığına tarihlenen Roma'da Constantia Mausoleum,[592] MS 3. yüzyıl ortaları ile MS erken 4. yüzyıla tarihlenen St. Peter Kilisesi altındaki mezar yapısı,[593] MS 4. yüzyıl ortalarına ya da geç 4. yüzyıla ait olması muhtemel görülen İspanya'da Centcelles Mausoleum,[594] ait oldukları dönem itibariyle Hristiyanlığın Roma'da kabul gördüğü erken döneme ait olsa da kavisli yüzeyleri süsleyen mozaikler, esasen Antik Dönem taban mozaiklerinde görülen repertuarı ve üslubu yansıtmaktadır. Bu uygulamalar, Ortaçağ dini yapılarında görülen duvar ve tonoz süslemelerinin Antik Dönem'deki kökleridir.[595]

Hristiyanlık etkisiyle, mozaik döşemeler, bazilika ve vaftizhane gibi dini mekânlarda kullanılmaya başlanmıştır.[596] Başlangıç aşamasında repetuar, ağırlıklı

---

[589] Dunbabin, Mosaics, ss. 243-244; Sear, Wall and Vault, ss. 20-22.
[590] Dunbabin, Mosaics, ss. 246-248.
[591] Sear, **Roman Wall and Vault**, ss. 30-36; Dunbabin, Mosaics, ss. 245-246.
[592] Henry Stern, "Les mosaïques de l'église de Sainte-Constance à Rome", **Dumbarton Oaks Papers**, Cilt: 12, 1958, ss. 157-218, özellikle ss. 192-206; Guglielmo Matthiae, **Mosaici medioevali delle chiese di Roma**, Istituto poligrafico dello Stato, Roma, 1967, ss. 3-53, lev. I-IX, res. 1-26; Dunbabin, Mosaics, ss. 248, res. 263-264.
[593] Jocelyn Toynbee ve John Ward Perkins, **Shrine of St. Peter and the Vatican Excavations**, Longmans, Green, London, 1956, ss. 72-74, lev. 32; Bruno Maria Apollonj Ghetti, Antonio Ferrua, E. Josi ve E. Kirschbaum (Ed.), **Esplorazioni sotto la confessione di San Pietro in Vaticano eseguite negli anni 1940-1949**, Città del Vaticano, 1951, ss. 38-42, lev. B, C, XI-XII; Othmar Perler, **Die Mosaiken der Juliergruft im Vatikan: Rektoratsrede zur feierlichen Eröffnung des Studienjahres am 15. Nov. 1952**, Freiburger Universitätsreden, 1953, lev. I-IV; Sear, Wall and Vault ss. 127-128, lev. 53.2-53.3; Dunbabin, Mosaics, ss. 249-250, res. 265.
[594] Helmut Schlunk, **Die Mosaikkuppel von Centcelles, Madrider Beiträge 13**, Mainz am Rhein, 1988; Achim Arbeiter ve Dieter Korol, "Der Mosaikschmuck des Grabbaues von Centcelles und der Machtwechsel von Constans zu Magnentius", **Madrider Mitteilungen**, Cilt: 30, 1989, ss. 289-331; Theodor Hauschild ve Achim Arbeiter, **La Villa romana de centcelles**, Barcelona, 1993; Dunbabin, Mosaics, ss. 251-253, res. 267-268.
[595] Dunbabin, Mosaics, s. 246.
[596] Ling, Ancient Mosaics, s. 98; Fischer, Das Mosaik, ss. 59-.

olarak geometrik desenlerden oluşmaktayken daha sonra Hristiyanlık ile ilgili doğa ve hayvan motifleri döşeme repertuarına katılmıştır.[597]

MS 6. yüzyılda Pers akınları MS 7. yüzyılda Arap akınlarıyla, Anadolu'nun doğusunda ve güneydoğusunda, mozaik döşemelerin üretimi de azalarak sona ermiştir.[598] Suriye'nin güneyinde Deir el-'Adas bölgesinde MS 722 yılına tarihlenen St. George Kilisesi[599] mozaikleri; Ürdün'de, MS 724-743 aralığına tarihlenen Ma'in ve Khirbet el-Mafjar[600] saray mozaikleri, MS 8. yüzyıla tarihlenen Kastron Mefaa[601] St. Stephan Kilisesi mozaikleri, Emeviler Dönemi'nde, bu bölgede MS 8. yüzyıl ortalarına kadar mozaik döşemelerin, halife saraylarında ve kiliselerde kullanılığını göstermektedir.[602]

2.1.2. Mozaik Yapım Tekniği

Vitruvius, beton döşemeyi, cilalı yüzeylerin en önemlisi olarak görmektedir. Döşemenin sağlamlığının garanti edilmesinin önemine dikkat çekmektedir. Tarife göre, ilk aşama, toprağın sağlamlığının kontrol edilmesidir. Toprak her yerde sağlamsa, önce toprağın seviyesinin düzeltilmesi, bir besleme katmanıyla birlikte kırma taş döşenmesi öngörülmektedir. Bu tarife göre, tesviye edilmiş toprak üzerinde besleme katmanı ve kırma taş katmanı olmak üzere iki katman başlangıç aşaması prosedürüdür. Besleme katmanının tam içeriği bilinmemekle beraber kırma taş katmanı anlaşılabilir durumdadır. İkinci aşama, kırma taş tabakanın üzerinde döşeme tahtaları katmanı eklenmesidir. Ahşabın kireçten zarar görmemesi için ahşap

[597] Ling, Ancient Mosaics, ss. 98-99.
[598] Dunbabin, Mosaics, ss. 2, 184-185.
[599] Dunbabin, Mosaics, s. 185, dip not 52.
[600] R. W. Hamilton ve Oleg Grabar, **Khirbat al Mafjar, An Arabian Mansion in the Jordan Valley**, Clarendon Press, Oxford, 1959, ss. 327-342, lev. LXXVI-XCII, XCVIIa-XCIX; Richard Ettinghausen, "The Throne and Banquet Hall of Khirbat al-Mafjar", **From Byzantium to Sasanian Iran and the Islamic World: Three Modes of Artistic Influence**, Brill, Leiden, 1972, ss. 17-65; Elizabeth Petronella de Loos-Dietz, "Les mosaiques à Khirbat al-Mafjar près de Jéricho", **Babesch**, Cilt: 65, 1990, ss. 123-138; Dunbabin, Mosaics, ss. 205-209, res. 220-221.
[601] Michele Piccirillo, **Chiese e mosaici di Madaba, Publications of the Studium Biblicum Franciscanum, Collectio maior 34**, Franciscan Printing Press, Jerusalem, 1989, ss. 96-107; Michele Piccirillo, **The Mosaics of Jordan, American Center of Oriental Research publications 1, American Center of Oriental Research**, Amman, 1997, ss. 106-107, res. 78-95; Ute Lux, "Die Apostel-Kirche in Mādeba", **Zeitschrift des Deutschen Palästina-Vereins (ZDPV)**, Cilt: 84, 1968, ss. 106-129; Dunbabin, Mosaics, ss. 203-204, res. 217-218.
[602] Dunbabin, Mosaics, ss. 205-208.

tabakanın üzerinin eğrelti otu ya da saman katmanıyla örtülmesi önerilmektedir. Üçüncü aşama, en az avuç büyüklüğünde bir besleme katmanı döşenmesidir. Dördüncü aşama, kırma taşların belirli oranlarda kireçle karıştırılarak besleme tabakası üzerinde döşenmesi ve sert bir tabaka oluşana kadar tahta tokmaklarla defalarca dövülmesidir. Beşinci aşama, belirli oranda kiremit tozu ve kireç karışımı olan ve en az altı parmak kalınlığında yeni bir tabaka oluşturulmasıdır. Altıncı aşama, kesilmiş mermer parçaları veya küplerden bir döşeme oluşturulmasıdır. Esasen mozaik olarak bilinen katman bu döşeme katmanıdır. Bu katmanın inşasında, cetvel ve su terazisi kullanılacağı belirtilmektedir.[603]

Kesilmiş mermer parçalarının şeklinin eşkenar dörtgen, üçgen, kare veya altıgen olabileceği belirtilmektedir. Yedinci aşama, düzeltme işlemleri sonrasında yüzeye mermer tozu serpilmesi, kireç ve kumdan oluşan bir kaplama döşenmesidir.[604] Bu aşama, muhtemelen derz dolgu aşamasını temsil etmektedir. Buraya kadar aktarılan bilgiler, kapalı mekân içerisinde mozaik panel yapımının aşamalarını açıklamaktadır.

Açık hava mekânlarının zemin döşemeleri için başka tarif verilmektedir. İlk aşama, kırma taşlardan bir katman oluşturulması; ikinci aşama, ahşap katman oluşturulmasıdır. Açık hava şartlarına uygunluk bakımından, ahşap katman üzerine yeni bir ahşap katman oluşturulması gerektiği belirtilmektedir. İlk ahşap katmanın birbirine paralel tahtalardan oluşacağı; ikinci katmanda, ilk katmanda kullanılan yöne dik olacak şekilde tahta döşenmesi gerektiği ileri sürülmektedir. Üçüncü aşama, kırma taş ile kiremit tozu ve kireç karışımı ile zeminin kaplanmasıdır. Dördüncü aşamada, yeni katman yine kırma taşlardan oluşmaktadır. Kırma taşın döşenmesi ve dövülmesi sonunda bu katmanın kalınlığın en az bir ayak olması öngörülmektedir. Beşinci aşama, çekirdek (nucleus) katmanının oluşturulması ve altıncı aşama, iki parmak kalınlığındaki küplerle (tessera) döşemenin yapılmasıdır.[605]

Plinius, açık hava zemin döşemelerini Yunanların icadı olarak tanıtır. Ilıman iklim şartlarında kullanışlı, yağışlı ve don olayı görülen yerlerde güvenilmez bir yöntem olduğunu ifade eder. Mozaik yapım tekniğine ve katmanların inşasına ilişkin

---

[603] Latince metindeki *sectile* ve *tessera* sözcüklerini *cut slips* ve *cubes* olarak çevirildiği geometrik şekillerde kesilmiş mermer parçalarından oluşan döşeme (opus sectile) ile kare biçimli karolar olarak belirtilmektedir. Vitruvius, Ten Books, VII.1.3.
[604] Vitruvius, Ten Books, VII.1.4.
[605] Vitruvius, Ten Books, VII. 1. 5-7.

Plinius tarafından aktarılan bilgiler, Vitruvius tarafından aktarılan bilgilere benzerdir ve tekniği özet olarak vermektedir.[606]

Leone Battista Alberti, Vitruvius ve Plinius tarafından aktarılan bilgilere ve Antik Dönem işlerine dayalı olarak döşeme yüzeyinden aşağıya doğru katmanların sıralanışı, katmanları oluşturan materyaller ve katmanların kalınlıkları hakkında bilgiler vermektedir.[607] Bu bilgiler ışığında, Antik Dönem mozaiklerinin stratigrafik yapısı tanımlanmıştır.[608]

Statumen, en altta yer alan ilk katmandır. Zemin üzerine, en az avuç büyüklüğünde olan taşların serilmesiyle oluşturulmaktadır. Vituruvius, bu katmanı *besleme katmanı* olarak tarif eder. Bu katman, ancak mozaik doğal bir toprak üzerine inşa edilmişse çıkmaktadır. İkinci katman, *statumen* üzerine serilen *rudus* katmanıdır. Taş ve kireç karışımından oluşmaktadır. Vitruvius'a göre, taş ile kireç arasındaki oran üçe bir olmalı, eski taş malzeme yeniden kullanılıyorsa karışımın oranı beşe iki olmalıdır. Bu katman ahşap tokmakla dövülerek sertleştirilmeli ve kalınlığı bir ayağın dörtte üçünden fazla olmamalıdır (yaklaşık 23,00 cm). Bu katman, büyük *agrega*lı bir kireç harcı ile yapılır. Üçüncü katman, *nucleus* (çekirdek) katmanıdır. Toz haline getirilmiş çanak çömlek ve kirecin üçe bir oranındaki karışımıyla oluşturulur. Vitruvius'a göre kiremit tozu ve kirecin üçe bir oranında karışımından oluşan ve kalınlığı altı parmaktan (yaklaşık 15,00 cm) az olmayan katmandır. İnce *agrega*lı bir harçtan yapılır. Dördüncü katman, *nucleus* üzerine serilen *supranucleus* (bedding layer/setting bed) katmanıdır. Bu katman, mermer parçalarının ya da tesseraları taşıyan kireç bakımından zengin harç yatak olarak görülebilir. Beşinci ve son katman, *tessellatum*, mozaik panel yüzeyini oluşturan tessera ya da mermer parçaları ile parçalar aradaki boşlukları dolduran harçtan oluşan katmandır **(EK 42)**.[609]

Katmanların sayısı, kalınlığı ve bu katmanları oluşturan harçların bileşimi ve özellikleri, döşemenin yapıldığı odanın kullanımına ve döşendikleri yüzey tipine göre

---

[606] Pliny, Natural History, XXXVI. 60-64.
[607] Leone Battista Alberti, "Of Pavements According to the Opinion of Pliny and Vitruvius, and the Works of the Ancients", **The Architecture of Leon Batista Alberti in Ten Books**, Edvard Oven, London, 1755, Kitap 3, Bölüm 16, ss. 208-214.
[608] Vincenzo Starinieri, **Study of Materials and Technology of Ancient Floor Mosaics' Substrate,** (Doctoral Dissertation), Bologna University, Alma, 2009, ss. 3-10.
[609] The Getty Conservation Institute, and the Israel Antiquities Authorities, **Illustrated Glossary: Mosaics in Situ Project: Definitions of Terms Used for the Graphic Documentation of in Situ Floor Mosaics**, Los Angeles, CA: Getty Conservation Institute, 2003, (Mosaic), s. 3. Ayrıca bkz.: Vitruvius, Ten Books, VII.1-7.

değişiklik göstermektedir. Durum ne olursa olsun, *tessellatum* katmanının altında, hazırlayıcı katman yapısı bulunmaktadır.[610] Hazırlayıcı katmanların amacı, döşeme yüzeyinin çürüme, çatlama, kırılma, çökme gibi bozucu etkilere karşı korunmasını sağlamaktır.

Mozaik yüzeyin oluşturulmasında terrakotta, doğal çakıltaşı, tessera, mermer, kireç taşı, alçı taşı, yapay boncuk, fildişi, fayans, kurşun, değerli ve yarı değerli taşlar cam, altın-cam, gümüş-cam gibi çeşitli malzemeler kullanılmıştır. Döşeme yüzeyi, mozaiği tanımlayan ve sanatın icra edildiği katmandır.

2.1.3. Tasarımın Panel Yüzeyine Aktarılması

Antik Dönem'de mozaik yapım teknikleri, kullanılan malzeme ve çalışılan alana bağlı olarak değişse de genellikle basit geleneksel yöntemler uygulanmıştır.[611] Vitruvius'un verdiği bilgilere göre mozaik ustaları sadece cetvel, gönye ve su terazisi kullanarak bu eserleri meydana getirmişlerdir.[612]

Tessellatum katmanının üzerinde döşendiği *nucleus* katmanı yüzeyine, mozaik panelin düzenini belirleyen ağ yapısının, köşegen çizgilerin ve motif hatlarının oluşturulması, bu kılavuz çizgiler izlenerek tessera taşların zemine direkt döşenmesi bilinen bir yöntemdir. Kılavuz çizgiler, boya (kırmızı ya da siyah) ile çizilebileceği gibi, yüzeyi oluşturan harç henüz kurmamışken cetvelin ince kenarıyla harc yüzyine baskı yapılarak ya da hatların kesi uygulamasıyla belirginleştirilmesiyle de oluşturulabilir.[613]

Kılavuz çizgi uygulamasının en erken örneği, Samos'ta MÖ 2. yüzyılın ortalarına tarihlenen bir mozaik döşeme üzerinde, modül genişliği meander zincirini taşıyan bordür genişliğine eşit ağ yapısı içerisinde, meander deseninin hatlarını hazırlayan izler ve bu izlere bıçak gibi saplanmış kurşun parçalardan oluşan kurşun şeritlerin varlığıyla tespit edilmiştir.[614]

---

[610] Starinieri, ss. 117-119.
[611] Ling, Ancient Mosaics, s.14.
[612] Vitruvius, Ten Books, VII.I.3.
[613] Donderer, Die Mosaizisten der Antike, ss. 41-42; Mariette De Vos, **Settefinestre: Una villa schiavistica nell'Etruria romana**, (Ed. Andrea Carandini), Modena, 1985, ss. 86-87, res. 104-106; uygulama için: Ciro Robotti, **Mosaico e Architettura: Disegni, Sinopie, Cartoni,** Editrice Ferraro, Naples, 1983, (Mosaico), ss. 17-34; Dunbabin, Mosaics, s. 282.
[614] Giannoulli ve Guimier-Sorbets, Samos, ss. 558, 566-567, res. 7.

Kurşun şerit uygulamasının açığa vurduğu bir diğer gerçek de sadece kılavuz çizgiler oluşturmanın döşemede motiflerin kesinliğini garanti etmemesi, bu çizgilere tam bir uyumla döşeme yapılabilmesi için çizgiler boyunca döşenecek *tessera* hatlarının döşeme sırasında savrulmasını önleyecek, çizgilere uyumu çizgi boyunca kontrol altında tutacak fiziksel bir bariyere ihtiyaç olduğudur.

Bu haliyle, zeminde oluşturulan hazırlayıcı çizgileri *tessellatum* katmanına taşıyan kurşun şeritler, desenlerin döşenmesinde yol göstermekle kalmaz, zemine bıçak gibi saplanmış olmaları sebebiyle, döşeme sırasında motif sınırlarını fiziksel olarak belirleyen birer bariyer gibi görev yaparak motiflerin kesin ve şaşmaz bir düzen içerisinde döşenmesini sağlarlar.

Kurşun şerit kullanımı, Hellenistik Dönem mozaiklerinde, özellikle karmaşık desenler taşıyan mozaiklerde görülmektedir. Kurşun şeritlerin Hellenistik Dönem sonrasında terk edilmesi, mozaik sanatçılarının, kılavuz çizgiler ya da kesilerle birlikte, bu planlamayı döşemeye yansıtmada yeneklerine güvenerek devam ettikleri şeklinde yorumlanmaktadır.[615]

Bir defa çizgilerin varlığı kanıtlarına kavuştuktan sonra, kılavuz çizgilere uygun döşemelerin yapımında, kurşun şerit uygulaması gibi döşemenin bir parçası olan, döşemenin altında yatan kılavuz çizgilerin varlığını bizzat kendi maddi varlığıyla ve oluşturduğu kesin hatlarla dışa vuran bir uygulama yerine, kılavuz çizgileri şekillendirmede kullanılmakla beraber, döşemenin bir parçası haline gelmeyen, planlamanın varlığı konusunda ipucu vermeyen ve planlamayı gizleyen yeniliklere başvurulması daha olasıdır.

İtalya'da Campania bölgesinin kuzeyinde Francolise'de Villa San Rocco, Geç Cumhuriyet Dönemi'nde, kılavuz çizgi olarak *nucleus* katmanı yüzeyinde oluşturulan kesilerin doğrudan kullanıldığını göstermektedir. MÖ 30 yılına tarihlenen döşemede, içerisinde *rozet* bulunan düzgün altıgen formundaki süslemelerin yan yana dizilerek bant oluşturmasını sağlayan paralel çizgiler, bu bant içerisine altıgenlerin düzgün şekilde yerleşeceği karesel hücreler, hücrelerde içerisinde de altıgen oluşturulmasını sağlayan hatlar tespit edilmiştir.[616]

---

[615] Dunbabin, Mosaics, s. 282.

[616] M. Aylwin Cotton ve Guy P. R. Métraux, **The San Rocco Villa at Francolise**, Hertford: British School at Rome and Institute of Fine Arts, New York University, 1985, (San Rocco), ss. 100-104, 115-118, res. 13, lev. XXIX, XXXIII-XXXIV; Dunbabin, Mosaics, s. 283, res. 289-291.

Campania'da Stabiae kentinde Villa Arianna'da bulunan, MS 1. yüzyıl ortalarına ait olması muhtemel görülen siyah-beyaz geometrik döşeme, *nucleus* katmanında kesi ve boya ile kılavuz çizgilerin belirlenmesini örneklendirmektedir. Mozaiğin genel düzenini, ağ yapısını, ağ yapısında tekrarlanan süsleme elementinin geometrisini belirleyen birbirini dik olarak kesen çizgiler ve köşegenler, harç yüzeyi üzerine kesi şeklindedir. Meander deseninin hatları için ise odun kömürü solüsyonundan bir çeşit mürekkep kullanılmıştır. *Nucleus* katmanında yer yer rastlanan deliklerin, kılavuz çizgilerin döşenmesinde çivi ve ip kullanımını işaret etmektedir.[617]

Afrika Proconsularis bölgesinde Utica'da Cascade Evi'nde (oda XXVI), MS 1. yüzyıl sonu ile 2. yüzyıl başı dolaylarına ait olması muhtemel görülen döşeme, kesi izleri olmaksızın yalnızca döşeme yatağında meander desenlerinin kırmızı renk boya ile belirlendiğini göstermektedir.[618] Sadece boya kullanarak motif hatlarının belirlenmesi, döşeme yapılırken, belirlenen hatların takip edilmesinde mekanik yöntemlerin kullanıldığını düşündürmektedir.[619]

Kılavuz çizgilerin kullanımı geometrik motiflerle sınırlı değildir. İspanya'da Centcelles Mausoleum kubbesinde, figürlerin altında kalan kırmızı renk çizgiler,[620] Roma'da İmparator Nero'nun Domus Aurea'sında tonoz dekorasyonunun bir parçası olan düzgün sekizgen çerçeve içine yerleştirilmiş Ulysses ve Polyphemus betimlemesinde figürlerin altın mavimtrak çizgiler,[621] kılavız çizgilerin figürler için de kullanıldığını göstermektedir.

Pella'dan, MÖ geç 4. yüzyıla tarihlenen Arslan Avı mozaiğinde, figürlerin vücut hatlarının, harç yüzeyi üzerine kırmızı renk çizgilerle önceden belirlenmesi ve bu hatlar üzerine çakıl taşı döşenmesi, kılavuz çizgilerin, mozaik sanatının erken

---

[617] Ciro Robotti, "Una Sinopia Musiva Pavimentale a Stabia", **Bollettino d'Arte**, Cilt: 58, Sayı: 1, 1973, ss. 42-44; Robotti, Mosaico, ss. 19-24, res. 3, 10; Maria Stella Pisapia, **Mosaici Antichi in Italia, Regione prima: Stabiae**, Rome, 1989, ss. 40-41, katalog no. 73; Dunbabin, Mosaics, s. 283, res. 292, 293.

[618] Margaret A. Alexander, Mongi Ennaïfer, Jerrold Gretzinger, Guy P. R. Métraux, David Soren ve Marie Spiro, **Corpus des Mosaïques de Tunisie,** Cilt: 1, Utique, Insulae I-II-III, Tunis, 1973, ss. 34-35, katalog no. 36, lev. LXI; Guy P. R. Métraux, "Patronage and Style in the Mosaics of the Villa San Rocco, Francolise", **Bulletin d'information de l'Association internationale pour l'étude de la mosaïque antique**, Cilt: 10, Sayı: 1, 1985, ss. 139-149, ss. 141-142.

[619] Dunbabin, Mosaics, ss. 283-284.

[620] Schlunk, ss. 6-178; Donderer, Die Mosaizisten der Antike, s. 41.

[621] Henri Lavagne, "Le Nymphée au Polyphème de la Domus Aurea", **Mélanges de l'École Française de Rome**, Cilt: 82, Sayı: 2, 1970, ss. 673-721, ss. 693-694.

dönemlerinden itibaren kullanılmakta olduğunu, mozaik döşeme işlemine başlamadan önce yüzeyin planlandığını kanıtlamaktadır.[622]

Döşeme yüzeyinin planlanmasının avantajlarından biri de *emblama* olarak adlandırılan, döşemeden ayrı ve bağımsız olarak yapılan figür ya da motifler için yüzeyde alan tahsis edilebilmesi ve ayrıca üretilen bu parçaların kendilerine tahsis edilmiş alanlara kolayca yerleştirilebilmeleridir.

Francolise'de Villa San Rocco'dan kılavuz kesi çizgilerini örneklendiren döşeme planlı yüzeyde *emblema* kullanımını da örneklendirmektedir. Kesi çizgileriyle belirlenmiş karesel hücrelere, içerisinde *rozet* motifi işlenmiş düzgün altıgen formunda on beş tane *emblemanın* panelden bağımsız olarak şekilde hazırlandığını ve panelde kendilerine tahsis edilen bölgelere yerleştirildiklerini göstermektedir. Daha sonra söküldüklerinde arkalarında bıraktıkları düzgün altıgen oyuklardan, bunların kendi *nucleus* katmanlarına sahip olacak şekilde hazırlanmış oldukları ve döşeme yatağındaki harca sonradan gömüldükleri anlaşılmaktadır.[623]

Thysdrus'da (El Djem), Aylar Evi'nde (Hause of the Months), MS 3. yüzyılın ilk üçte birine tarihlenen, dekoratif yüzeyde ayrılmış on altı karesel hücrede ayları ve mevsimleri betimlemeyena panelleriyle Takvim Mozaiği,[624] yapım tekniği bakımından da ilgi çekicidir. Bu mozaikte, karesel panellere yer tahsis edilmesinde, panellerin çevresini uygun şekilde kuşatacak ahşap çubuklar kullanıldığı tespit edilmiştir.[625] Bu tespit, aynı zamanda bir yöntem olarak kılavuz çizgilere uygun kalıplarla döşeme yapılmış olması seçeneğini mümkün hale getirmektedir.

Planlamada kullanılan ağ yapısının uygulamaya yansıtılarak panelin eşit büyüklükte bölümlere gergin ağ çerçevesiyle ayrılmasının, döşeme ilerledikçe ortaya çıkacak birkimli hataları, taşların fiziksel bariyerlerle sınırlanmasına bağlı olarak

---

[622] Phoitos Petsas, "Mosaics from Pella", (Ed. Henry Stern ve Gilbert Charles Picard), **La mosaïque gréco-romaine, Actes du I^er^ colloque international pour l'étude de la mosaïque antique, Paris, 29 août-3 septembre 1963**, Paris, 1965, (CMGR I), ss. 41-56; Martin Robertson, "Greek Mosaics", **The Journal of Hellenic Studies**, Cilt: 85, 1965, ss. 72-89; Salzmann, Kieselmosaiken, ss. 28-30.

[623] Cotton ve Métraux, San Rocco, ss. 100-102; Dunbabin, Mosaics, ss. 288-289.

[624] Louis Foucher, **Découvertes archéologiques à Thysdrus en 1961**, **(= Istitut d'Archaeologie Tunis, Notes et Documents, Nouvelle Série, Cilt: 5)**, Imp. du Secrétariat d'Etat aux Affaires Culturelles et à l'Information, Tunis, 1961, (Thysdrus), ss. 30-50, lev. XXXII-XXXIV;
David Parrish, **Season Mosaics of Roman North Africa**, Bretschneider Giorgio, Rome, 1984, (Season), ss. 156-160, Kat. No. 29, lev. 42-44; Dunbabin, Mosaics, s. 289, dip not. 42 ayrıca ss. 110-111.

[625] Foucher, Thysdrus, s. 31; Parrish, Season, ss. 156-160, Kat. No. 29, lev. 42-44; Dunbabin, Mosaics, s. 289, dip not: 42.

önlenebileceği düşüncesi, kılavuz çizgilerin somutlaştırılması gerekliliğine uygun düşmektedir.[626]

Kılavuz çizgiler reberliğinde ya da serbest tarzda *nucleus* katmanı üzerine doğrudan döşeme yapılması *direkt metot* olarak adlandırılmaktadır. *Emblema* yapımında olduğu gibi prefabrik uygulamalar için farklı metotlar geçerlidir. *Emblema*'nın ahşap ya da bez gibi geçici bir destek yüzeyi üzerine yapıldığı, daha sonra bu geçici yüzeyden ayrılarak ya da bu yüzeyden arıtılarak döşeme üzerindeki son konumuna yerleştirildiği düşünülmektedir.[627]

Emblema üretiminde uygulanan yöntemin benzerinin, panelin kısım kısım ya tamamen atölye ortamında üretilmesinde uygulanıp uygulanmadığı da tartışmalı bir konudur. Atölye ortamında üretim, zemine doğrudan döşemeden farklı bir eylem olduğundan, üretimin yöntemi *indirekt metot* olarak adlandırılmaktadır. Atölye ortamında üretimde, birincisi pozitif, ikincisi negatif olmak üzere iki yöntem bulunmaktadır. *Pozitif* yöntemde, tepsi formunda bir yüzeye ya da kum üzerine taşların dizilmesi, tasarım tamamlandığında kumaş ya da benzeri bir malzemenin tasarım yüzeyine yapıştırılarak taşların dağılmamasının sağlanması, atölye aşaması böylece tamamlanan tasarımın, yerleştirileceği yere taşınarak harç üzerine sabitlenmesi ve harç sertleştiğine koruyucu kumaş ya da malzemenin yüzeyden arındırılması şeklinde bir işlem süreci ön görülmektedir. İşlem geriye doğru yürütüldüğünde, döşemedeki durum desenin pozitif hali iken, taşıma için kullanılan koruyucu yüzeye yapışık olduğunda desen, negatif ya da ters durumdadır ve tasarımın yapıldığı tepsi ya da kum üzerinde iken tekrar pozitif durumdadır. Yöntem, bu pozitif ya da negatif (ters) olma durumları kastedilerek *pozitif metot, çift negatif metot* ya da *çift ters metot* (double reverse) olarak adlandırılabilmektedir.[628]

İkinci seçenek olan *negatif* ya da *ters* yöntemde (reverse method) işleyen süreç, bir tepsi ya da kum üzerinde desenin pozitif görünümü üzerinden düzenleme yapmak yerine, taşların, negatif görüntüyü taşıyan bir yüzey üzerine geçici olarak

---

[626] Suzanne Tebby, "Geometric Mosaics of Roman Britain", (CMGR 5) **Fifth International Colloquium on Ancient Mosaics, Held at Bath, England, September 5-12, 1987**, **Part 1, Peter Johnson, Roger Ling and David J. Smith (eds.)**, **(Journal of Roman Archaeology Supplementary Series 9.1)**, 1994, ss. 273-294, (sayfa: 277)

[627] Dunbabin, Mosaics, s. 288.

[628] Dunbabin, Mosaics, s. 289.

yapıştırılması ve işlem tamamlanınca tasarımın harç üzerine sabitlenerek geçici yüzeyden arındırılarak pozitif görüntünün elde edilmesi şeklindedir.[629]

Prefabrik üretimin ekonomik tarafı, mozaik sanatçısı açısından atölye konforunda çalışmak ve işin icra edileceği yerde harcanacak zamandan tasarruf, müşteri açısından döşeme işinin beraberinde getireceği fiziki kirlilikten ve gürültüden tasarruf olarak değerlendirilmektedir.[630]

Mermer ya da camın, *opus sectile* döşemelerde kullanıldığı bilinmekle beraber[631] *opus tessellatum* döşemelerde ters yöntemde kullanıldığına ilişkin kanıt bulunmamaktadır.[632]

Döşeme yapılacak yüzeyin önceden planlanması, planlamanın kendisinin de ayrıca bir planlama konusu olup olmadığının da tartışılmasına sebep olmuştur. Mozaik sanatçısının ya da atölyenin, müşterisine, dekorların kataloğunu gösterebileceği; müşterinin, içerisinden arzu ettiği süslemeleri veya süsleme kombinasyonlarını seçebileceği katalog kitaplarının ya da eskiz defterlerinin (sketch book) kullanılıp kullanılmadığı konusunda farklı görüşler ileri sürülmüştür.

Figürlü mozaiklerin ne orijinal ne de gerçek yaratımlar oldukları, bunların modifiye, adapte ya da atölyelerin sahip oldukları eskiz defterlerinde bulunan ürünler oldukları yönündeki düşünce, eskiz defterlerinin varlığına ihtimal vermektedir.[633]

Eskiz defteri hipotezinin hiçbir faydasının olmadığını, en azından ikonografik geleneğin, zaman içerisinde ve kuşaklar arasında aktarılmasını ya da geçişini açıklamak için böyle bir hoteze gerek olmadığını,[634] geçişin ana gövdesinin lonca tipi

---

[629] Peter Fischer, **Mosaic: History and Technique**, Thames and Hudosn, London, 1971, ss. 46-48, 146-147; Neil Andrew Cookson, **Romano-British Mosaics: A Reassessment and Critique of some Notable Stylistic Affinities**, B. A. R. British Series 135, Oxford, 1984, ss. 12-13; Dunbabin, Mosaics, s. 289, dip not 43.

[630] Dunbabin, Mosaics, s. 289.

[631] Leila İbrahim, Robert Scranton ve Robert Brill, **Kenchreai: Eastern Port of Corinth II: The Panels of Opus Sectile in Glass**, E. J. Brill, Leiden, 1976, ss. 16-29; Dunbabin, Mosaics, ss. 255-267, 289, res. 270-278, 282.

[632] Roger Ling, "Against the Reverse Technique", **Fifth International Colloquium on Ancient Mosaics, Bath 1987**, Part 1, (Journal of Roman Archaeology Supplementary Series 9.1), 1994, 1995, (CMGR V.1), ss.77-88; Dunbabin, Mosaics, s. 289.

[633] Wiktor Andrzej Daszewski ve Demetrios Michaelides, **Guide des mosaïques de Paphos,** Bank of Cyprus Cultural Foundation, Nicosia, 1989, s. 14.

[634] Catherine Balmelle ve Jean-Pier Darmon, "L'artisan-mosaïste dans l'Antiquité tardive. Réflexion à partir des signatures", Colloque international, Artistes, artisans et production artistique au Moyen-Age, Rennes, **Centre national de la recherche scientifique, Université de Rennes II, Haute-Bretagne, 2-6 mai 1983, (**organisé et édité par Xavier Barral i Alte), Vol. I: Les Hommes, Picard, Paris, 1986, (signatures), ss. 235-253, ss. 246.

eğitim tarzı olan usta-çırak ilişkisine dayandığını[635] vurgulayan düşünceler konuya biraz daha mesafeli durmaktadır. Hiç kimsenin, hiçbir zaman bir *eskiz defteri* görmemiş olması ve bunların varlıklarını gösteren yazı ya da resim de bulunmaması[636] yönünden, *eskiz defterileri* varsayımı eleştirilmektedir.

Materyal kanıt yokluğu üzerinden eleştirilerin ve ihtimal vermekten de uzak durma yaklaşımının karşısında, Roma coğrafyasının farklı bölgelerinde, benzer bitkisel ve geometrik desenlerin bulunmasına dayanılarak *eskiz defterleri*nin varlığı, güçlü bir ihtimal olarak görülmeye devam etmektedir.[637]

Tartışması devam eden yönleri olsa da kılavuz çizgilerin kullanımda olduğunu gösteren örnekler, bu çizgilerin en azından yerinde uygulanmasını sağlayan cetvel ya da basit ahşap kalıpların ya da çivi ve ip kullanımı seçeneklerinin erişilebilir durumda olması, motif repertuarının tekrarlı kullanımı, dakik ve mükemmel döşeme örneklerinin varlığı; ana hatları ve genel içeriği itibariyle, erken dönemden itibaren, mozaik döşeme yüzeyinin planlandığını ve yapılan planlamanın yüzeye transfer edilmesi için gereken teknik olanakların mevcut olduğunu ve kullanıldığını göstermektedir.

2.1.4. Geometrik Mozaiklerin Analizi

Mozaik yüzeyin içeriği tarif edilirken figür, motif, model, desen, süs, süsleme, dekor, dekorasyon, kompozisyon gibi kavramlar kullanılmaktadır. İnsan, hayvan ya da mitoloji karakterlerine *figür* denilirken, bu betimlemeleri taşıyan mozaikler *figürlü mozaik* olarak adlandırılmaktadır. Çiçek ve yaprak gibi bitki tasvirleri *bitkisel motifler* (floral, vegetal) olarak karşılık bulurken üçgen, kare, daire gibi geometrik şekiller için *geometrik motif* ya da *geometrik desen* denilmektedir. Bunların dışında kalan ya da *meander*, *guilloche* ve *Süleyman Düğümü* (Solomon's knot) gibi alışılagelmiş ismi olanlar da genel olarak *süs* ve *süsleme* (ornamental) kavramlarıyla karşılanmaktadır.

[635] Balmelle ve Darmon, signatures, s. 247.
[636] Philippe Bruneau, **La mosaïque antique, [Lectures en Sorbonne],** Presses de l'Université Paris-Sorbonne, Paris, 1987, s.154.
[637] Maria de Jesus Duran-Kremer, "Floral and Geometrical Motives of the Pavement Mosaics in East and West. The Example of the Roman Villa of Abicada", **Journal of Mosaic Research**, Cilt: 5, 2012, ss. 59-70.

Figür deyimi dışında kalan motif, desen ya da süslemeler için *geometrik* ve *bitkisel* olmak üzere iki kategori doğal olarak ayırt edilmektedir.

Mozaik sanatında geometrik formların inceleme konusu haline gelmesinde ilk aşama, mozaiklerin kronolojik gelişiminin gözlemlenebileceği kapsamlı katalogların oluşturulması ve bu kataloglama sürecinin bir parçası olarak geometrik motif kategorisinin içeriğini oluşturan formların ayırt edilmesi ve tanımlanması olarak gerçekleşmiştir. Geometrik mozaiklerin değerlendirilebilmesi için gereken materyalin kataloglanması ve motif terminolojinin oluşturulması süreci, daha önceye ait erken çalışmalar bulunmakla birlikte, 1930'dan itibaren belirgin olarak gözlemlenebilmektedir.

Geometrik formların ayırt edilmesi, farklı bölgelerde farklı mozaikler üzerindeki benzer ya da varyant formların karşılaştırılması, bölgesel katalogların hazırlanması çalışmalarında yerel üslupların fark edilmesine de yol açtığından, çalışmalar, atölye ayrımlarının belirlenmesi ve atölyeler arası etkileşimleri de gündeme getirmiştir.

1963 yılında Yunan ve Roma mozaikleri üzerine ilk uluslararası kolokyum[638] Paris'te gerçekleştirilene kadar ortaya konan çalışmalar, mozaik sanatının bizzat kendisinin bir disiplin olarak tanınması için gereken hazırlık sürecini temsil etmektedir. Kolokyum'un sonucu, etkisi ve devalılığı, bir yandan katalog çalışmalarını hızlandırarak geometrik mozaik repertuarını genişletirken bir yandan da geometrik motiflerin analiz edilebilmesi için ihtiyaç duyulan terminoloji berraklığına, geometrik form koleksiyonunun kategorilere ayrılarak kataloglanmasına dikkatleri yöneltmiştir. Bu yönelim, geometrik formlar için terminolojiyi netleştirme, formları ayırt etme ve karşılaştırmalar için bir form sözlüğü olarak 1985 yılında, *Le décor géométrique de la mosaïque romaine*[639] isimli kitabın ortaya çıkmasını sağlamıştır.[640]

---

[638] **La mosaïque Gréco-romaine. Colloques internationaux de Centre Mational de la Recherche Scientifique, Paris 1963, (Ed. Henry Stern ve Gilbert Charles Picard). (= I^er^ colloque international pour l'étude de la mosaïque antique, Paris, 29 août-3 septembre 1963,** (Ed. Henry Stern ve Gilbert Charles Picard), (= CMGR I), Paris, 1965.

[639] Catherine Balmelle, Michèle Blanchard-Lemée, Jeanine Christophe, Jean-Pierre Darmon, Anne-Maria Guimier-Sorbets, Henri Lavagne, Richard Prudhomme ve Henri Stern, **Le décor géométrique de la mosaïque romaine, Répertoire graphique et descriptif des compositions linéaires et isotropes,** Paris, 1985, (**Décor I**).

[640] Balmelle ve diğerleri, Décor I, s. 3; Suzanne Gozlan, "Le décor géométrique de la mosaïque romaine, Répertoire graphique et descriptif des compositions linéaires et isotropes", **Revue Archéologique**, Nouvelle Série, Fasikül: 2, 1988, (décor), ss. 416-420.

Geometrik formların kataloglanmasının ardından, dekorlu yüzeyin geometrik formlarla ilişkisi daha yakından incelenir hale gelmiş, 1990 yılı dolaylarından itibaren temel formların benzerleri ve varyantları arasındaki ilişkilerin analizinde, geometri bilgisinden yararlanılmaya başlanmıştır.

1930 yılı dolaylarından itibaren 2000 yılı dolaylarına kadar geçen zaman içinde, mozaik sanatının kökeni, tarihsel dönemler içerisinde farklı bölgelerde gelişim süreçlerinin değerlendirilmesi, kullanılan materyal, teknik ve üslup gelişimi gibi genel bir değerlendirme çerçevesine ulaşılmıştır. Ulaşılan noktada, geometrik mozaiklerin çözümlenmesine ve anlaşılmasına duyulan ihtiyaç, analizlerde bilgisayar teknolojisinin sağladığı olanaklara güçlenmiştir.

2000 yılı dolaylarından 2021 yılı dolaylarına kadar ve özellikle 2008 yılından sonra geometrik mozaiklerin ağ yapılarının, süsleme repertuarının ve temel şemaların geometri bilgisi kullanılarak analiz edilmesinde giderek artan eğilim, matemaik ve arkeoloji disiplinleri arasında koordineli çalışmaları ve disiplinler arası iş birliğini geliştirerek geometrik mozaiklerin geometrik, analitik ya da matematik analizinin yöntem olarak benimsenmesini sağlamıştır.

Geometrik mozaiklerin matematik yöntemlerle analizi konusunda yapılan çalışmalar; temel süsleme formlarının geometrik olarak yeniden üretilmesi, panel yüzeyinin ağ yapısının araştırılması, karmaşık süslemeyi oluşturacak desenin ve tekrarlama algoritmasının belirlenmesi, varyant formların elde edilmesi ve karşılaştırılması şeklinde bir yol izleyerek tipolojik çözümlemeleri analitik hale getirmektedir.

2000 yılı dolaylarından itibaren yapılan çalışmalar bir bütün olarak değerlendirildiğinde, içeriğini geometriden alan ve geometriye atfen isimlendirilen geometrik mozaiklerin matematik bilgisiyle ilişkisinin sorgulanması, zincirin en zayıf halkasını teşkil etmektedir.

Mozaik sanatında geometrik repertuarın incelenmesine uzanan sürecin ana hatlarıyla gözden geçirilmesi, mevcut durumun ortaya konması ve bu tez çalışmasının mevcut durum içerisinde konumlandırılabilmesi bakımından önem taşımaktadır. Bu nedenle, geometrik mozaikler konusunda, geçen doksan yıl içerisinde, erken çalışmalardan günümüze uzanan süreci gözden geçirmek yararlı olacaktır.

Geometrik mozaikler konusunda yapılan çalışmalardan erken örnekler içerinde Marion Elizabeth Blake tarafından yapılan çalışmalar öncelikle dikkat çekmektedir. Marion Elizabeth Blake, 1930 yılına ait olan Cumhuriyet Dönemi ve Erken İmparatorluk Dönemi Roma binalarının döşemelerini konu edinen makalesinde,[641] MS 1. yüzyılın dekoratif motiflerini, geometrik motifler, bitkisel motifler, süslü bordürler, merkezî kareler ve kalkanlar şeklinde sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmada geometrik motifler; üçgen, kare, altıgen, sekizgen, kesişen çemberler, eğrisel yapı içeren kareler, *Süleyman Düğümü* (Solomon's knot), dört köşe yıldız, peltae (the peltae of Amazons), kantharos gibi motiflerden oluşmaktadır. Bitkisel motifler; dört, altı, sekiz yapraklı çiçekler, tomurcuk deseni, *rozet* (rosette) gibi motiflerden oluşmaktadır. Süslü bordürler; meander, dalga motifi, örgü şeklinde düzenlenmiş eşkenar dörtgen ya da pastil, kuleli duvar ya da kale duvarı, üçgen bandı, testere dişi bordürler olarak adlandırılarak ayırt eilmiştir. Merkezî kareler; altıgen içinde altı köşeli yıldız, eşkenar dörtgen yıldız ya da çeşitli adaptasyonları içeren, panel merkezine yerleşen karelerdir. Kalkanlar ise iç içe geçen eş merkezli (concentric) çemberlerin ara bölgelerine yerleştirilmiş, merkezden dışarı doğru büyüyen üçgen yapıların uç uca eklenmesiyle oluşan ve eğrisel etki yaratan yapılardır. Çember kesitleri içeren kalkanlara da ayrıca yer verilmiştir. Bütün bu süslemeler, esasen geometrik olmakla birlikte, paneldeki konumları ve görsel etkileri üzerinden kategorilere ayrılmaktadır.[642]

Blake, süslemelerin düzgün ve kurallı bir metoda göre yapıldıkları yönünde bir izlenime varamadığını, bu motiflerin kökeninin ne olduğu ve kullanımlarının neden devam ettiği konusunun merak uyandırdığını belirterek bu motiflerin oldukça güçlü bir geleneğin ürünü olduklarını söyleyebilmek için İtalya'da yaygın kullanılmış olmalarının yeterli olduğu düşüncesini paylaşmaktadır.[643]

Blake'in bu çalışmasının en belirgin katkısı, formların geometrik karakterine, eğrisel yapılara ve adaptasyonlara dikkat çekerek motiflerin, Pompeii ve Roma kentinin yakın bölgelerinden MÖ 1. yüzyıl ve MS 1. yüzyıl aralığına ait örneklerle bir kataloğunu sunarak motifleri sınıflandırılmasıdır.

[641] Blake, Pavements, ss. 7-159.
[642] Blake, Pavements, ss. 102-121.
[643] Blake, Pavements, ss. 102-103.

Blake, 1936 yılına ait makalesiyle,[644] çalışmalarını MS 2. yüzyıl İtalya'sının siyah-beyaz ve çok renkli mozaiklerine genişletmiştir. MS 2. yüzyıl mozaiklerinde görülen figürleri; geometrik motifler, eğrisel motifler, bitkisel (vegetable) ve arabesk (arabesques) motifler olmak üzere üç kategori üzerinden sınıflandırmıştır. MS 1. yüzyıl geometrik desenlerinin MS 2. yüzyılda giderek karmaşık hale gelmesi, eğrisel formlar içeren mozaiklerin neredeyse mozaiklerin yarısında görülecek şekilde genişlemesi ve Hellenistik Dönem bitkisel motiflerinin arabesk motifler olarak yeniden gelişimi, motiflerin MS 2. yüzyıldaki durumunu özetlemektedir.[645]

Eğrisel motifler başlığı altında, *guilloche*, *Süleyman Düğümü*, pelta, vazo, kesişen çemberler ve kalkan gibi motiflerin ele alınması, geometrik formların bireysel olarak tanınmasındaki artan eğilimi göstermektedir.[646]

Geometrik desenler ne kadar karmaşık olurlarsa olsunlar, arabesk olarak görülemeyecekleri, buna karşılık az sayıda örnekte, kompozisyonun geometrik çerçevenin kontrolü altında olduğu, bu sayede bitkisel motiflerin gereğinden fazla üst üste binmesine ya da kesişimine izin verilmediği belirtilmektedir.[647] Karmaşık bitkisel figürlerden stilize zarif eğimli sarmal yapılarıyla karakterize edilen arabesk[648] formlara geçişte geometrinin rolünün sessizce kabul edilmesi ise özel olarak önemlidir.[649]

Blake, bu çalışmalarla, toplamda, MÖ 1. yüzyıl ile MS 2. yüzyıl arasında kalan dönemde, Pompeii ve Roma civarında bulunan mozaikler üzerinden bir katalog sağlamıştır.

Erich Pernice, 1938 yılına ait çalışmasıyla Pompeii mozaik döşemelerinin incelenmesine katkı sağlamıştır.[650]

Michael Avi-Yonah,[651] Filistin bölgesindeki arkeoloji çalışmalarını içeren çalışmasının bir bölümünü Filistin'de bulunan mozaiklerin kataloglanmasına ayırmıştır. Temel şemaların çizimlerini vermesi, bu çizimlerin tipolojik olarak kategorilere ayrılarak sunulmuş olması nedeniyle, geometrik formların

[644] Blake, Italy, ss. 67-214.
[645] Blake, Italy, ss. 205-206.
[646] Blake, Italy, ss. 195-200.
[647] Blake, Italy, s. 202.
[648] Maurice Sven Dimand, **A Handbook of Mohammedan Decorative Arts**, Metropolitan Museum of Art, New York, 1930, s.13.
[649] Blake, Italy, s. 204.
[650] Pernice, Pavimente, ss. 33-177.
[651] Michael Avi-Yonah, **The Quarterly of the Department of Antiquities in Palestine**, Cilt: II, London, 1933, ss.136-163.

kataloglanmasındaki yaklaşımın rotasını belirlemesi bakımından, bu çalışma özel bir yere sahiptir.[652]

Erick Packman Hinks, British Museum koleksiyonunda bulunan mozaikleri süsleyen farklı geometrik motifleri tanımlamış ve sınıflandırmıştır. Hinks'in mozaik sanatının ve dekoratif motiflerin kökeni ve gelişimiyle ilgili sorgulamaları, ilerleyen zaman içerisinde gündeme gelmeye devam etmiştir.[653]

Doro Levi, 1947 yılına ait iki ciltten oluşan kitabında, Antakya mozaiklerini kronolojik düzen içerisinde, teknik ve üslup bakımından analiz etmiş, tanımlamış ve yorumlamıştır.[654] Pompeii ile Roma ve yakın civarında bulunan mozaikler belirli bir süreklilik gösterirken, bu bölgeler dışında buluntuların dağınıklığı ve tarihleme problemleri karşısında Antakya mozaikleri, mozaik sanatının gelişiminin takip edilmesine olanak vermektedir.[655] Antakya mozaikleri, en erken, kenti yıkıma uğratan MS 115 depremi öncesinden, en geç, ikinci bir depremin yaşandığı MS 526 tarihiyle kentin Partlar tarafından yağmalandığı MS 540 tarihini kapsayan zaman aralığına kadar uzanan dönem için stratigrafi kanıtlarıyla desteklenen kronolojik bir seri oluşturmaktadır.[656] Levi, MS 1. yüzyılın sade geometrik formlarının zaman içerisinde daha ayrıntılı işlenişini ve yanılsama unsurunun baskın hale gelişini gözlemlemiştir. Bu çalışma, geometrik süslemelerin analiz edilmesi ihtiyacı ortaya koymuştur ancak çalışmanın büyüklüğü figürlü mozaiklerin analizini ön plana çıkarmıştır.[657]

Blanche R. Brown, Hellenistik (Ptolemaic) resim sanatında İskenderiye üslubunu incelediği, 1957 yılına ait çalışmasında, bu üslup çözümlemesinin bir parçası olarak Thmuis ve Shatbi kentlerinde Hellenistik (Ptolemaic) mozaikleri süsleyen motifleri Olynthus, Delos, Pergamon ve Tarsus gibi mozaik merkezlerinden benzerleriyle işçilik ve üslup unsurlarını da dikkate alarak karşılaştırmıştır. Brown, Klasik ve Hellenistik Dönem mozaikleri hakkında özet bir stil değerlendirmesi

[652] Avi-Yonah, ss.138-141.
[653] Roger Packman Hinks, **Catalogue of the Greek, Etruscan and Roman paintings and mosaics in the British Museum,** British Museum, Printed by Order of the Trustees, London, United Kingdom, 1933.
[654] Levi, Antioch Mosaic Pavements.
[655] Clarke Hopkins, "Antioch Mosaic Pavements", **Journal of Near Eastern Studies**, Cilt: 7, No.2, 1948, ss. 91-97.
[656] Levi, Antioch Mosaic Pavements, s. 15-25; I. E. Haynes, "Antioch Mosaic Pavements by Doro Levi", **Antiquity**, Cilt: 25, Sayı: 98, 1951, ss. 111-112; Dunbabin, Mosaics, ss. 160-163.
[657] Hopkins, ss. 91-92.

vermenin yanı sıra bazı dekoratif süslemelerin kökenini ve gelişimini analiz etmeye çalışmıştır.[658]

Klaus Parlasca, 1959 yılına ait kitabında, [659] mozaik sanatında yerel atölyelerin rolünün önemini vurgulayarak Roma kültürünün ve mozaik sanatının Almanya'da gelişiminde merkezî bir konuma sahip olan Trier,[660] Köln ve Ren bölgelerinde bulunan, MS 1. yüzyıl ve MS 2. yüzyıla ait mozaiklerini incelemiş, Trier atölyelerine atfedilen mozaiklerin kronolojik analizini sunmuştur. Dörtgen örgü (zinnenornament)[661] ve pelet ya da pelta (peltenkreuzornament)[662] olmak üzere iki geometrik formun, bu formları içeren Roma mozaikleri üzerinden, kökenlerini ve gelişimini ele almıştır. Tasarımların panel yüzeyine transfer olanaklarını da değerlendiren bu çalışma,[663] geometrik formların, yerel atölyeler ve varyant formlar üzerinden bireysel olarak analiz edilmesine yol vermektedir.

Mozaik sanatıyla ilgili incelemelerde ihtiyaç duyulan katalog çalışmaları, Henry Stern'in bölge bölge kataloglama kurgusuyla hız kazanmıştır. Galya mozaiklerinin genel koleksiyonu hedefine yönelik olarak *Recueil général des mosaïques de la Gaule* serisi 1957 yılında yayına başlamıştır.[664] 1957-1987 yılları arasında Belçika, Lyonnaise ve Aquitaine bölgeleri mozaiklerini kapsayan 13 fasikül yayınlanmıştır.[665]

---

[658] Blanche R. Brown, **Ptolemaic Paintings and Mosaics and the Alexandrian Style**, (Doktora Tezi), New York University, Department of Fine Arts, 1967.
[659] Klaus Parlasca, **Die römischen Mosaiken in Deutschland**, Berlin, De Gruyter, 1959, (Mosaiken).
[660] Parlasca, Mosaiken, s. 2.
[661] Parlasca, Mosaiken, ss. 129-131.
[662] Parlasca, Mosaiken, ss. 132-134.
[663] Parlasca, Mosaiken, ss. 135-140.
[664] Roger Ling, "Roman Mosaics: A Success Story of Classical Archaeology", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 105, Sayı: 2, 2001, (Success), ss. 325-329, s. 325.
[665] Belgique-Belgique, I-1: Partie ouest, par Henri Stern (1957); Belgique, I-2: Partie est, par Henri Stern (1960); Belgique, I-3: Partie sud, par Henri Stern (1963); Lyonnaise - Lyonnaise, II-1: Lyon, par Henri Stern (1967); Lyonnaise, II-2: Partie sud-est, par Henri Stern et Michèle Blanchard-Lemée (1975); Lyonnaise, II-3: Partie centrale, par Jean-Pierre Darmon et Henri Lavagne (1977); Lyonnaise, II-4: Partie occidentale, par Michèle Blanchard-Lemée (1991); Lyonnaise, II-5: Partie nord-ouest, par Jean-Pierre Darmon (1995); Narbonnaise- Narbonnaise, III-1: Partie centrale, par Henri Lavagne (1979); Narbonnaise, III-2: Vienne, par Janine Lancha (1981); Narbonnaise, III-3: Partie sud-est, par Henri Lavagne (2000); Aquitaine-Aquitaine, IV-1: Partie méridionale (Piémont pyrénéen), par Catherine Balmelle (1980); Aquitaine, IV-2: Partie méridionale, suite (les pays gascons), par Catherine Balmelle (1987). Véronique Vassal, "Iconographie et relecture d'une mosaïque gallo-romaine à décor multiple de Vienne (Narbonnaise)", **Journal of Mosaic Research**, Cilt: 11, 2018, ss. 333-347, s. 334.

Victorine von Gonzenbach, 1961 yılına ait kitabında, İsviçre bölgesi mozaikleri üzerinden atölyeleri tanımlayarak katalog ve yerel üslupların belirlenmesine yönelik çalışmalara katkı sağlamıştır.[666]

Giovanni Becatti, 1961 yılında Ostia[667] bölgesi mozaiklerini kapsayan çalışmasıyla İtalya mozaiklerinin incelenmesine katkı sağlamıştır.

1963 yılına kadar Blake, Pernice, Levi, Becatti, Gozenbach, Parlasca tarafından ortaya konan bu çalışmalar, mozaik sanatında mevcut literatür durumu heykel ve seramikle karşılaştırıldığında, bilimsel gelişim düzeyinin henüz başlangıç aşamasında olduğunu göstermektedir.[668]

1963 yılında Yunan ve Roma mozaikleri üzerine ilk uluslararası kolokyum Paris'te gerçekleştirilmiştir.[669] Antik Dönem sanatları içerisinde en çok ihmal edilen gruplardan bir tanesi olan ve mevcut durumu itibariyle henüz başlangıç aşamasında bulunan mozaik sanatı esaslı olarak ele alınmıştır.[670]

Mozaik sanatının ve döşemelerin incelenmesi sürecinde mevcut durumunun tespit edilmesi, mozaik sanatının bir başka sanat dalının uzantısı, eşlikçisi ya da sonucu olmak yerine kendi başına bir sanat olarak düşünülmesi, ikonografi ve repertuar bağlamında geometrik formların konumu ve analiz olanakları; repertuarın oluşumu, özgünlüğü, aktarım şekli, gelişimi ve sürdürülmesi, bölgesel ekollerin tanımlanması, kronoloji problemleri ve bu problemeleri çözebilecek kriterler gibi geniş bir çerçevede, mozaik sanatının temel problemleri, bu kolokyumda değerlendirilmiştir.[671] Bu değerlendirmeler sonucunda, mozaik sanatı konusunda yapılacak çalışmalara yön verecek somut çözüm olarak kapsamlı bir envanter oluşturulması ve kesin bir kronoloji oluşturulması başlangıç şartı olarak benimsenmiş, terminoloji porbleminin çözülmesi de yapılacak işler arasında sayılmıştır.[672]

---

[666] Victorine von Gonzenbach, **Die römischen Mosaiken der Schweiz, [=Monographien zur Ur- und Frühgeschichte der Schweiz 13]**, Basel, Birkhäuser, 1961.
[667] Becatti, Ostia 4.
[668] Philippe Bruneau, "Perspectives sur un domaine encore mal exploré de l'art antique: A propos des Actes du Colloque International sur la mosaïque gréco-romaine", **Revue des Études Grecques**, Cilt: 79, Sayı: 376/378, 1966, (Perspectives), ss. 704-726.
[669] Henry Stern and Gilbert Charles Picard (Ed.), **La mosaïque gréco-romaine, Actes du I^{er} colloque international pour l'étude de la mosaïque antique, Paris, 29 août-3 septembre 1963**, (CMGR I) Paris, 1965.
[670] Alix Barbet, "La mosaïque gréco-romaine", **Revue Archéologique**, Nouvelle Série, Fasikül: 1, 1966, ss. 151-158; Martin Robertson, "La mosaïque gréco-romaine", **Gnomon**, Cilt: 38, Sayı: 8, 1966, ss. 823-826.
[671] Bruneau, Perspectives, ss. 704-726
[672] Bruneau, Perspectives, s. 717.

Kolokyum'un bir diğer kazanımı da Kolokyum inisiyatifinin sonucu olarak AIEMA'nın (Association Internationale pour l'Étude de la Mosaïque Antique) kurulmasıdır. Bu organizasyon, çeşitli ülkelerde mozaik çalışmalarını teşvik etmeye ve koordine etmeye yardımcı olarak süreli yayın, uluslararası konferans ve kolokyum faaliyetleriyle uzmanlar arasında bilgi alışverişini sağlamaktadır.[673]

1971 yılında, Viyana'da, Yunan ve Roma mozaikleri konusunda ikinci kolokyum gerçekleştirilmiştir.[674] Bu kolokyumda, araştırmaların sistematik hale getirilmesi için terminolojinin standart hale getirilmesi, bir sözlük oluşturulması konusuna öncelik verilmesi, mozaikleri süsleyen geometrik formlar için grafik repertuarı oluşturulması, dokümantasyon konusunda veri tabanı oluşturulması, bilgi bankası oluşturulması, analizler için yazılım olanakların geliştirilmesi ve dokümantasyon için dijital dönüşümün sağlanması yolunda adımlar atılması benimsenmiştir.[675] Bu sonuç, geometrik formların analizine ve yerel atölyelerin tanımlanmasına yeni yöntemlerle perspektif belirlemiştir.

Kolokyum süreçlerinin mozaik sanatına olan ilgiyi ve bilgi paylaşımını hızlandırıcı etkisi, katalog çalışmalarını da tetiklemiş görünmektedir. Mozaiklerin bölgesel kataloglarının oluşturulmasına yönelik belgeleme serileri Tunus[676] için 1973 yılından itibaren, İspanya[677] için 1978 yılından itibaren başlamıştır. Diğer taraftan monograflarla gelen katkılar devam etmiştir. 1973 yılında Macaristan,[678] 1977 yılında Suriye,[679] 1983 yılında Sicilya,[680] 1985 yılında Avusturya,[681] 1987 yılında İsrail[682] mozaikleri kataloglara dâhil olmuştur.[683] Doro Levi'nin çalışmasına benzer olarak belirli siteler ve yakın çevresindeki mozaikleri toparlayan ve kataloglayan monograflar

---

673 www.https://aiema75rs.wixsite.com/aiema

674 **La mosaïque Gréco-romaine II. II^e Colloque international pour l'étude de la mosaïque antique, Vienne, 30 Août-4 Septembre 1971**, **(Ed. Henry Stern ve Marcel Le Glay)**, (CMGR II), A. et J. Picard, Editions du CNRS, Paris, 1975.

675 Janine Balty, "La mosaïque gréco-romaine II, Actes du II^e colloque international pour l'étude de la mosaïque antique", **L'Antiquité Classique**, Cilt: 46, Sayı: 1, 1977, ss. 357-360.

676 **Corpus des mosaïques de Tunisie**, Institut national d'archéologie et d'arts Tunis, 1973-.

677 **Corpus de Mosaicos romanos de España**, Departamento de Historia Antigua y Arqueología, Centro de Estudios Históricos, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 1978 -.

678 Akos Kiss, **Roman Mosaics in Hungary**, Budapest, Akadémiai Kiadó, 1973.

679 Janine Balty, **Mosaïques antiques de Syrie**, Centre belge de recherches archéologiques à Apamée de Syrie, Brussels, 1977.

680 von Boeselager, Sizilien.

681 Werner Jobst, **Antike Mosaikkunst in Österreich**, Wien: Österreichischer Bundesverlag, 1985.

682 Ruth Ovadiah ve Asher Ovadiah, **Mosaic Pavements in Israel: Hellenistic, Roman, and Early Byzantine**, **[Bibliotheca archaeologica 6]**, "L'ERMA" di Bretschneider, Rome, 1987.

683 Ling, Success, ss. 325-326.

da bulunmaktadır.[684] Bu çalışmalara örnek olarak 1969 yılında Timgad,[685] 1977 yılında Ephesus,[686] 1993 yılında August[687] antik kentleri için yapılan çalışmalar sayılabilir.

Mohamed Fendri[688] ve Jean Lassus[689] tarafından mozaiklerde bulunan figürlerin karşılaştırmalı olarak incelenmesi, David John Smith[690] tarafından Britanya atölyelerinin analiz edilmesi, Janine Lancha[691] tarafından Viyana atölyelerinin analiz edilmesi, yerel uygulamaların tespiti ve motiflerin kökenlerinin ve Roma coğrafyasında diğer bölgelere ait mozaiklerle karşılaştırılması, mozaik eserlerin, bütün bir eser kütlesi içerisinde ortak özellikleri, farklılıkları ve özgün karakterleriyle konumlandırılarak değerlendirilmesine duyulan ihtiyacı yansıtmaktadır.[692]

Gisela Salies'in 1974 yılında yayımlanan çalışması,[693] Roma dönemi mozaiklerinin geometrik kompozisyon şemalarını analiz etme konusunda ilk girişimi ve analizin erken örneğini temsil etmektedir.[694] Geometrik motiflerin ve motiflerle kurulan organizasyonun, mozaiklerin kronolojisi ve bölgesel kimliklerinin belirlenmesinde önemini vurgulayan bu çalışma, geometrik motiflerin analizine yönelik çalışmaların gelişim çizgisinde başlangıç noktası kabul edilmektedir.[695]

---

[684] Ling, Success, ss. 325-326.
[685] Suzanne Germain, **Les mosaïques de Timgad: Étude descriptive et analytique**, Éditions du Centre national de la recherche scientifique (CNRS), Paris, 1969.
[686] Jobst, Ephesos 1.
[687] Debora Schmid, **Die römischen Mosaiken aus Augst und Kaiseraugst**, **[Forschungen in Augst 17]**, Augst: Römermuseum, 1993.
[688] Mohamed Fendri, "Évolution chronologique et stylistique d'un ensemble de mosaïques dans une station thermal à Djebel Oust (Tunisie)", **Colloque international sur la mosaïque gréco-romaine. Paris, 29 août - 3 septembre 1963,** Paris, Éditions du CNRS, 1965, (CMGR I), ss. 157-171.
[689] Jean Lassus, "Remarques sur les mosaïques de Vaison-la-Romaine (I)", **Gallia**, Cilt: 28, Sayı: 1, 1970, ss. 35-66; Jean Lassus, "Remarques sur les mosaïques de Vaison-la-Romaine", **Gallia**, Cilt: 29, Sayı: 1, 1971, ss. 45-72.
[690] David John Smith, "Three Fourth-Century Schools of Mosaic", **La mosaïque gréco-romaine, Actes du I^{er} colloque international pour l'étude de la mosaïque antique, Paris, 29 août-3 septembre 1963**, Paris, 1965, ss. 95-116; David John Smith, "The Mosaic Pavements", **The Roman Villa in Britain**, (Ed. A. L. F. Rivet), Routledge and Kegan Paul, London, 1969, ss. 71-125; David John Smith, "Roman Mosaics in Britain: A Synthesis", **III. Colloquio internazionale sul mosaico antico: Ravenna 6- 10 settembre 1980, R. Farioli Campanati (Ed.)**, Ravenna: Girasole, 1984, (CMGR III), ss. 357-80.
[691] Janine Lancha, **Mosaïques géométriques: les ateliers de Vienne (Isère): leurs modèles et leur originalité dans l'Empire romain**, Roma, 1977, (1-339), ss. 17-56.
[692] Ling, Success, s. 326.
[693] Salies, geometrischen, ss. 1-178.
[694] Dunbabin, Mosaics, s. 291, dip not 2.
[695] Maria de Jesus Duran-Kremer, "Mosaicos romanos em Portugal, Expressão de uma cultura Universal no extremo ocidental do Império Romano", **Abelterium**, Cilt: 2, Sayı: 1, 2015, (Portugal), ss. 26-38, s. 31-32.

Richard Prudhomme'un geometrik mozaiklerin yapım ilkelerine vurgu yapması da bu perspektife katkı sağlamıştır.[696]

Suzanne Gozlan, 1976 yılına ait çalışmasında, Afrika Proconsularis bölgesinde Thysdrus ve Acholla çevresinde kullanılan bordür motiflerinden birkaç tanesininin gelişimini incelemiş, mozaik sanatçılarının motifleri ele alma şeklini araştırmış ve motiflerin varyasyonların grafiklerini çizerek çözüm sunmuştur.[697]

Wiktor Andrzej Daszewski'nin Minotaur ve Theseus miti üzerine kurgulanan labirent tasarımlarına yönelik incelemesi, karmaşık süsleme unsurlarının incelemesinde öncü çalışmalar arasındadır.[698]

S. E. Waywell, 1979 yılına ait çalışmasında, Roma döneminde müreffeh sayılamayacak durumda bulunan Yunanistan ana karası ve Ionia'da toplam 54 sitede bulunan Roma mozaiklerindeki geometrik ve figürlü dekoru incelemiş, geometrik desenlerde kategorik ayrım yaparak bu uygulamanın gerekliliğini ortaya koymuştur.[699]

Sheila D. Campbell, geometrik formların tekrarlanan kombisanyonları üzerinden karşılaştırma yaparak atölyeleri ilişkilendirmiştir. Mozaik döşemeler üzerinde tekrarlanan kombinasyonların atölyeler arasındaki ilişkileri değerlendirmede işlevsel bir yöntem olduğunu göstermiştir.[700]

Asher Ovadiah, 1980 yılına ait kitabında,[701] mozaik sanatında kullanılan geometrik ve bitkisel motifler ile diğer erken sanat dalları arasında ilişki olasılıklarını değerlendirerek motifleri diğer sanat dallarındaki örnekle karşılaştırarak incelemiştir. Motiflerin geleneksel olarak ortaya çıkmış ve mozaik sanatçısı tarafından devralınan şeyler olarak görülmesi ya da özgür yaratıcılık ürünü olarak düşünülmesi arasındaki

---

[696] Richard Prudhomme, "Recherche des principes de construction des mosaiques géométriques romaines", **La mosaïque gréco-romaine, IIe Colloque international pour l'etude de la mosaique antique, Vienne, 30 août - 4 septembre 1971, (CMGR II)**, Paris, Picard, 1975, (principes), ss. 339-346, lev. CLXI-CLXX.

[697] Suzanne Gozlan, "Deux motifs de bordures sur des mosaïques de Byzacène", **Karthago**, Cilt: 17, 1976, ss. 153-184, lev. XIII-XX.

[698] Wiktor Andrzej Daszewski, **Nea Paphos II: La mosaïque de Thésée. Étude sur les mosaïques avec représentations du Labyrinthe, de Thésée et du Minotaure**, çev. Z. Kiss, Éditions scientifiques de Pologne, Varsovie, 1977.

[699] S. E. Waywell, "Roman Mosaics in Greece", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 83, Sayı: 3, 1979, ss. 293-321.

[700] Sheila D. Campbell, "Roman Mosaic Workshops in Turkey", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 83, Sayı: 3, 1979, ss. 287-292.

[701] Asher Ovadiah, **Geometric and Floral Patterns in Ancient Mosaics: A Study of Their Origin in the Mosaics from the Classical Period to the Age of Augustus**, L'Erma di Bretscheider, Rome, 1980, (Geometric).

ayrım bu incelemenin ana temasıdır. Bu temaya uygun olarak Ovadiah, geometrik ve bitkisel motiflerin orijinal yaratıcılık ürünü olup olmadıklarını, mozaik sanatçısının, diğer erken sanat eserlerindeki motiflerden etkilenip etkilenmediğini değerlendirmiştir.

Ovadiah, çalışmasının esas amacı olmamakla birlikte, geometrik ve bitkisel figürlerin fonkiyonu konusunda da kısa bir tartışma sunar. Bu tartışmada, geometrik ve bitkisel figürlerin işlevinin ne olduğu sorusu iki alt soruya parçalanır: Geometrik ve bitkisel motifler, merkezde işlenen konuyu tamamlayan ve onu süsleyen unsurlar mıdır yoksa bu motiflerin kendisi bizzat merkezî birer konu mudurlar? *Emblema* kullanılan durumlarda, bordürlerin detaylı süsleme sunarak *emblama* etrafını süslemesiyle panel yüzeyinin tümünün geometrik ya da bitkisel desenlerle süslü olması, hatta merkezde işlenen süslemenin yine bu süslemelerle oluşturulmuş bordürle tamamlanması üzerinden problemi örneklendiren Ovadiah, Sparta ve Chersonese gibi sadece iki örnekte bordürlerin tamamen bitkisel formlardan oluştuğunu, örneklerin nispeten çok azında geometrik motiflerin merkezî ya da alan süslemesi olduğunu farklı bölgelerden örnekleri listeleyerek göstermektedir.[702] Ovadiah'ın kurduğu problem, esasen, figürler ya da figürlü sahneler gibi öne çıkan bileşenler karşısında, geometrik motiflerin, mozaik döşemede asli bir unsur mu yoksa tali bir süsleme mi olduğunu sorgulaması bakımından çarpıcıdır.

Robert Houston Smith'in 1983 yılına ait çalışması,[703] mozaik sanatçılarının kullanmış olmaları muhtemel eskiz kitapları ve olası teknikleri tartışmaktadır.

1985 yılında yayımlanan, *Le décor géométrique de la mosaïque romaine*[704] (*Décor I*) isimli kitap, MÖ 1. yüzyıl ile MS 6. yüzyıl arasında kullanılan süsleme kompozisyonlarından, yayımlanmamış veya erişim sağlanamış olanlar bulunmakla birlikte, kitabın hazırlık sürecinde erişilebilenleri kataloglamış ve tasnif etmiştir.[705] Kompozisyonlarda bulunan 1600'den fazla tasarım, kalemle ve mürekkep kullanılarak çizilmiş, kategorilere ayrılarak numaralandırılmış ve listelenmiştir.[706] Listelenen

[702] Ovadiah, Geometric, s. 76-81.
[703] Robert Houston Smith, "Decorative Geometric Designs in Stone: the Rediscovery of a Technique of Roman-Byzantine Craftsmen", **The Biblical Archaeologist**, Cilt: 46, Sayı: 3, 1983, ss. 175-177, ss. 180-181, 185-186.
[704] Balmelle ve diğerleri, Décor I, s. 3; Gozlan, décor, ss. 416-420.
[705] Balmelle ve diğerleri, Décor I, s. 6.
[706] Balmelle ve diğerleri, Décor I, s. 1.

karmaşık kompozisyonların çoğunluğu büyük bir detaylandırma ve çeşitlenme süreci olarak ayırt edilen MS 2., 3. ve 4. yüzyıllara aittir.[707]

Motiflerin teker teker, kalem ve mürekkep kullanılarak çizildiği düşünüldüğünde, harcanan emek, bu kitaba ayrı bir değer katmaktadır. Geniş bir zaman dilimine ait motiflerin karşılaştırılması, listelenmesi ve el emeğiyle işlenerek kataloglanması kesinlikle saygıdeğerdir. Çalışmada amaçlanan şey, desenlerin bir listesinin verilmesi kadar basit değildir. Kitap, süsleme sisteminin tamamen çözülmesini amaç edinmiştir. *Décor I*, hem içeriği hem de ortaya koyduğu kavrayış bakımından türünün ilk örneği olarak kabul edilmektedir.[708]

Kitabın önsöz bölümünde bu durum vurgulanmakta, esas amacın; konuya ilgi duyan, katkı sağlamak isteyen tarihçilere ve arkeologlara, yeni işlerini yaratabilmeleri için, tarihin günümüze miras bıraktığı yaratıcı ve çeşitli süsleme sistemlerinin, tescil, tanımlama ve analiz anlamında güvenilir bir motif setini bırakmak olduğu vurgulanmaktadır.[709]

Bu perspektife yönelik üç somut amaç söz konusudur. Birinci amaç, mozaik dekorasyonunu oluşturan geometrik formların bir katalog olarak görülmesini sağlamaktır. İkinci amaç, bazen oldukça karmaşık hale gelen, motifleri tanımlayıcı kelimelerin, birleştirilmesini ve sistematize edilmesini sağlamaktır. Üçüncü amaç, çalışma dili ne olursa olsun, tanımlamaların kesin karşılığının oluşmasını sağlamak ya da kısaca terminolojide uzlaşmayı sağlamak şeklinde ifade edilmiştir.[710] Bu çerçevede, kitapta, kataloglanan formlar için beş dilde terminolojik karşılık sunulmuştur. Desenlerin betimlemesinde ve tasnifinde kaçınılmaz olarak belirli bir düzeyde keyfiyetin söz konusu olduğunun altı çizilmektedir. Bazı nadir bulunan istisnalar hariç, bir geometrik formu okumanın birden fazla yolunun bulunması, bu keyfiyetin sebebi olarak tanıtılmıştır. Geometrik formlarda, aynı formun farklı okunmasını ortadan kaldıracak, tek türlü okunmasını sağlayacak (international normalization) çözüme ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir.[711] *Décor I,* böylece, geometrik formlarla ilgili temel bir problemi tanımlamaktadır.

[707] Dunbabin, Mosaics, ss. 293-294.
[708] Balmelle ve diğerleri, Décor I, s. 3.
[709] Balmelle ve diğerleri, Décor I, s. 4.
[710] Balmelle ve diğerleri, Décor I, s. 4.
[711] 237 ve 240 numaralı desenler örnek gösterilmektedir. Bkz. Balmelle ve diğerleri, Décor I, s. 7.

Süsleyici geometrik formların tanımları ya da isimleri için analitik formülasyon yoluna gidilmemiştir. Sebep olarak, uç noktada karmaşık figürler için böyle bir formülasyonun gerçekçi ve kullanışlı olmayacağı belirtilmektedir. Terminolojide kopukluk olmaması ve yeni tanımlamalarda gerekecek yeni sözcüklerin oluşturabilmesi için çift *guilloche* (double guilloche), dalga deseni (wave-pattern", svastika meander, çan (bell), sandık (coffer), yumurta (eggs), *Süleyman Düğümü* (Solomon's knot) gibi alışılageldik isimlendirmeler korunmuştur.[712]

Tanımlamalarda ve isimlendirmelerde, analitik formülasyona gidilmemesinin sebebi; figür ile yüzey arasında, belirli ve sade bir düzen içerinde tekrarlama şeklinde yalın bir açıklama yapılması yerine analitik formülasyon yapılırsa yüzeyin tümünün analitik koordinalarıyla tarif edilmesi gerekeceği şeklinde bir ön kabulün varlığıdır. Bu ön kabul, geometrik formların yüzey ile ilişkisini, geometrik formlarla ilgili olarak çözülmesi gereken ikinci problem haline getirmektedir.

Décor I'de geometrik desenler, iki kategori üzerinden kataloglamıştır. Birinci kategori, *lineer desenler* olarak isimlendirilmiştir. *Lineer* denilmesinin sebebi, bu desenlerin doğrusal bir hat üzerinde ilerlemeleri, geniş bir alanı süslemek yerine bir hat boyunca izlenebilecek bir süsleme sağlamalarıdır. Çizgisel bir süsleme veya bir şerit ya da bant oluşturan hatların süslenmesinde kullanılan motifler bu başlık altında toplanmıştır.

İkinci kategori, *yüzey desenleri* olarak isimlendirilmiştir. Bu şekilde bir ayrıma gidilmesinin sebebi, desenin, *lineer desenler*de olduğu gibi tek bir eksen boyunca değil sahip olduğu eksenler yönünde tekrarlanabilme özelliğine sahip olmasıdır. Formlar, mozaik panel yüzeyinde istenen yönde tekrarlabilecek şekilde uygulanabileceğinden, geometrik formun, yönden bağımsız tekrarlanabilme yeteneğine atıfla, yüzey desenleri için *izotropik* sıfatı kullanılmaktadır.[713]

İzotropik desenlerin kendi eksen sistemine göre tekrarlanabilir olması nedeniyle formlar, *iki eksenli formlar* ve *üç eksenli formlar* şeklinde kategorilere ayrılarak ele alınmaktadır. Örneğin kare formu, yatay ve düşey eksene sahip olması nedeniyle, yatay ekseni ya da düşey ekseni boyunca tekrarlanabilme özelliğine sahiptir. Geometrik olarak *düzgün altıgen*e karşılık gelen *bal peteği* (honeycomb)

[712] Balmelle ve diğerleri, Décor I, s. 8.
[713] Balmelle ve diğerleri, Décor I, s. 7.

formunun, üç eksenli (triaxial) bir form olarak yatay eksen, düşey eksen ya da köşegeni taşıyan eksen üzerinde tekrarlanabileceği öngörülmektedir. *Lineer* formların tek eksenli olarak düşünülmesi ise formun kendisinin tek eksenli oluşundan değil tekrarlamanın tek eksen üzerinde yapılmasından kaynaklanmaktadır. Noktasal ya da eksen boyunca çizgisel yapıları nedeniyle ayrı bir eksene ihtiyaç duymayan formlar doğal olarak tek eksenli desen kategorisine ait kalmaktadır.[714]

Yüzey deseni ve *lineer desen* olma durumunun değişmez bir tarif olmadığı, *yüzey desenleri*nin *lineer desen* olarak kullanılabileceği, *lineer desenler*in *yüzey deseni* şeklinde uygulanabileceği, bir hatırlatma olarak okuyucuya sunulmaktadır.[715] Konsantrik desenlere ve merkezî desenlere bu kitapta yer verilmemiş, ayrı bir çalışma konusu olarak bırakılmıştır.[716]

Décor I, mozaik sanatının geometrik incelemesi için ihtiyaç duyulan kavramları tanımlamakta, çözülmesi gereken problemleri ifade ederek ortaya koymakta, yapılacak çalışmalara yön veren değerli bir kaynak olarak hizmet etmektedir.

Suzanne Gozlan, 1993 yılına ait çalışmasında, Tunus, Afrika Proconsularis bölgesinde, Acholla ve Thina civarında, Afrika mozaik repertuarına özgü, iki bordür deseni ve iki yüzey süslemesi olmak üzere dört motifi bu motifleri taşıyan örnekleri karşılaştırarak incelenmiştir. Bir geometrik motif ile varyantı arasındaki farkı, geometrik farklarına dayalı olarak çözümlemiştir. Fark yaratan yaklaşım, varyant olma durumunun geometriyle açıklanmasıdır.[717] Bu nedenle bu çalışma, tipoloji kıyaslamalarına dayalı analizlerden geometrik analize geçişin erken örneğidir.

Anthony Phillips, 1992 yılında yayımlanan çalışmasında, Roma mozaiklerindeki labirentleri incelemiştir. Phillips, labitrentleri farklı türlere ve temel figürlere ayırmıştır. Bu yaklaşım, desenin oluşturacak yöntemin belirlenmesini de içerdiğinden, kısmen tahrip olmuş mozaiklerin, teorik olarak yeniden üretilebilmesini mümkün hale getirmektedir.[718]

---

[714] Balmelle ve diğerleri, Décor I, s. 12.
[715] Balmelle ve diğerleri, Décor I, s. 11.
[716] Balmelle ve diğerleri, Décor I, s. 12, dip not: 17.
[717] Suzanne Gozlan, "Quelques décors ornementaux de la mosaïque africaine", **Mélanges de l'école française de Rome (MEFRA)**, Cilt: 102, Sayı: 2, 1990, (Quelques), ss. 983-1029, özellikle res. 19.
[718] Anthony Phillips, "The Topology of Roman Mosaic Mazes", **Leonardo**, Cilt: 25, Sayı: 3-4, Visual Mathematics: Special Double Issue, MIT Press, 1992, ss. 321-329.

Susan Tebby,[719] mozaik döşemenin, dekoru ne kadar karmaşık olursa olsun, Rihard Prudhomme[720] tarafından da ortaya konan, geometrik mozaiklerin inşa prensiplerine uygun olarak *kare ağ sistemi* çerçevesinde cetvel ve pergelle oluşturulabilecek sade çizgiler ve yaylarla ifade edilebilen sade bir yapıya indirgenebileceğini göstermiştir. Tebby, geometrik bir mozaik kurmanın en uygun yönteminin, bir karenin veya dikdörtgenin çevresini eşit birimlere bölmek ve karşılıklı noktaları birleştirmek olduğunu belirterek geometrik mozaiklerin çözümlenmesinde *ağ yapısına* vurgu yapmıştır.[721]

Veronika Scheibelreiter, döşemedeki motiflerin herbirinin tek tek analiz edilmesinin yanı sıra döşemedeki diğer motiflerle ilişkilerinin analiz edilmesinin mozaiklerin isabetli tarihlenmesinde katkı sağlayacağını vurgulamıştır.[722] Bir döşemede motif ve kompozisyon arasındaki iç bağlantıların çözümlenmesinin yanı sıra motiflerin başka döşemelerle dış bağlantılarının da çözümlenmesi, daha geniş çözümlemelere olanak sağlamıştır.

Yehudit Turnheim ve Asher Ovadiah, İsrail'de Caesarea Maritima mozaiklerinin, bordür desenlerini ve poligonal desenlerini, İmparatorluğun farklı bölgelerinde görülen benzer motiflerle karşılaştırarak tarihleme konusunda geometrik repertuarın nasıl kullanılabileceğinin örneklendirmişlerdir.[723]

Katherine M. D. Dunbabin'in, *Mosaics of the Greek and Roman World* isimli kitabı 1999 yılında basılmıştır. Bu kitapta, mozaik sanatının başlagıcı, Yunan ve Roma coğrafyasında gelişimi ile materyal ve işçilik gibi teknik konularda kapsamlı değerlendirmeler yapılmakla beraber mozaik sanatında geometrik formlarla ilgili yapılacak çalışmalara yol gösterici değerlendirmeler sunulmaktadır.[724]

Dunbabin, geometrik süslemeler içeren mozaiklerin üç ana gruba ayrılarak incelenmesini önermektedir. Dunbabin'e göre, kompozisyonda karakteristik bir yaklaşım görülmesi ve süsleme yelpazesinin sınırlı oluşu gibi iki ana özelliğe dayalı

[719] Susan Tebby, "Geometric Mosaics of Roman Britain", **Fifth International Colloquium on Ancient Mosaics, Bath 1987**, **Part 1, (Journal of Roman Archaeology Supplementary Series 9.1)**, 1994, 1995, (CMGR V.1), ss. 273-294.
[720] Prudhomme, principes, ss. 339-346, lev. CLXI-CLXX.
[721] Dunbabin, Mosaics, s. 283.
[722] Scheibelreiter, römischen, ss. 1-5.
[723] Yehudit Turnheim ve Asher Ovadiah, "A New Look at the Geometric Mosaic in the Promontory Palace at Caesarea Maritima", **Studies in Art History**, Cilt: 4, 1999, ss. 21-34.
[724] Dunbabin, Mosaics, ss. 291, 303.

olarak Klasik ve Hellenistik Dönem mozaikleri ilk guruptur. Yaygın kompozisyon formlarının ağırlıklı bir bölümünü tanıtan, mozaik uygulamalarının genişlemesiyle birlikte aynı zamanda bir icat dönemi kabul edilebilecek bir zaman aralığı olması bakımından, coğrafi olarak İtalya'dan ve tarihel olarak Geç Cumhuriyet ve Erken İmparatorluk döneminden başlamak üzere, taşra atölyeleri arasında daha önce görülmemiş ölçüde detaylandırmanın sürdürüldüğü MS ilk üç ya da dört yüzyıllık dönemde üretilen mozaikler, ikinci grubu oluşturmaktadır. Üçüncü ve son grup; mozaik sanatınında bazı eski unsurlar kullanılmaya devam ederken temel bir zevk değişikliğinin belirgin olduğu, yeni tasarımalrın ve motiflerin ön plana çıktığı, Roma imparatorluğunun ikiye bölündüğü MS 4. yüzyıl ile Batı Roma İmparatorluğu'nun tarih sahnesinden çekilmesine ya da Erken Bizans mozaiklerine uzanan döneme ait mozaikleri kapsayan gruptur. Bu ana başlıklar çerçevesinde yapılacak çözümlemelerin, zaman dilimi ve coğrafya temelinde alt başlıklarda sürdürülmesi de öneriler arasındadır.[725]

Roma Dönemi'nde mozaik sanatının yayılımı ve genişlemesi yaşanırken, geometrik form repertuarı da genişlemiş, karmaşıklık artmış ve formlar daha detaylı işlenir hale gelmiştir. Dunbabin; mozaik sanatçılarının ortak stoğu sayılabilecek, yaygın kullanılan geometrik formların, belirli bölgeleri veya merkezleri karakterize eden, dönemsel olarak da oldukça dar bir zamana hapsolan bölgesel tercihlere ve kronolojik gelişimi yansıtan varyantlara özellikle dikkat çekmektedir. Formların yüzeye dağılımı, birbirleriyle kombine kullanımı ve detaylandırma veya şematize etme yönünde evrimleri gibi açılardan yapılacak analizlerin, yerel atölyelerin tanımlanmasına katkı sağlayacağını ifade etmektedir. Dunbabin ayrıca, Mozaiklerin tarihlenmesinde, dış ölçüt bulunmamasına karşılık, formlar üzerine yapılan analizlerin kronolojileri oluşturmak için en iyi zemini sağladığını, özellikle bilgisayar tabanlı tekniklerin uygulanması halinde elde edilcek sonuçların, verilen emeğe değeceğini belirtmektedir.[726]

Bu değerlendirmeler, geometrik mozaikler konusunda yerel atölyelerin karakterlerinin teşhisi konusunda örneklerle desteklenmiştir. Örnekler, mozaik panelin *kare ağ* (grid) bölmelere ayrılması, ayrılan bölmelere *temel şema* olan geometrik bir

[725] Dunbabin, Mosaics, s. 291.
[726] Dunbabin, Mosaics, s. 291.

formun tekrarlı uygulamasıyla oluşturulan süslemeli yüzeylerden, her bölmede ayrı bir formun yerleştirildiği ya da bölmelerin genelinde birden fazla formun tekrarlı kullanıldığı *çoklu dekor* (multiple decor) uygulamalarına doğru ilerleyen bir gelişim çizgisini saptamaktadır.[727] Geometrik formlarla süslenmiş mozaik panelin, *kare ağ* yapısı üzerine geometrik formların düzenli olarak yerleştirilmesiyle oluşturulduğu konusunda artık bir uzlaşma noktasına gelindiği bu örneklerden de anlaşılmaktadır.

Dunbabin, Afrika kentlerinin bitkisel formlarını örnek gösterek geometrik formların *bitkiselleştirildiğini* tespit etmektedir.[728] Bu tespit, mozaik sanatında geometri çalışmalarının yalnızca geometrik formlarla ilgili olarak değil aynı zamanda bitkisel figürlerle ilgili olarak yürütülmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Daha bütüncül bir yaklaşım için çalışmaların portrelere ve diğer figürlere de uzanması kaçınılmaz görünmektedir.

Décor'un birinci cildinin yayımlanmasından 17 yıl sonra, ikinci cildi 2002 yılında yayımlanmıştır. *Décor II*, birinci ciltte eksik kalan, basit ve karmaşık motiflerin ve merkezî desenlerin sistematik envanterini tamamlamıştır.[729] Basitten karmaşığa doğru bir yol izlenerek rozetler, eş merkezli (concentric) motifleri içeren desenler, çelenk benzeri (wreath-like) desenler, kalkanlar (shields), labirentler, radyal (radial) desenler; merkezî motifin etrafına dizilen (circumcentric) desenler, kompozit (motif ya da merkezî desenleri ilişkilendiren) desenler ve son olarak merkezî görünen ancak izotropik desenlerden türeyen desenler bu kitap kapsamında kataloglanmıştır.[730]

Dunbabin'in kapsamlı kitabının ve *Décor II*'nin yayımlanmasından sonraki dönemde, özellikle 2008 yılından sonra, geometrik mozaiklerin, *kare ağ* yapısı ve süsleme elementi *temel şemalar* ekseninde, matematiksel yöntemlerle incelenmesi konusundaki çalışmalar yoğunlaşmıştır.

Bu çalışmalar içerisinde, sistematik, sürekli ve düzenli bir gelişim çizgisi izleyen, uzmanlık alanı matematik ve matematik eğitimiyle ilgili olup disiplinler arası

[727] Dunbabin, Mosaics, s. 295, dip not. 15; Chapter 5, dip not 6, 7, 9.
[728] Dunbabin, Mosaics, s. 295, res. 301; Referanslarıyla birlikte bkz.: Balmelle ve diğerleri, Décor I, 151, g (Carthage); 231, c (Themetra); 240, e (Acholla); 242, c (Thysdrus); 242, d (Thuburbo Maius); 246, i (Thysdrus). Gozlan, Quelques, ss. 983-1029.
[729] Catherine Balmelle, Michèle Blanchard-Lemée, Jean-Pierre Darmon, Suzanne Gozlan and Marie-Pat Raynaud, **Le décor géométrique de la mosaïque romaine II, Répertoire graphique et descriptif des décors centrés,** Paris, 2002, (Décor II).
[730] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 13.

katkılar sağlayan Bernard Parzys'in, tek başına ve başka yazarlarla birlikte çalışmaları, 2007 yılından itibaren öne çıkmaktadır.[731]

Bernard Parzysz ve Claudine Munier'in,[732] 2008 yılında yayımlanan makalelerinde, mozaik yüzeylerde karmaşık geometrik dekor oluşturulmasında, *anahtar şema* (schémas-clés) yaklaşımı bir hipotez olarak ele alınarak Besançon'dan, çoklu dekor örneği mozaik panelde test edilmiş, iki modüllü ekose ağ (tartan grid) düzeni içerisinde tekrarlanan bir anahtar şemaya ulaşılmıştır. Çalışmada, farklı anahtar şemaların aynı dekora ulaşabileceği, aynı anahtar şemanın farklı dekor yaratabileceği sonuçlarına ek olarak anahtar şemaları varsaymanın önemine dikkat çekilmektedir.

Parzys'in, 2008 yılına ait makalesinde,[733] Roma tiyatrolarında *cavea* bölümünün sınırlarının elips olup olmadığı sorgulanmakta, Jean Claude Golvin[734] referans gösterilerek, pratik sebeplerle, doğrudan doğruya bir elips kullanmak yerine 3-4-5 dik üçgeni üzerinde kurgulanan, çapları farklı iki çember kullanarak elipsi yakından taklit eden, elips benzeri bir kapalı eğri elde edildiği sonucuna varılmaktadır. Bu sonuç, matematik teorinin mimari uygulamaya adaptasyonunu temsil etmektedir ve bu makale esasen titatro yapılarıyla ilgili olmasına karşılık, mozaik sanatında kullanılan kapalı eğri formların analizi için de örnek teşkil etmektedir.

Parzysz, 2009 yılına ait makalesinde, anahtar şemaların (key diagram), Roma dönemi geometrik mozaiklerinde kullanılıp kullanılmadığını incelemiş, motif tasarımı ve tasarımın panel yüzeyine transfer olanaklarını ele almıştır. Anahtar şema olarak kare içine eğimle yerleştirilmiş iki kare ve ağ yapısı olarak kare ağ; anahtar şema olarak kare içine yerleştirilmiş düzgün sekizgen ve ağ yapısı olarak da ekose grid kullanımıyla bazı mozaiklerin süsleme çözümlerini sunmuştur. Parzysz, s*ekiz köşe eşkenar dörtgen yıldız* yapısının farklı geometrik okumalarını örneklendirmiştir. Bu farklı okumalar nedeniyle, karmaşık süslemeyi ortaya çıkaran anahtar şemanın

---

[731] Bernard Parzysz, "Analyse des tracés régulateurs des motifs géométriques des mosaïques", **Au collège Lumière à Besançon (Doubs) (sous la direction de Claudine Munier)**, **II: Éléments d'architecture**, INRAP Direction interrégionale Grand-Est-Sud (Dijon), 2007, (tracés), ss. 267-346.

[732] Bernard Parzysz ve Claudine Munier, "Les mosaïques géométriques romaines du collège Lumière de Besançon: une richesse et des talents insoupçonnés", **le Bulletin Vert**, **l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public (APMEP)**, Sayı: 476, 2008, ss. 294-300.

[733] Bernard Parzysz, "Des ellipses … sans ellipses: les amphithéâtres romains", **le Bulletin Vert**, **l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public (APMEP)**, Sayı: 479, 2008, ss. 772-780.

[734] Jean Calude Golvin, "L'architecture romaine et ses créateurs", **Le Point, Hors-série: L'spirit des civilizations**, Cilt: 2, 2008, ss. 92-101.

tespitindeki güçlüğü vurgulayarak arkeolojik kanıt olmadan, bu şemaların varsayım olarak kalabileceğini belirtmiştir.[735] Parzysz'in 2009 yılına ait ikinci makalesinde; Antiochia'dan "Dionysos'un Sarhoşluğu" olarak bilinen mozaikte yer alan *dört köşe yıldız* motifinin tekrarlı kullanımıyla oluşturulmuş süsleme; Thuburbo Majus bölgesinden bir mozaikten, köşeleri yuvarlanmış karesel yapı içerisine yerleşen sekizgen; Cezayir'de Cuicul bölgesinden bir mozaikten iç bükey altıgen, iç bükey üçgenler ve karelerden oluşan karmaşık süsleme; Thuburbo Majus bölgesinden Davut Yıldızı; İtalya'da Pozzuoli bölgesinden dört köşe yıldız; İtalya Brecello bölgesinden daire içine yerleştirilmiş 12 köşeli bir karmaşık yıldız formu üzerine geometrik çözümlemeler yapılmıştır. Parzysz, motiflerin tasarımında ve uygulanmasında, ölçümün ikincil rolü bulunduğunu, hesaplamaya gerek bırakmayan yöntemlerin belirgin olduğunu vurgulamıştır.[736]

Parzysz'in 2012 yılına ait makalesinde, Fransa'nın güneyinde Nîmes bölgesinden Pentheus Mozaiği'nin oval hatlara sahip motifleri incelenmiştir. Çember yaylarının elipsi taklit edecek şekilde birleştirilerek kullanıldığı anlaşılmıştır. Son görünüm itibariyle ağ yapısını doğrudan gözlemlemeye izin vermeyen mozaiğin organizasyonunda *kare ağ* kullanıldığı ancak yanılsama faktörleriyle bu düzenlemenin gizlendiği anlaşılmıştır. Mozaiğin başarılı şekilde yapılabilmesi için sadece özenin yetersiz olduğu, asgari düzeyde geometri bilgisi gerektiği düşüncesi destelenmiştir. Ulaşmak istediği motifi yaratacak geometri yöntemlerinden haberdar olan sanatçılar için gözün, önemli bir araç olabileceği değerlendirilmiştir.[737] Parzysz'in 2013 yılına ait iki makelesiyle, geometrik incelemelere, orantı kullanımı da dâhil hale gelmiştir.[738]

Bernard Parzysz ve Nicole Blanck, 2013 yılına ait makalelerinde, İtalya'da Portici bölgesinde yürütülen arkeoloji keşifleri sırasında bulunan ve Napoli Ulusal

---

[735] Bernard Parzysz, "Using Key Diagrams to Design and Construct Roman Geometric Mosaics?", **Nexus Network Journal**, Cilt: 11, Sayı: 2, 2009, ss. 273-288; Parzysz, tracés.

[736] Bernard Parzysz, "La construction des mosaïques géométriques romaines: des modèles pour l'éternité", **le Bulletin Vert**, **l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public (APMEP)**, Sayı: 483, 2009, ss. 522-533.

[737] Bernard Parzysz, "La géométrie de la mosaïque de Penthée (Nîmes)", **le Bulletin Vert**, **l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public (APMEP)**, Sayı: 500, 2012, ss. 420-428.

[738] Bernard Parzysz, "La géométrie de la mosaïque de grand", **le Petit Vert**: **Bulletin de la regionale lorraine de l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public (APMEP)**, Sayı: 115, 2013, ss. 29-430; Bernard Parzysz, "La géométrie de la mosaïque de grand (2e Partie)", **le Petit Vert**: **Bulletin de la regionale lorraine de l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public (APMEP)**, Sayı: 116, 2013, ss. 27-33.

Arkeoloji Müzesi'nde korunan, silindirik tonoz yüzeyi üzerinde kullanıldığı düşünülen iç bükey sekizgen şeklinde sıva tavan kaplamaları, diferansiyel hesap yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Hesaplama sonuçları, süslemenin analiz sonuçlarının hassasiyeti yönünden, kaplamaların ait olduğu yüzeyin silindirik olmasının önemsiz sayılacak kadar küçük bir faktör olduğunu göstermiştir. Bu sonuca uygun olarak süsleme, daha yalın teknik olan, yaylar ve çemberler kullanılarak analiz edilmiştir. Süsleme parçalarından yola çıkılarak tam dekoratif şema elde edilmiştir. İspanya'da Albacete kenti Hellin bölgesinden[739] ve Tunus'ta Bulla Regia'dan[740] benzer motifler taşıyan mozaiklerle karşılaştırılmış, motiflerin varyantlığı görülmüştür.[741]

Parzysz ve Amina-Aïcha Malek'in 2016 yılına ait makalelerinde; Cezayir'den Timgad ve Djemila'dan, MS 3. yüzyıl başlarına tarihlenen bitkisel süslemeli döşeme örnekleri; ortogonal simetri, merkezî simetri, dönme ve öteleme kavramları üzerinden incelenmiş, döşemelerin ağ yapıları çözümlenmiştir. Bitkisel desenlerle süslü kompozisyonlarda, çizimin ustaca manipüle edilmesiyle oluşturulan görsel belirsizliklerin, döşemelerin geometrik yapısını gizleme nasıl kullanıldığı gösterilmiştir.[742]

Parzysz, 2016 yılına ait makalesinde, geometrik formların bizzat kendilerinin analizine yönelir, kısmen korunmuş mozaik kalıntısındaki geometrik desen parçaları üzerinden olası süslemenin bütününe ulaşır, aynı karmaşık dekoru üretme potansiyeline sahip iki farklı anahtar desenin nasıl ayırt edilebileceği üzerinde durur; döşeme üzerinde yapılacak incelemelerle, özellikle orijinal motiften sapmaları tespit etmenin, bu ayrımı yapmaya yardım edeceğini, önemsiz görünen sapmaların, çözümlemedeki işlevinin gözden kaçırılmaması gerektiğini belirtir. Bu yöntem, analizlere açı ve uzunluk ölçümlerini içeren analitik bir boyut kazandırmaktadır. Parzysz; döşemenin oluşturulabilmesi için dekorun bir çizimi ya da zihinsel fotoğrafının gerektiği, sanatçının kurulum becerisinin de belirleyici olduğu, teknik

---

739 J. Martinez Blazquez, G. Lopez Monteagudo, M. L. Neira Jimenez ve M. P. San Nicolas Pedraz, **Corpus de mosaicos de España, Fasciculo VIII, Mosaicos romanos de Lerida y Albacete**, Madrid, 1989, ss. 49-54, n°39, lev. 34.

740 Balmelle ve diğerleri, Décor I, lev. 245, d.

741 Nicole Blanck ve Bernard Parzysz, "A Puzzling Set of Stucco Coffers From Portici: Archaeology and Mathematics Working Together", **Nexus Network Journal**, Cilt: 15, Sayı: 2, 2013, ss. 209-225.

742 Bernard Parzysz ve Amina-Aïcha Malek, "Les mosaïques «kaléidoscopiques» de Numidie", **le Bulletin Vert**, **l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public (APMEP)**, Sayı: 521, 2016, ss. 554-561.

bakımdan da motifin ve parçalarının konumlandırılmasına yol gösteren kılavuz hatların kullanılması gerektiği yönündeki tespitler doğrultusunda, dekoru yaratan geometrik çizimin orijinal mozaik üzerinde test edilmesini, modelin kontrol edilmesini ve varsa alternatifleriyle beraber sunulmasını önermektedir.[743]

Parzysz, 2017 yılına ait çalışmasında, kare, altıgen, sekigen ve çember içerisine yerleştirilen geometrik formları, açılara ve yönlere bağlı olarak varyant geliştirme kapasitelerini de dikkate alarak incelemiştir. [744]

Parzysz, 2020 yılına ait makalesinde, svastika-meander desenleri üzerine geometrik çözümlemeler sunmuştur.[745] Parzysz, 2020-2021 yıllarına ait üç çalışmadan oluşan bir seri ile labirent betimlemeleri çözümleyerek labirent desenleri için anahtar şema önermiştir. 37 Girit labirenti,[746] Portekiz ve İngiltereden Kıbrısa kadar geniş bir coğrafyadan varyantlarıyla birlikte 43 Roma dönemi labirenti,[747] MS 12. yüzyıldan günümüze kadar, kiliselerde süsleme olarak kullanılan 33 labirent bu çalışmalarda analiz edilmiştir.[748]

Maria Jesus Duran Kremer, 2015 yılına ait makalesinde, geometrik mozaiklerin, figürlü ya da mitoloji unsurları içeren mozaiklere nispeten daha uzun süre incelemelerin odağında yer almadığının, geometrik mozaiklerin gözardı edildiğinin altını çizmektedir. Kremer, sahibinin zevkini ve tercihlerini, atölyenin sahip olduğu repertuarı ve sanatçının bireysel yeteneklerini sergilemeleri ve sanatçının müdahalesini en açık şekilde gösteren mozaik grubu oluşturmaları sebebiyle, geometrik mozaikleri, atölyelerin tanımlanmasında özel bir konuma yerleştirmektedir.[749] Kremer, döşemelerde üslup analizinin temel kriterlerin, motiflerin kombinasyonuyla ilgili analizlere sıkıca bağlı olduğunu, farklı mozaiklere ait motiflerin karşılaştırılmasının tarihlemede önemli bir rol oynadığını belirtmektedir.

---

[743] Bernard Parzysz, "De la nécessité d'identifier précisément le décor géométrique d'une mosaïque. Une étude de cas", **Journal of Mosaic Research**, Cilt: 9, 2016, ss. 47-58.
[744] Bernard Parzysz, "La géométrie des mosaïques de Neptune et de Méduse: thèmes, variations, adaptations", **Le quartier antique du Palatium et ses domus, Archéologie au collège Lumière à Besançon (Doubs)**, (Ed. Presses Universitaires de Franche-Comté), 2017, ss. 289-297.
[745] Bernard Parzysz, "Le talent discret des mosaïstes antiques. Une étude de cas relative aux méandres de svastikas", **Journal of Mosaic Research**, Cilt: 13, 2020, ss. 239-256.
[746] Bernard Parzysz, "Geometry of Ancient Mazes, Part I: 'Cretan' Mazes", **Nexus Network Journal,** Cilt: 23, 2021, ss. 247-266.
[747] Bernard Parzysz, "Geometry of Ancient Mazes: A Synthesis Part II: 'Roman' Mazes", **Nexus Network Journal**, Cilt: 23, 2021, ss. 267-298.
[748] Bernard Parzysz, "Geometry of Ancient Mazes: A Synthesis. Part III: 'Church' Mazes", **Nexus Network Journal**, Cilt: 23, 2021, ss. 299-318.
[749] Duran-Kremer, Portugal, s. 30.

Kremer'in, döşemenin tek parça olarak bitmiş haliyle son durumu üzerinden analiz etme yaklaşımının gözlemciyi üretim sürecinin dışında bırakacağı, buna karşılık eğer döşemeye son hali verilinceye kadar işlem aşamaları analiz edilirse üretim sürecinin ve bu sürece etki eden bireysel yaklaşımların ayırt edilebileceği, döşemenin altında yatan yaratım sürecinin anlaşılabileceği[750] yönündeki değerlendirmeleri, geometrik mozaiklerin analizinde gelişen matematiksel yaklaşımları desteklemektedir.

Odanın geometrik şeklinin düzgün dörtgen olması durumuyla düzgün olmayan bir geometri olması durumunun, mozaik panelin ağ yapısıyla bağlantılı olduğu, dolayısıyla ağ üzerine inşa edilen komposizyon ile odanın geometrisi arasındaki ilişkinin, atölyenin tanımlanmasına katkı sağlayacak bir unsur olduğu düşüncesi,[751] mozaiklerde ağ yapısının tekil olmayabileceğini işaret etmektedir.

Sebastián Vargas Vázquez; ilki 2014 yılında ikincisi 2016 yılında yayımlanan çalışmalarıyla, Écija (Sevilla) ve Conventus Astigitanus bölgesinde bulunan mozaiklerin bir kataloğunu sunarak Roma Dönemi kenti Baetica mozaiklerini repertuara kazandırmıştır.[752]

Geometrik mozaiklerin, tamamen geometrik kriterlere göre sınıflandırılması ve gruplanmasının örnek uygulaması da kazanımlar arasındadır. Geçmeli uçlar ve nakışlar, çembersel, üçgensel, dörtgensel, sekizgensel (oktagonal), kalkan (scuta), svastika, on ikigen (dodecagon), dört köşeli yıldız, eşkenar dörtgen ya da eşkenar dörtgen yıldız (stars of rhombuses) gibi geometri kategorilerine göre sınıflandırma yapılması; karşılaştırma çalışmalarına kolaylık sağladığı gibi, geometrik formların, varyantları ve birbiriyle kombine kullanımlarının, geometrik sınıflar üzerinden karakterize edilebilmesine de olanak sağlamaktadır. Her bir döşemenin analizine *ağ yapısı* ve *geometrik form* yaklaşımı üzerinden geometrik çizimlerinin eklenmesi, geometri çalışmalarının derinlik kazanmasına hizmet etmektedir. Mozaiklerin geometrik düzenlerinin, *modüler kompozisyonlar* ve *sürekli kompozisyonlar* şeklinde

---

[750] Duran-Kremer, Portugal, s. 32.

[751] Petra C. Baum-vom Felde, **Die geometrischen Mosaiken der Villa bei Piazza Armerina. Analyse und Werkstattfrage**, Cilt: I-II, Verlag Dr. Kovač, Hamburg, 2003, lev. 53, 57, 58, 59; Kremer, s. 33-37, res. 5-10.

[752] Sebastián Vargas Vázquez, **Diseños Geométricos En Los Mosaicos de Écija (Sevilla)**, Archaeopress Archaeology, Oxford, United Kingdom, 2014; Sebastián Vargas Vázquez, **Diseños Geometricos En Los Mosaicos Del Conventus Astigitanus**, Archaeopress Archaeology, Oxford, United Kingdom, 2016.

ayırt edilmesi, bunun sonucu olarak karma kompozisyonların da konumlandırılmasını sağlamaktadır.[753]

Vázquez, 2018 yılında, düzgün altıgen (bal peteği) dekorunu sağlayan ağ yapısınından hareketle, üç boyutlu küplerden oluşan döşemenin nasıl tasarlanabileceğini gösterdiği gibi bu yapıda küçük bir modifiyeyle üç boyutlu prizmalar için gereken ağ yapısını da göstermektedir. Bu çalışma, geometrik planlamanın yanılsama etkisinin, renklendirme yoluyla nasıl ön plana çıkarıldığı ve üç boyut etkisinin nasıl sağlandığı konusunda analitik açıklama sağlamaktadır.[754]

Mohammad Nassar ve Zeidoun Al-Muheisen; 2010 yılına ait çalışmalarında, Ürdün'ün kuzeyinde, Yasileh sitesinde, MS 5. yüzyıl ortalarına ya da MS 6. yüzyıl başlarına atfedilen kilisenin (Western Church) döşemelerini, Suriye ve Lübnan'da bulunan benzer motif örüntüleriyle karşılaştırmışlardır. Örüntülerin geometrik olarak analiz edilmemesi bir eksiklik olsa da *ağ yapısı* ve *temel şemaları* kullanmaları bakımından geometrik çözümleme yönteminin temel unsurlarını içermektedir.[755] Mohammad Nassar ve Nizar Turshan,[756] Mohammad Nassar ve Abdolmajeed Sabbagh[757] ile Mohammad Nassar, Mazen Asfour ve Nizar Turshan[758] tarafından yapılan çalışmalar benzer mahiyettedir.

Alexander Åström ve Christoffer Åström, Roma mozaiklerinde kullanılan tarama ya da sepet örgü (interlaced pattern) desenlerinin düğüm yapılarının, karmaşıklık düzeylerinin, çeşitliliklerinin incelenmesi konusunda matematiksel araçların kullanımına dikkat çekmektedir.[759]

---

[753] Sebastián Vargas Vázquez, "Geometric Mosaics of Baetica", **Journal of Mosaic Research**, Cilt: 10, 2017, (Geometric),ss. 347-364.
[754] Sebastián Vargas Vázquez, "Cube Designs in Roman Baetica Mosaics", **Journal of Mosaic Research**, Cilt: 11, 2018, (Cube), ss. 315-331.
[755] Mohammad Nassar ve Zeidoun Al-Muheisen, "Geometric Mosaic Pavements of Yasileh in Jordan", **Palestine Exploration Quarterly**, Cilt: 142, Sayı: 3, 2010, ss. 182-198.
[756] Mohammad Nassar ve Nizar Turshan, "Geometrical Mosaic Pavements of the Church of Bishop Leontios at Ya'amun (Northern Jordan)", **Palestine Exploration Quarterly**, Cilt: 143, Sayı: 1, 2011, ss. 41-62.
[757] Mohammad Nassar ve Abdolmajeed Sabbagh, "The Geometric Mosaics at Khirbat Mar Elyas: A Comparative Study", **Greek, Roman and Byzantine Studies,** Cilt: 56, Sayı: 3, 2016, ss. 528-555.
[758] Mohammad Nassar, Mazen Asfour ve Nizar Turshan, "Geometrical Mosaic Decorations at Qasr Alhallabat: A Comparative Study", **Mediterranean Archaeology and Archaeometry**, Cilt: 17, Sayı: 3, 2017, ss. 84-96.
[759] Alexander Åström ve Christoffer Åström, "A Mathematical Approach to the Analysis of Interlaced Patterns in Roman Mosaic", **Journal of Archaeological Science: Reports**, Cilt: 28 (102013), 2019, ss. 1-7.

Yang Liu ve Godfried Tussaint, 2010 yılına ait çalışmalarında, İngiltere'de bulunan bir Roma villası olan Chedworth'da Roma Dönemi döşemelerini süsleyen ve kısmen zarar görmüş durumda bulunan karmaşık svastika-meander desenini topoloji yöntemlerini de içeren geometrik analizle çözümleyerek svastika-meander üretmek için algoritma önerilerini sunmuşlardır.[760] Yazarların, 2010 yılına ait ikinci makaleleri, İtalya'da Toscana kentinde bulunan Siena Katedrali'nin mermer döşemelerindeki geometrik figürlerin tekrarlı kullanımını çözümlemektedir. Bu çözümler, mozaik sanatında geometrik çözümlemeler için örnek teşkil etmektedir.[761]

Rebecca Morholt'un Theseus ve Minotaur öyküsüyle ilişkili olarak değerlendirilen labirent deseninin anlamdırılmasıyla ilgili çalışması[762] ve karmaşık desenlerin çözümüne teknik bakımdan çözüm yöntemi öneren Avraham Bar-Shay[763] ve Fabio Mosca[764] tarafından yapılan çalışmaları da yenilikçi çalışmalar arasında görülmektedir.

2.2. GEOMETRİK DESENLERDE ÇÖZÜMLEMELER

2.2.1. Poligon Çevresi, Svastika, Meander ve Arkhimedes Spirali

Çalışmanın bu bölümde yapılan gözlemlerdeki birinci amaç, *uzunluk* kavramının geometrik olarak ölçüm ile ilgisi ve uzunlukların geometrik ölçüm yöntemi üzerinden, mozaik panellerde sık kullanılan svastika ve meander desenlerine matematiksel bakış açısıyla açıklama getirmektir. İkinci amaç, bu desenlerin ve Arkhimedes'in spiral tanımının, poligon çevresisin geometrik olarak hesaplanması yöntemiyle ve çemberle ilişkisini incelemek, incelemelerde elde edilen grafikleri

[760] Yang Liu ve Godfried Toussaint, "Unravelling Roman Mosaic Meander Patterns: A Simple Algorithm for Their Generation", **Journal of Mathematics and the Arts**, Cilt: 4, 2010 B, ss. 1-11.
[761] Yang Liu ve Godfried Toussaint, "Categories of Repetition in the Geometric Meander art of Greek and Roman Mosaics", **Hyperseeing**, 2010 A, ss. 25-38.
[762] Rebecca Morholt, "Roman Labyrinth Mosaics and the Experience of Motion", **The Art Bulletin**, Cilt: 93, Sayı: 3, 2011, ss. 287-305.
[763] Avraham Bar-Shay, "Méthode d'analyse des labyrinthes en mosaïque romaine. O mosaico romano no centro e nas periferias: originalidades, influências e identidades", **Actas do X Colloquio internacional da AIEMA. Conímbriga: Instituto dos Museos e das Conservaçãos**, 2011, ss. 353-366.
[764] Fabio Mosca, "Come evitare di perdersi nel labirinto: lo schema grafico usato in due mosaici con Teseo e il Minotauro", **Atti del XXIII Colloquio dell'Associazone italiana per lo Studio e la Conservazione del Mosaico, eds. Claudia Angelelli, Chiara Cecalupo, Marco Emilio Erba, Daniela Massara, Federica Rinaldi**, Quasar, Roma, 2018, ss. 691-698.

değerlendirerek matematiksel düşüncenin hem sanata hem de Arkhimedes'in çalışmalarına nasıl yansıdığını değerlendirmektir.

Gözlemlerde, keyfi poligonlar kullanılmamıştır. Poligon kenar sayısı sonsuza artırılırken, hesaplar sonucunda poligon için elde edilen çevre uzunluğu, spirale yaklaşan yayların uzunlukları toplamı, yaylar altında kalan alanlar toplamı, kırık çizgiler altında kalan alanlar toplamı ve poligon alanı, birer algoritma verecektir. Uzunluklar ve alanlar aynı kaynaktan beslenmelidir ki algoritmalar tutarlı ve anlamlı olsun. Bu nedenle poligonların, aynı çember içerisine çizildiği varsayılmıştır.

Bu varsayım çerçevesinde, yalnızca bir tane doğru parçasının uzunluğunu tartışmak, ardından kırık çizgiyi ele almak, işlemi üçgen ve kare ile sürdürmek; gözlemleri, matematiksel düşünceyi sonsuzluğa yönlendirerek çemberin çevresinin ölçümüne ve dairenin alanının hesabına götürmüştür.

2.2.1.1. Pythagorasçı Aritmetik ve Sayıların Şematizasyonu

Pythagoras ve Pythagorasçılar, sayıların şematize edilmesinden sorumludurlar. Bir noktanın 1'i temsil etmesi, iki noktanın hem 2'yi hem de bir doğruyu temsil etmesi, üç noktanın bir üçgeni temsil etmesi, dört noktanın bir kareyi temsil etmesi ve bu temsillerin fiziksel olarak çakıl taşlarıyla karşılık bulması, sayıların şematizasyonuyla ilgilidir.[765] Soyut olarak noktalar ve somut olarak çakıl taşları, *üçgen sayılar* ve *kare sayılar* gibi kavramlar sayıların şematize edilmesi konusunda Pythagorasçılara atfedilmektedir.[766]

Şematizasyonda sayılar, kendilerini temsil eden çakıl taşlarının ya da noktaların oluşturduğu geometrik şekle göre, üçgen, dörtgen, dik dörtgen, beşgen gibi poligon formlarla ifade edilmektedir. Bunun sonucu olarak sayılar arasındaki ilişkiler ve formüller, şematik ilişkilerle çözümlenmekte ve ifade edilmektedir. Bu şematik ifadeler içerisinde, $(2n+1)^2$ ile ifade edilen, herhangi tek sayının karesini görselleştiren şema,[767] spiral ve meander formunun teorik temelinin belirlenmesinde dikkat çekicidir **(EK 43)**.

[765] Heath, History I, ss. 76-83.
[766] Aristotle, Metaphysics, VII. 1036 b.
[767] Heath, History I, s. 84.

2.2.1.2. Poligon Çevresi Ölçümü, Svastika ve Meander

Uzunluk kavramı, sayısal eşiti olan uzunluk ölçüsüyle, bir değere eşittir. Uzunlukların ölçülerinin toplamı, uzunlukların sayısal karşılıklarının toplamı olarak aritmetik bir işlemdir. Uzunluğun karşılığı olan sayısal değer bir kenara bırakılırsa uzunluğun kendisi, bir geometri kavramı olarak kullanılabilir ve geometrik olarak değerlendirilebilir. Bu durumda, uzunlukların geometrik toplamı söz konusu olduğunda yapılan işlem, bir geometri işlemidir. Dolayısıyla geometrik grafikler, *uzunluk* ve *ölçü* kavramlarını içerdiğinden hem aritmetikle hem de geometriyle ilgilidir.

Bir doğru parçasının uzunluğu, kendi uzunluğuna eşittir. İki doğru parçasından oluşan kırık çizginin uzunluğu, kırık çizgiyi oluşturan doğru parçalarının toplamıdır. Bir üçgenin çevresi de üçgeni oluşturan kenar çizgilerinin toplamıdır **(EK 44)**.

Bir doğru parçası için sadece kendisi yeterlidir. Doğru parçası, kendisine eşittir. Kırık çizgi oluşturan iki doğru parçasının toplam uzunluğunun hesaplanması için iki doğru, aynı doğrusal hat üzerinde yan yana getirilerek uç uca eklenir. Bu işlem için doğru parçası, ucuna ekleneceği diğer doğru parçası ve onu taşıyan doğrusal hat üzerine bir pergelle transfer edilir. Böylece, kırık çizginin toplam uzunluğu, bu kırık çizgiyi oluşturan çizgilerin ayrı ayrı uzunluklarının toplanmasına eşit olan bir doğru parçasıyla temsil edilmiş olur.

Bir üçgenin çevresi söz konusu olduğunda, durum kırık çizgideki durumla aynıdır. Sayısal ölçüyü bir kenara bıraktığımızdan, uzunluğun sayısal karşılığını umursamıyoruz. Sadece ve sadece üçgenin çevre uzunluğunun nasıl bir uzunluk olduğuyla, bu uzunluğu temsil eden düz çizginin ne kadar uzun olduğuyla ilgileniyoruz. Üçgeni oluşturan kenar uzunlukları, bir doğrusal hat üzerinde uç uca eklendiğinde, üçgenin kenar uzunlukları toplamına eşit olan uzunluk elde edilmiş olur.

Üçgenin çevresini geometrik olarak hesaplamak için, yapılması anlatılmasından daha kolay olan süreç, üç adımdan oluşan işlem dizisi gerçekleştirilir.

Birinci adım olarak $|BC|$ kenarı, B yönünde yeteri kadar uzatılır, pergelin sabit ucu B noktasına yerleştirilir, pergelin açıklığı $|AB|$ kadar açılır, pergel saat yönüne ters yönde döndürülerek $|AB|$ uzunluğu, $|BC|$ doğrultusuna taşınır ve T_1 noktası işaretlenir.

$|BT_1|$ uzunluğu $|AB|$ uzunluğuna eşittir. $|CT_1|$ uzunluğu $|AB|$ uzunluğuyla $|BC|$ uzunluğunun toplamı kadardır.

İkinci adımda, $|CA|$ kenarı, C yönünde yeteri kadar uzatılır, pergelin sabit ucu C noktasına yerleştirilir, pergelin açıklığı $|CT_1|$ kadar açılır, pergel saat yönüne ters yönde döndürülerek $|CT_1|$ uzunluğu, $|CA|$ doğrultusuna taşınır ve T_2 noktası işaretlenir. $|AT_2|$ uzunluğu, $|AB|$ ile $|BC|$ ve $|CA|$ uzunluklarının toplamıdır.

Esasen çemberin çevresi artık oluşmuştur ve işlem bu adımda bırakılabilir ancak bir adım daha ilerleyerek sonucu bağımsız bir uzunluk olarak elde etmek istiyoruz.

Üçüncü adımda, $|AB|$ kenarı, A yönünde yeteri kadar uzatılır, pergelin sabit ucu A noktasına yerlerştirilir, pergelin açıklığı $|AT_2|$ kadar açılır, pergel saat yönüne ters yönde döndürülerek $|AT_2|$ uzunluğu, AB doğrultusuna taşınmış olur. $|AT_3|$ uzunluğu üçgenin çevresine eşittir **(EK 45)**.

Elde edilen son şekli yalnızca bu haliyle izlersek çok şey kaçırırız. Pergelle yapılan uzunluk transferini, daha açıkça gözlemleyebiliriz. Transfer edilen uzunluklar birbirinden ayırt edildiğinde, hangi uzunluğun nereye gittiğini görebiliyoruz. Kolaylık hatırına eşkenar üçgen kullandık. Kenar uzunlukları farklı olan bir üçgen kullanıldığında, bu bilgi daha açık fark yaratır **(EK 46)**.

Gelinen durumda, bir üçgenin çevresine eşit olan uzunluğu biliyoruz. Hesabı bir adım öteye taşıyabiliriz. Elde edilen son uzunluk, üçgenin alanını da hesaplamaya hizmet eder. Üçgenin alanı, kenar uzunlukları toplamıyla, üçgenin iç teğet çemberinin yarıçapının çarpımının yarısıdır ($3.a.r/2$). Böylece, üçgenin kenar uzunluklarını bir doğru üzerinde transfer ederken üçgenin alanını da o doğru üzerinde transfer etmiş olduk **(EK 47)**.

Üçgenin iç teğet çemberinin hesaba katılması, svastika desenine meander formuna giden yolun ilk aşamasını açığa vurmuştur. Svastika ve meander, iç teğet çemberin yarıçaplarıyla kesilen bölgede başlamaktadır. Bunu daha açıkça gösterebilmek için uzatılan kenarlar üzerindeki döngüler biraz daha devam ettirildiğinde, svastika formunun ilkel teorik modeli elde edilir **(EK 48)**.

Kırık çizgi için yapılan ve sonra da üçgene uygulanan yöntem bir kareye uygulanabilir. Bu defa taşınacak dört kenar ve dört taşıma işlemi söz konusudur.

$|AB|$ kenarı A yönünde, $|BC|$ kenarı B yönünde, $|CD|$ kenarı C yönünde ve $|DA|$ kenarı D yönünde uzatılır. $|AB|$ kenar uzunluğu $|BC|$ kenarının B yönünde uzatılmasıyla elde edilen eksene taşınır ve T_1 noktası işaretlenir. $|CT_1|$ uzunluğu $|CD|$ kenarının C yönünde uzatılmasıyla elde edilen eksene taşınır ve T_2 noktası işaretlenir. $|DT_2|$ uzunluğu $|DA|$ kenarının D yönünde uzatılmasıyla elde edilen eksene taşınır ve T_3 noktası işaretlenir. $|AT_3|$ uzunluğu $|AB|$ kenarının C yönünde uzatılmasıyla elde edilen eksene taşınır ve T_4 noktası işaretlenir. $|AT_4|$ uzunluğu $ABCD$ karesinin çevre uzunluğuna eşittir.

Bu taşıma işlemi, arkasında, yarıçapları farklı, uç uca eklenen dört yay bırakır. A, T_1, T_2, T_3 ve T_4 noktalarını birleştiren kırık çizgi, yaylara eşlik eder **(EK 49)**.

Transfer edilen uzunluklar birbirinden ayırt edildiğinde, hangi uzunluğun nereye gittiğini görebiliyoruz **(EK 50)**. Karenin iç teğet çemberi grafiğe dâhil edildiğinde, svastika ve meander deseni görünür hale gelir. Desenler, iç teğet çemberin yarıçaplarıyla kesilen bölgede başlamaktadır **(EK 51)**. Desenleri açıkça gösterebilmek için, uzatılan kenarlar üzerindeki döngüler devam ettirilir ve kontrast renklerle ifade edilirse meander ve svastika desenlerini açıklayan geometrik yapı elde edilir **(EK 52)**.

Deseni oluşturan kenarlar, uzunluk transferinde kullanılan doğru parçaları olduğundan, svastika deseni, geometrik yapının asıl bileşeni ve asıl sonucudur **(EK 53)**. Meander deseni, svastika ile belirlenen döngü çizgileriyle sınırlanan alanlardan oluşmaktadır. Bu nedenle meander, uzunluk transferi sürecinin ikincil sonucudur **(EK 54)**.

Uzunluk transferinin tek sonucu meander ve svastika değildir. Uzunluk transferini gerçekleştiren doğru parçalarının oluşturduğu kırılgan hatta, çember yaylarının birleşimi olan ve spirali taklit eden bir eğri eşlik etmektedir. Poligonun bir köşesinden başlatılan kırılgan hat, tüm köşelere uygulandığında, her bir kırılgan hatta bir *sözde* spiral eşlik edecektir. Üçgen, kare ve pentagon için bu tekrarlar gerçekleştirilmiştir. Söyleyişte kolaylık hatırına, elde edilen formlar matematik anlamda gerçek spiral olmadıklarından, *sözde spiral* yerine *spiral* kelimesinin kullanımı tercih edilmiştir. *Spiraller yapısı* şeklinde çoğul ve uzun kullanım yerine, tanımların kısa tutulması hatırına, *spiral* kelimesi çoğul formu ifade etmek üzere, bağlam anlamında kapsayıcı olarak kullanılmıştır.

Üçgenden üçgen spiral, kareden kare spiral, pentagondan (beşgen) pentagon spirale ulaşılmaktadır **(EK 55a-c)**. Bu formlar merkezde birleştirilerek merkezî spiraller elde edilmektedir **(EK 55ç-e)**. Saat yönünde dönen spiraller, bir de saat yönüne ters döndürülerek merkezî simetrik spiraller elde edilmektedir **(EK 55f-ğ)**. Merkezî simetrik spiral yapıları, heksagon, oktagon ve dekagon yapılarına genişletilmiştir **(EK 55h-i)**.

Elde edilen bu sonuçlara göre, svastika ve meander desenleri, uzunluk transferinin doğrusal sonucudur. Transferin eğrisel sonucu, spiral formudur. Doğrusal sonuçlar cetvelden kaynaklanırken eğrisel sonuçlar pergelden kaynaklanmaktadır. Düzgün altıgen çiziminin aynı zamanda *rozet* motifi içermesi de bunun bir örneğidir.

Üçgen, kare, altıgen, sekizgen gibi poligonlara uygulanan süreçler, poligon kenar sayısı sonsuzluğa doğru artırılarak devam ettirildiğinde, sonuç Arkhimedes'in spiralidir.

2.2.1.3. Arkhimedes Spirali

Arkhimedes'in, spiraller üzerine yaptığı çalışmalarını, arkadaşı Pelesiumlu Dositheus'a mektupla gönderdiği çalışmanın önsözünden anlaşılmaktadır.[768]

Dositheus, Samoslu Konon'un çırağıdır. Arkhimedes, açılışı, "Arkhimedes, Dositheus'u selamlar!" sözleriyle yapar. Aralarında bilgi alış verişi trafiği olduğu çok açık şekilde metne yansımıştır. Çalışmalarını yayımlamadan önce matematiğe meraklı kişilerin görüşlerini alma alışkanlığını, mektup için gecikmesinin sebepleri arasında gösterir ve Dositheus'a "Kusura bakma! Gecikmenin sebebi budur."[769] anlamında bir açıklama yapar Arkhimedes. Devamındaki cümlelerde, Arkhimedes, "Öyle teoremler var ki başta pratik değilmiş, imkânsızmış gibi görünür. Ama sonra mükemmel şekilde işe yaradıkları görülür." demektedir. Konuyu *Konon*'a getirir Arkhimedes. Verdiği mesaj şöyle tercüme edilebilir: "Konon, şimdi ölü. Öleli uzun zaman oldu. O gün bugün, Konon'un ortaya koyduğu problemleri açıp bakan, bunlarla ilgilenen bir kişi

[768] Archimedes, "on Spirals", **The Works of Archimedes**, çev. Thomas Little Heath, Cambridge University Press, ss. 151-188, 1897, (on Spirals), ss. 151-155.
[769] Archimedes, on Spirals, s. 151.

bile bulamadım. Sağ olsaydı, bütün bunları ve daha fazlasını keşfedecek, bir dolu keşfiyle geometriyi donatacaktı."[770]

Küre yüzeyi ve koni gibi diğer çalışmaları hakkında bilgi veren Arkhimedes, spiral hakkındaki önermelerine geçer. Spirali tanımlamadan önce tanımı mümkün kılan on bir önerme verir.[771]

Arkhimedes, öncelikle, hareketi zamana bağlar: "Eğer bir nokta, bir çizgi boyunca düzgün (uniform) bir oranda hareket ediyorsa, çizgi üzerinde (hareketi karşılayan) iki uzunluk alındığında, bu uzunluklar, bu hareketleri tanımlayan zamanlarla orantılıdır." [772]

Ardından, aynı zaman diliminde gerçekleşen iki düzenli hareketin orantılı olduğunu söyleyerek hareketler arasında bağ kurar: "Eğer iki nokta, her biri ayrı bir yol (çizgi, line) boyunca ve her biri düzgün (uniform) bir oranla hareket ediyorsa ve hareket ettikleri yollar üzerinde, biri biri için biri öbürü için, ama bunların eşit zaman dilimlerinde hareketlerine karşılık gelen uzunluklar alınırsa, bu uzunluklar orantılıdır."[773]

Üçüncü önermesinde, herhangi sayıda çemberin çevrelerinin toplamından büyük bir düz çizgi bulunabileceğini söyler: "Herhangi sayıda çember verilsin. Bütün bunların çevrelerinin toplamından daha büyük bir düz çizgi bulmak mümkündür."

Bu önermeye açıklama olarak her bir çember için çevresi çemberden daha büyük bir poligon tanımlamanın yeterli olacağını belirtir.[774] Böylece çember çevresi için bir üst sınır belirler.

Dördüncü önermesinde, çember çevresini alttan sıkıştırır: "İki uzunluk verilsin: Düz çizgi ve çemberin çevresi. Bu uzunluklardan, büyük olandan küçük, küçük olandan büyük bir düz çizgi bulmak mümkündür."[775]

İlave yedi önermeyle, vereceği tanımın teknik detaylarının hazırlığını yapar.[776] Sıra spiral tanımına gelir.

[770] Archimedes, on Spirals, s. 151.
[771] Archimedes, on Spirals, ss. 151-188.
[772] Archimedes, on Spirals, s. 155, Önerme I.
[773] Archimedes, on Spirals, s. 155, Önerme II.
[774] Archimedes, on Spirals, s. 156, Önerme III.
[775] Archimedes, on Spirals, s. 156, Önerme IV.
[776] Archimedes, on Spirals, ss. 156-165, Önerme IV.

Tanım şu şekildedir:

> *Eğer düzlemde, bir ucu sabit kalan, düzgün (uniform) bir hızla dönen, döndükten sonra başladığı yere geri dönen bir doğru çizilirse, ve eğer, bu doğru, dönme hareketine devam ederken, aynı zamanda, bir nokta, bu doğru üzerinde, doğrunun hareketi boyunca, doğrunun sabit ucundan başlamak üzere, düzgün (uniform) bir orandaki hızla hareket ederse, bu nokta, düzlemde bir spiral tanımlar.*[777]

Bu tanımın kurgusu oldukça yoğundur ve ilginçtir. Tanım yapılmadan önce on bir önermeyle tanıma hazırlık yapılması, keşfin ortaya konulma sürecinde aklın, son derece detaylı maceralardan geçerek oldukça uzun bir yoldan yürüyüp geldiğini göstermektedir.

Arkhimedes'in Konon'a atıfta bulunması da bu bilginin uzun bir tarihi maceranın ürünü olduğu düşüncesini desteklemektedir. Spiralin grafik olarak betimlenmesinde, sapiral, saat yönünde dönmektedir ve spiral, çember parçaları üzerinden tanımlanmaktadır **(EK 56)**.[778]

Poligon çevresinin hesabı konusunda yapılan işlemler, bir poligon belirlemek ve poligonun kenar sayısı kadar eksene, poligonun kenar uzunluklarını transfer etmekten ibarettir. Bu işlemde hareketin tarzı, noktayı, kenar uzunluğun üzerine transfer edildiği eksen üzerinde, eksenin başlangıç noktasından ileriye doğru, transfer edilen kenar uzunluğu kadar hareket ettirmek şeklinde gerçekleşmektedir. Her defasında başka bir eksende ama her defasında yalnızca bir kenar uzunluğu kadar ilerleme söz konusudur.

Açısal dönme ve doğrusal ilerleme aynı zamanda gerçekleşmektedir. Arkhimedes, aynı zamanda gerçekleşen hareketleri, başlangıç önermesiyle ilişkilendirerek esasen hareket tarzının iki bileşeni durumunda olan dönme hareketini ve doğrusal ilerleme hareketini ilişkilendirmektedir.

Kenar sayısı sonlu iken, eksen için ne kadar dönme hareketi varsa, nokta için okadar adım ilerleme hareketi vardır. Arkhimedes, "Eğer düzlemde, bir ucu sabit kalan, düzgün (uniform) bir hızla dönen, … bir doğru çizilirse …" derken, poligonun kenar sayısını çoktan sonsuza göndermiştir. Sonlu kenarlı poligondan söz etseydi,

---

[777] Archimedes, on Spirals, s. 165, Tanım I.

[778] Archimedes, on Spirals, ss. 176-182; Archimedes, "Measurement of a Circle", **The Works of Archimedes**, Cambridge University Press, ss. 91-98, 1897, (Measurement of a Circle).

doğrunun, düzgün (uniform) bir hızla dönmesi ya da daha doğrusu *sürekli* ve *sabit açısal hızla* dönmesi yerine kesintili dönüş hareketleri söz konusu olacaktı.

"… (doğru) dönme hareketine devam ederken, aynı zamanda, bir nokta, bu doğru üzerinde, doğrunun hareketi boyunca, doğrunun sabit ucundan başlamak üzere, düzgün (uniform) bir orandaki hızla hareket ederse…" sözleri, eksenin dönme hareketinin sürekliliğine karşılık eksen üzerinde noktanın ilerleme hareketinin sürekliliğini, birbirinden koparılamayacak şekilde ilişkilendirmektedir.

"…bu nokta, düzlemde bir spiral tanımlar." şeklindeki final, eksen üzerinde sürekli ve sabit bir hızla ilerleyen noktanın, eksenin dönüşüyle toplamda izleyeceği rotayı tarif etmektedir. Gözlemlerde bu durum, hem yay parçalarının hem de uzunluk transferinde kullanılan doğru parçalarından oluşan kırılgan hatlarla ortaya konulmuştur.

Arkhimedes, *Çemberin Ölçülmesi* adlı çalışmasında, bir numaralı önerme olarak şöyle söyler: "Bir çemberin (dairenin) alanı, dik kenarlarından biri çemberin yarıçapına, diğer dik kenar çemberin çevresine eşit olan bir dik üçgene eşittir."[779]

Önermenin grafik olarak karşılığı, çember içerisine çizilmiş poligon, çember çevresine çizilmiş poligon ve bir kenarı uzunca, diğer kenarı çemberin yarıçapı kadar olan bir dik üçgendir **(EK 57)**.[780] Arkhimedes, çalışmasının devamında, 96 kenarlı poligon kullanarak *pi* sayısının yaklaşık değerini hesaplar.[781] Böylece Arkhimedes, iki ayrı çalışmasında, çemberin çevresi ve alanıyla ilişkili olarak poligonların çevresinden ve spiralin doğasından söz etmektedir.

Üçgen, kare ve beşgenin alanı, diğer düzgün poligonlarda da olduğu gibi, kenar uzunlukları toplamıyla, poligon iç teğet çemberinin yarıçapının çarpımının yarısıdır. Poligon kenar uzunluklarını bir doğru üzerine transfer etmekle, poligonun alanı da o doğru üzerine transfer edilmektedir **(EK 58, 59)**.

Bir çizginin boyunu geometrik olarak ve sadece cetvel ve pergelle belirlemekle başlayan gözlemler, önce kırık çizginin boyuna, ardından bir üçgenin çevresine ve süratle poligonlar üzerinden çemberin çevresi ve alanıyla ilgili olarak spirale ve uzunluk transferinin sonucu olarak Arkhimedes'in tarif ettiği, "…dik kenarlarından

[779] Archimedes, Measurement of a Circle, s. 91, Önerme I.
[780] Archimedes, Measurement of a Circle, s. 91, Önerme I.
[781] Archimedes, Measurement of a Circle, s. 91, Önerme I, ss. 93-98.

biri çemberin yarıçapına, diğer dik kenar çemberin çevresine eşit olan bir dik üçgene..” ulaşmaktadır **(EK 47, 58, 59)**.

Poligonun kenar sayısı artırıldıkça işler, giderek zorlaşacaktır. Arkhimedes de çalışmasını 96 kenarlı poligonla tamamlamıştır.

Uzunlukların üzerine transfer edildiği eksenler içerisinde, poligonun tabanını taşıyan eksende notasyon sabit tutulmuştur. Başlangıç noktası *A* ve izleyen nokta *B*’dir. Spirale evrilen kırık çizgilerin kaynağı *A* noktasıdır. Kenar sayısı arttıkça, kırık çizginin *A* noktasından çıkış açısı büyümektedir. Kenar sayısı sonsuza giderken, *A* noktasından çıkış açısının 90^o’ye yaklaşacağı açıktır. Çıkış açısısının dik açıya yaklaşmasına paralel olarak poligon kenar sayısı arttıkça, *B* noktası *A* noktasına yaklaşmaktadır. Sonsuzluk durumunda *B* noktasıyla *A* noktasının çakışacağı öngörülebilir. Poligon kenar sayısı arttıkça, uzunluk transferini gerçekleştiren doğru parçalarının oluşturduğu kırılgan hat, transfer yaylarıyla birlikte giderek spiral formuna evrilmektedir **(EK 60)**.

Elde edilen bu sonuçlar, Arkhimedes’in spiraliyle uyuşmaktadır. Svastika ve meander desenlerinin inşası konusundaki analizler, pratik sonuçlar olarak Arkhimedes’in ifadeleriyle aynı noktaya isabet etmektedir.

Arkhimedes’in olaya yaklaşımı ve çalışma öncesinde tanıma gidecek yoldaki engelleri kaldırması, düşüncenin ne kadar rafine duruma ulaştığını göstermektedir.

Matematik bilgisi ya en soyut haliyle ya da Newton’un başına elma düşmesi ve Arkhimedes’in hamamdan dışarı fırlaması olaylarında olduğu gibi ani olarak gerçekleşen bir buluş vurgusuyla, öyküsünden ve bilginin ortaya çıkışını hazırlayıcı temellerden koparılarak sunulmakta ve paylaşılmaktadır. Bilginin ortaya çıkış öyküsünü ağırlıkla bu nedenle bilemiyoruz.

Svastika, meander ve Arkhimedes’in spirali; sanat eserlerinin, desenlerin ve figürlerin matematik konusunda daha anlatacakları çok şey olduğunu göstermektedir.

2.2.1.4. Meander Deseni Teorik Formunun Uygulamaya Yansıması

Kendisi bir döngünün ürünü olan meander deseni, matematiksel düşünce yönünden ait olduğu kaynağın doğasına uygun olarak bordür süslemelerinde tekrarlarla döngüler oluşturur. Tekrarlı kullanımlarda, tekrarlar, deseni oluşturan

kolların kesintiye uğratılmayacak şekilde organize edilmektedir. Kolların kontrast renklerde boyanması, yan yana akan çizgiler üzerinden farklı seyirlere yol verir. Bu tasarım tarzı, izleyicinin düşüncesini, kolların bağlantıları ve bükümleri üzerinde dolaştırarak seyre çıkarmaktadır.

Meander deseni, merkezden dışarıya döngüler halinde açılan kollardan oluşmaktadır. Hareketin yönü, dışardan içeriye doğru değil, içerden dışarıya doğrudur. Kolların hareketi içeriden dışarıya doğruyken, spiral formunun odaklama etkisi nedeniyle, izleyiciyinin çevre formlara olan dikkati, desenin oluşturan kollar üzerinden toparlanarak desenin merkezinde yoğunlaşmaktadır.

Element desen seçiminde, deseni oluşturan her bir kolun bir tam döngüyü tamamlaması yaklaşımı benimsenmiştir. Meander deseninin teorik formu, deseni ortaya çıkaran döngü, yani merkezden dışarıya duğru sarmalın genişleme yönü, saat yönünde ya da saatin tersi yönde belirlenebileceğinden, biri diğerinin ayna simetrisi olan iki element forma sahiptir. Her bir form saat yönü ile ilgili bir yön tarifine sahiptir. Bu element desenler orijinal haliyle kullanılabileceği gibi, uygulamada belirli açılarla döndürülerek kullanılabilmektedir. Yani kullanılan formun, element desenin hangi açısal varyantı olduğu önemlidir. Element desen ve bunlardan doğan formlar, saat yönüyle ilişkileri ve desenin orijinal desenden ortaya çıkışı için gereken dönme açısı olmak üzere iki parametreyle kodlanmıştır. Orijinal desen için 0^o, orijinal desenden kaynaklanan diğer formlar için 45^o, 90^o ve 135^o açıları kullanılmıştır **(EK 61, 62)**.

Bu element desenlerin teorik modelleri, diagonal sekizer şeritten oluşmaktadır. Bu bakımdan desenin, 8x8 kareye indirgenmesi mümkündür. Teorik desende, deseni oluşturan kolların ucu üçgen şeklinde bir kesimle sonlanmaktadır. Element desen tekrarlı kullanıldığında, eklenen her ilave desen, üçgen şeklindeki uç kesimi nedeniyle, orta hattan sapmaya sebep olmaktadır **(EK 63)**.

Teorik desen üzerinden elde edilen ilk sonuç, desenin inşasında 8x8 kareli bir yapı içerisinde desenin kolayca inşa edilebileceğidir. Üçgen kesim uçlar, 8x8 yapıyı yanlardan birer kare genişleterek 10x10 yapıya doğru sürüklemektedir.

Saat yönü tersi yönünde 45^o döndürmekle elde edilen form, bir satır boyunca yan yana getirildiğinde, aralarında bir şerit boşluk kalmasına karşılık, üçgen kesim uçlar sayesinde siyah renk kolları birleştirmeye uygun bir yol bırakmaktadır **(EK 64)**. Yan yana getirme işlemi 10x10 yapısı üzerinden gerçekleştirildiğinde, desenler

arasındaki boşluk, simetriye zarar vermektedir **(EK 65)**. Bu işlem 8x8 yapıyla gerçekleştirildiğinde, teorik yapı gereği, iki element desen arasına, kolları bağlayan şerit yapısı eklenmesi gerekmektedir **(EK 66)**. Bir sütun boyunca da bu durum geçerlidir **(EK 67)**. Tekrarlı kullanımlarda, bordür süslemesi örneğinde olduğu gibi yön değiştirmek gerektiğinde, bu döngü istikrarlı değildir. Satır boyunce ilerlemede sorun yoktur ancak sütun kullanımında, tektip bir izlenim yerinde büklüm ölçüleri değişen simetri yapısı bozulan akışlar gerçekleşmektedir **(EK 68)**. Saat yönünde burulan element desen için de aynı durumlar geçerlidir.

Saat yönü ve tersi yönde burulan element desenler birbirinin aynı görüntüsü olduklarından, birlikte kullanımlarının inşası kolaydır. Satır ya da sütün boyunca ilerlemede problem yoktur. Köşelerdeki karşılaşmalarda döngüler tıkanmaya mahkumdur **(EK 69, 70)**. Bu problemi aşmanın en kolay yolu, köşeleri kareye dönüştürmektir **(EK 71)**.

Teorik olarak çözümlemesi yapılan meander deseninin, uygulama söz konusu olduğunda, satır ve sütunlardan oluşan matris düzeninde element desen kurgusu gerektirdiği görülmektedir.

Teorik yapı dikkate alındığında, kare yapıdaki 8x8 matris düzeninde element desenlerin doğrudan kullanma olanaklarının yanı sıra, farklı kombinasyonlarda element desen seçildiğinde, desenlerin sürekliliği için, deseni oluşturan kollar arasında bağlantıların kurulması için 1x8 düzeninde ilave sütun kullanılması yoluna gidilmektedir. Bir kere, matris düzeninde uygulama pratiği ortaya çıktıktan sonra, desenlerin döngü sayısının artırılması ve desenlerin isteğe göre rafine edilmesi, varyasyonlarının türetilmesi mümkün hale gelmektedir.

Meander formu element desenlerinin ya da türetilen varyasyonların, arzulanan kombisanyon ve simetri düzeni içerisinde kullanılma olanağını sağlayan şey, element desenin matris düzeninde kullanımıdır.

Kuşku yoktur ki mozaik panelde kullanılacak formlar önceden seçilmelidir ve desenlerin sürekliliği için deseni oluşturan kollar arasında kurulacak bağlantı yolları planlanmalı, planlamaya göre desenlerin üzerinde kurgulanacağı hücreler ve hatlar oluşturulduktan sonra tessera döşeme işlemine geçilmelidir.

2.2.1.5. Svastika Deseni Teorik Formunun Uygulamaya Yansıması

Svastika deseni, teorik modelde çizgiseldir. Uygulamada çizgisel olarak kullanılabileceği gibi, çizgilere hacim kazandırılarak da kullanılabilir. Çizgisel form, meander formunun yalnızca sınır hatları üzerine tessera döşemekle kullanılabileceği gibi satır ve sütunlardan oluşan matris formunda da uygulamaya konulabilir. Döngü yönü, saat yönü veya tersi yöndedir. Form, yapısal olarak kare içerisinde ifade edilebilir. Matris formun boyutları, teorik formun doğrudan karşılığı olan 17x17 matris yapısıdır. Ancak uygulamada, 15x15, 13x13, 11x11, 9x9, 7x7, 5x5 gibi değişik detay düzeyinde formlar görülebilir **(EK 72, 73)**.

Teorik model, orijinal formun, desenleri oluşturan kolların sürekliliği için, tekrarlı kullanımda, formun tekrarla yan yana getirilebilmesini olanaksız kılar. Orijinal form, tekrarlı kullanımda, kolların birleşmesine olanak veren bir şerit genişliğinde boşluklar bırakmaktadır. Bu nedenle, orijinal formun tekrarlı kullanımında, aralarda bir şerit boşluk bırakılmasını uygulamaya dayatır **(EK 74)**.

Teorik formun matris karşılığı, teorik modelden kaynaklanan boşluk bırakarak döşeme eyleminin başarısını göstrerir. Matris formunda, karelerin kenarlarında bulunan çıkıntılar, tekrarlı kullanımda uygulanması gereken boşluk bırakma işlemini temsil etmektedir **(EK 75)**.

Teorik modelin satırlarda ve sütunlarda tekrarlı kullanımı, köşe noktalarının belirginleşmesiyle, diagonal dikdörtgenler ve üçgenlerden oluşan yanılsamayı, izleyicinin düşünce dünyasına yansıtmaktadır **(EK 76)**.

Svastika deseni, 5x5 yalın formu ve bu desenin ayna simetrilerinin birlikte kullanımı, anahtar-kilit olarak bilinen desenin evriminde çıkış noktasıdır. 7x7 matris formunun aynı düzende kullanımı durumu açığa çıkarmaktadır **(EK 77, 78)**.

Teorinin kaynağı olan saf aklın yalın şematik hesap yöntemi, yöntemin doğal olarak sahip olduğu ölçü, düzen ve estetik ve ilgiyi, dikkati ve seyri uzantılarıyla toplayıp kendi merkezine odaklayan spiral etkisi; meander ve svastika desenlerini, varyasyonlarıyla birlikte, mozaik panellerde geleneksel bordür deseni haline getirmiş olabilir.

Svastika ve meander desenlerinin teorik modellerinin, sayıların şematize edilmesinde kullanılan formlarla ve özellikle poligon çevresiyle bağlantısı

düşünüldüğünde, bu desenlerin, mozaik sanatında merkez panellerin çevresini süslemede geleneksel hale gelmiş olması şaşırtıcı değildir.

2.2.1.6. Sekizgen İçin Uygulama Örneği

Décor II'de *Konsantrik Motif Kompozisyonları* (Compositions de Motifs Concentriques) başlıklı bölümde, "çember içinde geçmeli kareler yıldızı ve kare döngüler (değişken bantlı)" şeklinde tarif edilen bir süslemeler bulunmaktadır. Örnekler Antakya, Apamea (Suriye), Ghine (Liban), Misis-Mopsuestia, Karpathos'dan (Yunanistan) gelmektedir.[782]

Motifin çözümlemesi yapıldığında, bir çember içerisine kare çizmekle başlayan süreç, "ana hatları çizilmiş/geçmeli iki kare yıldızı" (étoile de deux carres [au trait/en lacis])[783] ve "sekiz eşkenar dörtgen yıldız" (étoile de huit losanges)[784] formlarını yaratmakta, kesişim noktaları üzerinden merkezde bir sekizgen oluşmaktadır **(EK 79)**.

Süreç tersine de çalıştırılırsa, sekizgen ile başlatılan süreç, sekizgeni kuşatan iki kare yıldızı formuna ulaşır. Sürecin finalinde, bir sekizgen etrafında kare döngüler oluşmaktadır. Bu döngülerin oluşturulması ve *değişken bant* uygulaması yapılması, kare ve sekizgen için poligon çevresi ölçümüyle ilgili uzunluk transferi işlemlerine dayanmaktadır ve mozaik döşemede bu özellik belirgin şekilde işlenmiştir **(EK 80)**.

Döngüleri yaratan karelerin köşe noktalarını merkez kabul eden çemberler ve döngüleri bağlayan hatları açıkça gösteren ve merkezdeki sekiz köşe yıldız yerine sekiz daire dilimi yerleştiren örnek, Umm Qeis'den (Ürdün) gelmektedir **(EK 81a)**.[785]

Geresa'dan (Ürdün) bir başka örnekte, döngülerin bağlantı bantlarını süslemelerle zenginleştirmenin yanı sıra döngü karelerinin köşelerini merkez kabul eden çemberler, bu karelerin içinde *Süleyman Düğümü* ile birbirine bağlanmaktadır. Merkezde, iç kavisi boyunca dalga deseni döngülü bir çember bulunmaktadır **(EK 81b)**.[786]

[782] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 89, lev. 288, e.
[783] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 41.
[784] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 41.
[785] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 218, lev. 398, a.
[786] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 218, lev. 398, b.

Mareasha'dan (İsrail) gelen örnekte,[787] merkeze 16 daire dilimi yerleştirilirken döngü karelerinin içinden bir halka geçirilmiştir. Döngü kareleri, süsleme bütününü taşıyan dış çemberin iç kavisi boyunca oluşturulan yarım çemberlerden halkalarla dış çembere sabitlenerek mekanik bir vurgu elde edilmiştir **(EK 81c)**.

Roitika (Yunanistan) örneği,[788] döngü karelerinin yarısını vererek diğer yarısını vermemektedir. Görünen ve görünmeyen döngü karelerinin köşelerini merkez kabul eden halkaların ve bu karelerinin merkezindeki *Süleyman Düğümü* bağlantısın da yarısı verilmiş yarısı gizlenmiştir. Dekor bileşenlerinin hep yarısı verildiğinden merkez, sekizgen formunda değil, kare formundadır. Merkezdeki sekiz köşeli yıldızın yarısı da bu gizleme operasyonlarından payına düşeni almıştır **(EK 81ç)**.

Kos (Yunanistan) örneği,[789] döngü karelerinin tamamını vermekle birlikte, bu karelerin köşe noktalarını merkez kabul eden çemberlerin ve bu çemberleri birbirine bağlayan *Süleyman Düğümü*nün yarısını vererek ve merkezi boş bırakarak farklılaştırmanın başka bir versiyonunu önermektedir **(EK 81d)**.

2.2.2. Khioslu Hippokrates ve Lunar Alanları

Khioslu Hippokrates (tanınırlığı MÖ 430 dolayları), *lunar alanları* (quadrature of lunes), küpün iki katına çıkarılması ve *geometrinin elementleri* üzerine kayıp çalışması olmak üzere üç parlak çalışmayla tanınmaktadır. Bu parlak çalışmalardan ilki olan *lunar alanları* hesabının, çemberin karelenmesiyle ilgili olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir. Bu hesaplama çalışması, içerik olarak çember yayları arasında kalan alanları hesaplamaya yönelmesiyle, daha karmaşık eğrilerle sınırlanan alanların araştırılmasının erken örneğini oluşturmaktadır. Hippokrates, *lunar* formları, çapları farklı iki çember yayı arasında kalan alan olarak ele alır **(EK 8, 9)**.[790]

Hippokrates'in *lunar alanları* konusundaki çalışmalarına dair günümüze ulaşan bilgiler esasen MS 6. yüzyılda yaşamış olan Simplicius'un, yalnızca ona bağlı kalmamak üzere, MÖ 320 dolaylarında tanınır durumda bulunan Eudemos'tan

[787] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 218, lev. 398, c.
[788] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 219, lev. 399, b.
[789] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 219, lev. 399, c.
[790] Heath, History I, ss. 183-200; Boyer, ss. 72-74.

aktardıklarına ve MS 200 dolaylarında tanınır durumda olan, Aristoteles yorumcusu Aphrodisiaslı Aleksander'den aktarılanlara dayanmaktadır.[791]

Çember yayları arasında kalan alanların hesabının başlangıç noktası çemberin bir doğru parçasıyla kesilmesiyle elde edilen segmentler olarak görülmektedir. Ortaya çıkan segment, doğru parçasıyla çember yayının birleşiminden oluşan bir yapıdır. Örneğin çember, yarıçapla kesildiğinde elde edilen segment, yarım çemberdir.

Başlangıç noktasının aydınlatılması şu önermeyle ifade edilmektedir: "Çemberlerin, birinin diğerine oranı aynı olan (aynı oranla kesilmiş) segmentleri, tabanlarının kareleriyle orantılıdır."[792]

Thomas Heath, *Eudemos Özeti*'nden gelen bilgi ve ifadelerin etraflı tartışmasını ve değerlendirmesini yaptıktan sonra, Hippokrates'in önermeyle ilgili kullanmış olabileceği grafiği ve ispat yöntemini vermiştir.[793]

Eudemos'tan kaynaklanan bilgilere göre Hippokrates, bir yarım çember içerisinde ikiz kenar dik üçgen ve ikiz kenar dik üçgenin dik kenarlarına teğet bir yay kullanmıştır **(EK 82a)**.[794] Eudemos, Hippokrates'in *lunar alanları*nı, ikiz kenar trapezoid yapısı üzerinde de tanımlar **(EK 82b)**.[795]

Önermenin ispatıyla ilgili olarak aktarılan ikinci grafik, Aphrodisiaslı Aleksander'e atfedilmektedir **(EK 82c)**. Aleksander, trapezoid yapısının farklı bir versiyonunu da tanımlamıştır **(EK 82ç)**.[796]

Lunar alan hesabıyla ilgili olarak Aleksander'e atfedilen şema, Eudemos'a atfedilen şemanın daha açık halidir. İspat yöntemi, çember yayları arasında kalan *lunar* alanın, ikiz kenar dik üçgene eşitliğini göstermekle, çembere ait eğrisel hatlarla sınırlı alanın hesaplandığını yani "karelendiğini" ifade etmektedir.

Eudemos ya da Aleksander tarafından verilen grafik, eğrisel sınırlara sahip alanların Yunan matematiğinde en erken örnekleri olarak kabul edildiğinden ve bu örnekler Khioslu Hippokrates'e atfedildiğinden, grafiğin tarihsel kökleri MÖ 5. yüzyıla uzanmaktadır. Grafik, doğrudan kendi sonucu olan diğer grafiklere de öncülük

[791] Boyer, s. 73.
[792] Heath, History I, s. 187.
[793] Heath, History I, ss. 191-192.
[794] İspat diagramı için bkz.: Heath, History I, s. 187; ayrıca bkz.: Boyer, s. 73, res. 5. 1
[795] Boyer, ss. 73-74, res. 5.2.
[796] Heath, History I, ss. 185-186; Boyer, s. 74, res. 5.3, 5.4

etmiş olmalıdır. Bu nedenle, grafiğin, mozaik sanatının element desen kavramıyla ilgisinin açığa çıkarılması değerlidir.

Khioslu Hippokrates'e atfedilen grafik, mevcut haliyle, bir çemberin çeyrek kısmına karşılık gelmektedir. Bütün bir görünüm elde edebilmek için, *lunar* alanın çeyrek çember ile olan ilişkisi çemberin diğer çeyreklerine de yansıtılmış, böylece *lunar* alan hesabı, bütün çembere genişletilmiştir. Ortaya çıkan sonuç, *lunar dört yaprak* formunu (dört iğ yaprak, quatrefoil)[797] açığa vurmaktadır **(EK 83, 84)**.

Ortaya çıkan *lunar dört yaprak* formu, element desen olarak yatay ya da düşey eksende tekrarlı olarak kullanılabilir durumdadır. Tekrarlı kullanım, bir başka element deseni, kare içinde *dört lunar çember* (circle of four spindles)[798] formunu ortaya çıkarmaktadır **(EK 85)**.[799]

İki element desen şekil olarak farklı olsa da çeyrek çember ve ikizkenar dük üçgen arasında aynı ilişkinin birer sonucudurlar. İkiz kenar dik üçgen ve çeyrek çember birer yapı taşı olarak düşünülürse, bu iki element desenin biri diğerinden türetilebilir olmaları, aynı yapı taşlarının aynı şekilde birleşmelerine karşılık, birleşimlerin farklı dizilimine karşılık gelmelerindendir.

Başka bir deyişle, uygulamada kolaylık hatırına *element desen* olarak tanımlanan formlar, anlamlı en küçük birimlerine ayrılmış değildirler. Eğer, ikiz kenar dik üçgen ve çeyrek çember ikilisinin ilişkisi (*lunar*) esas alınırsa ve buna da *desen elementi* denilirse, *dört lunar yaprak* formuyla, *lunar daire* formunun *desen elementi, lunar* olacaktır. Böylece, iki farklı desen, aynı yapı taşının farklı geometrik dizilimine karşılık gelecektir.

Biri diğerinden türetilebilen iki farklı element desenin tekrarlı kullanımları, kısmî görünüm üzerinden aynı süslemeyle sonuçlansa da tam görünüm üzerinden faklıdırlar **(EK 86)**.

Aphrodisiaslı Aleksander tarafından aktarılan trapezoid *lunar* kesitler, bir çember ve içerisine çizilmiş altıgenden oluşan geometrik yapının, çemberin çapıyla ortadan ikiye kesilmesiyle elde edilebilmektedir. Yapının bütününe ulaşmak için grafikte kullanılan yarım çemberler tam çembere ve trapezoid de düzgün altıgene

[797] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 42.
[798] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 38.
[799] *Dört lunar yaprak* ile yapılan çözümleme yerine dört lunar çemberi ile yapılan şematik çözümleme örneği için bkz.: Vázquez, Geometric, ss. 347-364, res. 2-3.

tamamlanmıştır. Tamamlanmış halde merkezde, kenarları yay olan altıgen yıldızın uçlarını taşıyan çember eklenmiştir **(EK 87)**.

Elde edilen element desen yalın yada tekrarlı kullanım halinde *konkav trapezoid* (concave trapezoid),[800] *konkav altıgen* (concave hexagon),[801] *altı lunar çemberi* (circle of six spindles),[802] *lunar üç yaprak* (trefoil)[803] motiflerini istenilen karmaşıklık düzeyinde sunmaktadır **(EK 88)**.

Hippokrates'in *lunar alanları* hesabı, mozaik eserlerde *lunar* yapraklar, *lunar* çemberler ve konkav desenlerde karşılık bulmaktadır.

2.2.3. Pappus Altıgenleri, Gaul ve İspanya Örnekleri

Pappus (MS 284-305), MS 320 dolaylarında tanınır durumdadır. *Synagoge* adlı çalışmasının sekizinci kitabında, Pappus ilginç bir problemi, çember içine yedi tane birbirinin aynısı olan altıgen çizmeyi ele alır. Altıgenlerden biri çemberin merkezinde, diğerleri çemberin merkezi etrafında olacaktır. Etrafa çizilen altegenlerin birer kenarı merkez altıgen kenarılarından biriyle aynı iken, aynı olan kenarın karşısındaki kenar çemberin çevresini bir kiriş olarak kesecektir. Pappus, problemi çözmekle beraber, problemi grafik olarak anlatan çizimini de vermiştir **(EK 89)**.[804]

Decor II'de, Pappus'un ortaya koyduğu grafiğin benzeri olan desenler, Gaul bölgesinden Saint-Bertrand-de-Comminges (Fransa), Nimes (Fransa), Vaison la Romaine (Fransa) örneklerinde yer almaktadır **(EK 90)**.[805]

Bu desenler, düzgün altıgen (honey comb) formunun[806] uzantısı olarak üç eksenli desenler kategorisinde, "çember içinde ve altıgen etrafında 6 bitişik altıgen ve 6 kesik altıgen (konkav tabanlı üçgenler olarak) çevre üzerinde …" şeklinde tanımlanmıştır **(EK 91)**.

[800] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 36.
[801] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 36.
[802] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 36.
[803] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 42.
[804] Pappus, Synagog, VIII, c. 23, Propos. 19: Pappus, **Pappi Alexandrini Colectionis**, **Volumen III, Tomus I: Insunt Libri VIII Reliquiae, Suplementa In Pappi Collectionem**, (Ed. Friedricus Hultsch), Berlin, 1878, ss. 1097-1103; Heath, History II, ss. 438-439.
[805] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 239, lev. 415, a, b, c, d.
[806] Balmelle ve diğerleri, Décor I, s. 321, lev. 204, a.

Pappus'un altıgen etrafına altıgen şeklindeki tasarımı bir desen olarak ele alındığında, desenin farklı varyasyonlara yol açması da doğal olarak beklenir. El Jem (Tunus) örneği konkav altıgen etrafına çember **(EK 92)**;[807] Fliessem (Almanya), Autun (Fransa) ve Vienne (Fransa) örnekleri altıgen etrafına dörtgen;[808] Nimes (Fransa), Sens (Fransa) ve Kartaca (Tunus) örnekleri, üstü kapalı olarak konkav altıgen etrafına konkav altıgenler ama görünürde *lunar altı yaprak* etrafına *lunar altı yaprak* **(EK 93)**[809] gibi varyasyonları açığa vurur.

Pappus'un grafiğiyle mozaik sanatının ilişkisini İspanya'dan bir örnekle kurmak mümkündür. İlişkinin dayanağı, İber yarımadası mozaiklerinin MS 2. ve 3. yüzyılda gelişimiyle ilgili değerlendirmelerdir.

İber yarımadasında mozaik buluntular MÖ 7. yüzyıl ile MÖ 5. yüzyıla kadar gerilere uzanmaktadır. Repertuar olarak ekose ya da meander gibi basit geometrik desenleri yansıtan çakıl taşı mozaikler yerel gelenek ürünü olarak görülmektedir. Bu mozaiklerin Yunan coğrafyasında görülen çakıl taşı mozaiklerle bağlarının olmadığı düşünülmektedir.[810]

Bölgede mozaik sanatının esas gelişim, Roma idaresi etkisiyle MÖ 3. yüzyıl sonu ve 2. yüzyıldan itibaren görülür. İspanya mozaik sanatının, yerel gelenek örnekleri bulunmakla birlikte, Roma mozaik sanatçılarının teknik ve üslup transferinin sonucu olarak esasen İtalya etkisinde geliştiği düşünülmektedir. MÖ 1. yüzyıla kadar Roma Cumhuriyeti etkisinin yanı sıra Yunan mozaik tarzının etkileri de gelişim gösterir. MS 1. yüzyıla kadar İtalya etkisi geniş ölçüde güçlenir ve siyah-beyaz geometrik mozaikler kullanımdadır. MS 2. yüzyılda bikrom mozaikler karşısında renk dokunuşlarıyla bölgenin kendi üslubunu kendini belli eder. MS 2. ve 3. yüzyıl mozaiklerinde Doğu Akdeniz figürlü sahnelerinin yansıması söz konusudur.[811]

Emerita bölgesinin, kozmolojik figürleri ve sahneleri ise Ptolemaios İskenderiyesi ile ilişkilendirilmektedir.[812] Dunbabin, bu etkinin, Doğu Akdeniz'den, MS 2. ve 3. yüzyılda benzer resimsel özellik taşıyan mozaiklerin üretildiği yer olması

[807] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 241, lev. 417, a.
[808] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 243, lev. 418, a, b, c.
[809] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 240, lev. 416, a, b, c.
[810] Dimas Fernández-Galiano, "New Light on the Origins of Floor Mosaics", **The Antiquaries Journal**, Cilt: 62, Sayı: 2, 1982, ss. 235-244.
[811] Dunbabin, Mosaics, ss. 144-149.
[812] Dunbabin, Mosaics, ss. 149-150, dip not: 18, 20.

bakımından da kuvvetle muhtemel olarak Suriye dolaylarından bölgeye göçmen olarak gelen sanatçılarla geldiği yönünde düşüncesini ifade etmektedir.[813]

İskenderiye ya da Suriye etkisiyle ilgili değerlendirmelere burada yer verilmesinin özel sebebi, İspanya'da resimsel özellikler taşıyan mozaikler bir yanda benimsenirken, diğer taraftan geometrik mozaiklerin de gelişim göstermeye devam etmesi[814] bağlamında İskenderiye ve İspanya'nın ilişkilendirilmesidir. Konuyu Pappus'un çember içinde altıgenleriyle ilişkili hale getiren, İspanya'dan bir mozaiktir.

Söz konusu mozaik, İspanya'nın güneyinde Italica'da Planetarium Evi'nden bir polikrom mozaiktir ve MS 2 yüzyıl ortalarına tarihlenmektedir.[815] Mozaik panel, merkezinde bir kare, kare içinde çember, çember merkezinde bir altıgen ve bu altıgenin çevresine de çember yapısına içerden dokunan altı tane altıgen bulunmaktadır. Çember yapısına dokunan kenarlar düz değildir. Temas hattı boyunca daireseldir. Bu geometrik desenlerin kenarları arasında kalan ağ yapısı, çizgisel olarak birleştirilmek yerine, *guilloche* geçişleriyle daha hacimli bir ağ oluşturulmuştur. Yedi tane altıgen içerisine birer madalyon yerleştirilmiştir. Bu madalyonlarda defne çelengiyle çevrili büstler işlenmiştir. Büstler, gezegenlere isimlerini veren tanrılara aittir. Altıgenlerle çember arasında kalan uzun kenarı kavisli ikiz kenar üzçgen boşuklara bitkisel figürler işlenmiştir. Bordür süslemeleri, kısa kenarda 14, uzun kenarda 18 adet teğet daire formlarından oluşmaktadır. Kısa kenarlarda bordür ile merkezî kare arasında ince bir şerit halinde geçiş hattı bulunmaktadır. Uzun kenarlarda ise bordür ile merkez kare arasındaki boşluk, sarmal bitkisel motifler içeren dikdörtgensel bir yapıyla tamamlanmıştır **(EK 94)**.

Mozaiğin atfedildiği tarih MS 2. yüzyıl ortalarıdır. Mozaiğin ait olduğu dönem Ptolemaios'un *Almagest*'i ile çağdaştır. Pappus'un, MS 284-305 dolaylarında sağ oluduğu ve MS 320 yılı dolaylarında tanınır olduğu ve *Synagoge* adlı çalışmasının da bu döneme ait olduğu düşünülmektedir. Bu durumda, Planeterium Evi mozaiği ile

[813] Dunbabin, Mosaics, s. 150.
[814] Dunbabin, Mosaics, s. 150.
[815] Guadalupe López Monteagudo ve Luz Neira, "Mosaico", **Arte Romano de la Bética III, Mosaico, Pintura, Manufacturas**, (Coord. Pilar León), Fundación Focus-Abengoa, Sevilla, 2010, ss. 17-189, res. 205; Mercedes Durán Penedo, **Iconografía de los mosaicos romanos en la Hispania alto-imperial**, Univesitat Rovira i Virgili, Barcelona, 1993, ss. 73-78, Kat. No. 13-14, lev. VIII-IX. Ayrıca bkz.: Marcos L.S. Oliveira, Bernardo F. Tutikian, Celene Milanes ve Luis F.O. Silva, "Atmospheric Contaminations and Bad Conservation Effects in Roman Mosaics and Mortars of Italica", **Journal of Cleaner Production**, Cilt: 248: 119250, 2020, (Bad Conservation), ss. 1-7, res. 1B.

Pappus'un grafiği arasında bir buçuk yüzyıl kadar zaman farkı bulunmaktadır. Matematik el yazmaları konusunda kaynakların sınırlı oluşu, bu grafiğin matematikte ilk defa ne zaman ortaya çıktığını belirlemeye olanak vermemektedir.

Pompeii'den MS 1. yüzyıl ortaları dolaylarına atfedilen başka bir örnek, Pappus formunun yalın bir örneğini vermektedir **(EK 95)**.[816] Bu örnek, Pappus'un çizimini yaptığı formu (Pappus formu), Pappus'tan iki buçuk yüzyıl önceye çekmektedir.

Ptolemaios, uygulamalı matematiğin zirvede olduğu dönemden Yunan Matematiğinin Gümüş Çağı'na geçişi temsil ederken, Pappus'un tarihi rolü, kendi zamanına kadar olan ve kendisine ulaşan matematik bilgisini yeniden ele alması ve geçmiş zamanın bir özetini vererek Yunan matematiğinin teori alanındaki uzun durgunluk sürecine son vererek yeniden bir canlanmayı sağlamasıdır.

Pappus'un çember içindeki altıgenlerinin, hem mozaik sanatçıları hem de matematikçilerin ortak ilgi alanı olduğu, materyal olarak Planeterium Evi mozaiği ile, zaman farkı bulunsa da yazılı olarak Pappus'un grafiğiyle desteklenmektedir.

2.2.4. Konsantrik Çemberler ve Yörüngeler

2.2.4.1. Yarıçapı Sabit Artan Konsantrik Çemberler

Arkhimedes'in spiral tanımına göre, bir ucu sabit bir doğru ve bu doğru üzerinde hareket eden bir nokta alınırsa, doğrunun dönüş hızı ve noktanın ilerleme hızı arasındaki oran sabit iken, doğrunun döndürülmesi sonucunda, noktanın izlediği rota bir spiral tanımlar. Bu tanımla igili bir de grafik vermiştir Arkhimedes **(EK 56)**.

Grafikte, merkezden çıkan ışınlar, 360^o açıyı sekiz eşit parçaya bölmektedir. Spirali tanımlayacak doğru, saat yönünde dönmektedir. Dönüş gerçekleşirken, bu ışınlar birer durak olmak üzere, durak hattında oluşan görüntü verilerek tanım canlandırılmaktadır. Bir ucu *O* noktasında sabit olan doğru, her defasında 45^o derece dönmektedir. Bu dönüşe karşılık doğru üzerindeki hareketli nokta, dönen doğru üzerinde ileriye doğru, belirli ve sabit bir yol almaktadır.

[816] De Vos, Paving, ss. 36-60, res. 27.

Arkhimedes, iki durak arasında, noktanın aldığı yolu vurgulamak için, *O* merkezli çember yayları kullanmıştır. Bu işaretçi yaylar, konsantrik çemberlerin parçalarıdır. Her bir dönüş hareketi için, alınan yolu işaretleyen çemberin yarıçapı, iki durak arasında dönüş gerçekleşirken, noktanın doğru üzerinde alacağı yol kadar artmaktadır. Yani işaretçi çember yaylarının yarıçapı, her defasında sabit bir değer kadar artmaktadır.

Burada, Arkhimedes'in verdiği canlandırma yeniden fakat üç farkla gerçekleştirilmiştir. İlk fark, Arkhimedes, spirali kesiksiz ve kırıksız olarak vermişken, spirali doğasına uygun olarak çizen bir araç yerine pergel kullanıldığından, spiral, çember yaylarının birleşimi olarak verilmiştir. İkinci fark, işaretçi yay parçaları yerine tam çemberler kullanılarak konsantrik yapı, bütün olarak verilmiştir. Arkhimedes, sadece bir spiral oluşturacak şekilde, farklı dönüş aralıklarından kısmî görüntüler vermektedir. Bu görüntü, 360^o açıyı bölen ışınlardan seçilmiş olan bir tanesinin dönüşüyle oluşan spiralin görüntüsüdür. Bir bakıma, sekiz ışından bir tanesinin döndürülmesinin sonucudur. Geriye kalan yedi ışın için de süreç tekrarlandığında bütün bir görüntü ortaya çıkacaktır. Bu nedenle üçüncü fark, kısmî görüntünün bütüne tamamlanmasıdır **(EK 96)**.

Grafiğin yeniden canlandırılmasında merkez nokta *O* olarak işaretlenmiştir. Çember içerisinde düzgün sekizgen çizme bilgisi kullanılarak aralarında 45^o derece açı olan sekiz ışın oluşturulmuştur. Merkezde en küçük çemberin yarıçapı *r* olarak baştan belirlidir. Çember çevreleri arasındaki uzaklık, yani *c* değeri, bir ışının 45^o derece döndürülmesine karşılık, o ışın üzerinde hareket eden noktanın alacağı yol kadardır ve $\pi r/4$ olarak seçilmiştir.

En küçükten en büyüğe doğru çemberlerin yarıçapları sırasıyla r, $r+c$, $r+2c$, …, $r+7c$ olarak belirlenerek konsantrik çemberler çizilmiştir.

Böylece, bir merkez nokta, bu noktadan dışarı uzanan ve aralarında 45^o derece açı olan sekiz ışın ve bu noktada merkezlenen sekiz konsantrik çemberden oluşan başlangıç yapısı kurulmuş olmaktadır. Konsantrik çemberler, ışınlarla sekiz bölgeye ayrıldığından ve bir bölgede yapılan işlem, diğer bölgelerdede aynen tekrarlanacağından, yalnızca bir bölgede açıklama yapmak yeterlidir.

Konsantrik çemberlerin ışınları kestiği noktalar işaretlenmiştir. Işınların dönüş yönü saat yönüdür. I_2 ışını, I_1 ışını ile çakışana kadar sat yönünde döndürülene kadar,

I_2 ışını üzerinde B_1 noktasında bulunan hareketli nokta, c kadar yol alarak I_2 ışını üzerinde B_2 noktasına ulaşacaktır. Dönüş tamamlandığında, I_2 ışını I_1 ışını ile çakıştığı anda, hareketli nokta artık A_2 noktasındadır. Dönüş gerçekleşirken noktanın izlediği rota, grafikte kırmızı renk ile renklendirilen B_1A_2 yayıdır. Bu yay, spiralin, $A_1A_2B_2A_1$ bölgesindeki kısmını temsil etmektedir.

Bu işlem, OA_8B_8 bölgesinde, diğer çember ara bölgelerinde tekrarlandığında, sekiz spiralin, bu bölgeden geçereken arkalarında bıraktıkları izi temsil eden kırmızı renk yaylar elde edilmektedir.

Bir bölge için yapılan bu işlem, diğer yedi bölgede de tekrarlandığında, yarıçapı sabit artan konsantrik çemberlerden elde edilen spiral görüntüsüne ulaşılmaktadır **(EK 97a)**. Benzer işlemler saat yönü tersine yürütüldüğünde, döngünün tersi elde edilmektedir **(EK 97c)**. Döngü ve tersi tek grafikte birleştirildiğinde simetrik bir yapı elde edilmektedir **(EK 97d)**.

Grafiklerin renklendirilmesinde, kontrast renkler kullanılmıştır. Döngü yönünde siyah renk uygulanmıştır. Grafiğin merkezini kuşatan eğrisel üçgen dilimleri, döngünün yönünü göstermektedir **(EK 97b, c)**.

Farklı yönlerdeki döngüler bir grafikte birleştirildiğinde, yönler birbirini iptal eder. Tek yönlü döngü içerisinde keskin, sivri, katı, sert mizacını ve bu mizacı içeren boyutlarını, ürünü oldukları yörüngenin akış dinamiklerine bağlı olarak genişletme ve büyütme eğiliminde olan, kontrast renklerle sınırlı repertuarıyla izleyiciyi döngüye hapseden sıradan motifler, tam tersi bir döngüyle çarpıştıklarında, mizaçların zıt yönlü etkisi, çizgilerin kesişimiyle, çeşitlenerek yeni bir doğaya kavuşurken, tek düze kısır döngü iklimi parçalanır, yerini dengeli ve sakin bir iklime bırakır. Bu iklim, konsantrik yapıda, döngülerin birleştiği merkeze yakınlaşıldıkça belirginleşen sekiz yapraklı bir çiçekte somutlaşır **(EK 97c, d)**. Arkhimedes, spiral kurgusuyla, bu noktaya kadar dikkatimizi yöneltmediğimiz ve kapalı bir daire olarak tutulan merkezde iki çiçek armağan etmektedir **(EK 98)**.

Spiralin yarattığı iklim koşullarında, renk repertuarını kontrast renklere kısıtlamanın, iklimin dokusunda ve ruhunda var olan desen zenginliğinin gerçekleşmesine nasıl engel olduğu da görülmektedir. Bu durum, polikrom renk kullanımını, desenlerin zenginleşmesi karşısında, gerçekleşebilmelerinin, farklı renklerin kullanımını dayatmasıyla birlikte ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Bu modelin öne çıkan dezavantajı, yarıçap artışını sabit tutmasıdır. Yarıçap artışı sabit tututulurken, bu artışın çemberlerin çevresine yansıması, genişlemeyi teşvik etmektedir. Bunun sonucu olarak şeklin, örneğin yüksekliği sabit kalırken, genişliği, genişleyen çember yayı boyunca gerilmektedir. Görsel karşılığı şeklin çember yayı boyunca sündürülmesidir. Bu şartlar altında, başlangıç deseni, her konsantrik adımda, daha fazla deforme olmaktadır. Başlangıçta estetik bir çiçek olan motif, merkezden uzaklara transfer edildikçe, çiçek olmaktan çıkmakta, tanınmaz hale gelmektedir. Bu model, yarıçap artışı sabit tutulduğundan perspektif etkisini vermede yetersizdir. Üç boyutlu etkiye dönük çalışmalarda istenilen sonucu veremeyeceği anlaşılmaktadır.

Işın sayısı ve konsantrik çember sayısı artırılarak örnekler genişletilebilir. Bu modelin ele alınmasındaki esas amaç, sık kullanılan model olan, yarıçapı artarak artan konsantrik çemberlerin niteliklerini kavramak için referans model olmasıdır.

2.2.4.2. Yarıçapı Artarak Artan Konsantrik Çemberler

Yarıçapı artarak artan konsantrik çemberlerin kurgulanabilmesi için başlangıçta bir r yarıçapına karar verilmesi, r yarıçaplı çemberin çizilmesi, ardından kompozisyon için kaç ışın kullanılacağına karar verilip bu ışınların hazırlanması gerekmektedir. En küçük çembere ve ışınlara bağlı olarak diğer konsantrik çemberlerin sırayla, her bir çember, kendisinden daha büyük olan bir sonrakini üretmektedir.

Merkez nokta O olmak üzere, r yarıçaplı çember çizilip aralarında 45^o derece açı olan sekiz ışın oluşturulduğunda, ışınlar konsantrik çemberleri sekiz bölgeye ayıracaktır. Tüm çemberlerin oluşturulabilmesi için bir bölgede işlem yapılması yeterlidir.

Başlangıç çemberi I_1 ışınını A_1 noktasında, I_2 ışınını B_1 noktasında kesmektedir. Bir sonraki çemberin oluşturulmasında, A_1 ile B_1 arasındaki uzaklık olan c_1 uzunluğu, I_1 ışını üzerine taşınır. Bu işlem için bir çivi ve bir ip bile yeterlidir. Yapması anlatmasından daha kolay bir işlem söz konusudur. I_1 ışını üzerinde A_1 noktasının devamına c_1 uzunluğu eklendiğinde A_2 noktası belirlenmiş olur. Başlangıç çemberinden sonra gelen ikinci çemberin yarıçapı $r+c_1$ kadardır ve bu bilgiyle ikinci çember çizilir. İkinci çember, I_1 ışınını A_2 noktasında I_2 ışınını B_2 noktasında keser.

Üçüncü çember için A_2 ile B_2 arasındaki uzaklık olan c_2 uzunluğu, I_1 ışını üzerinde A_2 noktasının devamına c_2 uzunluğu eklendiğinde A_3 noktası belirlenmiş olur. Üçüncü çemberin yarıçapı $r+c_1+c_2$ olarak belirlidir. Bu işlemler tekrarlanarak istenilen sayıda çember oluşturulur. Elde edilen model, konsantrik çemberlerle üretilen desenler için bir teorik modeldir **(EK 99a)**.

Konsantrik çemberlerde üretilen desenler, *kalkan tipi merkezî desenler* kategorisinde incelenmektedir.[817] Çemberler arasındaki bölge *satır* olarak adlandırılmaktadır. Fransızca *rang* kelimesi İngilizcede *row* kelimesiyle karşılanmıştır. Bu tip merkezî desenler, bir satırda tekrarlanan desen sayısı ve toplam satır sayısı ve tekrarlanan desenin adı üzerinden tanımlanmaktadır.

İki çember arasında bir bölge oluştuğundan, satır sayısı, teorik modelde oluşturulan çember sayısının bir eksiği kadardır. Örnek süslemede dört çemberle oluşturulduğundan satır sayısı üçtür. Satırda tekrarlanan desen sayısı, çemberi bölen ışın sayısına bağlıdır. Örnek süsleme modelinde sekiz ışın kullanıldığından, çember çevresi sekiz bölgeye bölünmektedir ve her bölgede bir desen tekrarlanmaktadır. Örnek süsleme, tanım yöntemine göre, üç satırlı ve her satırında sekiz konveks tabanlı üçgen tekrarlanan bir merkezî süslemedir **(EK 99b)**.

Satır sayısı, kullanılan çember sayısına, kullanılabilecek çember sayısı, mozaik döşenecek alanın büyüklüğüne bağlıdır. Element desenin satırlarda tekrar sayısı ise çember çevresini eşit parçalara bölecek ışın sayısına, dolayısıyla çember çevresini bölme bilgisine bağlıdır.

Konsantrik çemberler için verilen teorik model, çemberlerin üretilme yöntemini belirler ve desenlerin tekrarlacacağı hücreleri belirler. Çemberlerin üretim yöntemi değiştirildiğinde teorik model, başka bir teorik modele dönüşecektir. Desenlerin tekrarlanacağı hücreleri, çemberlerle ışınların kesişimiyle oluşan hücreler olarak belirlemektedir. Bunun dışında başkaca bir hücre oluşturma yöntemi kullanılırsa teorik model yine başka bir modele dönüşecektir.

Teorik model, çember çevresini eşit parçalara bölme yönteminin bilindiğini varsayar. Dolayısıyla çember çevresinin kaça bölüneceğinin belirlenmesi bir dış faktördür ve modelin varyantalarının üretilmesini sağlamaktadır.

[817] Balmelle ve diğerleri, Décor II, ss. 135-153.

Teorik model, hangi desenin tekrarlanacağına karar vermez. Buna karşılık tekrarlanacak desen, sonucu bütünüyle değiştirir. Dolayısıyla tekrarlanacak desen seçimi de bir dış faktördür.

Bu değerlendirmelere göre, teorik modelin geliştirilmesi, modifiye edilmesi, değiştirilmesi ya da uyarlanması, dört kaynaktan beslenmektedir. Bu nedenle, teorik model, dört farklı yoldan dönüşüme uğratılabilir ve farklı süslemelere yol açabilir.

Aynı model kullanılarak birebir aynı süslemelerle üretilen iki mozaik, renklendirme farkı ve döşemede kullanılan materyallerden dolayı doku farkı sebeplerinden biriyle ya da her ikisiyle de farklılaşabilir ancak bunlar, geriye dönük olarak mozaik döşemenin teorik arka planını esasta değiştirmezler.

Çapı artarak artan konsantrik çemberlerin teorik modelinin, seçilen element desenin belirli bir oranda büyütülerek diğer konsantrik aralıklara transfer edilmesini sağladığı görülmektedir **(EK 99b)**.

Büyütme oranı, doğrudan, çemberlerin üretim yöntemine bağlıdır. Çember çevresi *n* eşit parçaya bölündüğünde, konsantrik çemberlerin $360^o/n$ değerine eşit olan θ açısıyla dilimlere ayrılmaktadır.

Yöntem, *r* yarıçaplı bir çemberi, $\sqrt{2-2\cos\theta}$ ifadesiyle çarparak büyütmektedir. Trigonometri prensipleri, bu oranın 0 ile 2 arasında bir değer alabileceğini, θ açısı sıfıra yakınlaştıkça bu katsayının sıfıra yaklaşacağını söyler.

Büyütme oranının sıfıra yaklaşması, şeklin çok az hasarla süreci atlatacağı anlamına gelmektedir. Çember çevresi ne kadar fazla eşit parçaya bölünürse, konsantrik çember sayısı ve element desenin korunaklı transferi o kadar sağlıklı şekilde gerçekleşecektir.

Büyütme oranına *b* denilirse, merkeze en yakın çember, başlangıç çemberi, birinci çember, yarıçapı da *r* ise merkezden dışarı doğru *k*'yıncı çemberin yarıçapı $r(1+b)^{k-1}$ değerine eşittir.

Bu yaklaşımın uygulaması olarak çemberin çevresi 40 eşit parçaya bölünmüş ve 13 çemberle konsantrik yapı kurulmuştur. 12 satırlı yapıda, her satırda 40 hücre olmak üzere toplam 480 hücre bulunmaktadır **(EK 100a)**.

θ açısı 9^o dir ve bu açıya karşılık gelen büyütme oranı (*b*), dokuz basamaklı ondalığa kadar dikkate alınarak 0,156918163 olarak kullanılmıştır. Bu oran konsantrik yapıyı oluşturan ilk çembere göre ikinci ve sonraki çemberlerin, ondalık kısımlar ihmal

edilirse, yüzde olarak büyüme oranları, sırasıyla 16, 33, 55, 79, 107, 140, 177, 221, 271, 330, 397, 575'dir. Bir çemberle başlayan süreç, altıncı çemberde bu çemberi iki katına, 13'üncü çemberde 5,75 katına çıkarmaktadır.

Hücrelerin nokta atışı tarif edilebilmesi amacıyla, mozaik paneller için yapılan matris benzetmesi, konsantrik yapıya da uyarlanabilir. Bu durumda 12 satırlı ve 40 radyal (radial) sütunlu bir matris yapısında (12x40 radyal matris) 480 hücre söz konusudur. Bu benzerliği kurmada amaç, düzlemsel matris yapısında yapılan betimlemelerin, radyal matris yapısına transfer edilmesini açıkça gözlemlemektir.

Ağ yapısında oluşan hücrelere, ikiz kenar üçgenler yerleştirilmiştir. Bu durumda süslemenin element deseni, bir kare içerisinde, kareyle aynı tabanı paylaşan ikiz kenar üçgendir. İkiz kenar üçgenin tepesi, dokunduğu yayı ikiye bölmektedir. Konsantrik yapının merkezi ve üçgenin tepesi birleştirildiğinde ve ağ yapısında bu işlem tekrarlandığında, ortaya kullanışlı bir repertuar çıkmaktadır **(EK 100b)**.

Kare, kareyle aynı tabanı paylaşan ikizkenar üçgen ve negatifi, ikiz kenar üçgenin yarısı olan dik üçgenler, karenin ikiye bölünmesiyle oluşan dörtgenler, ardışık satırlar arasında simetrik kullanımın sonucu eşkenar dörtgen deseni gibi seçeneklerle, farklı süslemelere ulaşılabilmektedir **(EK 101)**.

Décor II, bu kullanımların örneklerini vermektedir. *Kalkan tipi merkezî desenler*, 4x16 yapısında üçgen kullanımıyla başlamaktadır. 9x32, 13x32, 6x24 gibi varyantlar arasında, Ostia'dan (İtalya) 11x28 yapısında üçgen kullanımı yalın örneklerdendir **(EK 102a)**.[818]

Önceki satırdaki üçgenlerin tepe noktasına, sonraki satırdaki üçgenin tabanını yerleştirme uygulaması yerine, üçgenleri aynı hizada dizme örneği, Heraclea Lyncestis (Mekadonya) örneğinde 8x44 yapıda kullanılmıştır **(EK 102b)**.[819] Element desen olarak ikiz kenar üçgen yerine, kareyi ikiye bölen dik üçgen kullanımı Villagrasa (İspanya) örneğinde 9x48 yapıda görülmektedir **(EK 102c)**.[820] Mérida (İspanya) örneği, renklendirme tercihlerinde ardışık satırlar arasında uygunluk kurarak ve eşkenar dörtgen desenini ön plana çıkaran 13x64 yapısıyla seti tamamlamaktadır **(EK 102ç)**.[821]

[818] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 135, lev. 327, b.
[819] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 139, lev. 331, a.
[820] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 139, lev. 331, b.
[821] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 139, lev. 336, c.

9x64 yapısında kare kullanmanın, çember üretmede farklı bir yöntem kullanılması sebebiyle son satırda başarıya ulaştığını gösteren Homs (Suriye) örneği dikkate değerdir **(EK 103a)**.[822]

Amphipolis (Yunanistan) örneğinde, 18x84 yapısında, her satırda beyazdan siyaha renk geçişini dört kare kullanarak dört aşamada gerçekleştiren örnek, 84 sayısının dörde bölünebilmesi nedeniyle başarılı sonuç vermiştir **(EK 103b)**.[823]

Başarısızlıkla sonuçlanan benzer bir denemeyi Thessaloniki (Yunanistan) örneğinde görebiliriz. Bu örnekte, konsantrik yapı 15x80 yapısındadır. Çemberin çevresinde 80 hücre bulunmaktadır. Çember çevresindeki hücrelerin *siyah-gri-beyaz* şeklinde renk tekrarıyla renlendirilmesi kurgulanmıştır. 80 sayısı üçe tam bölünmediğinden bu senaryo gerçekleşememiştir. Satırlarda ardışık renklendirme düzeni planlandığı gibi olmamıştır. Yapılan hata muhtemelen ilk satırda fark edilmiştir. Durumu kurtaran sistemli bir telafi operasyonu yapılmıştır: Konsantrik yapının her satırında, mekanik saatte rakamların konumuna göre tarifle saat 3 yönü ile saat 4 yönü arasında, *siyah-gri-beyaz-gri-siyah* şeklinde geçişiyle durum kurtarılmaya çalışılmıştır. Özetle, muhteşem bir tasarım, bölünebilme kurallarına takılmıştır ve bedeli ağır olmuştur **(EK 103c)**.[824]

Siyah renklerle geniş planda desen tasarlayan ve ara boşlukları renk geçişleriyle kapatan 9x64 uygulaması, satırların bir bütün olarak ele alınmasının örneğidir **(EK 103d)**.[825]

2.2.5. Platonik Katı Uygulaması Olarak Küp Formu

2.2.5.1. Altıgen İçinde Küp Formları

Kare, en sade poligonlardan biri olmasına karşılık inşası kolay değildir. Köşelerde dikliğin gerçekleştirilmesi ve kenar uzunluklarının eşitliğinin sağlanması, kare çizimini bir problem haline getirir. Problem farklı yollarda çözülebilmekle

[822] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 143, lev. 335, a.
[823] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 143, lev. 335, b.
[824] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 143, lev. 335, c.
[825] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 143, lev. 335.

birlikte, cetvel ve pergelle inşa, doğru parçasının orta noktasını bulma sorunuyla ve çemberle ilişkilidir.

Bilinen, sade yöntemlerden bir tanesi, başlangıç olarak bir doğru parçası çizilmesi, bu doğru parçasının bir uçunu merkez, diğer ucunu yarıçap kabul eden iki çemberin çizilmesi, çemberlerin kesiştiği noktaların bir doğru parçasıyla birleştirilerek ilk çizilen doğru parçasını dik olarak kesilmesi ve orta noktasının işaretlenmesi, orta noktayı merkez kabul eden bir çemberle karenin köşe noktalarının belirlenmesi ve belirlenen noktalar birleştirilerek kare oluşturulmasıdır **(EK 104)**.

Bu örneği ele almakta kasıt, iki boyutlu düzlemde, kare gibi sade bir şeklin elde edilmesi dahi kolay bir iş değilken üç boyutlu uzayda küp (heksahedron) gibi mükemmel bir şekli elde etmenin daha da güç bir iş olduğunu vurgulamaktır.

Kare inşası temel olarak çember içinde gerçekleştirilmektedir. İki boyutta karenin elde edilme yönteminin devamı olarak üç boyutlu uzayda küpün küre içerisinde elde edilebilen bir şekil olduğu Pappus'un çözümlemesinde görülmektedir **(EK 105)**.[826]

Pacioli küp inşasıyla ilgilenirken, küpün üç boyutlu görünümünü, bir çember içerisine çizilmiş düzgün altıgen üzerinde, küpün üç açıdan görünümünü betimlemiştir **(EK 106)**.[827] Bu betimleme, üç boyutlu küpü; altıgenin kenarları, karşılıklı iki köşeyi birleştiren bir kiriş ya da çap, bu kirişin birleştirdiği köşelerden alttakine komşu iki köşeden çemberin ve altıgenin merkezine uzanan iki yarım kiriş ya da iki yarıçap ile gerçekleştirmiştir. Böylece, küpün inşası, iki boyuta düzgün altıgen çizimi üzerinden indirgenmiştir. Matematik olarak inşası güç olan form, bu haliyle, çok sade bir yöntemle uygulama sahasında kullanılabilir durumdadır. Pacioli'nin grafiğinden görülen küp şekli, *Décor II*'de, *Küp* (üç eşkenar dörtgen altıgeni,cube [hexagone de trois losenges])[828] olarak tanımlanmaktadır.

Pacioli'nin grafiği, düzgün altıgenden küp formuna üç adımda ulaşmaktadır **(EK 107.1-3)**. Üç küpün birleşimi, Kepler'in küp modeliyle sonuçlanırken, *altı eşkenar dörtgen yıldız* (étoile de six losanges)[829] formunu da üretmektedir. *Altı eşkenar dörtgen yıldız* formunun matematik kökenli orijinali, 12 dilimden oluşmaktadır **(EK**

[826] Pappus, Synagoge, III, Prop. 55: Pappus, **Pappi Alexandrini Colectionis**, **Volumen I: Insunt Librorum II, III, IV, V Reliquiae**, (Ed. Friedricus Hultsch), Berlin, 1876, ss. 144-146.
[827] Pacioli, **Divina proportione**, II. 14-20.
[828] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 39.
[829] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 41.

107.4-6, 108). Tekrarlı kullanımı için altıgen ağ kurulması gerekmektedir (**EK 107.7, 8**).

Kepler, üç boyutlu katıların iki boyuttaki karşılıklarıyla ilgilenirken, katıyı oluşturan geometrik şekillerin birleştirilip bir katı haline gelmeden önceki hali olan düzlemde açılmış formlarını, iki boyuttaki biçimlerini ve birleşmenin ön hazırlığını çizerek göstermiştir **(EK 20, 21)**.[830]

Bu grafiklerden birinde, Pacioli'nin kullanığı düzgün altıgen içinde küp çiziminin benzerini içeren kendi grafiğini vermiştir. Grafik, bir küp ve bu küpün her boyutunun ikiye bölünmesiyle oluşan sekiz küçük küpün perspektif görüntüsüdür. Grafikte kullanılan renklendirme, düzgün altıgen içerisine üç tane küp görülmesine izin vermektedir **(EK 20G)**.

Kepler'in grafiği, düzgün altıgenin karşılıklı köşelerini birleştiren çizgilerden ve kenar orta noktalarını da kenarlara paralel olarak birleştiren çizgilerden oluşmaktadır ve *altı eşkenar dörtgen yıldız* formu, Kepler'in verdiği grafiğinin doğal üyesidir **(EK 109.1-3)**. Kepler'in üç küplü altıgenleri birleştirildiklerinde, aralarında altıgen boşuklar bırakmaktadır **(EK 109.5, 6)**.

Décor II, altıgen içinde küp kullanımını, Gamzigrad'dan, "üç eşkenar dörtgen kesitin altıgen labirenti" olarak örneklendirmektedir.[831] Ouzouer-sur-Trézée'den bir örnek, bir kare etrafında, dört tane altıgen içinde küp formu ve küplerin arasında kalan boşluklara dört uçlu yıldız kullanımını göstermektedir.[832]

Altıgen içerisinde küp betimlemesi, tekrarlı kullanımda altıgen ağ gerektirdiğinden, tekrarlı kullanımı güçtür. Bu örnekte, dört uçlu yıldızlar, aslında, boşluğu dolduran birer tamamlayıcı motif olmaktansa, altıgenlerin yerleştirileceği boşluğu yaratan hazırlayıcı motiftirler.

Ouzouer-sur-Trézée'den bir başka örnek, Kepler'in ortaya koyduğu formun tekrarlı kullanımını ve aralarında kalan altıgen boşlukları sergilemektedir. *Altı eşkenar dörtgen yıldız*, her dilimi eşkenar dörtgen vurgular taşımaktadır. Kepler formunda, yalnızca yıldız formuna ait kısım renklendirildiğinden, küplerin algılanmasını

[830] Keppleri, Harmonices Mundi, II. XXVIII, ss. 61-65.
[831] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 128, lev. 321, c.
[832] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 230, lev. 409, d.

sağlayan kısımlar birleşerek içi boş altıgenleri oluşturmuştur. Böylece üç boyutlu küpler yerine iki boyutlu yapraklar ön plana çıkarılmıştır **(EK 110).**[833]

2.2.5.2. Altıgen İçinde Küp Formunun Dejeneresi

Altıgen içinde küp formu, tekrarlı yapıda altıgen ağ gerektirdiğinden uygulaması güçtür ve ağ yapısının tümünü ilgilendiren bir düzenleme söz konusu olduğundan uygulamada sanatçının manevra alanını daraltır. Bu güçlükleri aşma çabası, altıgenlere alan yaratmak üzere dört uçlu yıldız kullanılması örneği üzerinden yukarıda açıklanmıştır.

En kolay ve en işlevsel ağ yapısı, kare ağ olduğundan, altıgen içinde küp uygulaması, kare içine transfer edilebilirse, altıgenden kaynaklanan güçlük aşılmış olacaktır.

Düzgün altıgen, yüksekliği ve genişliği eşit olmadığından, genişliği karenin genişliğine ve yüksekliği de karenin yüksekliğine eşit olacak şekilde, kare içine transfer edilemez. Transfer işleminin gerçekleştirilebilmesi için düzgün altıgen formunun, yüksekliği genişliğine eşit olacak şekilde yeniden boyutlandırılması, yani dejenere edilmesi gerekmektedir.

Bu işlem, altıgenin yüksekliğinin, genişlik/yükseklik oranıyla çarpılmasıyla sağlanabilmektedir. Bu işlem gerçekleştirildiğinde, dejenere altıgen, kare içine transfer edilebilmektedir. Kenar uzunluğu *4a* olan bir karenin yüksekliğigenişliği *a, 2a* ve *a* olacak şekilde, buna karşılık genişliği *2a* ve *2a* olacak şekilde kısımlara ayrıldığında, dejenere altıgenin kare içine transferi, kurallarıyla birlikte açığa çıkmaktadır **(EK 111)**.

Düzgün altıgen dejenere olduğu için, içinde taşıdığı küp de dejenere olmuştur. Dejenere form, bir prizma olarak görülebileceği gibi küpün perspektif görünümünde bir kayma olarak da düşünülebilir. Kare ağ içerisinde tekrarlanabilen, inşa kuralları belirli ve kolay kullanılabilecek bir form elde edilmektedir. Ağ yapısının kareleri, üçgen bölmelerden oluştuğundan, kareler yan yana getirildiğinde, yalnızca üçgenlerden oluşan dejenere ağ yapısı oluşmaktadır. Üçgenlerin birleşimi eşkenar dörtgen ağ yapısı olarak algılanır hale gelmektedir. Dejenere ağ, renklendirme alternatiflerine bağlı olarak farklı küp ve altıgen formlarına ulaşılmasını

[833] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 251, lev. 423, b.

sağlamaktadır. Dejenere ağ yapısı, yalnızca zig-zag tekrarlarıyla prizma üretmeyi mümkün hale getirmektedir **(EK 112)**.

2.2.6. Sekizgen İçinde Prizma Formları

Prizma üretimin bir başka anahtarı, *sekiz eşkenar dörtgen yıldız* formudur **(EK 79)**. Bu form, iki kare yıldız formunu oluşturan karelerin kesişim noktalarının, merkezde bir sekizgen oluşturacak şekilde birleştirilmesinden kaynaklanmaktadır **(EK 80.7)**.

Form elde edildikten sonra, iki kare yıldızında, karelerden biri iptal edildiğinde, *sekiz eşkenar dörtgen yıldız* formunun dört kolu, çatal uçları arasındaki karenin köşelerini merkeze bağlayarak prizma izlemi veren bir yapıya dönüşmektedir. Prizmalar, farklı yönlere yatık durumdadır. Tekrarlı kullanımda kesik piramit izlenimi vermektedirler **(EK 113).** Bu formun varyantları, altıgen içinde küp formuna göre daha fazladır. Bunun temel sebebi, kare ağ yapısı içinde doğrudan kullanılabilmesidir. Formun kendisi doğal olarak dört kareden oluştuğundan her bir karenin tek başına ve tekrarlı olarak kullanılması mümkündür **(EK 114)**.

Décor II, Langres'ten (Fransa), merkezî süsleme olarak *sekiz eşkenar dörtgen yıldız* formunun prizma üreten örneğini vermektedir.[834] Tekrarlı kullanımda bir yana eğilen prizmaların oluşturduğu ortaklıkları ön plana çıkaran başka bir örnek Vienne'den (Fransa) gelmektedir **(EK 115)**.[835] Hatay mozaikleri, prizmaların tekil kullanımının tekrarlanmasını örneklendirmektedir **(EK 116)**.[836]

2.2.7. Yarı Düzgün Katıların Kombine Kullanımı

Arkhimedes'in yarı düzgün katılarının mozaik sanatıyla ilişkisi, bu katıları oluşturan geometrik şekillerin kombine kullanımlarının, süslemelerde geometrik desen olarak kullanılmasıyla kurulmaktadır.

[834] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 208, lev. 389, a.
[835] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 214, lev. 395, a.
[836] Hatay Valiliği, **Hatay: Konuşan Mozaikler**, Yayın Numarası: 8, Yayın Kurulu: Hüseyin Şahin ve M. Nalan Yastı, Pozitif Matbaa, 2011, (Konuşan Mozaikler), s. 31.

Décor II, bu örneklerden üç tanesini gözlemlemeye olanak vermektedir. Katalog sırasına göre ilk örnek, Brescello'dan (İtalya) gelmektedir **(EK 117a)**. Bu örnek, *Décor II*'de şu şekilde tanımlanmaktadır: "Çember içinde ve altıgen etrafında merkezîleştirilmiş model, ikişer ikişer bitişik 6 kare altıgenin kenarlarına bitişiktir, 12 kare çembere dokunmaktadır, tüm kareler birbirine bir noktada dokunmaktadır ve bu kareler bakalava dilimi ve üçgenleri şekillendirmektedir (burada özetlenmiştir)." [837]

Desen, geometrik olarak merkezde bir altıgen, altıgenin kenarlarıyla birleşen, kenarları birer kare taşıyan eşkenar üçgenler ve bu geometrik yapıyı taşıyan bir çemberden oluşmaktadır. Altıgen, kare ve üçgenlerden oluşan ağda kareler arasında kalan boşluklar eşkenar dörtgen şeklinde motifler üretmektedir. Karelerin çembere dokunmalarıyla oluşan boşluklar konveks tabanlı üçgenleri oluşturmaktadır.

Desenin yapımı, düzgün altıgen ile başlamaktadır. Atıgenin her bir kenarına bir kare kurmak ikinci adımdır. Karelere, kenarı kare kenarına eşit eşkenar üçgenler eklenmektedir. Bu eşkenar üçgenlerin açıkta kalan iki kenarına da kareler kurulmuştur. Son karelerin uçları, deseni kuşatan çembere dokunmaktadır. Elde edilen sonuç, Brescello örneğinin geometrik dokusudur **(EK 118)**.

Brescello örneğinin geometrik dokusu, iki sebeple Arkhimedes'in düzgün katılarıyla ilişkili görünmektedir. Birinci sebep, Arkhimedes'in 13 katısından biri olan *Rhombici cuboktaedron* ile aynı planı paylaşmasıdır.

Rhombici cuboktaedron'un,[838] 8 üçgen ve 18 kareden oluşan 26 yüzü vardır. Her bir üçgen üç kareyi birbirine bağlamaktadır. Altı yönden görünümü sekizgen şeklindedir. Katının yan sınırları üst, alt, sol, sağ, karşı ve arka olmak üzere altı yönden, sekizgen görünümdedir. Alt tabanında bir kare, ekvatorunda sekiz kare bulunmaktadır ve üst taban bir kare düzlemdir. Ekvator kareleri; üst tabana, orta hatta karelerle, yan hatlarda üçgenlerle bağlanmaktadır. Ekvator kareleri, böylece, dört köşede dört üçgen ve dört orta hatta dört kare ile üst tabana bağlıdır.

Perspektif anlamda bakıldığında, keskin hatlarla ayırt edilen kısım, ekvatorun 8 karesinin 3 tanesi, bu üç kareden sol ve sağdakileri üst tabana bağlayan birer kare ve bu bağlantı kareleri arasında kalan üçgendir. Perspektif görünüm, bu bağlamda, Kepler'in çiziminde, çizimin orta hattını ve üst tarafını kapsamaktadır. Bu perspektif

[837] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 189, lev. 375, b.
[838] Keppler, res. 10

görünüm, Brescello örneğinde, motifin merkezinde bulunan altıgen etrafında altı defa tekrarlanmaktadır. Her tekrarda, perspektif görüntüdeki kareler ve üçgen yapısı korunurken, her defasında katının farklı bir açıdan perspektif görünümünün verildiğini düşündürecek şekilde bu şekillerin yüzeyini süsleyen desenler değişkenlik göstermektedir **(EK 119a, b)**.

Kepler'in çiziminde, katının ekvatorundaki üç kareden ortadaki hariç, ekvatordaki diğer iki kare, iki bağlantı karesi ve üst taban olmak üzere beş kare, birer eşkenar dörtgen şeklindedir. Buna karşılık Brescello örneğinde, orta kare ve iki bağlantı karesi olmak üzere üç kare tam kare iken ekvatorda solda ve sağdaki kareler eşkenar dörtgen şeklindedir ve üst taban çemberler kesilen bir eşkenar dörtgen şeklindedir. Brescello örneği, katının gerçek yapısını daha yakından modellemektedir **(EK 119a, b)**.

Ekvator karelerini üst tabana bağlayan her bir üçgen, üç kenarında birer kare ile çakışıktır. Bu bağlantı formu, *Rhomb Icosidodekaedron*'da da görülmektedir. Bu katıda, karşıdan görünümde, bir pentagon, benzer bir bağlantı hattıyla kendisini çevreleyen dekagona bağlanmaktadır. Orta hatta dekagon kenarı, bir kare ile yukarıya uzanmakta, karenin üst kenarını taban kabul eden bir üçgen bağlanmakta, bu üçgenin kalan iki kenarı birer kare ile birleşerek tepedeki pentagona ulaşmaktadır. Dekagondan itibaren, *kare-üçgen-iki kare-üst taban* bağlantısı, Brescello örneği ile aynıdır **(EK 119c, ç)**.

Rhomb Icosidodekaedron'un ekvatorunda bulunan bir üçgenden çıkış, kenarlarına eklenen birer kare ile gerçekleşmektedir. Brescello örneğinde ekvatorda bir altıgen vardır ve altıgenden çıkış, altıgen kenarlarına eklenen karelerle gerçekleşmektedir. Katının tipine göre, ekvatordan çıkışla hedeflenen üst tabanların sayısı, çıkış noktası olan geometrik şeklin kenar sayısına göre değişkenlik gösterirken, ekvatordan çıkış yönlerinin, bağlantı hatlarıyla şekillenen ve varış yeri geometrik şekli uç bölge kabul eden, kenarları iç bükey üçgensel bölge, *Rhomb Icosidodekaedron* yapısında üçgenden çıkış yapmakla üç yönde ve Brescello örneğinde[839] altıgenden çıkış yapmakla altı yönde ama simetrik üç yönde olmakla yapısal olarak benzerdir **(EK 119d-e)**.

[839] Blake, pavements, s. 113, lev. 41.4, : MS 1. yüzyıl

Bu değerlendirmelere göre, Brescello örneği, Arkhimedes katılarından ikisini aynı düzlemde birleştirmektedir.

Bu kombine kullanımın ikinci örneği Sainte Colombe'den (Fransa) gelmektedir. Brescello örneğinin gelişmiş hali olarak tanımlanmaktadır. Karelerin ve eşkenar dörtgen desenlerin içlerinin kontrast renklerde, eşkenar dörtgen ve üçgenlerle dama tahtası şeklinde zenginleştirilmesi, gelişme hali olarak değerlendirilmektedir **(EK 117b)**.[840] Geometrik olarak Brescello örneğinden farkı, deseni çevreleyen çemberin biraz daha genişletilmesi, genişlemenin sonucu boş kalan alanların düzensiz üçgenlerle doldurulmasıdır. Dikkat çekmekte yarar vardır ki *Rhombici cuboktaedron*'un üst tabanı yine karedir.

Üçüncü örnek, Mataro'dandır (Espagne). Kareler *guilloche* desenleriyle süslenmiştir. Geometrik olarak Brescello örneğinden farkı, deseni çevreleyen çemberin, Sainte Colombe örneğine göre daha da genişletilmesi, genişlemenin sonucu boş kalan alanların kare organizayonuyla doldurulmasıdır. En belirgin fark ise *Rhombici cuboktaedron*'un üst tabanının kare yerine altıgen olarak betimlenmesidir **(EK 117c)**.[841]

Brescello örneğinin geometrik planı düşünüldüğünde, organizasyonun açıklaması bu geometrik plan kabul edilirse, Sainte-Colombe ve Mataro örnekleri bu plana sadık değildir. Modeli kuşatan çemberin sabit tutulması, detaylarda modifiye yapılması beklenirdi. Bu farklar, Brescello örneğini yaratan şeyin, örneği açıklayan standart geometrik bir plan değil, Arkhimedes katılarının sade kurgusu olduğunu göstermektedir **(EK 120)**.

Geometrik plan, çemberin çevresinin önce 6'ya, sonra 12'ye, sonra da 24'e bölünmesi üzerinedir. Ancak, merkezdeki altıgenden sonra, merkezden *Rhombici cuboktaedron*'un üst tabanına ulaşacak organizasyon planın doğal unsurları değildir. Dış çembere ulaşmak ve ara katmanlardaki üçgen ve kare düzenlemerine ulaşmak karmaşık hesaplar gerektirmektedir. Özetle bu model, yalın geometri kurallarıyla belirlenmiş değildir. Elbette bu işlemler, hesaplama yerine, uzunlukların transfer edilmesiyle gerçekleştirilebilir. Bu pratik çözüm, altıgene kare eklenmesi, sonra üçgen

[840] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 190, lev. 376, a.
[841] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 190, lev. 376, b.

eklenmesi şeklinde işleyecektir. Geometrik plan, çözüm yolu oalrak, Arkhimedes katılarını işaret etmektedir.

Geometrik kurgunun detaylarında ve toplamda; diğer taraftan topolojik ve tematik olarak Brescello örneği ve diğer iki örnek, tıpkı Platonik katılardan küpün mozaik sanatına dejenere olarak yansımasında olduğu gibi, Arkhimedes'in yarı düzgün katılarının, mozaik sanatına, dejenere olarak yansıdığı anlaşılmaktadır.

2.2.8. Çingene Kızı'nın Bakışları

Zeugma, Gaziantep ili Nizip ilçesine10 km mesafede, Euphrates (Fırat) nehri kıyısında bulunmaktadır. Kentin bulunduğu bölge, Büyük İskender'in Pers seferinde, Mezopotamya'ya uzanan rotada,[842] Euphrates ile ayrılan topraklar arasında bir geçit olarak tanınmaktadır.[843] Bölgenin geçit olarak kullanılması durumu Antik Dönem'in erken zamanlarına uzanmaktadır.[844]

Büyük İskender'in ölümünün ardından Suriye bölgesinin yeni Kralı Seleukos I. Nikator (MÖ 302-281), MÖ 300 dolaylarında, Euphrates'in batı yakasına Seleucia kentini ve karşı tarafa da İranlı Kraliçesi Apama'ya atıfla Apamea kentini[845] ve bu iki kenti kavuşturan köprüyü kurmuştur. Karşılıklı konumlarına bağlı olarak bu kentler için *ikiz kent* deyimi de kullanılmaktadır. *Zeugma* [846] adı ise kuruluşu izleyen yüzyıllarda, halk arasında, genel olarak Doğu ile Batı'yı, özel olarak da iki kenti birleştiren *geçit-köprü* anlamında kullanılmıştır.[847]

---

[842] Strabon, VI.2.3-4; XI.14. 15; XVI.1.1, 22, 23: Strabon, **Geographika**, (The Geography of Strabo), 8 Cilt, (Ed.-Çev. Horace Leonard Jones), çev. John Robert Sitlington Sterrett, William Heinemann, London, 1957.

[843] Cassius Dio, 40. 16-18: Cassius Dio, **Historia Romana**, **(Dio's Roman History), With an English Translation by Earnest Carry, On the Basis of the Version of Herbert Baldwin Foster**, **In Nine Volumes**, Cilt: 3 (XXXIV-XL), London: William Heinemann, New York Macmillan & Co., 1914, ss. 428-431.

[844] Rifat Ergeç, "Fırat Seleukeia'sı Yahut Zeugma", **Anadolu Araştırmaları**, Cilt: 16, 2002, (Zeugma), ss. 201-226; Jörg Wagner, **Seleukeia am Euphrat/Zeugma**, Dr. Ludwig Reichert Verlag, Wiesbaden, 1976, ss. 32-34.

[845] Ergeç, Zeugma, ss. 202-203; Catherine Abadie-Reynal ve Rifat Ergeç, "Mission de Zeugma-Moyenne Vallée de l'Euphrate", **Anatolia Antiqua**, Cilt: 5, Sayı: 1, 1997, ss. 349-370; Catherine Abadie-Reynal, Rifat Ergeç, "Zeugma-Moyenne Vallée de l'Euphrate: Rapport préliminaire de la campagne de fouilles de 1997", **Anatolia Antiqua**, Cilt: 6, Sayı: 1, 1998, ss. 379-406; Catherine Abadie-Reynal, Rifat Ergeç ve Eyüp Bucak, "Zeugma-Moyenne Vallée de l'Euphrate: Rapport préliminaire de la campagne de fouilles de 1998", **Anatolia Antiqua**, Cilt: 7, Sayı: 1, ss. 311-366.

[846] Kentin adının *Seleukeia am Euphrat* olarak kullanımıyla ilgili olarak bkz.: Wagner, s. 39.

[847] David Kennedy, J. Bunbury, K. Butcher, S. Campbell, E. Csapo, H. Devijver, R. Ergeç, P. Freeman, D. Graf, J. Kennedy, M. A. Speidel, M. P. Speidel, M. C. Bishop, R. Burgess, J. Dobbins ve D. French,

MÖ 60 yılı dolaylarında, Suriye, Roma egemenliği altına girmiştir. Seleukos Hanedanlığı'nın sona ermesinin ardından, MÖ 31'de Kommagene Krallığı yönetimi altına giren Zeugma,[848] Roma İmparatorluğu'nun Suriye eyaletine bağlanmıştır.[849] İmparatorluğun doğu sınırını Suriye ve Mezopotamya'ya bağlayan bir köprü konumundaki Zeugma, bir lejyon olarak gelişim göstermiştir.[850]

Geçen zaman içerisinde yağmalanan ve tahribata uğrayan ve yerel halk tarafından bilinir durumda olan Zeugma, 19. yüzyılın sonlarında Avrupalı seyyahlar tarafından keşfedilmiştir. İlk defa 1987 yılında Gaziantep ve Malatya Müze Müdürlükleri tarafından başlatılan kurtarma kazıları, 1992 yılından itibaren süreklilik kazanmıştır.[851]

Kazılar, iyi korunmuş, renkli ve kaliteli mozaik koleksiyonunu gün ışığına çıkarmıştır.[852] Koleksiyonun en popüler parçası, 1998-1999 dönemi kazılarında bulunan, *Maenad* portresidir.[853]

Portre, Maenad Villası'nın yemek odasının zemini süsleyen ve tahribata uğramış panodan geriye kalan parçadır. Portrenin korunan bölümü 78,00 x 52,00 cm boyutlarındadır. MS 2. yüzyıl sonlarına tarihlenmektedir. Dolgun ve elmacık kemaikleri hafifçe belirgin yüzü, dar alnında ortadan ikiye ayrılan ve arkadan eşarpla bağlanan kabarık saçları, kulaklarında iç içe geçmiş halka şeklinde küpeleri, iri gözleri, sağ tarafa yönelmiş mahzun ve anlamlı bakışlarıyla tarif edilmektedir. Portreye başın yanında dâhil olan asma yaprağı nedeniyle Dionysos şenlikleriyle ilişkilendirilerek

The TwinTowns of Zeugma on the Euphrates: Rescue Work and Historical Studies, (**Journal of Roman Archaeology, Supplementary Series, Cilt: 27)**, Portsmouth, RI, 1998, s. 11.

[848] Michael Alexander Speidel, "Early Roman Rule in Commagene", **Scripta Classica Israelica**, Cilt: 24, 2005, (Commagene), ss. 85-100, özellikle s. 89; Anthony Comfort, Catherine Abadie-Reynal ve Rifat Ergeç, "Crossing the Euphrates in Antiquity: Zeugma Seen From Space", **Anatolian Studies**, Cilt: 50, (Crossing), 2000, ss. 99-126, s. 99.

[849] Nezih Başgelen, "Birecik Barajı Tufanından Yeni Gaziantep Müzesi'ne Belkıs-Zeugma", **Seramik Türkiye Dergisi**, Cilt: 12, 2005, ss. 110-119; Maurice Sartre, **The Middle East Under Rome**, çev. Catherine Porter ve Elizabeth Rawlings ile Jeanine Routier-Pucci, MA: Harvard University Press, Cambridge, 2005, s. 56

[850] Speidel, Commagene, s. 89; Comfort ve diğerleri, s. 99; Kennedy ve diğerleri, ss. 146-147; Peter M. Edwell, **Between Rome and Persia: The Middle Euphrates, Mesopotamia and Palmyra Under Roman Control**, New York and London: Routledge, 2007, s. 16.

[851] Ergeç, Zeugma, ss. 202; Mehmet Önal, "Herakles'in On İki İşi Betimli Mozaik Hakkında Tespitler", **Journal of Mosaic Research**, Cilt: 5, 2012, ss. 131-143.

[852] Önal ve diğerleri, Belkıs-Zeugma.

[853] Eisuke Tanaka, "Heritage Destruction in Context: The Case of Roman Mosaics from Zeugma, Turkey", **International Journal of Heritage Studies**, Cilt: 21, Sayı: 4, 2015, ss. 336-353, özellikle ss. 340-349.

Maenad olabileceği düşünülmektedir. İlk bulunduğunda kendisine verilen *Çingene Kızı* ismiyle Zeugma'nın sembolü haline gelmiştir **(EK 121)**.[854]

Mozaik eserlerde betimlenen geometrik desenler ve bitkisel motif örnekleri, incelenirken, portrelerin inceleme kapsamı dışında bırakılması bir eksiklik olacaktır. Geometrik desenler ve bitkisel motifler, doğaları gereği figürlü bir sahne ya da portre kadar karmaşık değildirler. Diğer taraftan bir portrenin nasıl ele alınacağı, nasıl inceleneceği, nasıl değerlendirilebileceği konusunda da bilgilerimiz sınırlıdır.

Bir portrenin ele alınmasında hangi olanaklardan yaralanılabileceği, portrelerde geometrik olarak anlamlı unsurların neler olabileceği, sonuçların nasıl yorumlanacağı konusunda yapılan araştırmaların bir parçası olarak Çingene Kızı'nın bakışları, incelemeye değer görülmüştür.

İncelemenin sonuçları bir makale olarak yayımlanmıştır.[855] Makale konusu olan, Çingene Kızı'nın bakışlarının incelemesi fotoğraf üzerinden gerçekleştirilmiştir. Fotoğrafın kendisi ortofoto olmadığından, ölçüme dayalı bir çalışma olmadığından, fotoğraf üzerinde ölçülen değerler ve sonuçlar analitik değildir. Diğer taraftan, çalışmanın amacı, portrelerin incelenebilme olanakların araştırılması ve çözümlemelerde kullanılabilecek kilit unsurların belirlenmesi bağlamına ait olduğundan, elde edilen sonuçlar analitik açıdan değil, yöntem geliştirme ve sonuçları yorumlamaya katkıları yönünden anlamlıdır ve bu açıdan değerlendirilmelidir.

İncelemede, Çingene Kızı portresinin, geometrik planlama ürünü olduğu varsayılmıştır. Portreyi etkileyici yapan yüz hatları organizasyonunun, bakışların, hareket ve derinlik algısının, perspektif açısından *üç çeyrek görünüm*ün, *contrapposto* duruşun geometrik ifadesini elde etmek, hedef olarak belirlenmiştir.

Portrede yüz hatlarını oluşturan sınırları temsil eden tessera hatları, gözler ve göz çevresi, kaşlar, eğrisel çizgiler olarak ele alınarak çember yaylarıyla ifade edilmiştir. Yaylar, doğal olarak bir merkeze sahip olduğundan, merkezleri belirlenmiştir. Merkez noktaların, aynı doğrusal hattı paylaşıp paylaşmadıkları da dikkate alınarak geometrik bağlantıları kurulmuş ve portrenin geometrik bir planı çıkarılmıştır **(EK 122)**.

---

[854] Önal ve diğerleri, Belkıs-Zeugma, ss. 74-77; Kutalmış Görkay, **Belkıs-Zeugma Mozaikleri**, T.C. Gaziantep Valiliği İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, Gaziantep, 2015, ss. 80-85.

[855] Erhan Aydoğdu, "Zeugma Çingene Kızı Mozaiğinin Geometrik Çözümlemesi", **Kubaba Arkeoloji-Sana Tarihi-Tarih Dergisi**, Yıl 12, Sayı: 24, 2015, (Çingene Kızı), ss. 59-63.

Portrede, izleyiciye göre yüz hattının sağ sınırı *A* çemberiyle, yüz hattının izleyiciye göre sol sınırı *B* çemberiyle; alnın, izleyiciye göre sağ sınırı *C* çemberiyle, izleyiciye göre sağ kaş üst sınırı *L* çemberiyle; sol kaş sınırı *R* çemberiyle ifade edilmiştir. Yüz sınırları ve kaşları tarif eden çemberler *x* ekseni üzerindedir. Yüz sınırları ile kaşları taşıyan çemberlerin aynı doğrultuyu paylaşmalarıyla ilişkili olarak kartezyen koordinat sisteminde *x* ekseninin portre incelemesinde yerleştirileceği konum belirlenmektedir.

Yüz sınırlarını belirleyen *A* ve *B* çemberleriyle, alın sınırını belirleyen *C* çemberi, figürün profilini belirlemektedir.

Yüz sınırlarını belirleyen *A* ve *B* çemberlerin kesişimi, düşeyde, alın-saç ayrımını belirlemektedir. Kaşları kuşatan *R* ve *L* çemberleri ise izleyiciye göre sol ve sağ gözleri ve çevre hatlarını da taşımaktadır.

Portre için kartezyen koordinat sisteminde *y* ekseni, yüz yan sınırlarını belirleyen *A* ve *B* çemberlerinin kesiştikleri noktaları birleştiren doğrudur. Alın profilini düzenleyen *C* yayının merkezi de bu doğru üzerindedir.

Portre incelendiğinde, aşağıdan yukarıya doğru burun hattı boyunca ışık-gölge ayrımını belirleyen koyu renk-açık renk tessera kullanımında *y* ekseninden yararlanıldığı anlaşılmaktadır.

Fotoğraf üzerinden yapılan ölçümlere göre *A, B, R* ve *L* çemberlerinin çapları sırasıyla 12, 12, 8 ve 6 birimdir. Bu değerler, *B*/*R* ve *R*/*L* oranlarının 4/3 olduğunu göstermektedir. Ortofoto ya da fiziki ölçüm söz konusu olmadığından, kesin değerler olmamakla birlikte, bir fotoğrafın incelenmesi bağlamında bu oranlar bir fikir vermektedir ve *üç çeyrek görünüm* sözünün geometrik karşılığını orantılarda aramak gerektiğini göstermektedir.

Sağ ve sol retina çaplarının yaklaşık olarak eşit oluşu, perspektif kavramına tam olarak uymamaktadır. Retina çaplarının yaklaşık olarak eşit alınması, bakışların vurgulanmasında pay sahibidir.

Perspektif algısıyla ilgili olarak 4/3 oranının yanı sıra, sağ ve sol retinaları kuşatan yay hatlarının önemi belirgindir. Bu yay hatlarının merkezleriyle, retinalara soldan ve sağdan teğet doğruların ve göz bebeklerinden geçen düşey eksenlerin ilişkilerinin dikkate alınması gerektiği görülmektedir.

Portrede koyu renk tessera hatları takip edildiğinde, saçlardan yüze, yüzden, göz çevresine, oradan retinalara geçiş yapmak mümkündür. Bu geçişler, izleyicinin bakışlarını göz bebeklerine yönlendirmektedir. Hatlar arasında geçiş ilişkileri kurulması, kırık çizgilerin düşüncede kopukluk yaratan etkisine yer bırakılmaması, hatların bir bütün olarak algılanmasını kolaylaştırmaktadır.

İnceleme, bakışların anlam yüklü olmasını geometri kavramlarıyla ilişkili olarak çözümleyerek, durumu daha kavranabilir hale getirmektedir:

> *Baş sola döndürülürken bakışların son derece sağa yöneltilmesi, çekingenlik, ürkeklik ve kaçınma ile merak, cüret ve şaşkınlık arasında bir ifade kazandırmıştır. Sağ göz kapağında kullanılan düz çizgi ve bu çizgiye teğet göz altı yay akışları, duraksama ve harekete geçme arasında bir kararsızlık anını ön plana çıkarmaktadır.*[856]

Bir bütün olarak bu çözümleme, portrelerin incelenmesinde, göz bebeklerinin konumu, retina çapları, retinayı kuşatan yay hatları, kaşları taşıyan çemberler, bu çemberlerin kesişimini ifade eden düşey eksen, alın ve yüz yan sınırlarının geometrik değer taşıdığını göstermektedir. Geometrik çözümleme, ışık-gölge geçişlerinin bu hatlarla ve eksenlerle ilişkisini yorumlanabilir hale getirmektedir. Tuval üzerinde deneysel resim çalışması, bakışların kurgulanmasında yaklaşımın kullanışlı olduğunu göstermektedir **(EK 123)**.

Portrelerde ağız ve çene yapısının tam olması halinde, perspektif etkisinin çözümlenmesinde bu hatların da incelemeye dâhil edilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Çözümleme, geometrik desenlerde, desen sınırlarının karşılığını portrelerde ya da figürlerde profil sınırlarına aktarmakta, eksen arayışını ve kritik noktaları somutlaştırmaktadır. Heykel sanatında gövdenin incelenmesi konusundaki çalışmalarla birlikte, bütün bir çözümlemeye tecrübe kazandırmaktadır.

2.3. METROPOLİS RESEPSİYON SALONU MOZAİKLERİ

Metropolis, Batı Anadolu sahil şeridinde, Antik Dönem'de Ionia olarak adlandırılan bölgede, Smyrna ve Ephesus arasında yer almaktadır. Plinius, Metropolis'i, Roma idaresinin ve yargı örgütlenmesinin bir parçası olan mahkeme

[856] Aydoğdu, Çingene Kızı, ss. 59-63.

bölgeleri (juridical district, conventus) ve yetki alanları arasında sayar.[857] Appianus, MÖ 86'da, bölgedeki Tralleis (Aydın) and Hypaipa (Ödemiş) gibi kentlerle birlikte, Metropolis'in de Pontus kralığının egemenliği altında olduğunu belirtir.[858] Romalı General Pompeius, MÖ 64 yılında, Mithridates VI ile yapılan savaşı kazanarak Pontus Krallığı'nı ele geçirmiş, Bthynia et Pontus eyaletini kurmuştur.[859] Pompeius'un Roma'dan bir Senatus komisyonu gelmesini beklemeden Anadolu'da idari yapıyı yeniden şekillendirdiği ve bu düzenlemelerin ilerleyen zamanda da etkisini sürdürdüğü bilinmektedir.[860] Tiyatro, *bouleuterion* ve *gymnasium* yapılarındaki tadilat ve onarımlar, İmparator Augustus ile başlayan barış dönemiyle (Pax Romana) birlikte kentte ciddi şekilde yeniden yapılanma olduğunu göstermektedir. MS 17'de yaşanan ve Batı Anadolu'yu etkileyen depremin yıkıcı etkisi, kentin gelişimine darbe vurmuştur.[861]

Sikkelerin 60-70 yıl kadar devam eden süreksizliği, yazıt ve arkeolojik buluntulardaki azalış, restorasyon operasyonları, deprem sonrasında İmparator Trajan (MS 98-117) dönemi sonrasına kadar kent gelişiminin kesintiye uğradığını göstermektedir. Benzer bir kesinti süreci MS 262'de Ephesus'da Got yağması sonrasında kentte gözlemlenebilmektedir. Kazılarda bulunan sikkelerden hareketle, MS 4. ve 5. yüzyılda kentte canlı bir ekonomik yaşam olduğu düşünülmektedir.[862]

Kazılarda ortaya çıkan bulgular, kentte yerleşim tarihinin Osmanlı Dönemi'nden Geç Neolitik Dönem'e kadar geriye gittiğini göstermektedir.[863] Kentin esas gelişimi, Bergama Krallığı'nın etkisi altında, Geç Hellenistik Dönem'de ve

[857] Pliny, Natural History, V.31. Bkz.: H. Rackham, **Pliny: Natural History With An English Translation**, In Ten Volumes, Volume II: Libri III-VII, (Loeb Classical Library No. 352), Cambridge-Massachusetts: Harvard University Press, London: William Heinemann LTD, 1947.
[858] Appianus, **Historia Romana**, (Ed. P. Viereck ve A. G. Roos), Bibliotheca Scriptorum Graecorum et Romanorum Teubneriana, Leipzig, 1962, s. 189.
[859] Kamil Doğancı, "Roma Eyaletlerinde Adli Uygulamalar: Bthynia et Pontus Örneği", **The Journal of Social Researh**, Cilt: 12, Sayı: 64, 2019, ss. 212-223.
[860] Atlan, s. 146.
[861] Peter Scherrer, **Ephesos, Der Neue Führer**: **100 Jahre Österreichische Ausgrabungen**, **1895-1995**, Österreichische Archäologisches Institut, Vienna, 1995, s. 13.
[862] Ali Kazım Öz, "The Mosaics of Metropolis in Ionia", **The Proceedings of V. International Mosaic Corpus of Türkiye, 11th International Colloquium on Ancient Mosaics**, (Ed. Mustafa Şahin), Ege Publications, İstanbul, 2012, (Mosaics), ss. 701-708, s. 702.
[863] Clemens Lichter, "Western Anatolia in the Late Neolithic and Early Chalcolithic: the Actual State of Research, How Did Farming Reach Europe?", **Byzas**, Cilt: 2, ss. 59-74, s. 69.

sonrasında Roma İmparatorluğu Dönemi'nde gerçekleşmiştir.[864] Buluntular, kentin, bölgedeki diğer kentler kadar önemli olduğunu göstermektedir.[865]

Roma Dönemi'nde hem toplumsal hem de bayındırlık faaliyetleri sayesinde gelişen kentte şimdilik az sayıda yapının içinde mozaik döşemelere rastlanmıştır. 1974 yılında bir köy evinin avlusunda, 1998 yılında Tiyatro yakınındaki Resepsiyon Salonu'nda, 2003 yılında Atrium Evi'nde ve 2008 yılında Roma Hamamı kompleksinde mozaikler ortaya çıkarılmıştır **(EK 124)**.[866]

Mozaikler, teknik ve stil farklılıkları göstermektedir ve mozaik geleneğinin MS 3. ve 4. yüzyıllarda zenginleştiğini söylemek yanlış olmaz.

Metropolis kentinde, Tiyatro'nun doğu köşesinde bulunan, tiyatro ile ilgili sembollere sahip olması nedeniyle Tiyatro Resepsiyon Salonu olarak adlandırılan, yaklaşık olarak 7,00 x 8,00 m ölçülerindeki mekânın[867] ortasında ve doğu kenarında mozaik döşemeler bulunmaktadır. Güney ve batı kısımlarda döşemenin korunmamış olduğu ve fakat kuzey kısmın daha sonradan onarım gördüğü tespit edilmiştir.

Salonun mozaik döşemesi, bitişik iki farklı panelden oluşmaktadır. Panellerden biri salonun merkezinde bulunmaktadır ve *Orta Panel* olarak anılmaktadır (**EK 125**). Diğer panel, Orta Panel'in doğu kenarındadır ve *Doğu Paneli* ya da *Mask Mozaiği* olarak anılmaktadır **(EK 126)**.

2.3.1 Orta Panel

Orta Panel (2,70 x 3,78 m), bir çerçeveyle çevrelenmiştir. Panel yüzeyi, bordürlerle çevrelenen, satırlarında iki hücre, sütunlarında üç hücre olan 3x2 matris planına sahip, altı adet figürlü dörtgensel hücreye bölünmüştür. Bu hücreler, zeminde açılan altı pencere gibidirler. Bu hücrelerden beş tanesi korunmuştur. Panelin güneydoğusunda kalan hücre (üçüncü satır ikinci sütun) eksiktir, korunmamıştır. Beş hücreden üçünde büstler bulunmaktadır. Sütun hücrelerinde yer alan figürlerin

[864] Serdar Aybek, Aygün Ekin Meriç ve Ali Kazım Öz, **A Mother Goddess City in Ionia: Metropolis**, Homer Books, İstanbul, 2009, s. 39.
[865] Öz, Mosaics, ss. 701-702.
[866] Ali Kazım Öz, "The Research and Conservation Study of the Mosaics of the Roman Bath at Metropolis", **Journal of Mosaic Research**, Cilt: 5, 2012, ss. 145-162, s. 147.
[867] Recep Meriç, "Metropolis 1997 Yılı Kazı Raporu", **20. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 2, Kültür Bakanlığı Milli Kütüphane Basım Evi, Ankara, 1999, ss. 335-352, s. 336.

simetrik yapısı dikkat çekmektedir. Korunan kısım, renkli döşemenin kaliteli işçiliğini sergilemektedir.[868]

Panelde, korunmuş durumda bulunan beş figürün yorumlanması ve tarihlenmesiyle ilgili farklı değerlendirmeler yapılmıştır. Kentte kazı yapan ilk kişi olan ve yapının da ilk değerlendirmesini yapan Recep Meriç'e göre MS 2. yüzyıla ait olan yapıdaki mozaikteki figürlü hücreler Dionysos ile ilgilidir.[869] David Parrish'e göre ise bu tasvirler klasik bir *Dört Mevsim* mozaiğidir ve tarih olarak da MS 2. yüzyıl sonu ile MS 3. yüzyıl başı olarak düşünülebilir.[870]

Orta panelde, birinci satırda yer alan, biri erkek ve biri de başında saçlarının görünmesine nazikçe izin veren bir örtü bulunan kadın olmak üzere, iki portre birbirine bakar durumdadır. Yaşlarının olgunluğuna, yüzlerindeki soğuk iklime, bakışlarındaki donukluğa, herhalde istemeden, ama buna mecbur kalarak ayrılan insanların yaptığı gibi, boyunlarını, başını baktığı taraftan uzaklaştıracak şekilde geriye çevirerek arkada bıraktığına, ayrılık anında, içinde kalan her neyse onu yaşayamamışlık ve bir daha yaşama ihtimalinin de olmayacağını bilmenin verdiği soğuk hüznü vurgulayarak son defa geri dönüp bakıyormuş gibi, gerçekleşmeyen ümitlerin karşılıklı olduğunu ele veren simetrik bakışlarına bakılırsa, bu figürlerin istemeden ayrılmak zorunda kalmış bir kadın ve bir erkek olduğunu düşünmemek elde değildir.

İkinci satırda *Dionysos* çıkarımına yol açan, serbestçe yan tarafı üzerine uzun oturan, bir dirseği üzerine uzandığı yere dayalı ve diğer elinde muhtemelen içki kupası bulunan figürler, sanki arada ayna varmış gibi, biri diğerinin simetrisi olarak betimlenmiştir.

Üçüncü satırda, iki figür vardır ama bunlardan biri kayıptır. Ama kayıp figürün, mevcut figürle karşılıklı bakışma halinde olduklarını düşünmek için elimizde yeteri kadar sebep vardır. Muhtemelen, yine bir kadın ve bir erkek, ama bu defa hayatlarının baharında iki figür birbirine bakmaktadır.

---

[868] Öz, Mosaics, s. 703.

[869] Recep Meriç, **Metropolis: City of the Mother Goddess**, Meseder Publications, İstanbul, 2004, s. 99.

[870] David Parrish, "The General State of Mosaic Research in Turkey in 2005", **The Proceedings of III. International Symposium of the Mosaic of Turkey**, (Ed. Mustafa Şahin), Uludağ University Press, Bursa, 2007, ss. 17-26, s. 19.

Panelin bulunduğu yerin, bir tiyatronun resepsiyon salonu olduğu dikkate alınırsa, duyguların dramatik, dakik ve keskin şekilde figürlerde karşılık bulmasına şaşmamak gerekir.

2.3.1.1. Orta Panel Bordürünün Analitik Restorasyonu

Orta Panel'in bordür süslemesi, *dört lunar yaprak* deseninin tekrarlı kullanımıyla yapılmıştır. Element desen olarak bir kare içinde *dört lunar yaprak* kullanıldığı dikkate alındığında, panelin modülü, element deseni taşıyan karedir. Panelde, kısa kenar 10,5 kare ve uzun kenar 15,5 karedir.

Bordür genişliği tüm kenarlar boyunca eşit değildir. Bordür, karşılıklı kısa kenarlarda 1,5 kare iken uzun kenarın birinde 1,5 kare ve diğerinde 1 kare genişliğindedir. Yarım karelerde element desenin yarısı alınmak üzere, panelin matris düzeni 12x16 kare olarak belirlenmiştir.

Panel merkezinde portreler için 6 adet dik dörtgen alan ayrılmıştır. Bu dörtgenlerin kısa kenarları 3 kare, uzun kenarları 4,5 karedir. Portrelere ayrılan karelerin bordüre uzaklığı ve karelerin ara bölgelerinde *guilloche* geçişlerin için bırakılan alanlar 0,5 kare genişliğindedir. Bu bilgiler grafiğe akratıldığında panelin matris düzeni, süsleme bölgeleri ayırt edilmiş olarak ortaya çıkmaktadır **(EK 127)**.

Element desen, *lunar yaprak* merkezinde bir tessera, element desen aralıklarında oluşan *lunar dairesi* merkezinde ise tesseraların diagonal dizilimine (1+3+5+3+1) karşılık gelen basamaklı kare (stepped cross) şeklinde ilave süslemeler içermektedir. Basamaklı kareler, bordür sınırlarında basamaklı üçgen (1+3+5) şeklinde kullanılmıştır. Bu detaylar da dâhil edilerek element desen, tekrarlama karelerine yerleştirildiğinde, bordür süslemesinin, süsleme bileşenlerinin dizilimi elde edilmektedir **(EK 128)**.

Panelin matris düzeninde element desen ve diğer süsleme unsurları tekrarlanarak panelin bordür süslemesi bir bütün olarak elde edilmiştir. Böylece, döşemenin korunmamış kısmı için de bordür süslemesi tamamlanabilmektedir **(EK 129)**. Bu çözümleme, analitik restorasyon uygulamaları için örnek teşkil etmektedir.

2.3.2. Doğu Paneli

Doğu Paneli (2,02 x 3,48 m), salona *Resepsiyon Salonu* isminin verilmesini sağlayan izlenimleri aktarmaktadır. Panel, iki satır ve dört sütun olacak şekilde planlanmıştır. Satırlarda ve sütunlarda kesişen kareler bulunmaktadır. Bu nedenle geometrik karakteri ağır basan bir döşemedir. Panelde figürlere ayrılan alan yirmi üç tanedir. Figürlerin sekiz tanesi karelerin içerisindeki sekizgen alanlara yerleştirilmiştir. Masklardan oluşan üç figür, karerlerin arasında kalan sekizgen alanlara yerleşmiştir. Karelerin panel sınırlarıyla temas halinde oldukları panel sınır hattında uzun kenarlarda üçer tane, kısa kenarlara birer tane olmak üzere sekiz tane yarım sekizgen alan bıurakılmıştır. Bu alanlara *üçlü yaprak* motifi yerleştirilmiştir. Kenarlardan biri korunmamış olmasına rağmen, bütünlük ve simetrik yapı gereği, bu organizasyonu tahmin etmekte güçlük yoktur. Köşelere denk gelen dört tane çeyrek sekizgen içerisinde ise adı konulamayan, yedi tane sivri ucu bulunan bezemeler konulmuştur.

Kareler içerisinde karşılıklı olarak dört tanesi balık, karşılıklı olarak dört tanesi kuş figürü, satırlarda bir kuş bir balık olacak şekilde yerleştirilmiştir. Panelin ortasında bulunan üç figür ise tiyatral karakterlerdir. Bunlar *maske* olarak tanınmaktadır.

Tiyatral karakterlerin paneldeki durumu ilgi çekicidir. En sağda çirkinliği ve sert yüz hatları vurgulanmış bir figür bulunur. Ortada, başında tacı ve dalgalı saçlarıyla bir kraliçe ya da prenses izlenimi veren bir figür, en solda da dağınık uzun saçlarıyla bir erkek figürü bulunur.

Çirkinliği ve yüz hatlarının sertliği vurgulanan karakter, kadın ve erkek figürlerine doğru, onları karşısına almışçasına en soldan bakmaktadır. Erkek figürü, yüzü bir oranda ama bakışları tümüyle çirkin figüre doğrudan yönelmiş, ağzı dramatik şekilde açık pozisyonda en sağdadır. Kadın figürü ise ağzı açık ve şaşkın şekilde, yüzü çirkin figüre dönük olmakla beraber, ortadadır ve izleyiciye bakmaktadır. Toplamda, çirkin figür olayın bir uç tarafında, kadını ve diğer uçtaki erkek figürünün hedef almış durumdadır. Kadın ve erkek figürlerinin vücut diline bakılırsa, çirkin figür, hedefine ulaşmıştır. Bu haliyle, bu figürler bir trajedinin tarafları ve kahramanları olabilirler.

Orta Panel ve Doğu Paneli, öykü değerlendirmesi bakımından biri diğerini tamamlar durumdadır. Yaklaşım sürdürülürse, bu mozaikler, bir dramanın ana temasından kesitleri yansıtıyor ve kahramanları betimliyor olabilirler. Devamında eğer

paneller arasında bir öyküsel ortaklık varsa kadın ve erkek fügürleri kesin olarak trajedik sonun tutarlılığını sağlarken Orta Panel'de Dionysos olarak düşünülen karakter, panellerdeki karşılıklığa göre, çirkinliği vurgulanan figürün zafer kutlaması olarak düşünülebilir.

Balık, kuş, Dionysos ve trajedi figürlerinin etkisiyle, bu mozaikler, hem ziyafetle hem de tiyatroyla ilgili olarak düşünülmüştür. Mahzen ya da mutfak olarak işlevi bulunduğu anlaşılan ekler de yapının işlevini vurgulamaktadır. Bu yapının benzerleri Ephessus Teras Evleri'nde[871] ve Pergamon'da Bau Z'de bulunmuştur.[872]

Orta Panel, geometrik bordürler arasında, matris düzeninde hücrelere bölünmüş (multiple decor) figürlü bir mozaik iken Doğu Paneli, geometrik karakteri ağır basan yüzeyde figürlü madalyonlarıyla açıkça farklı üslupları sergilemektedir.

2.3.2.1. Doğu Paneli'nin Analizi

Doğu panelinin analizinde, *element desen* ve *kare ağ* yaklaşımı uygulanmıştır. Bu yaklaşım, karmaşık geometrik süslemeyi yaratan bir element desenin belirlenmesi ve bu element desenin tekrarlanacağı bir ağ belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Bu nedenle, mozaik döşemenin yapısı incelenerek öncelikle element desene karar verilmiş sonra da ağ yapısına uygun olarak tekrarlanmıştır.[873]

Çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama, mozaik döşemeyi karakterize eden karmaşık geometrik süslemenin teorik olarak çözümlenmesidir. Bu aşamada panelin ağ yapısının ortaya çıkarılması ve bu ağ yapısı içerisinde tekrarlanan element desenin belirlenmesidir.

İkinci aşama, ölçümlere dayalı olarak teorik yapıyla gerçek durumun karşılaştırılmasıdır. Bu karşılaştırma prosedürü, renklendirmenin kontrolünü, teorik yapıyla gerçek durum arasındaki ilişkilerin sorgulanmasını da içermektedir.

---

[871] Claudia Lang-Auinger, **Das Hanghaus 1 in Ephesos. Der Baubefund**, (**Forschungen in Ephesos VIII/3)**, Vienna, 1996, s. 205.
[872] Wolfrang Radt, **Pergamon: Geschichte und Bauten einer antiken Metropole**, DuMont Buchverlag, Köln, 1988, ss. 102.
[873] Ali Kazım Öz ve Erhan Aydoğdu. "Geometric Analysis of the Mask Mosaic in Metropolis", **Journal of Mosaic Research**, 2016, Cilt: 9, ss. 39-46.

2.3.2.2. Doğu Paneli'nin Ağ Yapısı

Panelin ağ yapısının çözümlenmesinde *matris yapısı* kavramından yararlanılmıştır. Matris yapısı denilmesinin sebebi, matematikte, dörtgensel bir düzenleme içerisinde bulunan çok sayıda karakterin çözümlemesi yapılırken, her bir karakterin yapı içerisindeki konumun tek türlü belirlenmesine yönelik olarak dörtgensel yapının yatayda satırlar ve bu satırları düşeyde kesen sütunlar olarak düşünülmesidir. Herhangi bir karakter, ait olduğu satır numarası ve ait olduğu sütun numarası belirtildiğinde, konumu tek türlü belirli hale gelmektedir.

Ağ yapısının tarifinde matris kavramının kullanılması, *çoklu dekor* (multiple decor) kavramının analitik karşılığı olarak görülebilir. Örneğin karşıdan bakan izleyici, bir paneli, yukarıdan aşağıya doğru satırlara, soldan sağa doğru sütunlara bölerek satır numarası ve sütun numarası belirli bir süslemeyi nokta atışı tarif etme ve tartışma şansına sahip olacaktır. Bordür süslemelerinde de tekrarlı kullanımlar söz konusu olduğundan matris yapısı bordürlere de uygulanabilecektir.

Bordür süslemeleri geometrik olan mozaiklerde, bordür yapısı bir matris iken, panel merkezi yarı bir düzende matris yapısına sahip olabilir. Bu durumda, en geniş matris olan bordür matris yapısı üzerine merkezî süsleme matrisi bindirilerek çözümlemeler daha sağlıklı yapılabilecektir. Analizlerde de bu yöntemin tutarlı olacağı düşünülmüştür.

Doğu panelinin görsel incelemesi, panelin ağ yapısını doğrudan gözlemlemeye imkân vermemektedir. Kesişen karelerin tekrarlanma düzeni, ağ yapısının tahmin edilebilmesine olanak sağlamaktadır. Bu nedenle öncelikle element desen üzerinde değerlendirmeler yapılmış, tekrarlama düzenine uygun olarak mozaiğin ağ yapısı çözülmüştür. Bu durum karmaşık süslemeli mozaiklerin ortak özellikleri arasındadır. Ağ yapısı, renklendirmeler ve göz yanılgısına yönelik uygulamalarla döşemenin altında kalmaktadır.

Doğu panelinin incelenmesi sonucunda, mozaiğin ağ yapısının, iki satır ve dört sütun olacak şekilde, 2x4 matris yapısında bir ağ olduğu, tekrarlanacak olan element desenin, bir kare içerisine yerleşen, birbirini kesen iki kareden ibaret olduğu anlaşılmıştır. Ağ yapısı, dört satır ve iki sütun olarak da düşünülebilir (4x2 matris düzeni) ve aynı sonuca karşılık gelir. Satır ve sütun sayısının belirlenmesinde,

döşemedeki maskların posizyonu esas alınmıştır. İzleyicinin karşıdan bakarak doğru bir açıda gözlemleyebileceği 2x4 matris ağ yapısı, bu sebeple tercih edilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda panel yüzeyi, sekiz kareden oluşan ağ bölümlerine ayrılmıştır. Ağda yer alan her bir karesel hücre, matris düzeninde, ait olduğu satır numarasının yanına ait olduğu sütun numarası yazılarak A_{11}, A_{12}, A_{13}, A_{14}, A_{21}, A_{22}, A_{23} ve A_{24} şeklinde isimlendirilmiştir. Ortaya çıkan grafik, mozaik döşemenin teorik modelidir **(EK 130)**.

2.3.2.3. Doğu Paneli'nde Element Desen

Geometrik mozaikler konusunda yapılan çalışmalar, geometrik mozaiklerin karmaşık süsleme yapısının, süsleme elementi ve bu elementin tekrarlı kullanıldığı bir ağ üzerinden elde edilebileceğini göstermektedir. Mozaik panelin geometrik arka planının çözülmesinde, karesel hücrerelerden oluşan bir ağ oluşturulması ve ağın hücrelerinde bir element desenin tekrarlanması şeklinde bir yöntem mevcuttur.

Doğu panelinin süsleme yapısı, bir kare içerisine yerleştirilen kesişen iki kareden oluşan element desenin, 2x4 matris düzeninde tekrarlandığını göstermektedir.

Element desenin geometrik inşası için *ABCD* karesinin içine, *EFGH* ve *IJKL* kareleri çizilir. Bu çizim için taşıyıcı çerçeve olan *ABCD* karesinin kenarlarının üç eşit parçaya bölünmesi, elde edilen ağ yapısında biri diğerini kesen iki kare oluşturulması yeterlidir. *ABCD* karesi, içindeki iki kareyle birlikte, taban mozaiğinin element desenidir **(EK 131)**.

2.3.2.4. Doğu Paneli Üzerinde Yapılan Ölçümler

Ölçümlerin sağlıklı şekilde yapılabilmesi için, panelin matris yapısına uygun olarak ağdaki her bir karesel hücre içerisinde hangi uzunlukların ölçüleceğine karar verilmiş, yapılan planlama dâhilinde ölçme işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Element desenin taşıyıcı çerçevesi içerisinde bulunan *IJKL* karesinin kenarları olan |*IJ*|, |*JK*|, |*KL*|, |*LI*|; *EFGH* karesinin kenarları olan |*EF*|, |*FG*|, |*GH*|, |*HI*|; *ABCD* karesinin kenarlarını bölen |*AE*|, |*EI*|, |*IB*|, |*BF*|, |*FJ*|, |*JC*|, |*CG*|, |*GK*|, |*KD*| uzunlukları olmak üzere toplam 17 uzunluktan, panel yüzeyini ağ yapısındaki A_{11}, A_{12}, A_{13}, A_{14},

A_{21}, A_{22}, A_{23} ve A_{24} bölgeleri olmak üzere toplam sekiz bölgede, doğrudan ölçümüne olanak bulunanlar ölçülmüştür. $|DH|$, $|HL|$ ve $|LA|$ uzunluklarının doğrudan ölçülmesine olanak bulunmadığından bu uzunluklar ölçülmemiştir.

Panelin, sol tarafı (A_{11} ve A_{21}) korunmamış olduğundan, geometrik desenleri taşıyan çerçevesinin ölçülmesi mümkün olan kısa kenarı ve uzun kenarları üzerinde anlamlı olan en geniş iki uzunluk da dâhil olmak üzere, panel yüzeyinde 76 ölçüm yapılmıştır **(EK 132, 133)**.

Panelin kısa kenarı, 149,00 cm olarak ölçülmüştür. Panelin üst uzun kenar hattı boyunca sağ köşeden başlayan ve en solda element desenin uzun kenara temas eden noktası esas alınarak yapılan en uzun ölçümün sonucu, 287,00 cm'dir. Panelin alt uzun kenarında, sağ köşeden itibaren, en solda element desenin uzun kenara temas ettiği noktaya kadar olan anlamlı en büyük uzunluk, 208,30 cm'dir.

Element desen kenarının üçte birine karşılık gelen değerler, ağ yapısı içerisinde farklı konumlarda 25 defa ölçülmüştür. Ölçümlerde elde edilen en küçük değer 24,00 cm iken aritmetik ortalama 25,68 cm ve en büyük değer 26,50 cm'dir.

Element deseni oluşturan kesişen karelerin kenarları, ağ yapısı içerisinde 48 defa ölçülmüştür. Bu ölçümlerde kesişen karelerin kenarları için ölçülen en küçük değer 54,40 cm, artitmetik ortalama alındığında 56,58 cm iken ölçülen en büyük değer 58,50 cm'dir.

2.3.2.5. Doğu Paneli'nin Gerçek Ölçülerinin Belirlenmesi

Döşemenin ağ yapısı, kısa kenarın uzun kenara oranını ½ olarak belirlemektedir ve panelin kısa kenarı 149,00 cm olarak ölçülmüştür. Ağ yapısının ileri sürdüğü orana göre uzun kenar 298,00 cm olmalıdır. Ancak, panelin genel düzeni incelendiğinde, uzun kenarlardan, yukarıdan ve aşağıdan orta hatta doğru geometrik sistemin sıkıştırıldığı, bu sıkışmanın etkisiyle, uzun kenarlara paralel orta hat boyunca, kesişen karelerin, normalde dik açı olması gereken köşelerinin açı kaybına uğrayarak daraldığı görülmektedir. Panele yerleştirilen *masklar*, olağan şartlarda, Orta Panel tarafından izlenebilecek şekilde yerleştirilmesi gerekirken, duvar taraftan izlenebilir şekilde yerleştirilmiştir. Bütün bunlar, panelin inşasında işlerin yolunda gitmediğini düşündürmektedir **(EK 133)**.

Panelin uzun kenarı, sol taraf korunmadığı için kesin olarak ölçülememiştir. Ancak, panelin üst uzun kenarı üzerinde, sağ köşeden itibaren en solda, element desenin uzun kenara temas eden noktası arasında ölçülebilen anlamlı en büyük uzunluk 287,00 cm'dir. Bu uzunluk 11*x* uzunluğuna karşılık gelmektedir. Bu karşılıklılığa göre *x* değeri panelin uzun kenarı boyunca 26,09 cm'dir. Panelin alt uzun kenarı üzerinde 8*x* değerine karşılık gelen 208,30 cm uzunluk ölçülmüştür. Bu değerden hareketle *x* için 26,04 değeri ortaya çıkmaktadır. Bu *x* değerlerine göre panelin uzun kenarı için sırasıyla 313,09 cm ve 312,45 cm olmak üzere iki seçenek mevcuttur. Aradaki fark 0,64 cm'dir. Panelin uzun kenarının, bizzat uzun kenarın ölçülebilen kalıntıları üzerinden hesaplanması daha tutarlı görünmektedir. Bu iki değerin aritmetik ortalaması alınırsa panelin uzun kenarı için 312,77 cm değer belirlemek mümkündür.

Bu değerlendirmelere göre, panelin geometrik süslemeyi kapsayan yüzeyinin, mevcut durumda ve gerçek ölçüleri 149,00 cm x 312,77 cm olarak ortaya çıkmaktadır.

2.3.2.6. Doğu Paneli'nin Teorik Modelinin Ölçüleri

Doğu panelinin geometrik kompozisyonu, element desenin sekiz defa tekrarlanmasıyla ortaya çıkan teorik model tarafından belirlenmektedir. Teorik modelde, panelin kısa kenarı 2 kare uzunluğunda, uzun kenarı 4 kare uzunluğunda bir dörtgendir. Panelin kısa kenarının uzun kenarına oranı bu nedenle ½ olmalıdır.

Diğer taraftan ağ yapısında tekrarlanan element desen, taşıyıcı bir çerçeve içerisinde kesişen iki kareden oluşmaktadır. Kesişen kareler taşıyıcı çerçevenin her bir kenarını üç eşit parçaya bölmektedir. Bu parçaların uzunluğu *x* olarak isimlendirilirse, element deseni taşıyan çerçevenin bir kenarı 3*x* uzunluğundadır.

Panelin teorik modelinde kısa kenar iki kare olduğundan ve bu karelerin kenarları 3*x* olduğundan, panelin kısa kenarı, 6*x* uzunluğundadır. Benzer olarak panelin uzun kenarı dört kare ağ olduğundan ve karelerin kenarları da 3*x* uzunluğunda olduğundan, panelin uzun kenarı, 12*x* uzunluğundadır.

Element desen kenarının üçte biri olan *x* uzunluğu, kısa kenardan (149,00 cm) elde edildiğinde 24,83 cm'dir. Eğer element desenin kenar uzunluğu gerçekten böyleyse uzun kenarın olması gerekenden uzun yapıldığı, panelde geometrik düzenin

sıkışması yerine düzenin uzun kenar boyunca sündürüldüğü sonucuna ulaşılacaktır. Durum eğer böyleyse uzun kenar, kısa kenarın iki katı olduğundan, uzun kenar, 298,00 cm olarak planlanmış iken gerçekte 312,77 cm olarak inşa edilmiş olacaktır ve hata payı 14,77 cm olacaktır.

Uzun kenarın uzunluğunun doğru olduğu kabul edilirse uzun kenar 312,77 cm iken kısa kenarın 156,39 cm olarak yapılması gerekirken 149,00 cm gerçek ölçüsüyle yapıldığı ve hatanın 7,39 cm olduğu anlaşılmaktadır.

Kısa kenarın olması gerekenden kısa yapılmış olması seçeneği, sonucu daha az kusurlu hale getirmektedir. Kısa kenardan taviz verilmesini açıklayan mecbur edici gerekçeler karşısında, gereksiz yere uzun kenarı olması gerekenden daha uzun inşa etme seçeneği, daha ölçülerde fazla hataya ve şekillerin daha fazla deforme olmasına yol açacak bir seçenek olarak kabul edilebilir görünmemektedir.

Panelin uzun kenarından elde edilen 11x değerine eşit 287,00 cm uzunluk ve 8x değerine eşit 208,30 cm uzunluk, x için 26,09 cm ve 26,04 cm değerlerini önermektedir. Element desen kenarının üçte birine karşılık gelen değerler de 26,00 cm dolaylarına yığılmaktadır. Bu bilgilere dayalı olarak element desenin kenar uzunluğu 78,00 cm olarak değerlendirilmiştir.

Bu değerlendirmeye göre, panelin teorik modelinin ölçüleri, 156,00 cm x 312,00 cm olarak ortaya çıkmaktadır.

2.3.2.7. Element Desenin Ölçümler Karşısındaki Durumu

Kare, geometrinin en yalın temel kavramlarından biridir. Yalınlığına karşılık mükemmel bir kare oluşturmak, fiilen bir kare inşa etmek, geometri bilgisinin titizlikle uygulanmasına bağlıdır. Element desen, taşıyıcı bir kare çerçeve içerisinde birbirini kesen iki kareden oluşmaktadır. Element desenin ağ yapısında takrarlanmasının sonucu olarak içerisine figürlerin yerleştirildiği sekizgen biçiminde alanlar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, element desendeki karelerin düzgün yapılması, karelerin köşe noktalarının doğru belirlenmesi, hassas işlemlerdir.

Böyle bir tasarımın gerçekleştirilebilmesi için sadelik ve kolay uygulanabilirlik açısından öngörülebilecek iki yöntem bulunmaktadır. Birinci yöntem, taşıyıcı karenin her bir kenarının üç eşit parçaya bölünmesi ya da bir kenarı üç birim olan taşıyıcı

çerçeve tercih edilmesidir. Böylece taşıyıcı çerçeve içerisinde, karelerin köşelerini belirleyen noktalar, kendiliğinden belirli duruma gelecektir. Taşıyıcı çerçeve içerisine yerleşen karenin eğimi 1/2 olurken eğim açısı yaklaşık 26,6^{o} olacaktır **(EK 134)**.

İkinci yöntem, taşıyıcı kare üzerinde, kesişen karelerin köşelerinin yerleşeceği noktaları, cetvel veya pergel kullanarak işaretlemektir. Daha baştan üçün katları şeklinde planlanmamış bir uzunluğu üçe bölmek, cetvel ve pergel yardımıyla da olsa hataya daha açık olacaktır. Bu durumda, köşe noktaları arasındaki uzaklıklar, yaklaşık olarak eşit olabilir. Kesişen karelerin köşe noktaları, pergel yardımıyla, taşıyıcı çerçevenin köşelerine eşit uzaklıka iki nokta olarak da işaretlenebilir.

Element desen kenarını üçte birlik kısımlara parçalayan noktalar arası uzaklıklar, ağ yapısı içerisinde farklı konumlarda 25 defa ölçülmüştür. Ölçümlerde elde edilen en küçük değer 24,00 cm iken 25 ölçümün aritmetik ortalaması 25,68 cm ve en büyük değer 26,50 cm'dir. Bu verilerden, taşıyıcı çerçeve kenarlarını bölen noktaların ağın her yerinde standart olarak tespit edilemediği ancak 25,68 cm dolaylarına yığılan değerlerde salındığı ve ortalama değer civarında yaklaşık eşit aralıklandırma çabasının belirgin olduğu anlaşılmaktadır.

2.3.2.8. Deformasyon Formülü ve Deformasyon İncelemesi

Panelin, teorik modelinin boyutları 156,00 cm x 312,00 cm iken gerçek boyutları 149,00 cm x 312,77 cm'dir. Bu durum, panelin teorik ölçülerinin, belirli bir bozulmaya maruz kalarak gerçekleştiğini göstermektedir. Bozulmanın sebeplerinin daha sağlıklı anlaşılabilmesi için araştırma, bu deformasyonun kaynaklarına doğru sürdürülmüştür.

Deformasyonun, panelin her yerinde aynı ölçüde mi yoksa değişen oranlarda mi gerçekleştiği sorusu, deformasyonun sayısal olarak incelenebilmesi için nasıl bir yol izlenmesi gerektiğinin de örneklendirilmesine yol açmıştır.

Planlanan süsleme ve döşeme yüzeyinde gerçeklik kazanan desenlerin karşılaştırılması bu inceleme için doğal yöntem olarak görülmüştür. Yapılacak olan karşılaştırma, prensip olarak, planlanan ölçülerle panel yüzeyinde ölçülen değerlerin oranlanmasından başka bir şey değildir ve farklı formüller kullanılarak ifade edilebilir.

Örneğin, yalın olarak gerçek ölçü, plananlanan ölçüye oranlanabilir. 10 birim olarak planlanan bir düz çizgi, 9 birim olarak gerçekleşmişşe planlamanın 9/10 oranında gerçekleştiği anlaşılır. İdeal ve kusursuz bir uygulamada olması gereken, planlamanın 10/10 oranında gerçekleşmesidir. Deformasyonun karşılığı, 10/10 ile 9/10 oranları arasındaki farkla ilgilidir.

Bu örnek özelinde, ideal olarak gerçekleşmesi gereken oran (10/10) ile fiilen gerçekleşme oranı (9/10) arasındaki fark, 1/10 olarak ortaya çıkacaktır. Buna göre yapılması gereken şey, sonucu yüzde olarak görmek istediğimizde, çıkan sonucu 100 ile çarpmaktır. Anlamlı bir sayısal sonuç, planlanan şeklin olması gerekenden büyük mü yoksa olması gerekenden küçük mü olduğunu da pozitif veya negatif işaretle açıklamalıdır. Bu nedenle, oranların işlem sırasındaki hiyerarşisi önem taşımaktadır.

İdeal ölçüye *i*, gerçek ölçüye *g* adı verilirse, ideal ve kusursuz uygulama *i*/*i* oranıyla, fiili durum *g*/*i* oranıyla ifade edildiğinde, hiyerarşi durumu da dikkate alınırsa deformasyon formülü, (*g*/*i*)-(*i*/*i*) farkının 100 ile çarpılmasıyla, 100x(*g*-*i*)/*i* olarak ya da daha sade haliyle 100 x ((*g*/*i*)-1) olarak ortaya çıkmaktadır.

Formül üç sonuç verebilir. Eğer ideal ve kusursuz bir iş yapılmışsa sonuç sıfır çıkacaktır. Bu sonuç, yüzde sıfır deformasyon olarak yorumlanacaktır. Desen, olması gerekenden büyük yapılmışsa, sonuç pozitif çıkacaktır. Son olarak desen olması gerekenden küçük yapılmışsa sonuç negatif çıkacaktır.

Tek başına düz bir çizgi için geçerli olan bu formülün, karmaşık bir figüre uygulanabilmesi, birden fazla uzunluk için gerçek durum ile planlanan durumun kıyaslanmasını gerektirmektedir. Deformasyon sonuçlarının tek tek hesaplanması ve sonra sonuçların doğrudan doğruya toplama işlemi olarak ele alınması, pozitif ve negatif sonuçların biri diğerini sıfıra eşitleyecek şekilde gerçekleşmesi durumunda toplam deformasyonun sıfır olarak görünmesi riskini taşımaktadır. Bu nedenle, doğrudan toplama yolu tercih edilmemiştir.

Karmaşık bir desende, deseni oluşturan bileşenlerin deformasyon sonuçlarının tek tek hesaplanması ve sonra doğrudan doğruya çarpımlarının alınması ise bileşenler içerisinde bir tanesinin deformasyonu sıfır olduğunda çarpım sonucunu sıfıra eşitleyeceğinden, sonuçların doğrudan çarpılması yolu da tercih edilmemiştir.

Karmaşık desenin, örneğin, uzunlukları *A*, *B*, *C* ve *D* olan dört bileşenden oluştuğu ve gerçek ölçülerin de sırasıyla *a*, *b*, *c* ve *d* olduğu düşünülürse çarpma

işleminin dramatik büyütme ve küçültme etkisinin sonuca yansıması da dikkate alınarak formülün 100x[(*a.b.c.d*/*A.B.C.D*)-1] şeklinde kurgulanması tercih edilmiştir.

Bu formülün sonuçlarının yorumlanmasında dikkatli olunması gerekmektedir. Çarpım durumundaki uzunluklar içerisinde trajedik şekilde deforme olmuş bileşenler bulunduğu durumda, sonucu normal gösterebilirler. Ancak, yorumlama sağlıklı yapıldığında sonucun deformasyona ilişkin verdiği bilgi, değerli hale gelecektir.

Örneğin, bir kenarı 10 birim olarak planlanan bir kare, kısa kenarı 1 birim ve uzun kenarı 100 birim olan bir dikdörtgen olarak inşa edilmişse, ki bu trajik bir durumdur, bu formül uygulandığında sonuç sıfır olacaktır. Ancak bu sonuç, deformasyonun sıfır olduğu anlamına gelmemektedir. Bu sonuç, meyadana gelen deformasyonun, alanı koruyacak şekilde gerçekleştiği ya da alan konusunda deformasyon yaşanmadığı anlamına gelmektedir.

Değerlendirme güvenilirliği bakımından, bir dörtgenin çevresini oluşturan uzunluklarda olduğu gibi, bileşenlerin, bir taraftan çevre uzunluğunu belirleme yetenekleri, diğer taraftan dörtgenin alanı üzerinde etkili olma durumları hesaba katılarak değerlendirme yapılmalıdır.

Deformasyon yaklaşımı, panelin kısa kenarına uygulandığında sonuç yaklaşık olarak %-4,49 çıkmaktadır. Yani kısa kenar, olması gerekenden yaklaşık olarak %4,49 daha küçük yapılmıştır. Uzun kenarın deformasyon oranı ise yaklaşık olarak %0,25 olarak çıkmaktadır. Yani uzun kenar, olması gerekenden, ihmal edilebilecek kadar büyük yapılmıştır. Panelin dörtgensel çerçevesinin kenarlarında durum bu şekildedir.

Deformasyonun panel alanına etkisi hesaplandığında sonuç yaklaşık olarak %-4,25 çıkmaktadır. Bu sonuca göre panelin planlanan yapısından alan kaybedilmiştir. Panelde yer alan süslemelerin deforme olmasının sebebi bu alan kaybıdır. Bu alan kaybı, doğal olarak geometrik desenleri sıkıştıran ve estetik kaybına uğramalarına yol açan faktördür.

Panel üzerinde desnlerin sıkışma hali gözlemlendiğinden, sıkışmayı tespit etmeye yarayan argümanlar üzerinden hesaplamalar yapılmıştır. Bu argümanlar, sıkışan bir nesnenin kapladığı alanının küçüleceği ve çevresinin daralacağıdır. Bu nedenle, panel üzerindeki geometrik desenlerin deformasyon durumlarının incelenmesinde, element desen üzerinde bulunan devrik karelerin kenar uzunluklarının çarpımları üzerinden çarpımsal deformasyon, kenar uzunluklarının toplamı üzerinden

toplamsal deformasyon hesaplanmıştır. Çarpımsal deformasyon alan üzerinden, toplamsal deformasyon çevre uzunluğu üzerinden bozulmaları göstermektedir **(EK 135)**.

Panelin matris yapısına göre A_{21}, A_{22}, A_{23} ve A_{24} bölgeleri duvar tarafında kalan bölge iken A_{11}, A_{12}, A_{13} ve A_{14} bölgeleri Orta Panel yönünde kalmaktadır. Kritik bölgeler, duvarlar arasında kalan A_{24} bölgesi ve bu bölgenin hemen önünde duran A_{14} bölgesidir.

Tabloya göre duvar dibi boyunca sıralanan A_{22}, A_{23} ve A_{24} bölgelerinde alansal deformasyon durağan sayılabilecek değerler etrafındayken, alansal olarak en fazla deformasyona uğrayan bölge, neredeyse iki kat sıkışmanın söz konusu olduğu A_{14} bölgesidir. Bu alandan ve dolayısıyla sıkışmadan kurtulmanın yaşandığı A_{12} ve A_{13} alanlarında rahatlamanın verdiği etki çok net olarak görülmektedir. Alansal deformasyon, bu bölgelerde, olağan ortalamaya dönmektedir.

Tablo, sıkışmanın ikinci göstergesi olan çevre uzunluğu deformasyonu üzerinden de bu durumu doğrulamaktadır. Tabloya göre, desenlerin en fazla alan kaybına uğradığı bölge A_{14} bölgesidir.

Tablodan elde edilen bilgilere göre, mozaik panelin yapımı A_{24} bölgesinden başlamıştır. Duvar boyunca A_{21}, A_{22}, A_{23} bölgeleri yapıldıktan sonra ikinci sete geçilmiştir. Bir yanda mozaiğin tamamlanan kısmı, bir yanda duvar ve bir yanda sıkışmanın yaşandığı A_{14} bölgesinde durumu kurtaran işlemler yapıldıktan sonra, panel düzeni rahatlatılmış, A_{11}, A_{12}, A_{13} bölgelerinin döşenmesiyle işlem tamamlanmış görünmektedir.

Elde edilen bu değerlendirmeler, panel çerçevesinin olması gerekenden daha küçük yapılmasının, panel yüzeyinde, süslemelerin organizasyonunda, ne kadar dramatik sonuçlara yol açtığını, sayısal olarak göstermektedir. Panel alanının %-4,25 deformasyona uğraması, desenlerde %-31,74 düzeyine ulaşan deformasyona yol açmıştır.

Bu tespit, planlanan süslemenin, uygulama yüzeyine transfer edilmesinde, transfer olanaklarının ne derecede etkili olduğunu, döşeme işleminin son derece kontrollü yürütülmesi gereken bir süreç olduğunu ortaya koymaktadır.

2.3.2.9. Element Desenin Pythagoras Teoremiyle İlişkisi

Element desenin geometrik yapısının kare içerisine kare yerleştirilmesiyle ilgisi, ölçüm sonuçlarının tutarlı oluşu, desenin matematiksel arka planının da sorgulanmasına yol açmaktadır. Yapılan literatür taraması, kare içerisine kare inşa etmenin, Pythagoras Teoremi ile ilgili olduğunu göstermektedir.

Pythagoras Teoremi, bir dik üçgenin dik kenarlarıyla dik açıyı gören uzun kenarı (hipotenüs) arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır. Bir üçgende, iki kenarın dik açıyla birleşmesi, kenarlar arasındaki aritmetik ilişkinin kesin olarak belirlenmesine yol açmaktadır. Uygulamada, dik açı üzerinden kenarlar arasındaki ilişkinin belirlenmesinin tersine, kenarlar arasında Pythagoras Teoremi ile verilen ilişki söz konusuysa bu defa iki kenarın, dik açıyla birleşme mecburiyeti pratik sonuçlara varmaktadır.

Vitruvius, dokuzuncu kitabının giriş bölümünde, Ptyhagoras Teoremi'nin pratik uygulamalarına örnekler vermektedir. İlk örnek, dik açıya ihtiyaç duyan zanaatçıların, uzun uğraşlarla elde ettikleri ama yine de tam olarak doğru olmayan dik açının, kolayca nasıl elde edilebileceğine dairdir. Vitruvius, birincisi üç ayak, ikincisi dört ayak ve üçüncüsü de beş ayak uzunluğunda olan üç cetvelin uç noktaları birleştirilerek bir üçgen yapıldığında, ortaya çıkan üçgenin dik açılı bir üçgen olacağını belirterek pratik bir yöntemi tanıtmaktadır. İkinci örnek, merdiven inşaatlarında basamakların uygun yükseklikte yapılmasıyla ilgilidir. Vitruvius, üst kattan alt kata merdiven yapılırken, kat yüksekliğinin üç eşit parçaya bölünmesi, elde edilen üçte birlik uzunluğun beş katı kadar merdiven kirişi yapılması ve bu kirişin ucunun, duvara üçte birlik uzunluğun dört katı mesafede yerleştirilmesi halinde uygun eğimde bir merdiven inşa edileceği bilgisini aktarmaktadır. Vitruvius, bu örnekler arasında, üçgen oluşturacak şekilde uç uca eklenen üç ayak, dört ayak ve beş ayak uzunluğundaki cetveller üzerinde birer kare kurulduğunda, dik kenarlar üzerinde kurulan karelerin alanları toplamının, hipotenüs üzerine kurulan karenin alanına eşit olacağını belirterek Pythagoras Teoremi'nin bilinen bir ispatını tarif etmektedir **(EK 136)**.[874]

[874] Vitruvius, Ten Books, IX, 6-8.

Pythagoras Teoremi için önerilen bu ispat yöntemi, arkasında, kare içerisine biraz devrik duran bir kare yerleştirme düşüncesini bırakmış gibi görünmektedir **(EK 137)**.

İspat yönteminin arkasında bıraktığı grafik, yalnızca 3-4-5 üçgeni için çizilmiş bir grafiktir. Taşıyıcı çerçeve içerisinde karenin devrikliği, açı olarak yaklaşık 36,87°'ye, eğim olarak 3/4 değerine karşılık gelmektedir. Doğu panelinde kullanılan element desende ise devriklik açısı yaklaşık 26,6° ve eğim 1/2'dir **(EK 138)**.

3-4-5 üçgeni, Pythagoras Teoremi'nin özel ve yalın bir uygulama halidir. Teorem, kenar uzunluklarından bağımsız olarak tüm dik üçgenler için geçerlidir. Kenar uzunluklarının değişkenlik göstermesi, ispat yönteminde kullanılan grafiğin özünü ve arkasında bıraktığı izlenimi değiştirmemektedir. Değişen şey, taşıyıcı çerçeve içerisindeki karenin devriklik açısıdır. Özetle, bir karenin içerisine, istenilden devriklik açısıyla kare çizilmesi mümkündür. Bu bilgi, bir ispata dayanmaktadır.

Pythagoras Teoremi için tarihin farklı dönemlerine ait 400 dolayında ispat yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemlerden bir tanesi MÖ 250 dolaylarına atfedilen ve Chou-pei Suan-ching ispatıdır[875] **(EK 139)**.

Bu ispat yönteminde, taşıyıcı kare içerisinde oluşturulacak kerenin devriklik açısının önemi yoktur. Yapılması gereken şey, düzgün bir kare çizilmesi, bu karenin dört kenarında, aynı kurala göre birer nokta belirlenmesi ve bu noktaların birleştirilmesidir.

Doğu panelinin element deseninde devrik kare uygulaması, iki defa tekrarlanmaktadır. Simetrik sonuç elde edilmesinin gereği olarak karelerden biri sola doğru devrik iken bir tanesi sağa doğru devriktir. Bu sebeple, element desenin, Pythagoras Teoremi'nin geç ve gelişmiş bir ispatında kullanılan şema ile benzerlik göstermesinin daha ötesinde, ispat şemasının daha rafine kullanımı olduğu düşünülmektedir.

[875] Darko Veljan, "The 2500 Year-Old Pythagorean Theorem", **Mathematics Magazine**, Cilt: 73, Sayı: 4, 2000, (Pythagorean Theorem), ss. 259-272; Ayrıca bkz.: Walther Lietzmann, **Der pyhthagoreische Lehrsatz: mit einem Ausblick auf das Fermatsche Problem**, Cilt: 3, Druck und Verlag von B. G. Teubner, Leipzig, Berlin, 1912, ss. 1-73; Roger B. Nelsen, **Proofs Without Words: Exercises in Visual Thinking**, Mathematical Association of America, Washington, 1993, ss. 3-9.

2.3.2.10. Yanılsama Faktörleri

Doğu panelinde, taşıyıcı bir kare içerinde sola ve sağa devrik kareler, karmaşık süslemeyi yaratan temel formlardır ve esasen panelde sadece kareler vardır.

Element desen, tek başına köşede konumlanan bir karede kullanıldığında köşede çeyrek sekizgen formu algılanmaktadır. Element desen, 1x2 matris düzeninde, iki defa yan yana getirildiğinde, iki elementin ara bölgesinde, bir yarım sekizgen formunun algılanmasına yol açmaktadır. Element desen, 2x2 matris düzeninde tekrarlandığında, dört tekrar bölgesinin tam ortasında, sekizgen şeklinin algılanmasına yol açmaktadır. Eşkenar dörtgen deseni ve üçgenler de bu yan yana gelişlerin sonucudur.

Element desenin tekrarlı kullanımı, gerçekte orada olmayan, tekrarlı kullanımın sonucu olan desenlerin algılanmasına yol açmaktadır. Bu nedenle, elemet desenin, matris ağ yapısı içerisinde tekrarlı kullanımı, yanılsama etkilerinin ilk kaynağıdır.

Element desenin taşıyıcı çerçevesi, üzerine taş döşenerek gözden kaçırılmıştır. Taşıyıcı çerçeve ya döşemenin altında kalmıştır ya da planlamanın ana kaynağı olmasına rağmen elde edilmek istenen sonuç göz önünde tutularak kendisinden yararlanılmakla birlikte döşemede kendisine yer verilmememiştir. Element desenin taşıyıcı kenarlarının, ağ yapısı üzerine oturan ve ağ yapısının tespitine kesin olarak olanak sağlayan durumu göz önüne alınırsa bu durum, döşemeler incelenirken ağ yapısını gizleyen unsurlar karşısında, araştırmacıyı, ağ yapısını gizlemeye yarayan uygulamalara karşı dikkatli olmaya davet etmektedir. Yanılsamanın ikinci kaynağı, ağ yapısının gizlenmesidir.

Element desen çizgiseldir. Uygulamada, çizgisellik, yeterince güçlü değildir. Çizgilerin, hacim kazandırılarak belirginleştirilmesi gerekmektedir. Element desen çizgileri, betimledikleri desenlerin dış hatlarını (outline) belirlemektedir. Doğu paneli örneğinde, karelere hacim kazandırılırken dış hatlardan desenin merkezine doğru bir hacimlendirmenin gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu hacimlendirme işlemi, desenin dış hatlarını belirleyen çizgilerden başlamak üzere, içeriye doğru üç sıra tessera hattı döşenerek gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama, döşemenin icrasında izlenen inşa prosedürünün ilk adımının, desenin ana hatlarının oluşturulması ve iç kısımlara doğru

sıra sıra tessera döşenerek ana hatların genişletilmesi şeklinde olduğunu göstermektedir. Yanılsamanın üçüncü kaynağı, çizgilere hacim kazandırılmasıdır.

Element desen, taşıyıcı bir çerçeve içerisinde sola ve sağa devrik karelerden oluşmaktadır. Devrik kareler, çizgisel olarak kesişmektedir. Bu çizgisellik durumunda, biri diğerinin üstüne binme ya da altta kalan kare ve üstte kalan kare şeklinde bir ayrım yoktur. Karelere hacim kazandırılması, çözülmesi gereken bir sorunu da beraberinde getirir. Kesişen iki çizgiye hacim kazandırmak istendiğinde, kesişim noktasında nasıl davranmak gerektiği ve kesişen çizgilerden hangisine öncelik verileceği baştan düşünülmüş ve ne yapılacağına karar verilmiş olmalıdır. Bu yapılmamışsa tessera döşeme işlemi, doğal olarak tereddüte yol açacaktır.

Döşemede siyah ve beyaz gibi iki renk kullanma kısıtlaması olsaydı bu durum, kesişen çizgilerin her ikisinin de siyah ya da beyaz olacağı sebebiyle renklendirmede tereddüte yol açmasa bile önce hangi hattın tessera döşenerek tamamlanacağı konusunda, kesinlikle bir tereddüt sahnesine yol açacaktır. Bu tereddüt anında döşeme işini yapan kişinin tutumu, taşların döşenme biçiminden tespit edilebilecek bir tutumdur.

Çok renkli döşemelerde, desenlerin kesişim noktalarında izlenecek yol, daha kritik bir değer taşır. Çünkü kesişen çizgilerden biri renk olarak süreklilik gösteriyorken diğeri kesintiye uğruyorsa, kesintiye uğrayan çizgi, sürekli olan çizginin altında kalan bir çizgi olarak algılanır. Altta kalma ya da üstten geçme durumu, tek başına ve sadece bir kesişim noktası için elbette sorun değildir ancak bir ağ yapısı içerisinde element desenin tekrarlı kullanımına dayanan tasarımlarda, tekrarlı kullanım, simetrik organizayonu dayattığından, ciddi bir sorundur. Ağ yapısı içerisinde, diğer bölgelerde altta kalan çizginin, bir bölgede üstten geçen bir çizgi olarak döşenmesi, şüpheye yer yok ki dikkat çekecektir ve belki de hata olarak algılanacak ve estetik açısından rahatsızlık veren bir duruma dönüşecektir. Ağ yapısı içerisinde, belirli bir düzen gözetmeksizin, tamamen keyfi olarak çizgilerin üstten ya da alttan geçer durumda tasviri, özensizliği ya da beceriksizliği, asimetrik renk kullanımı olarak açığa vuracaktır. Bu sebeplerle, ağın bir bölgesinde, çizgilerin kesişimi durumunda nasıl bir yol izleniyorsa diğer bölgelerde de aynı yolun izlenmesi, buna özen gösterilmesi, kusursuzluğu vurgulamanın gereği ve sonucudur. Yanılsamanın dördüncü unsuru, kesişim noktalarında, alttan geçme-üstten geçme

algısının, ağın her bölgesinde aynen ya da kontrast etki yaratacak şekilde uygulanmasıdır.

Doğu panelinde element desende yer alan devrik karelerin sekiz noktada kesişmektedir. Birinci satırda, gözlemlenebilen tüm sütunlarda ve gözlemlenebilen tüm kesişim noktalarında, biri diğerinin üstünden geçme algısının, ağın her bir karesinde, aynı şekilde sürdürüldüğü; ikinci satırda, uygulamanın, satırlar arasında kontrast yaratacak şekilde gerçekeştirildiği görülmektedir.

Matris düzeninde tekrarlanan element desenlerde, renk kullanımında, satırların tümünde aynı kurala göre renklendirme yapılabileceği gibi, satırlar arasında renk kontrastına dayanan bir renklendirme yolu izlenmesi, simetriye katkı sağlamaktadır. Yanılsamanın beşinci unsuru, element desende uygulanan renklendirmenin, ağın her bölgesinde aynen ya da kontrast etki yaratacak şekilde uygulanmasıdır.

Doğu panelinde, birinci satırda, sola devrik kareler *koyu lacivert-tuğla rengi-koyu lacivert-tuğla rengi* şeklinde renklendirilirken sağa devrik kareler, *tuğla rengi-koyu lacivert-tuğla rengi-koyu lacivert* şeklinde renklendirilmiştir. İkinci satırda sola devrik kareler *tuğla rengi-koyu lacivert-tuğla rengi-koyu lacivert* şeklinde renklendirilirken sağa devrik kareler *koyu lacivert-tuğla rengi-koyu lacivert-tuğla rengi* şeklinde renklendirilmiştir. Bu renlendirme yöntemi, birinci ve ikinci satır arasında, aynı tarafa devrik kareler bakımından, renk kontrastına yol açmaktadır. Bu kontrast kullanım sayesinde, *koyu lacivert* ve *tuğla rengi* eşkenar dörtgen desenleri ortaya çıkmaktadır.

Yanılsama operasyonlarının bir parçası olarak, kesişen karelerin, kesişim noktalarında, biri diğerinin üzerinden geçer gibi renkli çalışılması, devrik karelerin farklı renklerde boyanması, panelin ağ yapısını oluşturan kareleri ve dolayısıyla element desenlerin taşıyıcı çerçevesini gizlemektedir. Element desenin taşıyıcı çerçevesi gizlendiği için sadece devrik kareler gözlemlenebilmekte, tekrarlı kullanımın sonucu olan sekizgen, üçgen ve paralel kenar formlar, yalnızca ve yalnızca optik yanılsama iken sanki tasarlanmış birer desen gibi görünmektedir. Gerçek gibi görünen şeyin aslında optik yanılsamadan ibaret olması, mozaik sanatında, süslemeyi yaratan planlamayı gizlemenin ve gerçeğin üstünü büyülü bir şekilde örtmenin sonucudur.

Birinci derece figürler olan devrik karelerde, renk geçişleriyle, biri diğerinin altından geçer şekilde izlenim verilerek üç boyut etkisi yaratılmıştır. Element desenin kareleri, biri açık diğeri koyu renk olacak şekilde farklı renklerde işlenmiş, koyu renk işlenenler ön plana çıkarılmıştır. Element desenin taşıyıcı çerçevesi, örtbas edilmiştir.

Koyu renk kareler, köşeleri üzerinde hassas bir dengede duruyor izlenimi kazanmıştır. Element desenin parçası olmaları sebebiyle birinci dereceden desen olan koyu renk kareler ve element desenin dört defa tekrarlanması sonucu oluşan, bu nedenle dördüncü dereden desen denilmesi daha uygun olan, paralel kenarlar üzerinden, bir küpün açılmış formu algısı yaratılmıştır. Yaratılan yanılsama oyununun sonuçları arasına, paralel kenarların dört köşeli yıldız olarak algılanmasını, devrik karelerinin altı köşeli yıldız gibi görünmesini de eklemek gerekmektedir.

Mozaik panelin yarattığı optik yanılsamalarla süslenen karmaşık etki, insan zihnini bir bilmecenin labirentine sürükleyerek bu şekilleri çözümleme ikliminde sürüklenmesine neden olmaktadır.

2.3.2.11. Doğu Paneli'nin Yapım Tekniği

Panelin ağ yapısı ve ağ içerisinde tekrarlanan element desen, döşemenin nasıl yapıldığının değerlendirilmesine izin verecek bilgileri sağlamaktadır. Deformasyon oranlarının incelenmesi, döşemede inşa sürecinin A_{24} bölgesinden başlayıp, duvar hattını ve birini takip eden A_{23}, A_{22} ve A_{21} bölgeleri yapıldıktan sonra, A_{14} bölgesindeki sıkışma halini kurtaran işlemlerle panel düzeninin rahatlatıldığını ve A_{13}, A_{12}, A_{11} bölgelerinin yapıldığını tahmin etmeye olanak sağlamıştır. Panelin döşenmesinde bu sıralama, panelin odanın köşesinde oluşu da dikkate alındığında, deformasyon hesabında ortaya çıkan sayısal değerlerle döşemenin fiziki şartları arasındaki uyumu göstermektedir.

İlk olarak hangi element desenin yapılmış olduğu yolundaki taminden hareketle sonraki iş bunun nasıl yapıldığını değerlendirmektir. Mozaik yapım tekniği konusunda yapılan literatür taraması, planlanan geometrik desenleri döşeme yüzeyine transferi konusunda olası seçenekleri kılavuz çizgi, kılavuz kesi, çivi ve ip kullanımı ya da kalıp kullanımı şeklinde belirlemektedir.

Panelin korunmayan bölümü tahrip edilmiştir ve kılavuz çizgi ya kesi izini gözlemlemeye yarar açıklığa rastlanılmamıştır. *Tessellatum* katmanının altı ya da *nucleus* uzantısı açıkta ve gözlemlenebilir durumda bulunmadığından çivi ya da ip kullanımı da değerlendirilememiştir.

Panel yüzeyinde yapılan ölçümler ve deformasyon incelemesi, nasıl bir işlem yapılmış olabileceği konusunda, ihtimaller arasında eleme yapılmasına imkân sağlayan ipuçlarını vermektedir.

Panel düzenindeki sıkışma, tüm element desenlerin standart bir kalıpla yapılmış olması seçeneğini iptal etmek için ilk gerekçedir. Diğer taraftan, eğer standart bir kalıp kullanılmış olsaydı, yapılan ölçümlerde devrik karelerin ağın her yerinde sabit bir değer atrafında küçük sapmalar göstermesi gerekirdi. Ancak, ölçüm sonuçları ağın her yerinde aynı kaynağa ait olamayacak kadar farklılık göstermektedir. Bu nedenle standart kalıp ihtimali elenmektedir.

Kullanılan geometrik desenler, kağıt üzerinde dahi kolayca başedilebilecek desenlerden değildirler. Geometrik motiflerin içerisine yerleşeceği çerçeve belirlenmeden, ağ yapısı oluşturulmadan, devrik kareler oluşturulup birbirine temasları sağlanmadan ve sonucu şansa bırakmamak adına genel uyuşma sağlanmadan döşeme işlemine başlanmış olması kabul edilebilir görünmemektedir. Panel düzenindeki sıkışıklığı tolere edecek esnek bir planlamaya duyulan ihtiyaç da dikkate alındığında, *nucleus* katmanı üzerinde bir planlamanın yapılmış olması gereklilikten çok bir zorunluluk düzeyindedir.

Bu nedenle, kılavuz çizgi ya da çivi ve ip seçeneği için harç katmanları üzerinde değerlendirme yapılamamakla birlikte, deformasyon sonuçlarına göre en güçlü seçenek, yüzeyin bunlardan birisiyle planlanmış olmasıdır. Ayrıca, element desen tamamen köşe noktalarıyla belirlenebilen bir yapıya sahip olduğundan planlamada köşe noktalarının altında belirgin işaretler bulunması kuvvetle muhtemeldir.

Devrik kareler için tessera döşenmesi işleminin bu karelerin birbiriyle ve taşıyıcı çerçeveyle temas noktalarını birleştiren dış kenarlardan başlamış olması ve sonra tessera sıralarıyla karenin merkezine doğru kalınlaştırılarak çizgilere hacim kazandırılması geometrik düzene bağlı sonuçlardan biridir. Taşlar döşenirken

kalınlaştırma yanlış yönlerde yapılırsa karelerin köşelerinin temas etmesiyle kurulan hassas denge yıkılmış olur.

Mozaikte on bir tam, sekiz yarım, dört çeyrek sekizgen hücre bulunmaktadır. Bu hücreler, element desenlerin ağ yapısında tekrarlanması sonucu ortaya çıkan boşluklardır. Bağımsız varlıkları söz konusu değildir. Şekillerinin düzgünlüğü kendiliğinden bir durum olmak yerine yine element desenin devrik karelerinin düzgünlüğünün sonucudur. Devrik kareler tamamlanmadan bu alanların döşenmesi beklenemez.

Devrik karelerin içinde ve kenarları arasında kalan boşluklara sekizgenler yapıldığı, bu sekizgenlerin, üç boyutlu bir etki bırakmak üzere, iç içe katmanlar halinde, teleskopik olarak döşendiği, ancak bu amacın yeteri kadar başarılı olmadığı görülmektedir. Hayvan figürlerini taşıyan sekizgenlerde kısmen başarı görülse de maskların yerleştiği hücreler, üç boyutlu bir kabartma yerine daha çok karanlığa açılan pencere çerçevesine dönüşmüştür. Bu durumun temel sebebi, deformasyonun karelerin ölçülerini ve simetriyi yaralaması sonucunda, sekizgenlerde kenarların bozulmasıdır. Sekizgenlerin iç bölgesine doğru yeni sekizgenlerle teleskopik döşenen hatlarda bozulmalar daha net görülür hale gelmektedir.

Sekizgen hücreler içine yerleştirilen figürler, kendilerine tahsis edilen alana hazır olarak getirilip yerleştirilmiş olmalıdırlar. Geometrik iskeletin hazır oluşu, buna imkân tanımaktadır. Her biri ayrı ve daha titiz birer işçilik ürünü olmaları, konulacakları hücre ile aralarında sade bir fon rengi bulunması, kendilerine alan ayrılmışken, hazır olarak getirilip yerleştirilmek yerine doğrudan zeminde çalışılması sadece zaman kaybı ve ilave güçlük olabilir.

Böylece öncelikle döşemenin çerçeve hattının belirlenmesi, ölçümlerle ağ yapısının hazırlanması, sonra bu ağ içerisinde sırasıyla element desenlerin tekrarlanması, ortaya çıkan ara desen formlarının renklendirilmesi, sekizgen hücrelerin hazırlanması ve son olarak figürlerin bu hücrelere yerleştirilerek figürle çerçeve ara bölgesine fon döşenmesi şeklinde bir mozaik yapım sürecinin iştetildiği anlaşılmaktadır.

2.3.2.12. Üçlü Yaprak Motifi

Panelde, element desenin tekrarlanmasıyla oluşan tam, yarım ve çeyrek sekizgen alanlarda insan, kuş ve balık figürleriyle bitki motifleri yer almaktadır.

Bitkisel motif; solda bir yaprak, ortada bir yaprak ve sağda bir yaprak olmak üzere üç yapraktan oluşmaktadır. Yapraklar *rozet* deseninde olduğu gibi düz değil, bir tarafa eğilmiş durumdadır. Yaprakların uçları "V" şeklindedir. *Rozet* yapısında olduğu gibi tek ve sivri bir uç yoktur. *Rozet* yapısında yapraklar, genelde merkezde bir noktada birleşirken bitkisel motifin üç yaprağının merkezdeki durumu, yarım daire bir çekirdekle örtülmüştür. Yaprakların orta hatlarında koyu renk tessera hattı döşelidir. Bu koyu renk hat, yaprakların ortalarında, açık renk döşenmiş tesssera hattıyla kesişmektedir.

Bu motif, *Décor II*'de, "Compound windswept rosette of 12 adjacent elements, 6 as infolded spindle-shaped petal with bifid point and 6 as dart with convex point (here around a point, dark ground)"[876] şeklinde tarif edilen, *rozetli rüzgar gülü* şeklinde çevirisi mümkün olan bitkisel motifin benzeridir **(EK 140)**.

Üçlü yaprak motifi, panelde yarım sekizgen boşluklara yerleştirilmiştir. Bu motif, mevcut durumda, panelde yedi defa tekrarlanmaktadır. Panelin sol tarafı korunmamış durumda olduğundan içeriği kesin olarak bilinmese de *ağ yapısı* ve *element desen* yapısının sonucu olarak sol tarafta bir tane daha yarım sekizgen boşluk bulunması ve içerisinde *üçlü yaprak* motifi yerleştirilmiş olması gerekmektedir.

Üçlü yaprak motifi, her defasında aynı şekilde tekrarlanmamıştır. Tekrarlarda farkı yaratan, yaprakların bükülme yönleridir. Figürler, tek açıdan gözlemlenebilecek şekilde yerleştirilmediğinden, tam bir gözlem yapabilmek için izleyicinin panel etrafında dolaşması gerekmektedir. Bu nedenle, bükülme yönünü tarif etmede; sağ, sol, aşağı yukarı şeklinde yön tarifi yerine, saat yönü referans alınmıştır. Figürlerin konumunun tarifi için de ağın matris yapısından yararlanılmıştır.

A_{21} ile A_{22} arasında, A_{22} ile A_{23} arasında, A_{23} ile A_{24} arasında, A_{24} ile A_{14} arasında ve A_{14} ile A_{13} arasındaki tekrarlarda sol yaprak saat yönüne ters yönde bükülürken orta ve sağ yapraklar, saat yönünde bükülmektedir. A_{13} ile A_{12} arasında sol ve orta yaprak

[876] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 78, lev. 278, d.

saat yönüne ters yönde bükülürken sağ yaprak, saat yönünde bükülmektedir. A_{12} ve A_{11} arasında ise tüm yapraklar saat yönüne ters yönde bükülmektedir **(EK 141)**.

Panelin karmaşık geometrik dokusu, element desenin tekrarlı kullanımıyla oluşturulmuşken, *üçlü yaprak* motifi de sanki tek bir kopyadan üretilmiş gibi tekrarlanmaktadır. Motifin tekrarlı kullanımında, yaprak yönleri farklılık gösterse de şekil olarak benzerliğin korunması, bu motiflerin de geometrik bir tasarım kullanılarak üretildiğini düşündürmektedir. Bu değerlendirmeler, bitki motifinin, bir geometrik tasarım ürünü olup olmadığının araştırılmasına yol açmıştır.

Motifin geometrik modelinin araştırılırken, elde edilecek modelin sağlaması gereken şartlar tespit edilmiştir. Örneğin, motifin tekrarlarında, yapraklar her zaman aynı yöne bükülmediğinden, motif eğer bir geometrik tasarım ürünüyse bu tasarımın, yaprakların istenilen yöne bükülmesine olanak sağlayan esnekliğe sahip olması gerekmektedir. Elde edilecek geometrik model, sanatçıya, yaprak uçlarının bükülme yönü konusunda özgürlük tanımalıdır. Bitki motifleri yarım sekizgen alanlara yerleştirildiğinden, motifin boyutları, kendilerine ayrılan alanın boyutları tarafından sınırlandırılmaktadır. Bu nedenle, eğer bir geometrik model kullanılmışsa bu model, ölçekten bağımsız olmalıdır ve istenilen ölçüde tekrarlanabilir olmalıdır.

Kullanılan geometrik model, gerçek motifle karşılaştırıldığında, modelden kaynaklanan özelliklerin gerçek motifteki yansımalarının belirlenebilmesi ve anlamlı uyuşmaların görülmesi, doğal olarak beklenmektedir.

Rozet olarak bilinen motif, geometrik olarak düzgün altı yaprak motifidir. Çalışma konusu *üçlü yaprak* ise yarım sekizgen alana yerleştiğinden, bu alan simetrik olarak tamamlandığında tam bir sekizgen elde edileceği gibi üç yapraklı motif de altı yapraklı bir motife dönüşecektir. Bu tamamlama, inceleme konusu bitki motifiyle, düzgün altı yaprak motifi arasında şekil olarak benzerlik kurulabilmesini sağlamaktadır.

Düzgün altı yapraklı motif, düzgün altıgen çiziminin doğrudan sonucudur ve iki boyutludur. Sade bir yapıya sahiptir. Buna karşılık *üçlü yaprak* motifi, yaprak uçlarının "V" şeklinde uzantılara sahip olması nedeniyle sade bir yapıda değildir ve uçların bükülmesi nedeniyle de üç boyutludur. Dolayısıyla daha karmaşıktır.

Karmaşık olan motifin, basit olan figürden hareket edilerek çözümlenmesi doğal bir yaklaşımdır. *Üçlü yaprak* motifi için, modelin sağlaması gereken şartlar, elde

edilen modelin hesap yapmaya yer bırakmaması ve istenilen ölçekte tekrarlanabilmedisir. Bu şartlar, düzgün altı yaprak modelinin zaten sağladığı şartlardır ve hareket noktası olarak düzgün altı yaprak motifinin seçilmesi, başlangıç şartlarına uygunluk açısından tutarlıdır.

Üçlü yaprak ile düzgün altı yaprak motifi arasındaki benzerlik, önce düzgün altı yaprak motifinin geometrik modelinin incelenmesini, bu modelin bükülme algısına yol açacak şekilde nasıl rafine edilebileceğinin araştırılmasını, yöntem olarak belirlemektedir.

Üçlü yaprak motifinin geometrik yapısının çözümlenmesi için düzgün altı yaprak modelinden hareketle, soyut modeli elde edilmiş, bükülme algısını yaratan dinamikler açığa çıkarılmış ve gerçek motifle karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan işlemler ve sonuçları aşağıda sunulmaktadır.

2.3.2.13. Düzgün Altı Yaprak, Altıgen ve Altı Köşeli Yıldız

Düzgün altıgeni düzgün yapan şey, kenar uzunluklarının ve kenarların birleşim açılarının eşit olmasıdır. Bir altıgeni düzgün olarak inşa etmek için köşelerini bir çember üzerinde düşünmek gerekmektedir. Düzgün altıgen elde etmek için bir çember çizmek, çember üzerinde eşit aralıklarla altı tane nokta belirlemek, sonra bu noktaları ikişer ikişer birleştirmek gerekmektedir. Bu işlem için çemberin merkezi olacak bir nokta, sabit bir yarıçap, bir pergel ve en sonunda noktaları birleştirmek için bir cetvel yeterlidir.

Merkez nokta O, yarıçap r olsun. Pergelin bir ucu O noktasına sabitlensin ve diğer ucu r kadar açılsın. Bu şekilde oluşturulan çember, altıgenin üzerine yerleşeceği çemberdir ve çizim süreci boyunca, kolaylık hatırına, bu çembere, *taşıyıcı çember* denilecektir. Pergelin açıklığı değiştirilmeden, pergel kaldırılır, sabit ucu, taşıyıcı çember üzerinde T_1 noktasına yerleştirilerek yeniden bir çember çizilir. Elde edilen çember, taşıyıcı çemberi iki noktada (T_2 ve T_6) keser. Pergelin açıklığı değiştirilmeden, sabit uç T_2 noktasında olmak üzere çember çizilir. Bu çember de taşıyıcı çemberi iki noktada (T_1 ve T_3) keser. Pergelin açıklığı değiştirilmeden, sabit uç T_3 noktasında olmak üzere çember çizilir. Elde edilen çember taşıyıcı çemberi iki noktada (T_2 ve T_4) keser. İşlem T_4 noktasında tekrarlandığında taşıyıcı çemberi iki noktada (T_3 ve T_5)

kesen çember elde edilir. İşlem T_5 noktasında tekrarlandığında elde edilen çember, taşıyıcı çemberi iki noktada (T_4 ve T_6) keser. Son olarak T_6 noktasında işlem tekrarlandığında taşıyıcı çemberi iki noktada (T_5 ve T_1) kesen çember elde edilir **(EK 142)**.

Elde edilen grafikte, esas hedef çember üzerinde ikişer ikişer eşit aralıklı altı tane nokta elde edilmesidir. Bu işlem sürecinin bir parçası olarak taşıyıcı çember içerisinde *rozet* olarak bilinen düzgün altı yapraklı çiçek motifi elde edilmiştir **(EK 143)**.

T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 ve T_6 noktaları birleştirildiğinde, düzgün altıgen elde edilmektedir **(EK 144)**. $T_1T_3T_5$ üçlüsü ve $T_2T_4T_6$ üçlüsü birer eşkenar üçgen oluşturur **(EK 145)**.

Düzgün altıgen çizmek gibi sade bir amaçla yola çıkılmış, sürecin bir parçası ya da sonucu olarak eşkenar üçgen, altı köşeli yıldız ve *rozet* motifleri elde edilmiştir **(EK 146)**.

2.3.2.14. Üçlü Yaprak Motifinin Soyut Modeli

Düzgün altı yaprak motifi elde edildikten sonra, bükülme olarak alıgılanan eğriliklerin çözümü araştırılmıştır. Çember eğriliğinde bir yaprak için bükülme olgusu, kırık bir hat oluşturmaksızın, eğriliğin artırılarak sürdürülmesi olarak ele alınmıştır.

Doğrunun doğruluğu tek türlü iken eğrinin eğriliği değişkenlik göstermektedir ve eğrilik ölçülebilir bir niceliktir. Çember için yarıçap büyüdükçe eğrilik azalırken, yarıçap küçüldükçe eğrilik artmaktadır. Dolayısıyla çemberin eğriliği, yarıçapıyla ters orantılıdır.[877]

Çember yapısındaki bir yaprağın daha kavisli (eğri) hale getirilerek bükülmesi, yani yaprak kenarının daha büyük bir eğrilikle devam ettirilmesi, yaprak kenarını taşıyan çemberin, yarıçapı bu çemberin yarıçapından daha küçük bir çemberle devam ettirilmesiyle mümkündür.

[877] Carl Friedrich Gauss, **Disquisitiones Generales Circa Superficies Curvas, (Eğri Yüzeyler Üzerine Genel Araştırmalar)**, Çev. Gülnihal Yücel, Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi, 2012, s. 68.

Yaprağı oluşturan çemberlerin merkezleri ve yarıçapları belirlidir ancak bu çembere eklenecek, bu çemberi devam ettirecek çemberin merkezi ve yarıçapı, belirli değildir. Bu haliyle çözüm için seçenekler sınırsızdır.

Başlangıç şartları gözden geçirildiğinde, seçenekler azalmaktadır. Başlangıç şartlarına göre, ortaya konulacak çözümün, hesaplama gerektirmeyen ve doğal olarak elde edilen bilgilere dayanan bir çözüm olması gerekmektedir. Ayrıca, yapraklar aynı yöne bükülmediğinden, bükülme olgusunu yönlerden bağımsız olarak sürdürmeye olanak veren bir çözüm olmalıdır. Her bir yaprak için bükülmeyi sağlayan merkez ve yarıçap bilgilerine ihtiyaç vardır. Başka bir deyişle, doğal olarak orada bulunan referans noktalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaca cevap verecek referanslar, ancak düzgün yaprak motifinin elde edilmesi sürecinin bir parçası veya sonucu olarak orada olabilirler. Öyleyse, düzgün altı yaprak motifini ortaya çıkaran sürecin parçası ve sonucu olan çemberler, noktalar, düzgün altıgen, altı köşeli yıldız, eşkenar üçgen, noktaları karşılıklı birleştiren çizgilerin kesişim noktaları, referans adayı noktalardır.

Seçeneklerin biraz daha netleştirilmesi için bükülme olgusunun geometrik olarak gerçekleşme koşulları değerlendirilmiştir. Eukleides'in tarifine göre, bükülme olgusunun, kırılma yaşanmadan geçekleşebilmesi için, yaprak kenarını taşıyan çemberin merkezi, bükülmeyi sağlayacak çemberin merkezi ve bükülmenin başladığı nokta, aynı doğru üzerinde olmak zorundadır.[878] Bu doğru, bükülmeyi sağlayan eksen (bükülme ekseni) olacaktır.

Bükülme ekseni, her bir yaprak için seçeneği teke indirmektedir. Yaprak kenarlarını düzenleyen çemberlerin merkezleri, taşıyıcı çember üzerinde, yaprağın hemen solundaki ve hemen sağındaki noktalardır. Bu noktalardan geçen ve yaprağın bükülme yaşanan bölümüyle ilişkilenen tek doğru, bu noktaları birleştiren doğrudur. Bu doğru, her bir yaprak için, merkezden yaprak ucuna uzanan orta hattı dik olarak kesmektedir. Bu doğru üzerinde, her bir yaprak için, çizim sürecinin parçası veya sonucu olan beş nokta mevcuttur. Bu noktalardan bir tanesi yaprağın orta noktası, iki tanesi yaprağın genişliğini belirleyen noktalar, iki tanesi de beş köşeli yıldızın köşeleri arasındaki çukur noktalardır. Bu noktalar üzerinden yapılan inceleme sonucunda, bükülme olgusu ortaya çıkarılmıştır.

[878] Euclid, **Elementler**, III.11.

Orta yaprak için bükülme *X* noktasından başlamaktadır. *X* noktasında birbirinden ayrılan biri küçük diğeri daha büyük iki yay bulunmaktadır. Küçük olan yayın merkezi, *X* noktasının simetriği olan *B* noktasıdır. Bu yayın yarıçapı yaprağın genişliğine eşittir ve yay oluşturulduğunda bükülme eksenini *D* noktasında kesmektedir. Büyük olan yayın merkezi ise altı köşeli yıldızın, yaprağın büküldüğü tarafta kalan, iki sivri uç arasındaki çukura isabet eden *C* noktasıdır. Yaprak ucunun *V* şeklinde olmasını sağlayan yaylar da oldukça ilginçtir. *X* noktasından ayrılan yayların, geri çekilmesiyle oluşmaktadırlar. *X* noktasından ayrılan büyük yayın taşıyıcı çembere teğet olduğu nokta, merkez üssü *D* noktası olmak üzere geri çekildiğinde, *X* noktasından ayrılan yay da *D* noktasından ve merkez üssü yaprak ortası olan *A* noktası merkez olmak üzere geri çekildiğinde bu geri çekme yayları kesişerek yaprak ucuna özgün şeklini vermektedir. Bu işlemler diğer yapraklar için de tekrarlandığında *üçlü yaprak* motifinin soyut modeli elde edilmektedir **(EK 147)**.

2.3.2.15. Üçlü Yaprak Motifi ve Soyut Modeli

Soyut modelin kusursuzluğu karşısında gerçek model, materyal ve işçilik süreçlerinden ve modelin gerçek dünyaya aktarılmasında seçilen araçlara bağlı olarak kusursuz değildir ve belirli düzeyde bir bozulmayla gerçekleşmiştir. Bozulma etkileri, şekil sapmaları olarak görülmekle birlikte soyut modelin uygulamaya yansıyan karşılıklarını örtmemiştir.

Altı yaprak motifinin geometrik modelinde, merkezden yaprak uçlarına uzanan hat, *üçlü yaprak* motifinde de korunmuştur. Gerçek modelde bu hat, koyu renk ve tek sıra halinde döşenmiş tessera hattına karşılık gelmektedir ve tüm yapraklarda mevcuttur. Bu koyu hat, yapraklar için, yaprağın iç yüzeyinde bulunan orta damar rolündedir ve yaprağın boyuna uzanan simetri eksenidir. Yaprağın dış yüzeyi, güneş ışığının verdiği parlaklığı yansıtacak şekilde parlak ve açık renk taşlarla döşenirken yaprağın iç yüzeyinde bulunan koyu renk damar hattı, yaprağın iç yüzeyi ile dış yüzeyinin ayırt edilmesini sağlamıştır.

Geometrik modelde merkezden yaprak uçlarına uzanan orta hat, yaprağın ortasından geçen bükülme hattı tarafından dik açıyla kesilmektedir. Bükülme hattı olarak adlandırılan hat, yaprağı enine kesen simetri eksenidir ve gerçek modelde koyu

renk tessera hattını kesen açık renk tessera hattı olarak gerçekleşmiştir ve tüm yapraklarda mevcuttur.

Geometrik modelde, yaprakların bükülme hatları ve orta damar hatları, yaprağın bükülmeye başladığı nokta ve bükülme organizasyonu ve arka plana itilen hatlar açıkça görülmektedir. Geometrik modelin çizgileri, ışık-gölge geçişleri için ayrım çizgilerini belirlemektedir. Geometrik modelde yaprağın dış yüzeyini temsil eden bölgelerin açık renk taşlarla renklendirilmesi, yaprağın iç yüzeyinde koyu renk taşlarla döşenmesi, soyut modelin renklendirme için kılavuz rolü oynadığını göstermektedir.

Modelde yapraklar giderek daralmakta ve keskin bir sivrilikle sona ermektedir. Giderek daralan alanlara tessera döşenmesindeki zorluk, alanı sınırlayan hatların düzenli daralmasına karşılık, bu alana döşenecek taş boyutlarının bu kadar düzenli daralmaya cevap verecek hassasiyette olmamasıdır. Soyut modeldeki zarif eğrilikler, uygulamada güçlükle ifade edilebilmiştir.

Soyut modelde yaprakların merkezi noktasaldır. Gerçek motifte ise yaprak merkezi, yarım daire şeklinde bir çekirdekle kapatılmıştır. Bu çekirdek, merkezde toplanan daralan alanlara tessera döşemenin zorluğu karşısında durumu kurtaran yada telafi eden bir operasyon olarak görülebilir. Diğer taraftan bu çekirdek yapılmadığı durumda yapraklar boşlukta asılı kalan bir motif olarak kalacaktır. Yarım daire çekirdek sayesinde yaprakların boşlukta kalmadığı, organik devamlılığının sağlandığı, bu devamlılığın döşeme çerçevesinin arkasında olduğu algısı yaratılmıştır.

Yarım daire çekirdek, A_{11} ve A_{12}, A_{12} ve A_{13} arasındaki bölgede büyük yaprakların arasına küçük yaprak çıkıntılarıyla sürprizler eklemektedir.

Yaprakların bükülme yönleri açısından farklı tercihler de uygulamaya yansıtılmıştır. Soyut model, doğal referans noktalarına dayalı, ilave hesap yapılmasına yer bırakmayan esnekliğinin sonucu ve yaratıcılığa alan açması bakımından ayrıca değer taşımaktadır.

2.3.2.16. Üçlü Yaprak Motifi ve Matematik

Bitki motifi olarak düşünülen *üçlü yaprak* motifinin soyut geometrik modeli elde edilmiş, soyut modelin, gerçek motifin şekillendirilmesinde ve renklendirmesinde

kullanıldığı, teorik olarak olması gereken çizgilerin gerçek modelde karşılık bulduğu tespit edilmiştir.[879]

Ölçüsüz cetvel ve pergelle düzgün altıgen çizimi yapılırken, eşkenar üçgenler, altı köşeli yıldız gibi düz çizgi ürünü motiflerin yanı sıra altı yaprak motifi gibi eğrisel bir motif de elde edilmektedir. Düzgün altı yaprak motifi, bu bakımdan, düzgün altıgen ispat yönteminde işleyen çizim sürecinin sonuçlarından yalnızca bir tanesidir.

Üçlü yaprak motifi, düzgün altı yaprak motifinin, bükülme olgusuyla modifiyesinin sonucudur. Matematik açısından, düzgün altıgen çizme bilgisinin ve Eukleides tarafından tarif edilen, farklı çaplardaki yayların birleştirilmesi konusundaki bilginin kullanıldığı görülmektedir. Yaprakların bükülme yönlerinde özgürlük alanı bırakan yöntem, motifin varyantlarına doğal olarak yol açmaktadır.

Rozet figüründen *üçlü yaprak* motifine geçiş, teknik bakımdan, iki boyutlu tasarımın üç boyutlu tasarıma geçişi örneklendirmektedir. Çözümleme, üslup gelişimi açısından, düzgün yaprak motifinden bükülmüş yaprak motifine geçiş için matematiksel açıklama sunmaktadır.

Gerek *rozet* gerek *üçlü yaprak* motifinin çizim süreçleri ve süreçlerde ortaya çıkan motif zenginliği, geometrik motiflerin, süratle çeşitlenme ve varyantlaşma eğiliminin, geometrik süreçlerde işleyen görsel zenginlikten kaynaklandığını göstermektedir.

2.4. TARTIŞMA

2.4.1. Yunan Matematiği ve Mozaik Sanatı

Mozaik sanatı ve matematik arasındaki ilişkinin genel olarak ve ana hatlarıyla belirlenebilmesi, mozaik sanatı tarihinin matematik tarihiyle yan yana getirilmesiyle mümkündür.

Matematik ve mozaik sanatı arasındaki kronolojik karşılaştırma Uruk-Warka mozaikleriyle başlatıldığında, zig-zag ve eşkenar dörtgen betimlemeleri, geometrinin

[879] Erhan Aydoğdu ve Ali Kazım Öz, "Geometrical Analysis of the Triple Leaf Pattern in Metropolis", **Proceedings of the 19th International Congress of Classical Archaeology Volume 22: Archaeology and Economy in the Ancient World: Local Styles or Common Pattern Books in Roman Wall Painting and Mosaics (Panel 3.22)**, (Ed. Renate Thomas), Propylaeum, Heidelberg University Library, 2021, ss. 81-90.

temel kavramları olan düz çizgi ve kırık çizgi kavramlarıyla örtüşmektedir. Bu örtüşme, mozaik sanatının erken örnekleriyle geometrinin temel kavramları arasında bağ kurmaktadır.

Gonur Depe mozaikleri, mozaik sanatında *tessera* kullanımının erken örneklerini sunarak *tessera* kullanımı konusundaki tartışmalara yeni bir boyut kazandırmakla birlikte mozaik döşemenin *kare ağ* olarak ele alınması ve karesel hücrelerde aynı desenin tekrarlanması bakımından, mozaik sanatında planlı çalışmanın ve geometrik yaklaşımın erken örneği olarak düşünülebilir.

Üçgen formlarının tekrarlı kullanımını örneklendiren Uşaklı Höyük, geometrik desenlerin bir repertuarını sunan Gordion, kare desenlerle geometrik karakteri açığa vuran Ziyaret Tepe ve Til-Barship mozaikleri, Yunan coğrafyasında mozaik sanatının başlangıcını önceleyen zamanlarda mozaik sanatı ve matematik ilişkisine vurgu yapmaktadır.

Yunan matematiğinin ilk dönemi olan Ionia ve Pythagorasçılar Dönemi, MÖ 6. yüzyılı kapsamaktadır ve etkileri MÖ 5. yüzyıla uzanmaktadır.[880] Buna karşılık Yunan coğrafyasında mozaik sanatının başlangıcı MÖ 7. ve 6. yüzyıl tapınaklarında ve kutsal alanlarında bezemesiz çakıl taşı taban döşemeleriyle başlamaktadır. Bezemesiz döşemeler, mozaik sanatının başlangıç dönemi ve matematik ilişkisi konusunda değerlendirme yapılmasına olanak vermemektedir. Ancak, günün birinde ortaya çıkarılması halinde, matematiğin bir disiplin haline gelişini karşılayan ve Thales'e ve Pythagoras'a atfedilen teoremlerin esintilerini temsil eden geometrik formları taşımaları beklenebilir.

Yunan matematiğinin ikinci dönemi, MÖ 5. yüzyılı kapsayan Kahramanlık Dönemi'dir. Bu yüzyılın ikinci yarısı matematikte cesur düşüncelerin ileri sürülmesi anlamında oldukça hareketlidir.[881] Çemberin doğasının incelenmesinin gündeme alınması ve çemberin alanının hesaplanması ya da başka bir deyişle çemberin karelenmesi problemi bu yüzyılda ortaya konulmuştur. MÖ 5. yüzyılın mozaik sanatı açısından önemi ise bu yüzyıldan itibaren eserlerin kesintisiz olarak gözlemlenebilmesidir. MÖ 5. yüzyılın son çeyreğine tarihlenen Korint'teki Centaur Hamamı, çakıl taşı mozaiğinin erken aşamasını örneklendirmektedir **(EK 37)**. Bu

[880] Boyer, ss. 48-68.
[881] Boyer, s. 69.

mozaik, merkezinde dörde bölünmüş bir çember, çember etrafına sıralanmış üçgenler, üçgen hattını kuşatan meander hattı, meander hattını kuşatan dalga motifleriyle[882] çemberi, çember çevresinin bölünmesini ön plana çıkarmaktadır. Bu bakımdan geometrik karakteri ağır basmaktadır. Bir yüzyıl sonraya, MÖ 4. yüzyılın ilk çeyreğine tarihlenen, Olynthos'ta Komedyen Evi'nden bir mozaikte de dörde bölünen çember ve dörde bölünen bir dörtgen yan yana döşenmiştir **(EK 38)**.[883] Bu örnekler, matematiğin popüler problemlerinden biri olan çemberin karelenmesi probleminin ortaya çıkışı ve popülerlik kazanmasıyla kronolojik tutarlılık göstermektedir.

Yunan matematiğinin üçüncü dönemi, Platon ve Aristoteles Dönemi'dir ve MÖ 4. yüzyılı kapsamaktadır. Platon'un *Devlet*'i, MÖ 4. yüzyılın ilk yarısına aittir. Platon, *Devlet*'in yedinci kitabında, ideal devleti yönetecek filozof ve idarecilerin mental eğitimi için aritmetik, geometri, üç boyut ve katı geometrisi (uzay geometrisi) ve astronomi öğrenimini öngörür.[884] Diyalogda, iki boyutu ifade eden geometri öğreniminden sonra sonra yapılacak şeyin üç boyutu çalışmak olduğu belirtilmektedir. Üç boyut kapsamında, küpün boyutlarının ve derinliğe sahip olan şeylerin çalışılması ve incelenmesine özel olarak vurgu yapılmaktadır.[885] Tartışmada konu, küpün ve derinliği olan şeylerin incelenmesine geldiğinde, hiçbir kentte bu çalışmalara değer verilmediği, çalışmaların onurlandırılmadığı, üç boyut konusundaki çalışmaların zor olduğu, zor olduğu için araştırmaların yavaş ilerlediği, bu işi yürütebilecek başarılı idarecilerin zor bulunduğu, araştırmacıların kibirleri nedeniyle, üç boyuta yol gösterecek kişinin rehberliğine gönüllü yaklaşmaktan uzak oldukları belirtilerek çözüm yolu olarak bu çalışmaların teşvik edilmesi ve onurlandırılmasından söz edilmektedir.[886] Bu diyalog, ideal devlette matematik eğitiminin bir çerçeveye oturtulması bağlamının devamı olarak Yunanistan'da mevcut durumu tespit etmekte, Yunan kentlerinde üç boyuta ilgisiz kalındığını ifade etmektedir.

Klasik Dönem'in erken zamanlarında iki boyutluluğun baskın karakter olması, MÖ 5. sonları ile MÖ 4. yüzyıl aralığındaki mozaiklerde, resim sanatının derinlik kavramını geliştirme, figürlerin gölgelerini betimleme, üç boyutu ve naturalizmi

[882] Dunbabin, Mosaics, ss. 5, 6, res. 1, 2.
[883] Dunbabin, Mosaics, ss. 6, res. 3.
[884] Plato, Republic, VII. 525 a-529 e: Plato, **Republic of Plato**, çev. Benjamin Jowett, Oxford: Clenderon Press, 1888.
[885] Plato, Republic, VII. 528 b.
[886] Plato, Republic, VII. 528 b-528 c.

yakalama çabasının hâkim oluşu, Geç Klasik Dönem mozaiklerinin bu çabanın genel olarak gerisinde kalması, Erken Hellenistik Dönem'de mozaik sanatının, resim sanatına rakip duruma gelen örnekler vermesi,[887] Hellenistik Dönem mozaik sanatının üç boyutlu, renkli ve resimsel olma özelliklerini en açık şekliyle gösteren örnekler vermesi karşısında, MÖ 4. yüzyılın ilk yarısına ait bu diyaloğun Yunan kentlerinde üç boyuta bakış açısı ve uygulamada dikkate alınması konusunda yaptığı tespitler ve diyaloğun devamında üç boyutu geliştirmenin gündeme alınıyor olması, mozaik sanatında, iki boyutlu ve üç boyutlu özelliklerin tarihsel gelişimiyle tutarlı görünmektedir. Klasik Dönem'den Hellenistik Dönem'e geçiş, matematik yönünden iki boyuttan üç boyuta geçişi temsil etmektedir. Bu geçiş sürecinde mozaik sanatında resimsel betimlemeler ön planda iken geometrik desenlerin ikinci planda kalışı ilginç bir durumdur.

Platon, matematiğin, gerçeğin özüne, saf düşünceyle ulaşmak için ele alınmasından yanadır ve pratik uygulamalara sıcak bakmamaktadır.[888] Platon, özel olarak Daedalos'u, genel olarak zanaatkârları ve ressamların özenli ve detaylı diyagramlarını örnek göstermektedir ve bu tasarımları geometri bilenlerin takdir edeceğini vurgulamaktadır. Ancak Platon, matematiğin, uygulama sahasında takdire değer sonuçlar vermekle beraber, gerçeğin özüne ulaşmada uygulama sahasının bir yol olarak tercih edilmesinden yana değildir.[889]

Üç boyutu öne çıkarmasına ve kesin olarak çalışılmasının gerekliliğini ileri sürmesine karşılık, Platon'un matematiğin pratik uygulamalarına sıcak bakmama yönündeki yaklaşımı, Roma Dönemi'ne göre, Erken Hellenistik Dönem ve Hellenistik Dönem'de, mozaiklerde geometrik süslemelerin oldukça sınırlı kalmış olması ve resimsel özellik olarak üç boyutun gelişmiş olmasıyla uyumludur.

Yunan Matematiğinin Altın Çağı, Eukleides ile başlayıp Pergeli Apollonios ile sona ermektedir. Altın Çağ, başlangıç ve sona erme referanslarına dayalı olarak MÖ 300 ile MÖ 190 aralığına veya daha kapsamlı olarak MÖ erken 2. yüzyıl ile erken 1. yüzyıl aralığına konumlandırılmaktadır. Bu dönemde matematikçiler çalışmalarını tanım-teorem-ispat şeklinde standart hale getirerek dökümante etmişlerdir. Bilginin sır

[887] Dunbabin, Mosaics, s. 9.
[888] Plato, Republic, VII. 525 a-529 a; Plato, The Statesman, 258 d: Plato, **Plato in Twelve Volumes**, Cilt: 8, çev. Harold North Fowler, Cambridge-Massachusetts: Harvard University Press, London: William Heinemann LTD, 1914.
[889] Plato, Republic, VII. 529 e.

olarak saklanması geleneğinin terk edilmesi yönüyle Pythagorasçı ekolün sözlü geleneğinin terk edildiği bunun yerine bilginin daha erişilebilir hale geldiği düşünülebilir.

Eukleides'in MÖ 300 dolaylarına atfedilen, üç boyut ve perspektif üzerine çalışmaları özellikle vurgulanmaya değerdir. Bu dönemde ortaya konan bilgiler; nokta, doğru, düzlem, çember ve küre geometrisi; parabol, hiperbol ve elips eğrileri; üç boyutlu katılar ve yarı düzgün katılar; yüksek aritmetik, sayılar teorisi ve cebir gibi temel matematik bilgilerinin hemen hemen tümünü içermektedir. Eukleides, Aristarkhos, Arkhimedes ve Apollonios'un çalışmalarının bir bölümü günümüze ulaşmıştır. Günümüze ulaşabilmeleri, bu çalışmaların ait oldukları dönemden itibaren elden ele geçerek dolaşıma girmeleriyle sağlanmıştır. Bu bakımdan mozaik sanatında desen repertuarının tümünü karşılayacak bir teorik yapı, Matematiğin Altın Çağı'nda mevcut durumdadır.

Eğer matematik bilgisi mozaik sanatına, bilginin ortaya konulmasına paralel olarak süratle yansımış olsaydı, Hellenistik Dönem mozaiklerinde geometrik karakterin ağır basması, geometrik mozaiklerin üst düzey geometri bilgisi içeren örnekler sunması gerekirdi. Mevcut mozaik katalogları göz önünde bulundurulduğunda, MÖ 3. yüzyılda hazır bulunan hayli kapsamlı geometrik form repertuarının mozaik sanatına yansımasında bir veya birden fazla sebeple gecikme yaşandığı ve geometri bilgisinin tümünün değil sınırlı bir bölümünün mozaik eserlere yansıdığı görülmektedir.

İki boyutun aşılıp üçüncü boyutun yakalanması çabasının öne çıkmasına karşılık geometrik desenlerin ikinci planda kalışının, dönemin düşünce dünyasını şekillendiren Platon ve ekolünün matematiğe yaklaşımlarıyla da yakından ilgili bir arka plana sahip olduğu düşünülmektedir. Bu düşünce, mozaik sanatında iki boyuttan üç boyuta geçişin dinamiklerini ve kapsamlı bir çözümlemesini problem olarak belirlemekte, araştırma konusu haline getirmektedir.

MÖ 150 ile MS 150 aralığını kapsayan zaman dilimi, Uygulamalı Matematik Dönemi'dir. MÖ 6. yüzyıldan itibaren matematik pür teoriye odaklıyken bu dönemde uygulama sahasına yönelmiştir.[890] Bu yönelim Yunan matematiğinde bir kırılma noktasıdır. Platon'un uygulamalı matematiğe sıcak bakmayışı dikkate alındığında, bu

[890] Boyer, s. 193.

dönemde Platon'un düşüncelerinin matematik sahasında kırıldığı, Roma dünyasının pratiğe odaklı yaklaşımının öne çıktığı düşünülebilir. MÖ 1. yüzyıldan itibaren mozaiklerde, merkezde geometrik ya da bitkisel, nadir olarak da figürler içeren hücresel bölmeler görülmesi,[891] bordürlere sıkışmış durumda olan geometrik motiflerin, giderek yüzeyinin tümüne yayılan tekrarlı motiflere doğru gelişmesi,[892] Cumhuriyet Dönemi'nin sonlarını ve İmparatorluk Dönemi'nin erken zamanlarını kapsayan zaman diliminde, İtalya'da mozaik üretiminin artması, siyah-beyaz mozaiğin ucuz ve hızlı üretilmeye başlaması, geometrik süsleme repertuarının zenginleşerek genişlemesi,[893] Uygulamalı Matematik Dönemi'nin ruhuyla örtüşmektedir.

Mozaik sanatında MS 2. yüzyılda ortaya çıkan yeniliklerden biri de panelin tamamında ya da bir bölümünde, eğrisel ve kıvrımlı yapıda stilize edilmiş bitki motiflerinin, ritmik ve simetrik düzenleme içerisinde giderek artan oranda kullanılmasıdır.[894] Düzenli ve detaylı formların ritmik ve simetrik düzenlemelerle karmaşık yüzeylerle sonuçlanmaları, geometrik mozaiklerle stilize bitkisel mozaiklerin aynı gelişim çizgisinde buluşması, geometrik desen repertuarının olgunlaşıp figür stoklarının limitine ulaşması, fark yaratacak çıkış yolu olarak bitki motiflerinin stilize edilişi, uygulamalı matematik düşüncesiyle uyumlu ve onun devamı olarak değerlendirilebilir.

Yunan Matematiğinin Gümüş Çağı, Ptolemaios'un *Almagest*'inin ait olduğu MS 150 dolaylarından MS 6. yüzyıl sonlarına kadar olan dönemi kapsamaktadır. Bu zaman dilimi saf ve homojen olarak *gümüş* deyimini karşılamaz. MS 150 ile MS 250 aralığı, Uygulamalı Matematik Dönemi'nde görülen durağanlığın kırılıp yeniden teoriye yönelimi karşılayan bir canlanma dönemidir. *Gümüş Çağı* deyimiyle kastedilen zaman dilimi, bu yönelimin ete ve kemiğe büründüğü MS 250-350 aralığını karşılamaktadır.[895] Yönelimin eyleme dökülmesi ve eser ortaya konulması bağlamında

[891] Dunbabin, Mosaics, s. 55, dip not: 9; Matini, Mosaici, ss. 75-91; Barbet ve Guimier-Sorbets, Le motif, ss. 23-37, lev. I-IX; Becatti, Alcune, ss. 175-179.
[892] Üstüner, s. 93.
[893] Blake, Pavements, ss. 7-159; Blake, Italy, ss. 67-214; Marion Elizabeth Blake, "Mosaics of the Late Empire in Rome and Vicinity", **Memoirs of the American Academy in Rome**, Cilt: 17, 1940, ss. 81-130; M. L. Morricone, "s.v. Mosaico", **Enciclopedia dell'Arte Antica**, 1970, 504-531; Salies, geometrischen, ss. 1-178; Dunbabin, Mosaics, s. 293.
[894] Becatti, Ostia 4, ss. 153-158, Kat. No. 292-293, 288-289, lev. LXXV-LXXVIII, LXXX; Dunbabin, Mosaics, ss. 60-61, res. 61.
[895] Boyer, s. 197.

MS 2. yüzyıl ile MS 4. yüzyıl aralığı Yunan matematiğinin yeniden atağa geçtiği dönemdir.

MS 2. yüzyıla ait mozaiklerde geometrik formların tekrarlı kullanımıyla elde edilen karmaşık yüzeyler, kendi içinde süslemelerle yüklü bölümler, MS 1. yüzyılda görülen geometrik formları detaylandırma eğiliminin, MS 2. yüzyılda gelişerek devam etmesinin sonucu olarak görülmektedir.[896] Bu eğilim, matematikte görülen hareketlenmeyle aynı döneme denk gelmektedir. MS 3. yüzyılda mozaik sanatının ayırt edici başarısı, geometrik desenlerin, özellikle eğrisel formların kontrast renk kullanımıyla desteklenerek etkileyici döşemeler elde edilmesidir.[897]

Geometrik desenler açısından M.S. 2., 3. ve 4. yüzyıllar, mozaik sanatında geometrik motiflerde büyük bir detaylandırma ve çeşitleme sürecini ifade etmektedir. Çoğu taşra atölyesinin çok renkli mozaik üretimini tercih etmesi, hem desen hem de renk çeşitliliği, çok daha zengin bir uygulamayı ortaya çıkarması bakımından fark yaratmıştır.[898]

Eğrisel hatların uygulanmasında ilgilenilmesi gereken kesinlik, detay düzeyi ve elde edilen başarılı sonuçlar, mozaik ve uygulamalı matematik arasındaki bağın güçlü olduğunun bir göstergesidir. Eğriler üzerine çalışmalar, matematikte Klasik Dönem'den itibaren vardır. Arkhimedes ve Apollonios'un sağ olduğu MÖ 3. yüzyıl; spiral, elips, parabol, hiperbol gibi eğrilerin altın çağıdır. Bunların üzerinden çok zaman geçmiştir. Uygulamalı Matematik Dönemi'nde ise çember, açılar ve trigonometri ilginin merkezindedir. Bu ilgi, Ptolemaios'un *Almagest*'inde oldukça belirgindir. Ptolemaios'un *Almagest*'i Uygulamalı Matematik Dönemi'nin sonunu temsil eder ve küre, küre yüzeyindeki çemberler, eğrisel yörüngeler gibi eğrisel yapılara odaklanmıştır. Bu gelişmeler, pür matematikte durağanlığın kırıldığı ve hareketlenmenin yaşandığı döneme denk gelmektedir. İster Klasik Dönem referans alınsın, ister Yunan Matematiğin Altın Çağı, isterse Uygulamalı Matematik Dönemi referans alınsın, eğrisel hatların mozaiklere yansıması her durumda gecikmiş bir yansımadır.

MS 350-485 aralığı Yunan matematiği için düşüş dönemidir. Düşüşün son noktası Proklos'tur (MS 410-485). MS 4. yüzyıl ortalarından itibaren, Doğu Akdeniz

[896] Dunbabin, Mosaics, s. 60, res. 59; Becatti, Ostia 4, ss. 128-133, Kat. No. 237-267, lev. CCXXV.
[897] Dunbabin, Mosaics, ss. 60, 293, res. 60, 299.
[898] Dunbabin, Mosaics, s. 293.

havzasında Hellenistik etkili mozaiklerde, panelin üç boyut yerine iki boyutlu olarak ele alınışı,[899] mozaik sanatında üç boyuttan iki boyuta düşüş, Yunan matematiğinin düşüşe geçtiği dönemle çakışmaktadır.

Proklos sonrasını tarif eden MS 485-600 aralığı ise Yunan matematiğinin kalıntılarıyla bir süre devam ederek sonunda sönümlendiği zaman aralığıdır.[900] Bu sönümlenme sürecini, mozaik sanatında, Geç Antik Dönem'de, geometrik süslemelerde yeni motiflerin de kullanılmaya başlanmasıyla zevkin değişikliğe uğraması karşılamaktadır.[901]

Bu karşılaştırmalar, matematiğin tarihsel gelişimiyle mozaik sanatının tarihsel gelişim aşamalar arasında, aşamalara hâkim eğilimlerin örtüştüğünü göstermektedir.

2.4.2. Svastika, Meander ve Spiral İlişkisi

Svastika, toprak kap yüzeylerinden sikkelere, duvar süslemelerinden taban döşemelerine, takılardan resim ve heykel sanatlarına, tekstilden hiyerogliflere geniş bir yelpazede, türlü uygulamalarıyla, dünyanın herhangi bir bölgesinde herhangi bir toplumdan örneklerine rastlanabilen bir formdur.[902] Bu formun bilinen en eski örneği, Ukrayna'nın Mezyn bölgesinden, mamut dişinden yapılmış figürinlerle MÖ 10. bin yıl dolaylarına uzanmaktadır.[903]

---

[899] Ernst Kitzinger, "Stylistic Developments in Pavement Mosaics in the Greek East from the Age of Constantine to the Age of Justinian", **La mosaïque gréco-romaine, Actes du I^er^ colloque international pour l'étude de la mosaïque antique, Paris, 29 août-3 septembre 1963**, (Ed. Henry Stern ve Gilbert Charles Picard), Paris, 1965, (CMGR I), s. 341-352; Ernst Kitzinger, "Mosaic Pavements in the Greek East and the Question of a 'Renaissance' under Justinian", **Actes du VIe Congrès International d'Études Byzantines, Paris, 27 juillet - 2 août 1948**, Comité français des Etudes Byzantines, Paris, 1951, ss. 209-223; Dunbabin, Mosaics, ss. 176-184.

[900] Boyer, ss.196-216.

[901] Dunbabin, Mosaics, ss. 160-186, 187-208, 295-296, res. 208, 302. Balmelle ve diğerleri, Décor I, lev. 149, g (Tiberiade, [Israel]). Balmelle ve diğerleri, Décor II, lev. 235, a (Antioche, [Türkiye]); 235, c (Ghine, [Liban]); lev. 244, d (Ravenne [Italie]); 244e (Ravenne [Italie]); lev. 246, f (El Muharrafa, [Israel]).

[902] Thomas Wilson, The Swastika: **The Earliest Known Symbol, And Its Migrations; With Observations on The Migration of Certain Industries in Prehistoric Times**, From the Report of the U.S. National Museum for 1894, Pages 757-1011, With Plates 1-25 and Figures 1-374, Government Printing Office, Washington, 1896, (The Swastika), ss. 757-1011.

[903] John Prince Lowenstein, "The swastika: Its History and Meaning", **Man**, Cilt: 41, 1941, ss. 49-55; Joseph Campbell, **The Flight of the Wild Gander**, Harper Perennial, New York, 1990, ss. 136-165; V. N. Gri, Suhita Chopra Chatterjee, Pallab Dasgupta, Narayan C. Nayak, Priyadarshi Patnaik, Aurobindo Routray, Arindam Basu, William K. Mohanty, Probal Sengupta, Abhijit Mukherjee, Joy Sen, **Svastika: Is Pre-Arian Invasion, If Any; Dates Back To 11.000 Years In Vedic India: Evidences & Explorations**, Sandhı, The Science & Heritage Initiative, Indian Institue of Technology Kharagpur, 2016, s. 13, lev. 1.

Svastika, Paleolitik Mezyn kemik kuşunun kanatlarından, tam olarak bilmediğimiz bir sembolizmden, neşe, mutluluk ve iyi şans kehanetinin mistik sembolü olmaya, oradan modern zamanlara, Hitler ve Nazi Partisi'nin sembolü olmaya uzanan tarihi bir öyküdür.

Svastika, Antik Dönem'den günümüze kalan Sanskritçe bir isimdir. Oldukça belirli ve kesin ve hatta genel ve neredeyse evrensel sayılabilecek bir isim olarak kabul edilmektedir. Bir zamanlar *svastica* ve *suastika* gibi iki farklı söyleyiş söz konusuyken, İngilizce'de ve Fransızca'da, *swastika* olarak kabul görmüştür.[904]

Eugène Burnouf, *svastika* formunun birkaç Hint mezhebi tarafından kullanılan mistik bir figür olduğu, "kutsama veya iyi kehanet işareti" anlamına geldiğini ifade etmiştir.[905] Max Müller, *svasti* kelimesinin Sanskritçe "neşe" veya "mutluluk" anlamına geldiğini ifade etmiştir.[906]

Gustave Dumoutier, *svastika* kelimesini şu şekilde çözümlemiştir:

> *Su, iyi (good), çok iyi/yolunda/memnun edici (well), pekiyi/mükemmel (excellent), müreffeh (prosper) olma durumunu işaret eden bir radikal; Asti üçüncü tekil şahıs, fiilin şimdiki zaman göstergesi (İngilizce "to be", Latince "sum"); Ka isim yapan ek." Bu çözümlemenin sonucunda, Gustave Dumoutier'in cümleleriyle, "Swastika diyor ki, ne iyi (ce qui est bien), ne mükemmel (ce qui est excellent).*[907]

Bu çıkarımlarla uyumlu olarak *svastika*'nın sözlük anlamı, "iyi şans" (of good fortune) olarak verilmiştir.[908] Anglo-Sakson toplulukların gamalı haç işaretine, fiöl (full, viel, nombreux) ve fot (foot, fuss [pied]) kelimelerinden hareketle "dört ayaklı" ya da "çok ayaklı" anlamına gelen Fylfot adını verdikleri bilinmektedir.[909]

Svastika formunu tanım olarak bir çerçeveye yerleştirmede *cross* (çapraz, artı, çarpı, çarmıh, haç vb.) formundan hareket edilmektedir. Tanıma doğru hareketin

---

[904] Wilson, The Swastika, ss. 768-770.
[905] M. Eugène Burnouf, **Le Lotus de la bonne loi traduit du sanscrit, accompagne d'un commentaire et de vingt et un memoires relatifs au buddhisme**, Imprimerie nationale, Paris, 1852, s. 625.
[906] Max Müller, **Chips From a German Workshop, II, Essays on Mythology, Traditions, and Customs**, 2. Baskı, Longmans, Green, and Co., 1868, ss. 25.
[907] Gustave Dumoutier, "Svastika et la roue solarie dans les symboles et dans les caractères Chinois", **Revue d'ethnographie**, Cilt: 4, Ernest Leroux, Editeur, Paris, 1885, ss. 319-350, s. 329.
[908] Swastika-[Sanskrit Lit., "of good fortune." Svasti (Su, Well, +Asti, being), welfare.]: William Dwight Whitney (Ed.), **The Century Dictionary: An Enclopedic Liexicon of the English Language**, Cilt: 7, The Century Co., New York, 1895, s. 6102.
[909] Goblet d'Alviella, **La migration des symboles**, Ernest Leroux, Editeur, Paris, 1891, ss. 49-50; Robert Phillips Greg, "The Fylfot and Swastika", **Archaeologia**, Cilt: 48, Part: II, 1885, s. 298; Robert Phillips Greg, **On The Meaning and Origin of the Fylfot and Swastika**, Nicholas and Sons, Westminster, 1884, ss. 1-34.

başlangıç noktası olmasına karşılık, c*ross* formunun ilk defa ortaya çıkışı, bilinmeyen eski zamanlara, Prehistorik Dönem'e atfedilmektedir. Thomas Wilson, *cross* formunun kökeninin teorize edilebileceğini ancak ortaya çıkışı için *cross* formunun ait olduğu çağ, ana yurt ya da ait olduğu insan topluluğunun kimliği konusunda tarihsel bir tanımlama verilemeyeceğini ifade etmektedir. Formun yalın ve basit oluşu, ne kadar uzak geçmişi ifade ederse etsin bir eski zamana, ne kadar ilkel olursa olsun bir insan topluluğuna atfedilmesinin önüne engel bırakmamaktadır. Kökeni gibi kullanılış amacı ve anlamı da bilinmemektedir. *Cross* formlarının farklılaştırılmış versiyonlarının bir bölümü tarihsel olarak tanımlanabilmektedir.[910]

William Berry, sözlüğünde, *Cross* başlıklı maddesinde,[911] formun askeri armalarda kullanımlarından çok sayıda örnek vermektedir.[912]

Cross örnekleri içerisinde dört tanesi öne çıkmaktadır. Birincisi, *Latin cross* (*crux immissa*) olarak adlandırılan haç işaretidir. Sikke, madalyon ve iç dekorasyon süslemelerinde kullanılan bu form, İsa'nın çarmıha gerilişine atıfla *Hristiyan Haçı* olarak kabul edilmektedir. İkincisi, *Greek cross*; Asur, Pers eserlerinde ve tabletlerde, Yunan sikkelerinde ve heykellerinde görülen, iki kolu eşit ve dik açıyla ortada birleşen formdur. Üçüncüsü *St. Andrew's Cross* (*crux decussata*) olarak adlandırılan, *Greek cross* formunun 45º döndürülmüş halidir. Dördüncüsü, *Egyptian cross* (*Crux ansata*), Mısır mitolojisinden, "Hayat Anahtarı" (The Key of Life) olarak da adlandırılan, Osiris ve Isis'in birliğini sembolize eden formdur[913] **(EK 148)**.

Golfrey Higgins, *cross* formunun kökenini Budistlere ve Tibetli Lama'ya atfeder. Çarmıh şeklindeki nesnenin adının dillerinde "Lamh" olduğunu ve Lama'nın adını bu nesneden aldığını ve takipçilerinin de bu adı kullandıklarını belirtir.[914]

Thomas Wilson, c*ross* ve *svastika* formlarının çoğunun tarih öncesinin çok eski zamanlarına ait olduğunu ve ileri sürülen teoriler ve spekülasyonlara karşılık, formun kökeninin belirsiz kaldığını, Prehistorik Dönem'e ait olarak ifade etmenin yerinde

[910] Wilson, The Swastika, 765-768.
[911] Berry William, **Encylopaedia Heraldica, or, Complete Dictionary of Heraldry**, Cilt: 1, Published for the Author by Sherwood, Gilbert, and Piper, London, 1828-1840.
[912] Berry William, **Encylopaedia Heraldica, or, Complete Dictionary of Heraldry**, Cilt: 3, Published for the Author by Sherwood, Gilbert, and Piper, London, 1828-1840, lev. XXXII-XXXVI.
[913] Wilson, The Swastika, ss. 765-766, res. 1-4.
[914] Godfrey Higgins, **Anacalypsis, An Attempt To Draw Aside The Veil Of The Saitic Isis; Or, An Inquiry Into The Origin Of Languages, Nation, And Religions**, Cilt: 1, Longman, Rees, Orme, Brown, Green, and Longman, Paternoster Row, London, 1836, s. 230.

olacağını belirttikten sonra, Svastikayı şöyle tanımlar:[915] "Normal svastikanın çubukları düzdür, baştan sona eşit kalınlıktadır ve birbirini dik açılarla keserek eşit boyut, uzunluk ve stilde dört kol oluşturur. Özellikleri, tüm uçların dik açılarda ve aynı yönde, sağa veya sola, bükülmüş olmasıdır."[916]

Thomas Wilson, Max Müller'e atıfta bulunarak ve kaynak otorite gösterilmediğini de ifade ederek kolları saat yününde bükülen svastika formunun *Normal Swastika,* kolları saat yönüne ters yönde bükülen svastika formunun *Suavastika* olarak adlandırıldığını aktarmaktadır **(EK 149)**.[917] Svastikanın kollarının iki veya daha fazla kere bükülmesiyle oluşan form ise *Swastika Meander* olarak adlandırılmaktadır.[918]

Michael V. Zmigrodzki, *svastika* ve kökeni olarak görülen *cross* formlarını süs olarak görmektense inanç sembolleri olarak ele alır ve bu sembollerin, merkezde birleşim bölgesi civarında ya da kolların uçları civarında noktalandırılmış olarak ifade edildiğini belirterek değerlendirmelerde bulunur[919] **(EK 150)**.

Thomas Wilson, svastika formu ile spiral ve volüt yapısının ilişkili olma olasılığına biraz çekimser kalarak bu çekimserliğini "İlişki hafif görünebilir ve ilk bakışta izini sürmek zor olabilir ancak inceleme yapılırken sonuçları az ya da çok samimi görünüyor." şeklinde ifade ederken, fonda böyle bir ilişkiyi sezdiğini belli etmektedir. Wilson, ilişki olasılığını yansıtan formların grafiklerini sıralamıştır **(EK 151)**.

Tez çalışmasının mozaik sanatına ayrılan bölümünde ilk örnek, matematiğin temel düşünceleri arasında öne çıkan, bir poligonun çevresinin, aritmetik işlem yapmaya yer bırakmadan, doğrudan cetvel ve pergel kullanılarak ölçülmesi düşüncesini işlemeye ayrılmıştır. Bu düşünce adım adım geliştirilip canlandırıldığında

---

[915] Wilson, The Swastika, ss. 767.
[916] Wilson, The Swastika, ss. 767: "The bars of the normal swastika are straight, of equal thickness throughout, and cross each other at right angles, making four arms of equal size, legth, and style. Their peculiarity is that all the ends are bent at right angles and in the same direction, right or left."
[917] Wilson, The Swastika, ss. 767, res. 10, 11.
[918] William Henry Goodyear, **The Grammar Of The Lotus, A New History Of Classic Ornament As A Development Of Sun Worship**, Sampson Low, Marston & Company, London, 1891, s. 97, 359, lev. X.9, LX.8.
[919] Michael V. Zmigrodzki, "Zur Geschichte der Suastika", **Archiv Für Anthropologie**, Cilt: 19, (Ed. L. Lindenschmit ve J. Ranke), Mit Vier Figuren im Text und Vier Tafeln, Druck und Verlag von Friederich Vieweg und Sohn, Braunschweig, 1890, ss. 173-184; M. de Zmigrodski, "Histoire Du Svastika", **Congrès International d'Anthropologie et d'Archéologie Préhistoriques, Compte rendu de la dixième session à Paris, 1889**, Ernest Leroux Éditeur, 1891, ss. 473-490.

ortaya çıkan grafikler; svastika, meander ve spiral motiflerine, birbirlerinin ayrılmaz parçaları olarak yol açtığını göstermektedir. Poligon çevresi ölçümünün bir sonucu olarak orataya konan üç kollu, dört kollu ve beş kollu spiral örnekleri ile svastika-spiral-volüt ilişkisini vurgulayan formlar birbiriyle örtüşmektedir **(EK 48, 55)**. Bu sonuç, svastika, meander ve spiral ya da volüt formları arasında çekimser şekilde ifade edilen bağı, matematik anlamda kaçınılmaz sonuç olarak ortaya koymaktadır.

Svastika, meander ve spiral formlarının üretilmesine algoritma sağlayan eksen kurgusu, Pythagorasçı ekolün sayıları şematize etme yaklaşımlarından bir örnekle desteklenmiştir. Noktalı svastika ve cross formları, sayıların şematize edilmesiyle ilgili ilişkiyi desteklemektedir.

Mozaik yüzeylerde svastika ve meander formlarının tekrarlı kullanımında teoriden kaynaklanan zorunluluklar ve uygulamaya yansımalarına yönelik teorik öngörüler, şematik çözümlemelere, algoritma önerilerine matematematiksel altyapı kazandırmaktadır.[920]

Svastika ve meander formlarının teoriden uygulamaya geçişinde, panelin ağ yapısını oluşturam karelerin karelere bölünmesi de ayrı bir gereklilik ve sonuçtur.

2.4.3. Matematik Bilgisinin Mozaik Sanatıyla Doğrudan İlişkisi

Khioslu Hippokrates'in lunar alanları hesabına atfedilen geometrik çizimin, mozaik eserlerde dört iğ yaprak ve dört iğ çemberi, altı iğ yaprak ve altı iğ çemberi gibi motiflere, bu yaprak ve çemberlerden oluşan ağ yapısına ve konkav trapezoid ve konkav altıgen gibi formlara yol açtığı gösterilmiştir.

Antik Dönem'de matematik teorilerine yönelik çizimler, kısmî görünüm yapısından kurtarılıp tam bir görünüme kavuşturulduğunda, mozaik sanatında kullanılan desenleri, gruplar halinde açıklayabilmektedir. Ortaya çıkan motifler, aynı kaynaktan doğmaları bakımından, kendilerini doğuran kaynağa göre tasnif edilebilirler. Başka bir açıdan, Antik Dönem matematiği, geometrik motif repertuarının doğal kaynağı olarak görülebilir.

[920] Svastika ve meander desenleri konusunda şematik çözümleme örnekleri için bkz.: Vázquez, Geometric, ss. 347-364, res. 19-20.

İskenderiyeli Pappus'un günümüze ulaşan, bir çemberin merkezine bir altıgen ve bu altıgen etrafına altı altıgen çizme problemi için çizdiği grafiğin benzeri, Italica'dan (İspanya) Planetarium Evi'nden bir polikrom mozaik üzerinde teşhis edilmiştir. Kentin, arkeolojik değerlendirmeler ışığında İskenderiye kentiyle ilişkilendirildiği[921] dikkate alındığında, matematiğin yazılı kaynağında yer alan grafikle mozaik eser üzerindeki merkezî süslemenin ilişkilendirilmesi, ilişkinin varlığı yönündeki çıkarımı destekleyen bir bulgu olarak değer taşımaktadır.

Matematik ile mozaik sanatını doğrudan ilişkilendiren bir durum olarak matematikçinin çizimi aynen mozaik eserde betimleniyorsa, eğer bu durum gerçekten böyleyse, matematikçiler ve çalışmaları veya bu çalışmalar hakkında bilgi sahibi olan kişiler ya da çevrelerle mozaik sanatçılarını temas haline getiren entelektüel ilişki ağının varlığı da gündeme gelmektedir.

2.4.4. Konsantrik Çemberler ve Aristophanes'in Kuşlar'ı

Konsantrik çemberler, yarıçapı sabit artan konsantrik çemberler ve yarıçapı artarak artan konsantrik çemberler olarak iki kategoriye ayrılmıştır. Yarıçapı artarak artan konsantrik çemberler yapısının tercih edilme sebebi, Arkhimedes spirali referans alınarak çözümlenmiştir.

Yarıçapı sabit artan konsantrik çemberlerde, çaptaki artış miktarı sabit olduğundan hücrenin yüksekliği sabit şekilde artmaktadır. Yarıçaptaki sabit artışa karşılık çevredeki artış daha büyük bir oranda gerçekleştiğinden deseni taşıyan hücrenin genişliği, yüksekliğe oranla daha fazla artmaktadır. Yarıçapı sabit artan konsantrik yapıda, merkezden dışarıya doğru gidildikçe, hücrenin yüksekliği ve genişliği arasında dengesizlik nedeniyle, hücrenin yüksekliği sabit kalırken genişliği giderek artmakta, yani hücre sünmekte, hücre içine yerleşen desen de sünerek deforme olmaktadır. Yarıçapı artarak artan konsantrik yapılarda ise hücrenin genişliğindeki artış, yüksekliğin sabit artışı yerine her satırda öncekine oranla daha fazla artışıyla tolere edilerek dengelenmekte, satırlar arası geçişlerde desen deformasyonu en aza indirilmektedir. Yarıçapı sabit artan konsantrik çemberlerin perspektif açısından bozulmalara yol açtığı, bu problemin, yarıçapı artarak artan konsantrik çemberler

[921] Dunbabin, Mosaics, s. 150.

yapısıyla çözümlendiği gösterilmiştir. Sanatın temel kavramları arasında olan perspektif kavramının matematik düşünceden hareketle bozulmalara karşı kurallarla korunması ilgi çekicidir.

Konsantrik çemberlerin yarıçaplarının artışı için bir kural belirlenmiş ve elde edilen geometrik modelin yol açtığı süslemeler teorik olarak belirlenmiş, bu teorik modellerin karşılığı olan örnekler verilmiştir. Konsantrik çemberlerin yarıçapları için verilen artış kuralı, modifiye veya adapte edilmiş olabileceği de değerlendirmelere dâhil edilmiştir.

Konsantrik çemberlerle ilgili olarak katalog karşılığı verilen örneklerden birinde, mozaik sanatçısının bölünebilme kuralını hesaba katmamasından kaynaklanan hatanın, süslemede yol açtığı bozulma tespit edilmiştir. Bu örnek, mozaik döşemelerin üslup değerlendirmesi yapılırken aritmetik ve geometri kurallarının dikkate alınması gerektiğini, bu gerekliliği yerine getirerek orijinal ya da sıra dışı bir çalışma olarak görülmesi muhtemel bir süslemenin esasen hatalı üretim olduğunu, yapılan hatanın ne olduğunu da göstererek tespit eden bir değerlendirme örneğidir.

Aristophanes'in *Kuşlar* (The Birds) isimli komedyasında *Meton*, düz cetvelle çemberin içine bir kare çizeceğini, merkezde tüm sokakların gideceği bir agora olacağını, ortaya çıkacak çizimin yalnızca yörüngesel olmasına karşılık, merkeze yaklaşırken, bir yıldız gibi, ışınlarını her taraftan düz bir çizgi halinde gönderen bir tasarımı sergileyeceğini anlatmaktadır.[922]

Bu anlatım, görsel olarak ele alındığında, çember içerisinde kare ya da kareler, çember içerisinde merkezden dışarı doğru her yönde uzanan ışınlar, yıldız formu, çember merkezinde bir tema ve bu temaya yörüngesel yaklaşan çizgiler, yörüngesel olmakla beraber merkezden dışarıya dışarıya düz çizgiler halinde yayılan ışınlar şeklinde bileşenleri içeren tasarımları betimlemektedir. Bu betimleme; konsantrik çemberlerle yapılan, spiral etkisi yaratan yörüngelerle, çemberlerin etrafına dizilen üçgenler ya da eşkenar dörtgen desenlerle yaratılan ışın etkileri ya da karelerle yapılan ve illüzyon etkisi yaratan tasarımlarla örtüşmektedir. Konsantrik çember yapılarında yörüngelerin merkeze kadar sürdürülmemesi ve merkezin kendi başına bir kısım olarak tahsis edilip düzenlenmesi de *merkezde bir agora olacağı* anlatımıyla aynı

[922] Aristophanes, **Birds**, p. 1005-1010: Whitney J. Oates ve Jr. Eugene O'Neill (Ed.), **The Complete Greek Drama**, Cilt: 2, Random House, New York, 1938.

bağlamı paylaşmaktadır. Bu sebepler, konsantrik çember uygulamalarının Aristophanes'in komedyasıyla ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.

Aristophanes'in komedyası, bir çemberi merkezinden dört dik açıyla bölen grafikleri, çemberin çevresinin bölünmesiyle ilgili desenleri de geometrik repertuar içerisinde özel bir konuma yerleştirmektedir.

Eudoksos tarafından icat edilen[923] ve Menaikhmos tarafından desteklenen konsantrik küreler teorisi,[924] iki boyutta ele alındığında konsantrik çemberlere karşılık gelmektedir. Autolykos'un dünyayı bir küre olarak betimleyen, küre yüzeyini enlemlere bölen birbirine paralel çemberleri ve ekliptik düzlemi karşılayan çember, iki boyuta indirgendiğinde, iç içe geçen çemberleri ve merkeze yakın bir çemberden dışarıya uzanan eğrisel yörüngeyi doğal olarak vermektedir **(EK 11, 12)**. Astronomi çalışmalarının Ptolemaios ile eriştiği nokta; küre, küre yüzeyi, iç içe geçen küreler ve yörüngeler üzerinde çalışmalar için de bir eşiğin aşılmasıdır ve etkisi yüzyıllara uzanmaktadır.

Aristophanes'in, Anaksagoras'ın ortaya koyduğu çemberin karelenmesi problemiyle ilişkili olarak yarattığı komedyadan mozaik yüzeylerde konsantrik çemberlere ve yörüngelere uzanan bir çizgi, konsantrik çemberler için olası kaynaklar olarak çemberlerin karelenmesi problemiyle ilgili çalışmaları ve astronomi çalışmalarını düşündürmektedir.

2.4.5. Düzgün ve Yarı Düzgün Katılar ve Dejenere Formlar

Mozaik sanatında küp ve prizma formları ile düzgün altıgen ağ yapısı arasındaki ilişkinin fark edilmesi, tasarımın geometrik dokusunun şematik olarak ele alınması, küp ve prizma formlarını üreten ağ yapılarının elde edilmesi, bu tez çalışmasıyla sunulan orijinal sayılabilecek bir keşif ya da bir ilk değildir.

Sebastián Vargas Vázquez, düzgün altıgen (bal peteği) ağ yapısınından hareketle, üç boyutlu küplerden (tangent cubes) oluşan süslemeyi şematik olarak çözümlemiştir. Elde ettiği yapıyı modifiye ederek prizma üreten ağ yapısına

[923] Aristotle, Metaphysics, 12.1073 b -1074 a.
[924] Theon of Smyrna, 201. 22-202. 2: Dupuis, s. 5; Proclus, on Euclid I, 72. 23-73. 14, 254. 4-5.

ulaşmıştır.[925] Sebastián Vargas Vázquez, düzgün altıgen (bal peteği) ağ yapısını ve bu ağ yapısından üç boyutlu küplerden (tangent cubes) oluşan süslemeyi şematik olarak göstermiştir.[926]

Vázquez, diyagramlarını, Écija'dan (Écija, Sevilla) dört mozaik döşeme ile örneklendirmiştir. İlk örnek, MS 2. yüzyılın ikinci yarısına tarihlenen Bacchus'un Zaferi adlı mozaik döşemedir **(EK 152)**. Bu örneği, Écija'dan Zeus'un İşleri (Zeus' affairs), İlliad sahneli mozaik ya da Briseis olarak dalandırılan bir mozaik, Plaza de España'dan bir geometrik mozaik izlemektedir. Vázquez, bu mozaikleri, Bacchus'un Zaferi mozaiğini referans alarak MS 2. yüzyıl dolaylarına, Hadrian iktidarı dönemine ya da hemen sonrasına tarihlemektedir.[927] Beşinci örnek ise Málaga'dan (Antequera), MS 2. yüzyıla ya da MS 3. yüzyıla tarihlenen, üst yüzeyi beyaz, diğer yüzeyleri koyu renk küpler arasına Oceanus betimli mozaiktir.[928]

Vázquez, küp formunun dejeneresi olarak bu çalışmada tanımlanan ağ yapısını, şematik çözümünde, prizmaları "uzatılmış küpler" (elongated cubes) şeklinde isimlendirerek vermiş **(EK 153)**, Martos'tan (Jaén) Roma villasından, MS 2. yüzyıl ya da erken 3. yüzyıla tarihlenen bir geometrik mozaikle; MS 4. ya da 5. yüzyıla tarihlenen Fuente Álamo'dan (Puente Genil, Córdoba) Roma villasından siyah-beyaz iki mozaikle örneklendirmiştir.[929]

Bu tez çalışmasında çözümlemeleri özel kılan şey, çözümlemelerin matematik tarihi kaynaklarından yola çıkarak gerçekleştirilmesi, şematik çözümleme yerine, matematik tarihinden ve matematiksel düşünceden yola çıkılarak grafiklere ulaşılması, sonuçların matematik tarihiyle ilişkisinin sorgulanması ve ulaşılan teorik çözümlemelerin uygulamaya olası yansımalarını bilginin kaynağından hareketle açıklamasıdır.

Vázquez tarafından verilen döşeme örnekleri MS 2. ve 3. yüzyıla yığılmakla birlikte 4. ve 5. yüzyılda da küp ve prizma formunun mozaiklerde işlendiğini belgelemektedir.

---

[925] Sebastián Vargas Vázquez, "Cube Designs in Roman Baetica Mosaics", **Journal of Mosaic Research**, Cilt: 11, 2018, (Cube), ss. 315-331.
[926] Vázquez, Cube, ss. 315-331, res. 1-4.
[927] Vázquez, Cube, ss. 315-331, res. 5, 6
[928] Referanslarıyla birlikte: Vázquez, Cube, ss. 315-331, s. 324-325, res. 10.
[929] Vázquez, Cube, ss. 315-331, ss. 317, 325, 326, res. 1, 11, 12, 13

Küp formunun, altıgen ağ yapısı içerisinde ele alınması söz konusu olduğunda, matematik tarihinin kaynakları açısından, Pappus'un, küp formunu altıgen içinde değil de çember içinde ele alması görmezden gelinir ve sadece küp formunu betimleyen çiziminin varlığı esas alınırsa, MS 4. yüzyıla kadar geriye gidebilmektedir. Elbette, günümüze ulaşan kaynaklar açısından durum bu şekilde görünmektedir. Matematik bilgisi ve günümüze ulaşan yazılı kaynaklar arasında ciddi düzeyde boşluklar bulunduğu görülmektedir.

Küpün bir düzgün katı olarak tanımlanmasında, Platon'un sağ olduğu zaman referans alınırsa, MÖ 4. yıldan Pappus'un tanınır olduğu MS 4. yüzyıla uzanan sekiz yüzyıllık bir zaman dilimi söz konusudur. Pappus'tan Pacioli'ye ve sonra Kepler'e kadar, bin yılı aşan bir boşluğun ardından bu grafikleri detaylı olarak görme şansına sahibiz. Bu durumda mozaik eserler, motifleriyle ve matematik bilgisinin taşıyıcısı olarak kendi varlıklarıyla, önemli bir boşluğu doldurmaktadır.

Platonik katılar içerisinde ciddiyetle üzerinde durulması gereken ve en çok tartışılan dodekahedron formudur. Diğer dört düzgün katıda yüzeyler kare veya eşkenar üçgen gibi inşası kolay poligonlardan oluşurken dodekahedron formunun yüzeyleri düzgün beşgenlerden oluşmaktadır. Platonik katıların Platon tarafından mı yoksa daha önce Pythagoras ya da Pythagorasçılar tarafından mı keşfedildiği tartışmalarının temelindeki gerçek, düzgün beşgeni teorik olarak inşa etme bilgisinin hangi tarihten itibaren bilindiğinin net olmayışıdır. Bu nedenle, dodekahedron formunun buluntu olarak bilimsel değeri, ait olduğu tarih itibariyle düzgün beşgen inşa etme bilgisinin varlığını garanti etmesidir.

Düzgün beşgen formunun kağıt üstünde inşası dahi güçlüklerle yüklüdür. Düzgün yedigen inşası da benzer güçlüklerle yüklüdür ancak düzgün beşgen kadar popüler değildir. Düzgün beşgen, popüler olmasına rağmen ve Eukleides tarafından inşa yöntemi verilmesine rağmen mozaik sanatında gereken ilgiyi görememiştir. Üçgen, kare, altıgen ve sekizgen gibi poligonlar sıkça tüketilirken, düzgün beşgen ve düzgün beşgen içeren üç boyutlu formların mozaik süslemelerde gereken ilgiyi görememesi, inşa güçlüğü nedeniyle şaşırtıcı değildir.

Düzgün beşgenin inşa güçlüğü sebebiyle Arkhimedes'in 13 yarı düzgün katısından, düzgün beşgen veya uzantısı düzgün dekagon (ongen) bileşeni içeren 6 tanesi (P_7, P_8, P_9, P_{11}, P_{12}, P_{13}) inşa güçlüğüne sahiptir.

Arkhimedes'in yarı düzgün katılarından *Rhombici cuboktaedron* ve *Rhomb icosidodecaedron* formlarının kombine kullanımını temsil eden Brescello (İtalya) örneği, inşa güçlüğü olan formların, daha kolay form kombinasyonlarıyla güçlüklerinden arındırılarak süsleme repertuarına katıldıklarını göstermektedir.

Düzgün poligonların düzlemi kaplama yetenekleri düzlemde incelenebilirken, katıların uzayı kaplama yetenekleriyle ilgili incelemelerin düzlemde geliştirilmesi ve üçüncü boyuta genişletilmesi gerekmektedir. Katıların düzlemde geliştirilmesi, katının yüzeyini oluşturan poligonların düzleme aktarılması yönüyle tamamen iki boyutlu bir çalışma iken, katının görüntüsünün iki boyuta yansıtılması yönünden perspektifle ilgilidir. Bu durum katıları ve yarı düzgün katıları, mozaik yüzeylerde geometrik süsleme repertuarı için doğal kaynak haline getirmektedir. Mozaik yüzeylerde kare veya altıgen ağ yapılarında betimlenen küp formları bu durumu örneklendirmekte ve araştırmalara kapı aralamaktadır.

Küp formunun mozaik yüzeylerde kolayca tekrarlanabilmesinin anahtarı, uygun bir ağ yapısı oluşturulması ve bu ağın hücrelerinde küp izlenimi veren standart bir şemanın tekrarlanmasıdır. Pacioli formu ve Kepler formu küpü düzgün altıgen hücre içerisinde tanımladığından, ağı oluşturan hücrelerin düzgün altıgen şeklinde tasarlanması gerekmektedir. Bu mümkündür ancak kolay değildir. Böyle bir ağ yapısının kurgulanması, döşemenin sıkı şekilde planlanmasını ve planın sıkı bir işçilikle desteklenmesini gerektirmektedir ve kare hücrelerden oluşan ağla kıyaslandığında oldukça güçtür. Güçlüğü aşmanın yolu, düzgün altıgenin kare hücrede kolayca oluşturulmasını sağlayacak şekilde dejenere altıgen kullanılmasıdır. Dejenere altıgen hücre kullanımın sonucu olarak küp formu perspektif görünüm yönünden değişirken, kare ağ yapısı, eşkenar dörtgen hücrelerden oluşan ağ yapısı görünümü kazanmaktadır. Eşkenar dörtgenlerin kenarları boyunca uzanan uzun çizgiler, kare ağ yerine köşegen ağ yapısını ön plana çıkararak ağ yapısının bir bütün olarak kolayca inşa edilmesini sağlayan çapraz çizgileri ele vermektedir.

Pacioli formu veya dejeneresi, renklendirmenin etkisiyle zig-zag bantlar şeklinde okunabilmektedir. Kepler formunun dejenere kullanımı durumunda ise formu oluşturan hatlar arasında kalan bölgelerin renklendirmesine bağlı olarak "altı eşkenar dörtgen yıldız" formu olarak algılanır hale gelmektedir. Bu durumda, esas kaynak Kepler formu iken bir açıdan küp bir başka açıdan yıldız olarak kullanılmasının

mümkün oluşu, aynı formun farklı okumalarını açıklamaktadır. Geometrik çözümleme, renklendirmenin etkisini iptal ederek bu farklı okumayı tek kaynakta birleştirmektedir.

Prizma tasarımının anahtarı olarak *sekiz eşkenar dörtgen yıldız* formunun kullanılması ve renklendirmenin etkisiyle, esasen üreteç olarak kullanılan formun bağımsız bir form olarak varlık ve karakter kazanması, formların tasarımına yol gösteren geometrik kurgunun özüne odaklanılması gerektiğine dikkat çekmektedir.

Formların doğasından kaynaklanan ve tasarım, planlama ve mozaik yüzeye uygulamada kendisini gösteren inşa güçlükleri, matematik bilgisinin mozaik sanatına yansımasında doğal olarak sınırlayıcı bir faktör olarak belirginleşmektedir.

Düzgün ve yarı düzgün katılardan, bileşiminde düzgün beşgen barındıranların mozaik yüzeylere yansıyamaması, katıları taklit eden kombine kullanımların ve dejenere formların ortaya çıkışı, inşası kolay formların tüketilmesi de bu güçlüklerin devamı olarak düşünülmektedir.

Mozaik sanatçılarının dakik ve ideal tasarımlar yerine kolay uygulanabilir formlara yönelimi dejenere formların yaygın kullanımıyla görünürlük kazanmaktadır.

2.4.6. Ağ Yapısı, Element Desen ve Analitik Restorasyon

Décor I'de *yüzey desenleri* kategorisinde, tekrarlama yoluyla ulaşılan süsleme bütünü ile tekrarlanan desenin ayırt edilmesi sonucunda, *temel form* (elementary form) ve *süsleme elementi* (element of ornamentation) kavramlarına ulaşılmaktadır.[930] Böylece, geometrik formun tek başına analiz edilebilmesi için gereken kavramsal zemin mevcut hale gelmektedir.

Kurguya göre, süslü yüzeyi oluşturan şey geometrik formun tekrarlanmasıdır. Bu tekrarlama işlemi, geometrik formun eksenleriyle ilişkisi kurulmuş olduğundan, yüzey ve tekrarlanan geometrik form arasındaki bağlantıya bir ışık tutmaktadır ancak tam bir aydınlatma sağlamamaktadır.

Aynı geometrik formun farklı okumaları mümkün olduğundan, aynı süsleme yüzeyine ulaşan farklı tekrarlar da mümkündür. Bu durumda, belirli bir süsleme elementinin, kuralları belirlenmiş bir tekrarlama yöntemi dâhilinde oluşturduğu yüzey,

[930] Balmelle ve diğerleri, Décor I, s. 10.

yeni ve ayrı bir okumayla parçalandığında, farklı bir süsleme elementini açığa vuracaktır. Yüzeyi oluşturan süsleme elementinin ne olduğu ve nasıl bir tekrarlama prosedürü uygulandığı konusunda bir ve yalnız bir açıklamanın mevcut olup olmadığı sorusu cevap beklemektedir. Bu nedenle, formu bütüne ulaştıracak tekrarlama yönteminin araştırılması ve çözümlenmesi gerekmektedir.

Geometrik bir formun, bir yüzey oluşturacak şekilde tekrarlanabilirliği kendi başına bir matematik problemidir. Bu konu, Antik Dönem'de üzerinde çalışılmış popüler bir konudur ve Platonik katılar ve Arkhimedes'in yarı düzgün katılarıyla, uzayı kaplama düşüncesine genişletilmiştir.

Yüzeyin tekrarlanan formlardan oluşması nedeniyle, yüzey, süslemeleri taşıyan, değişken şekillerde hücrelere ayrılmış bir ağ yapısı şeklinde düşünülmektedir. Kafes, ızgara, ağ ya da hücre görünümlü bölümlerin yapısı, yüzeyi satır ve sütun şeklinde parçaladığında, dik açılı (orthogonal) formlar içerisinde ayrı bir yere konmaktadır. Biri diğerine dik olmayan çizgilerden oluşan ağ yapısı ise eksenleri arasında dik açı yerine geniş açı içeren formlar (latticed-patterns) içerisinde sayılmaktadır.[931]

Bu çerçevede, yüzeyin sahip olduğu ağ yapısıyla ilgili olarak *kesişen ağ*, *köşegen ağ*, *üst üste bindirilmiş ağ* şeklinde kavramlar ortaya çıkmaktadır.[932] Mozaiğin son durumunda kuşkusuz doğru olan bu ayrımların, tasarım ve planlama aşamasında, formun tekrarlanmasında bir araç olarak kullanılması anlamında işlevsel bir karşılığı olup olmadığı, daha açık ifadesiyle, ağ formunun işlevsel bir araç mı yoksa planlanmış bir yanılsamanın ürünü bir görünüm mü olduğu belirsizdir.

Mozaik sanatında geometrik süslemeler, geometrik bir temayı konu edinen merkezî süslemeler şeklinde görülebildiği gibi figürlü alanları kuşatan bordür süslemeleri ya da bir bütün olarak yüzeyi kaplayan yüzey süslemeleri şeklinde kısmî ya da bütün görünüme sahip süslemeler olarak görülebilmektedir.

Merkezî geometrik süslemeler, oldukça güçlü teorik arka plana sahip olduklarından, bir bütün olarak ele alınmaları gerekmektedir. Bordür süslemeleri ve yüzeye yayılan süslemeler ise bir desenin belirli bir düzen içerisinde tekrarlı kullanımıyla elde edilen karmaşık yapılardır.

---

[931] Balmelle ve diğerleri, Décor I, s. 12.
[932] Balmelle ve diğerleri, Décor I, s. 13.

Mozaik döşeme yüzeyi, bir düzlem olmanın sonucu olarak ve poligonların yüzeyi doldurma yeneklerine bağlı olarak poligon hücrelere parçalanabilmektedir. Poligonların yüzeyi doldurma yetenekleri dikkate alındığında kare ve altıgen, bir yüzeyi aralarda boşluk bırakmadan kaplayabilecek poligonlardır. Kareyi parçalayan dik üçgenler ve altıgeni parçalayan eşkenar üçgenler, yüzeyin farklı parçalanmalarla ifade edilebilmesini olanaklı hale getirmektedir. Yüzeyi parçalayan poligonlar yüzeyin ağ yapısını oluşturmaktadır. Ağ yapısının tasarımı bu çerçevede mozaik sanatçısının yaratıcılığına geniş bir açıklık bırakmaktadır.

Ağ yapısı içerisinde tekrarlanan desen ise karmaşık süsleyi çözen anahtar durumunda olan element desendir. *Ağ ve element desen* yaklaşımı, mozaik panelin planlanmasını ve planın sağlıklı şekilde icra edilmesini sağlayan yaklaşımdır. Tersine, karmaşık süslemelerin analizi de ağ ve element desen yaklaşımıyla mümkündür.

Metropolis Antik Kenti'nden Resepsiyon Salonu mozaikleri, ağ ve element desen yaklaşımı üzerinden ele alınarak incelenmiştir. Geometrik süslemelerle yüklü Doğu Paneli, geometrik yüzey süslemesi örneği olarak tüm yüzeyi kaplayan bir ağ yapısı ve bu ağ yapısında tekrarlanan element desen ile açıklanmıştır. Orta Panel ise figürleri kuşatan bordür boyunca geometrik karakteriyle dikkat çekmektedir. Orta Panel, figürlere ayrılan bölümlerin de ağ yapısı içerisinde planlanışını örneklendirmektedir. İncelenen bu döşemeler, ağ ve element desen yaklaşımının tüm yüzeyi kaplayan geometrik süslemeleri açıkladığı gibi geometrik bordür süslemelerini ve figürlü alanları açıklayabildiğini göstermektedir.

Geometrik formların çeşitliliği, formların isimlendirilmesini güçleştirmektedir. Geometrik formları isimlendirmedeki güçlüklerden biri de ana hatlarıyla benzer ama detaylarda ve sonuç olarak farklı ama her ne olursa olsun bir türetme ürünü olduğu anlaşılan formların varlığıdır. Meander deseni gibi varyasyonlarının ayırt edilmesinde güçlük bulunan desenlerin varlığı, konuyu çekici hale getirmektedir. Uyarlama, türetme, değiştirme ya da modifiye ürünü olan varyant formların teşhis edilmesi, geometrik formların yalın halinin ne olduğu ve nasıl bir değiştirmenin ürünü olarak varyantlara ulaşıldığı konusunu araştırmaya açmaktadır.[933]

Geometrik formun tasarımı, geometri bilgisiyle ilgili olduğundan, varyantların tasarımı da geometrik açıklamayı haketmektedir. Mozaik sanatı üzerinde teorik

[933] Balmelle ve diğerleri, Décor I, s. 8.

çözümlemeler boyunca orijinal formun değiştirilme ve modifiye olanakları ortaya konulmuştur. Geometrik çözümlemeler, orijinal form ve varyant formlar arasındaki farkları belirlemekte, üslup analizine katkı sağlamaktadır.

Mozaik yüzeyde geometrik süslemenin arkasında yatan geometrik dokunun açığa çıkarılması, süslemelerdeki sanatsal dokunuşlara açıklık getirerek kavrayışı güçlendirdiği gibi süslemenin yeniden üretilmesini olanaklı hale getirmektedir.

Geometrik mozaiklerde korunamamış kısımların matematiksel bir yöntem olarak geometrik çözümlemelerden yararlanılarak tamamlanabilmesi *reintegrasyon* kavramını öne çıkarırken, tamamlama işinin döşemenin gerçek ölçülerine uygun olarak yüzeye aktarılması *analitik restorasyon* kavramına yol açmaktadır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATEMATİK VE HEYKEL SANATI

3.1. HEYKEL SANATINDA KANON PROBLEMİ

Yunan heykel sanatında anıtsal heykel üretiminin başlangıcı, Mısır ve Yakın Doğu etkisi etrafında tartışılagelmiştir. Mısır heykel sanatının Yunan heykel sanatını etkilediğinin öne sürülebilmesi için, Mısır'da heykel sanatının daha erken tarihten itibaren mevcut olması, Yunan heykel sanatının başlangıç dönemi ürünlerinin Mısır heykel sanatı ürünleriyle ortak özelliklere ve benzerliklere sahip olması ve bu ortak özelliklerin iki kültür arasında temas sonucu ortaya çıkmış olması gerekmektedir. Mısır sanatı ile Yunan sanatı arasında doğrudan ilişki ya da temasın varlığı düşüncesi, tartışmaları şekillendiren yaklaşımlarda *etki* kelimesinin tercih edilmesime yol açarken dolaylı ilişki veya temasın varlığı düşüncesi, *esinlenme* kelimesinin kullanılmasına yol açmaktadır. Tartışmanın çerçevesi belirleyen düşüncelerden ilki, Yunanların felsefeyi Mısır ve Babil'den aldıkları ve Doğu bilgeliğinin Yunan düşüncesini etkilediği düşüncesidir.[934] İkinci düşünce, Erken Arkaik Dönem Yunan heykelleri ile Mısır heykelleri arasındaki benzerliğin tesadüf olamayacağı düşüncesidir.[935] Üçüncü düşünce, Mısır ve Yunan dünyası arasındaki ilişkiler için *esinlenme* kelimesinin kabul edilebilir olduğu, *etki* kelimesinin doğru olmayacağı, *Doğu* kelimesi *Mısır* olarak değiştirildiğinde Yunan sanatının kökeni konusundaki önermelerin yanlış olacağı düşüncesidir.[936] Dördüncü düşünce ise Yunan heykel sanatında anıtsal heykel üretiminin başlangıcıyla Mısır etkisi arasında bağ kurmamanın imkânsız olduğu düşüncesidir.[937]

Mısır-Yunan temasları ve ilişkileri yönünden, doğrudan temasın söz konusu olmadığı MÖ 1200 ile 700 arası dönem, Mısır'ın Yunanistan üzerinde etkili olduğu

---

[934] Burnet, Early Greek Philosophy, s. 17.
[935] Gisela M. A. Richter, **Kouroi: A Study of the Development of the Greek Kouros**, Oxford University Press, New York, 1942, (Kouroi), s. 5.
[936] Rudolf Anthes, "Affinity and Difference between Egyptian and Greek Sculpture and Thought in the Seventh and Sixth Centuries B.C.", **Proceedings of the American Philosophical Society**, Cilt: 107, 1963, ss. 60-81.
[937] John Boardman, **Greek Sculpture the Archaic Period**, Oxford University Press, New York and Toronto, 1978, (Archaic), s. 18.

MÖ 700 ile MÖ 300 arasındaki dönem ve son olarak Mısır üzerinde Hellenizm ve Roma etkisinin yaşandığı MÖ 300 ve MS 300 aralığı olmak üzere üç dönem ayırt edilmektedir.[938]

Mısır'ın Yunan dünyası üzerindeki etkisine ilişkin tartışmanın argümanlarını oluşturan tarihsel olaylar, MÖ 7. yüzyıla ve MÖ 6. yüzyıla aittir. Bu referansların bir bölümü doğrudan temasları içerirken bir bölümü entelektüel temaslara dairdir.

Yunan kolonizasyon hareketinin Mısır'ın kuzey bölgesine ulaşması ve Mısır'ın Asur karşısında müttefik arayışı, Mısır ve Yunan dünyası arasındaki doğrudan temasın tarihsel koşullarının bir özetini sunar. Kral Psammetichus I'in, Küçük Asya'nın Ionia ve Karia bölgelerinden Mısır'a paralı asker transfer etmesiyle belirginleşen ilişkilerin gelişimi, Mısır coğrafyasında Yunan kenti Naucratis'in kurulmasına kadar ilerlemiştir.[939]

Yunan matematiğinin tarihi konusundaki bilgiler, Yunan heykel sanatında anıtsal heykel üretiminin başlangıcı konusunda olduğu gibi sınırlıdır. Yunan matematiğinin tarihi konusunda bilgiler, Thales'ten yaklaşık bin yıl sonra Proklos (410-485) tarafından verilen bir özete dayanmaktadır.[940] Bu özet, Aristoteles'in öğrencisi Rhodoslu Eudemos (MÖ 320 dolayları) tarafından, geometri tarihi üzerine yazılan kayıp kitaba atıfta bulunması nedeniyle *Eudemos Özeti* olarak da tanınmaktadır.[941] Samoslu Pythagoras (MÖ 580-500) ve yakın takipçilerinin, bilgi paylaşımı konusunda sıkı gizlilik prensiplerine sadakatle bağlı kaldıkları, eğitim sistemlerini sözlü gelenekle sürdürdükleri ve böylece arkalarında yazılı belge bırakmadıkları bilinmektedir. [942] Bu durum karşısında Yunan matematiğinin başlangıcıyla ilgili olarak Antik Dönem yazarları tarafından aktarılan bilgiler, kültürler arası ilişkiler ekseninde açıklama sağlamaktadır.

Antik Dönem'in yedi bilgesinden ikisi, Atinalı Solon[943] ve Miletoslu Thales,[944] MÖ 610 dolaylarında Mısır'ı ziyaret etmiştir. Yaklaşık yarım yüzyıl sonra, Persler karşısında Mısır ve Yunan ortak çıkarlarının ön plana çıktığı dönemde, Samoslu

[938] Anthes, ss. 60-67.
[939] Herodotos, II. 151-57, 178-79; Gisela M. A. Richter. **A Hand Book of Greek Art**, 6. Baskı, çev. B. Madra, London, 1959, (A Hand Book), ss. 39-42; Boardman, Archaic, s. 18.
[940] Proclus, on Euclid I.
[941] Heath, History I, ss. 118-120.
[942] Heath, History I, ss. 65-66.
[943] Herodotos I. 30; Aristotle, Politics, II. 1273b 35 - 1274a 21; Plutarchus, Solon, XXVI.
[944] Herodotos, I. 74; Aristotle, Metaphysics, 1. 983 b 18; Boyer, ss. 48-68.

Pythagoras Mısır'ı ziyaret etmiştir.[945] Elbette bu entelektüel temaslar, Mısır ve Mezopotamya matematik bilgisinin Yunan dünyasına transfer edilmesi ve matematiğin bilime dönüşüme sürecini içermektedir.[946] Herodotos'un, sonradan Yunanistan'a geçen geometrinin kökeninin Mısır'a dayandığı çıkarımında bulunması, güneş saatinin ve günün on ikiye bölünmesinin de Babil'den öğrenildiğini ifade etmesi, bu bakımdan ayrıca değerlidir.[947] Tartışmaların genel çerçevesi düşünüldüğünde, bir bakıma, Yunan heykel sanatının başlangıcı ile Yunan matematiğinin başlangıcı, aynı tarihsel referansları paylaşmaktadır.

MÖ 7. yüzyıl ortalarından önce Yunan coğrafyasında insan boyunda ya da daha büyük anıtsal heykeller yapılmamaktadır.[948] Anıtsal heykellerin erken örnekleri de MÖ 7. yüzyıl öncesine ait değildir.[949] Diğer taraftan, Mısır heykel sanatının en erken örnekleri MÖ 2.800 dolaylarına tarihlenmektedir. Bu değerlendirmeler, Mısır'ın Yunan'ı etkilediği düşüncesinin ileri sürülebilmesi için gerek şartın varlığını garanti edebilir ancak yeter şart teşkil etmemektedir.[950]

Mısır-Yunan ilişkilerinin belirli bir seviyeye ulaştığı dönem ile Yunan heykeltıraşların anıtsal eserler vermeye başladıkları dönem hemen hemen aynıdır. Dönemlerin korelasyonuna uygun olarak MÖ 6. yüzyılın erken zamanlarında, Yunan heykelinin form ve tekniklerinin, Mısır ve Yakın Doğu'dan ödünç alındığı varsayılmaktadır.[951] Yunan anıtsal heykellerinin bir dış kaynağın etkisi altında ortaya çıktığını ileri süren bu varsayım, alternatifi olan ve Yunan heykelinin kendi iç kaynaklarından, yani figürinlerden türetildiğini ileri süren varsayımla birlikte tartışılmaktadır. Alternatif varsayım; *etki* tartışmasının taraflarını, Mısır etkisini tamamen reddedenler, etkinin *Daedalik* stilin başlangıcında ya da son döneminde olduğunu ileri sürenler şeklinde karakterize ederek Mısır heykel sanatı ile Yunan heykel sanatı arasındaki derin ayrılıklara dikkat çekip benzerliklerin oldukça yüzeysel

[945] Pythagoras ve Pythagoracçılar için: Aristotle, Metaphysics, 1. 985 b 21- 986 a 30; Iamblichus, VP, 1-5, 28.
[946] Boyer, ss. 48-68; Heath, History I, ss. 128, 141-169.
[947] Herodotos, II. 109.
[948] Richter, A Hand Book, s. 41.
[949] Boardman, Archaic, s. 18.
[950] Anthes, bu gerekçeleri Yunan heykeltıraşların Mısırlı meslektaşlarından *esinlenme* durumunun haklılığı olarak görür. Bkz.: Anthes, ss. 60-67.
[951] Boardman, Yunan heykeltıraşların Mısır heykellerinden *etkilenme* durumunun kaçınılmaz olduğunu ifade eder. Bkz.: Boardman, Archaic, s. 18. Ayrıca bkz.: Anthes, ss. 60-67; Rhys Carpenter, **Greek Sculpture: A Critical Review,** University of Chicago Press, Chikago, 1960, ss. 4-16.

olduğunu işaret ederek bu benzerliklerin kulaktan duyma bilgilerle aktarılmış olabileceğini ön plana çıkarmaktadır.[952]

Heykel sanatına dair Antik Dönem'den günümüze ulaşabilen metinler, Mısır heykeli ile Yunan heykelini ilişkilendirmeye yetecek kadar bilgi içermemektedir. Ancak, doğrudan temasın varlığını işaret eden bir istisna bulunmaktadır. Bu istisna, Diodoros'un aktardığı öyküdür. Öyküye göre, Telekles ve Theodoros, heykeltıraş kardeşler, birlikte, bir heykeli, iki ayrık dikine yarım heykel olarak yapmışlardır. Heykelin bir yarısı Telekles tarafından Samos'ta, diğer yarısı Theodoros tarafından Ephessos'ta yapılmıştır. İki parça bir araya getirildiğinde, parçalar birbirine mükemmel şekilde uymuştur.[953]

Theodoros ve Telekles öyküsünün detayları, heykeltıraşların yontu operasyonları hakkında çarpıcı detaylar vermektedir. Kullanılan metodun Yunanlar tarafından bilinmediği, Mısırlılar arasında iyi bilindiği, Theodoros ve Telekles'in bir süre Mısır'da bulundukları, onların bu metodu iyi bildikleri; kardeşlerin taş bloku paylaştıkları, paylaşmadan sonra, en küçüğünden en büyüğüne ölçümler alındığı, insan vücudunun 21 kısma ve ilave dörtte bire bölündüğü,[954] böylece insan vücudunun doğru oranlarının ifade edildiği, heykeltıraşların ölçülerde fikir birliğine varıp uzlaştıktan sonra ayrıldıkları, her birinin kendi hissesine düşen kısmı yonttuğu, iş tamamlandığında, ortaya çıkan ürünlerinlerin doğru bir şekilde birbirini karşıladığı anlatılmaktadır. Bu noktada, Mısır ve Yunan heykel sanatı arasında ilişkinin varlığı problemi, yerini, Mısır sanatında kullanılan *kanon* ile Yunan heykel sanatı arasındaki ilişkinin kanıtlanması problemine bırakmaktadır.

---

[952] R. M. Cook, "Origins of Greek Sculpture", **The Journal of Hellenic Studies**, Cilt: 87, 1967, ss. 24-32.

[953] Diodoros, **Diodorus of Sicily In Ten Volumes**, Cilt: 1: Kitap I ve Kitap II, 1-34, çev. C. H. Oldfather, London: William Heinemann Ltd, Cambridge-Massachusetts: Harvard University Press, London, 1946, (Diodoros of Scily), I. 97-98; Anthes, s. 64; Brunilde Sismondo Ridgway, "Greek Kouroi and Egyptian Methods", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 70, Sayı: 1, 1966, ss. 68-70.

[954] F. W. G. Foat, "Mısır Kanonu" teorisi için figürü 21 seviyeye bölmenin yeterli olmadığını belirtilerek daha fazlasının olması gerektiği ima eder. Bkz.: F. W. G. Foat, "Anthropometry of Greek Statues", **The Journal of Hellenic Studies**, Cilt: 35, 1915, ss. 225. Erik Iversen, Belirsiz bir ifade olan "one-fourth in addition as adding the top of this division the metrological unit of one-quarter, one-fourth of the royal cubit" ifadesini, *Geç Mısır Kanonu*'na (Late Egyptian Canon) uygun olarak yeniden yorumlar. Bkz.: Erik Iversen, "Diodorus' Account of the Egyptian Canon", **The Journal of Egyptian Archaeology**, Cilt: 54, 1968, ss. 215-218.

İnsan vücudunun kısımları ve bütünü arasındaki orantı ilişkilerine dair kuralları temsil eden *Mısır Kanonu*,[955] Eski Krallık Dönemi'nde mevcut durumdadır **(EK 154)**.[956] Duvar dekorasyon teknikleri hakkında elde edilen örnekler içerisinde, figürün yatay doğrusal hatlara seviyelere bölündüğünü gösteren örnekler bulunmaktadır.[957]

Orta Krallık Dönemi'nde, *kanon*, kareleme ya da grid (ağ) sistemi ile ilişkili hale gelmiştir. Yani, figürün planlanması için düzlemsel yüzeyde dikdörtgensel bir bölge oluşturulmakta, bu bölge yalnızca yatay hatlarla seviyelere bölünmek yerine, düzgün aralıklı yatay ve düşey doğrusal çizgilerle karelere bölünerek bir ağ sistemi elde edilmekte; figür, orantı kuralları dâhilinde karelenmiş bölge içerisinde planlanmaktadır. Orta Krallık Dönemi'nde, ayakta duran figür, ayak tabanından yukarıya doğru alında saçların başladığı hatta (hair-line) kadar 18 kareye bölünmektedir **(EK 155)**.[958] Ayak tabanı sabit iken üst sınırın değişkenliğine bağlı olarak alt ve üst sınır arasındaki kare sayısının değişkenlik gösterdiği örnekler bulunmakla birlikte,[959] 18 kare sistemi, 25. Hanedanlık Dönemi'ne kadar kullanılmıştır.[960] 26. Hanedanlık Dönemi'nden itibaren (MÖ 665-525) 18 kare sistemi, artık kullanılmaz ve yerini yeni bir sisteme bırakır.[961] Artık, ayak tabanı ile üst göz kapağı arasındaki bölge 21 kareye bölünmektedir, yeni sistem budur **(EK 156)**.[962]

Karelere bölünecek bölgenin üst sınırı ve bu mesafeyi bölen kare sayısına göre iki *kanon* ayırt edilmiştir. 5. Hanedanlık Dönemi'nden 26. Hanedanlık Dönemi'ne

---

[955] Richard Lepsius, **Die längenmasse der alten**, Wilhelm Hertz, Berlin, 1884, ss. 99-103. Kanon konusundaki yanlış anlamalar konusunda bkz.: Whitney M. Davis. "Egypt, Samos, and the Archaic Style in Greek Sculpture", **The Journal of Egyptian Archaeology**, Cilt: 67, 1981, ss. 64-65.

[956] Caroline Ransom Williams, **The Decoration of the Tomb of Per-neb,** New York, New York, 1932, (Per-Neb), ss. 3-13, lev. I-XX.

[957] Metropolitan Museum of Art, **The Tomb of Perneb,** (…presented to Metropolitan Museum of Art by Edward S. Harkness), (Chapter I by Albert M. Lythgoe, Chapter II by Caroline Ransom Williams), New York, 1916, ss. 70-75.

[958] Aylward M. Blackman, **The Rock Tombs of Meir, Part II, The Tomb-Chapel of Senbi's Son Ukh-Hotp (B, No. 2), with Two Appendices on Hieroglyphs and Other Details in B, Nos. 1, 2, 4. (=Archaeological Survey of Egypt, [Ed. F. LL. Griffith], Twenty-Third Memory)**, Sold at the Offices of the Egypt Exploration Fund, London, 1915, lev. II, X, XI, XV.

[959] Kanon'un genel prosedürü ve 18. Hanedanlık Dönemi'nde, figürün, ayak tabanından başın tepesine kadar 19 kareye bölünmesi konusunda bakınız: Ernest Mackay, "Proportion Squares on Tomb Walls in the Theban Necropolis", **The Journal of Egyptian Archaeology**, Cilt: 4, Sayı: 2/3, 1917, ss. 74-85.

[960] Gay Robins, "Standing Figures in the Late Grid System of the 26th Dynasty", **Studien zur Altägyptischen Kultur**, Cilt: 12, 1985, ss. 101-116.

[961] Erik Iversen, **Canon and Proportions in Eyptian Art,** 2. Baskı, Aris and Phillips, Warminster, 1975, (Canon), lev. 23-26.

[962] Iversen, Canon, ss. 14-19, 33. Kanon sistemindeki değişimin metroloji bağlamında tartışılması konusunda bakınız: John A. R. Legon, "The Cubit and the Egyptian Canon of Art", **Discussions in Egyptology**, Cilt: 35, 1996, ss. 61-76.

kadar uygulanan, ayakta duran erkek figürünün, ayak tabanından yukarıya doğru yüksekliğinin, istisnaları bulunmakla beraber, 18 kareye bölünmesiyle karakterize edilen sistem, *Mısır Kanonu I* olarak bilinmektedir. 25. Hanedanlık Dönemi'nden 26. Hanedanlık Dönemi'ne kadar uygulanan, insan vücudunun, ayak tabanından başlayan ve gözün köşesinde biten düşey doğru boyunca, 21 kareye bölünmesiyle karakterize edilen sistem, *Mısır Kanonu II* ya da *Geç Mısır Kanonu* olarak bilinmektedir.[963]

Kanon uygulamalarında; kare ağ ile kurgulanan bir tür koordinat sisteminde, vücut bölümleri veya vücudun belirli noktaları, yatay veya dikey çizgiler ve çizgilerin belirli kesişme noktaları ile ilişkilendirilerek vücut kısımları ve vücudun tamamı arasında oluşturulan özel oranlar yardımıyla, insan vücudu tarif edilmektedir. Bu nedenle, Mısır sanatında kullanılan *kanon*, bir koordinat düzleminden ve insan vücudundaki oranları düzenleyen bir dizi kuraldan oluşan bir sistem olarak görülebilir. *Mısır Kanonu* denklemin bir tarafında dururken denklemin diğer tarafında Yunan heykel sanatındaki orantı sistemi bulunmaktadır.

Yunan heykel sanatında kullanılan orantı sistemine ilişkin bilgiler, Antik Dönem yazarları tarafından aktarılan anekdotlardan elde edilmektedir. Anekdotlarda, orantılar, doğrudan Klasik Dönem heykeltıraşlarıyla ilişkili olarak ortaya konulmaktadır.

Vitruvius; Antik Dönem'in ölümsüz heykeltıraşları olarak Myron, Polykleitos, Pheidias ve Lysippos'u örnek gösterir. İnsan vücudunda uzuvlar arasında detaylı bir orantı sistemini ortaya koyar. Antik Dönem'in bazı ressamlarının ve heykeltıraşlarının insan vücudunda uzuvlar arasındaki bu karşılıklı oranları uygulayarak ölümsüz üne kavuştuklarını ifade eder.[964]

Plinius tarafından aktarılan bilgilere göre Myron ve Poykleitos, aynı ustanın, Hegalades'in çırağıdırlar, arkadaştırlar ve aralarında bir yarış vardır.[965] Polykleitos, sanatçıların artistik çizgileri çizmede kullandıkları, bu nedenle *kanon* (κανών) ya da *model heykel* olarak isimlendirdikleri bir standart geliştirmiştir.[966] Myron, realizm

[963] John Gardner Wilkinson, **A Popular Account of the Ancient Egyptians**, Cilt: 2, John Murray, London, 1871, s. 287; Iversen, Canon, ss. 75-88; Gay Robins, **Proportions and Style in Ancient Egyptian Art**, University of Texas Press, Austin, 1994, (Proportion), ss. 1-228.
[964] Vitruvius, Ten Books, III. 1.
[965] Pliny, Natural History, XXXIV.10. Bkz.: Rackham, Natural History XXXIII-XXXV, 1961.
[966] Pliny, Natural History, XXXIV. 55-57.

alanını genişletmiştir ve orantılar (symmetria) konusunda Polykleitos'tan daha dikkatlidir.[967]

Argoslu Polykleitos'un, insan vücudunun artistik çizgileri ve oranlarını belgelemek için *Kanon* adında bir kitap yazdığı, kendi prensiplerini kullanarak bir heykel (Doryphoros) yaptığı düşünülmektedir **(EK 157)**.[968]

Plinius'un Polykleitos ve eseri hakkındaki "tek bir eserinde sanatının prensiplerini cisimleştirdi" ifadesi[969] nedeniyle *Doryphoros* ve *Kanon*, teorik olarak özdeş kabul edilmektedir.[970]

Lysippos'un bir heykeltıraş olarak ortaya çıkışı da Polykleitos'un etkisini göstermektedir. Lysippos'un hiçbir zaman bir ustası ya da bir çırağı olmamıştır.[971] Lysippos, eski heykeltıraşların figürü karelemesi konusunda yeni ve denenmemiş bir modifikasyon tanıtarak simetri kalitesine bağlı kalmıştır.[972] Lysippos, Polykleitos'un *Doryphoros*'undan öğrenmiştir.[973]

Philon, müstakbel mühendisleri güzelliğin kaynağı konusunda uyarırken, Polykleitos'a atıfta bulunarak şu ifadeyi kullanır: "Güzellik *para mikron* (παρὰ μικρόν) bir çok sayı aracılığıyla (δια πολλῶν ἀριθμῶν) ortaya çıkar."[974] Buna göre, *Doryphoros*'un güzelliği (para mikron*)* birçok sayıdan ortaya çıkmaktadır ve *Doryphoros*, içerisinde kareleme işlemi olan bir sistem kullanılarak yapılmıştır.

---

[967] Pliny, Natural History, XXXIV. 58.

[968] Platon, Polykleitos'u *Argoslu Polykleitos* olarak tanıtır. Bkz.: Plato, Protogoras, 311 c (Plato, **The Protogoras of Plato**, (Ed. B. D. Turner), Percival and Co., London, 1891, [Protogoras], s. 60). Ayrıca bkz: J. J. Pollitt, **The Art of Ancient Greece: Sources and Documents**, Cambridge University Press, 1990, ss. 43-82; Borbein A. H. "Polykleitos", (Ed. Olga Palagia ve J. J. Pollitt), **Personal Styles in Greek Sculpture,** Cambridge University Press, 1996, (Polykleitos), ss. 66-90. Ayrıca bkz.: John Boardman, **Greek Art**, çev. Yasemin İlseven, Thames and Hudson Ltd, London, 1996, (Greek Art), ss. 174-175, res. 165.

[969] "... solusque hominum artem ipsam fecisse artis operei udicatur ..." ifadesi için bkz: Pliny, Natural History, XXXIV. 55.

[970] Henry Stuart Jones (Ed.-Çev.), **Select Passages From Ancient Writers Illustrative of the History of Greek Sculpture**, London, Macmillan and CO., And New York, 1895, ss. 124-138; Diels, Vorsokratiker I, ss. 228, 229.

[971] Pliny, Natural History, XXXIV. 61.

[972] Pliny, Natural History, XXXIV. 65. Plinius, bu durumu "nova intactaque ratione quadratas veterum staturas permutando" ifadesiyle aktarır.

[973] Cicero, **Brutus**, 86. 296. Marcus Tullius Cicero, **Brutus**, 3. Baskı, (Ed. C. Beck), John Bartlett, Book Seller to the University, Cambridge, 1853.

[974] Richardus Schoene, **Philonis, Mechanicae Syntaxis**, Libri Quartus et Quintus, Typis et Impensis, Georgii Reimeri, 1893, IV. 1. p. 49, 20; Diels, Vorsokratiker I, s. 229; Philon Mechanicus, **Philons Belopoiika,** (Viertes Buch Der Mechanik), Griechisch und Deutsh, çev. H. Diels ve E. Schramm, Verlag Der Akademie Der Wissenschaften, Berlin, 1919, ss. 7-8.

Plutarkhos, güzelliği, bir oran ve uyum sistemi aracılığıyla bir çok sayının ürünü (*come to a kairos* [καιρός]) olarak tanımlar.[975] Plutarkhos, "İş, kili tırnağına gelenler için çok zordur."[976] sözünü Polykleitos'a atfeder.[977] Plutarkhos daha sonra "… önce biçimsiz ve şekilsiz parçalar şekillendirilir, sonra tüm detaylar ... doğru bir şekilde ifade edilir." şeklinde bilgiler vermektedir.[978]

Galen, Polykleitos'un *Kanon*'a atıfta bulunarak, heykelin tüm parçalarının birbirine ve vücuda orantılı olduğunu belirtir ve tüm bileşenlerin uygunluğunu vurgulayarak bu orantılılığı, güzelliğin kaynağı olarak tanıtır.[979]

Bu anekdotlar birlikte dikkate alındığında, Klasik Dönem'de, kuralları üzerine bir kitap yazılacak kadar olgunlaşan ve artistik çizgilerin çizimine de standart getirme düzeyinde profesyonellik içeren heykel teorisinin, anıtsal heykel sanatının başlangıcından bulunduğu noktaya nasıl ve hangi aşamalardan geçerek geldiği konusu, doğrudan doğruya Mısır heykel sanatında kullanılan *kanon* ile anıtsal Yunan heykelleri arasındaki ilişkinin çözümlenmesiyle ilgilidir. Oranlardan, Klasik Dönem heykeltıraşlarına atıfla söz ediliyor olmasına karşılık Arkaik Dönem heykelleri için de oranların geçerliliğinin sorgulanması ve araştırmalara konu edilmiş olması bunu göstermektedir.

Bir yanda *Mısır Kanonu*'nun etkisiyle ilgili tartışmalar ve Vitruvius tarafından aktarınlan doğrusal orantılara dair bilgiler, diğer yanda Polykleitos'un *Kanon'*uyla artistik çizgilerin orantı sistemine dâhil oluşu ve üstelik bu kuralları temsil eden *Doryphoros*'un kopyalarının elde oluşu, araştırmaların iki koldan gelişmesine sebep olmuştur.

---

[975] Plutarch, Moralia, 45 C-D: Frank Cole Babbitt (çev.), **Plutarch's Moralia In Sixteen Volumes**, I: 1 A - 86 A, Cambridge-Massachusetts: Harvard University Press, London: William Heinemann Ltd, 1969, (Moralia I), ss. 243-245; Andrew Stewart ve A. F. S., s. 125, dip not: 24.

[976] "… the work is hardest, for those whose clay has come to the fingernail … " ifadesi için bkz.: Andrew Stewart ve A. F. S., s. 125, dip not: 21.

[977] Plutarch, Moralia, 86 A: Babbitt, Moralia I, s. 399.

[978] Plutarch, Moralia, 636 B-C: Paul A. Clement ve Herbert B. Hoffleit (çev.), **Plutarch's Moralia In Sixteen Volumes**, VIII: 612 B - 697 C, Cambridge-Massachusetts: Harvard University Press, London: William Heinemann Ltd, 1969, ss. 146-149; Andrew Stewart ve A. F. S., s. 125, dip not: 21.

[979] Galen, De Temperamentis, I. 9. p. 42, 26; Galen, De Hippocratis et Platonis Decretis, V. p. 425, 14. Bkz.: Diels, Vorsokratiker I, s. 228. Carolus Gottlob Kühn (Ed.), **Claudii Galeni, Opera Omnia**, Cilt: 1, Prostat In Officina Libraria Car. Cnoblichii, Lipsiae, 1821, ss. 509-571 (Galeni De Temperamentis Liber Prima), cümleler için: s. 566. Carolus Gottlob Kühn (Ed.), **Claudii Galeni, Opera Omnia**, Cilt: 5, Prostat In Officina Libraria Car. Cnoblichii, Lipsiae, 1823, ss. 428-504 (Galeni De Temperamentis Liber Quintus), cümleler için: ss. 448-449.

Vitruvius oranları, doğrusal orantılara vurgu yaptığından, araştırmaların bir bölümü, heykelin uzuvları arasındaki düşey ve yatay uzaklıkların ön cepheden ve profilden ölçümüne ve ölçülen uzunluklar arasındaki oranlara odaklanmıştır.[980] Mısır erkek figürü ile Yunan kourosları arasındaki görsel farklılıkların teknik kısıtlardan kaynaklandığı, esas meselenin Yunanların Mısır tekniklerini nasıl yorumladıkları ve dönüştürdükleri konusunda olduğu ifade edilmektedir.[981] Form ve teknik arasındaki ilişkinin çözülmesi için, kouros formlarının yapımı için geometrik bir ağ sistemi olup olmadığı, bu ağ sisteminin Mısır'ın kare ağ sistemine benzer olup olmadığı sorularının cevaplanması gerekmektedir.

İstatistiksel analizlerle, kourosların, değişik orantı konfigürasyonlarına göre sekiz gruba ayrılabileceği, bazı kourosların orantı düzeninin *İkinci Kanon*'a benzediği gösterilmiştir. Özellikle New York Kouros ve Tenea Kouros'un, *Mısır Kanonu* ile benzerlik göstermesi dikkat çekmekte iken Strangford Kouros ve Aristodikos Kouros bir başka orantı düzeni sergilemektedir.[982] Farklı orantı düzenlerinin varlığına ilave olarak *İkinci Kanon* ile benzerliklerin söz konusu oluşu, *kanon* prensiplerinin iyi bilindiğini, bazı heykeltıraşların bu prensipleri modifiye etmiş olabileceğini işaret etmektedir.[983] Başka bir istatistiksel çalışma, bölgesel tarzların evriminin, Yunanlar tarafından farklı yerlerde ve geniş kronolojik aralıklarda *Mısır Kanonu*'nun kullanımından daha iyi bir benzerlik derecesini açıklayabileceğini ileri sürmektedir.[984]

Polykleitos'un *Kanon*'u ise Yunan heykel sanatının standart prensiplerini temsil ettiğinden araştırmaların bir bölümü de bu konuya odaklanmıştır.

Polykleitos'un *Kanon*'u kayıp kitaptır ve içeriği, aktarılan genel bilgiler dışında, bilinmemektedir. *Mısır Kanonu* etkisiyle başladığı düşünülen sürecin Yunan heykel sanatında nasıl başladığı, nasıl dönüşüme uğradığı ve nasıl gelişerek standart

[980] Eleanor Guralnick, "Profiles of Korai", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 86, 1982, (Profiles of Korai), ss. 173-182; Eleanor Guralnick, "Profiles of Kouroi", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 89, 1985, (Profiles of Kouroi), ss 399-409.
[981] Ridgway, ss. 68-70.
[982] Eleanor Guralnick, "Proportions of Kouroi", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 82, 1978, (Proportions of Kouroi), ss. 461-472.
[983] Eleanor Guralnick, "Proportions of Korai", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 85, 1981, (Korai) ss. 269-280, özellikle s. 279.
[984] Jane B. Carter ve Laura J. Steinberg, "Kouroi and Statistics", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 114, Sayı: 1, 2010, (Kouroi and Statistics), ss. 103-128.

kurallara ulaştığı bilinmemektedir. Bu problem, Yunan heykel sanatının *kanon* problemi olarak tanınmaktadır.[985]

Kanon ile ilgili çözüm önerilerinin kabul edilebilmesi için dört kriter ileri sürülmüştür. Birinci kriter, önerinin gerçekten pratik olması ve MÖ 5. yüzyıl heykel pratiği hakkında bilinenlere ya da kabul edilenlere uygun olmasıdır. İkinci kriter, önerinin Antik Dönem kaynaklarıyla tutarlılık göstermesi ya da en azından onlarla çelişmemesidir. Üçüncü kriter, önerinin MÖ 5. yüzyıl ortalarının matematik düşüncesiyle ve uygulamasıyla tutarlılık göstermesi ya da çelişmemesidir. Son olarak dördüncü kriter, önerinin, bazı belirsizlikler söz konusu olsa da *Doryphoros*'un yapımı ve *Kanon* ile ilgili tezler konusunda, Antik Dönem kaynaklarının atıfta bulunduğu teorik temel ile bir dereceye kadar tutarlı olmasıdır.[986]

Polykleitos'un *Kanon*'unun öncülü bir sistemin var olup olmadığı sorusu karşısında, *Kanon*'un kendi başına yeni bir başlangıcı temsil ettiğine dair bir çıkarım da söz konusudur.[987] Ancak *Kanon*'un içeriği tam olarak ortaya çıkarılmadan, Arkaik Dönem heykellerinin orantı sistemi çözümlenip Klasik Dönem heykellerinin orantı özellikleriyle bağlantısı açıkça ortaya konulmadan, kesin yargıya varılması olası görünmemektedir.

Kanon doktrininin bir çerçevesini çizen, *Doryphoros*'un bir kopyasını da içeren bir düzine heykel üzerinde yapılan antropometrik ölçümlere dayalı araştırmanın sonucu olarak insan vücudunu büyüklükler ve buna karşıklık gelen eğriler kümesi ile ifade eden geometrik bir sistem önerilmiştir **(EK 158)**. Bu geometrik sistemin en önemli özelliği; omuzlar, kaburgalar ve karın kaslarından oluşan, ön cephe ve profil projeksiyonu ana hatların geometrik çizgiler olarak ele alınması ve kısımların eksen boyunca karşılıklılığıdır.[988] Önerilen geometrik modelde göğüs kafesi sınırlarının çemberlerle ifade edilmesi ve kuralların soyut geometrik model olarak ifade edilmesi,

---

[985] Foat, ss. 225-259. Ayrıca bakınız: Richard Tobin, "The Canon of Polykleitos", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 79, Sayı: 4, 1975, (Polykleitos), ss. 307-321; Richard Tobin, "The Pose of the Doryphoros", **Polykleitos, the Doryphoros, and Tradition**, (Ed. Warren G. Moon), The University of Wisconsin Press, Madison, 1995, (Doryphoros), ss. 52-64; Andrew Stewart ve A. F. S., ss. 122-131; Borbein, Polykleitos, ss. 66-90.

[986] Brunilde S. Ridgway ve Richard Tobin, "Reviev of *Polyklet*, by Thuri Lorenz; *Der Kanon des Polyklet: Doryphoros und Amazone*, by Hans von Stauben", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 79, 1975, ss. 100-102, s. 101.

[987] J. J. Pollitt. "The *Canon* of Polykleitos and Other Canons", **Polykleitos, The Doryphoros, and Tradition**, (Ed. Warren G. Moon), The University of Wisconsin Press, Madison, 1995, ss. 19-24, ss. 19, 20.

[988] Foat, ss. 225-259, n. 4.

ayrıca değer taşımaktadır **(EK 159)**.[989] Leonardo da Vinci'ye atıfta bulunularak, heykel sanatı konusunda Vitruvius tarafından aktarılan teorik hatların, "Tanımladığından daha fazlasını gizler." şeklinde eleştirilmesi ve Yunan heykeltıraşların keşfedilmemiş bütün bir doktrine sahip oldukları değerlendirmesinin yapılması, oldukça dikkat çekicidir.[990] Özellikle, Polykleitos ve *Kanon*'uyla ilgili aktarılan bilgiler içerisinde, artistik çizgilerin standartlarına da atıfta bulunulduğu düşünüldüğünde, eğrisel hatların doğrusal uzaklıklarla ilişkilendirilmesi, daha da anlamlı hale gelmektedir.

Kanon'un uygulaması ve sonucu olarak görülen *Doryphoros* ile ilgili iki ana problem karakterize edilmiştir. Birinci problem, orijinal *Doryphoros*'un mevcut olmayışı, yalnızca Roma kopyalarının mevcut oluşudur. İkinci problem, Napoli Müzesi'nde korunan en iyi korunmuş kopyası ideal mükemmellik gösterirken[991] diğer bütün kopyaların aynı oranlara sahip olmayışıdır.[992]

Edebi kaynaklara ve eser bulgularına dayalı kanıtlar; simetri (συμμετρία), ritim (εὐρυθμία) ve orantı (ἀναλογία) gibi temel sanat kavramlarıyla ilişkili ilkeler ışığında tartışılmış ve değerlendirilmiştir.[993] Bu kavramlar, anekdotların ortak söylemidir. *Doryphoros*, bu kavramların en iyi örneği olarak görülmektedir.

Edebi kanıtların da tartışmalı yönleri bulunmaktadır. Örneğin, kareleme (squaring) tekniği konusunda iki farklı yaklaşım vardır. Birinci yaklaşım, *kareleme* ya da *karesellik* (squaring or squareness) kavramlarını birer geometrik anlamda ele alır ve *Mısır Kanonu*'ndaki ağ sistemine paralel olarak mermer üzerine kareler çizilmesini karşılar **(EK 160)**. İkinci yaklaşım, *kareleme* (squaring) sözcüğünü, *Doryphoros*'un kopyasına da uygulandığı şekliyle, aritmetik anlamda ele alır ve oranların

[989] Foat, ss. 225-259; res. 2, lev. VII, VIII, IX.
[990] Foat, ss. 226-227.
[991] Gisela M. A. Richter. **The Sculpture and Sculptors of the Greeks**, 5. Baskı, Yale University Press, New Haven and London, 1967, ss. xxxii, 9, 41, 57, 143, 230, 236, 246-249, 333; res. 645-649.
[992] Walter Woodburn Hyde, **Olympic Victor Monuments and Greek Athletic Art**, The Carnegie Institution of Washington, Washington 1921, s. 70.
[993] Platon, *ölçü* (measure [μετρότης]) ve *oran* (proportion [συμμετρία]) ifadelerini *güzellik* ve *erdem* ile eşleştirir. Bkz.: Plato, Philebus, 64 E (Plato. **The Philebus of Plato**, [Ed. R. G. Bury], Cambridge University Press, 1897, [Philebus], 64 E). Pliny, *simetri* (συμμετία) kelimesi yerine geçecek Latince kelime bulunmadığını söyler. Bkz.: Pliny, Natural History, XXXIV. 65. Vitruvius, *simetri* (συμμετρία) kelimesini *ritmin* (εὐρυθμία) kalitesi olarak alır. Bkz.: Vitruvius, Ten Books, I. 2. Ayrıca bkz.: Foat, ss. 226-227.

sağlanmasında *karekök* alınmasına karşılık gelir. Başka bir deyişle, tüm gövde, orantılı sayılar zinciri vasıtasıyla oluşturulur **(EK 161)**.[994]

Bir diğer problem, *simetri* (symmetry) kavramından kaynaklanır. Kouros olarak tanımlanan heykeller için bilateral simetri temelinde tanımlanan, figürü yukarıdan aşağıya doğru simetrik iki yarıya bölen düşey orta hat (simetri ekseni) ya da düşey eksen, *Doryphoros* için tanımlanamaz. Çünkü, heykelin pozu bilateral simetri ile uygunluk içerisinde değildir. Bu nedenle, bu heykel için böyle bir eksenin olmadığı söylenir. İlave olarak orta hat yokluğu, vücut kısımlarının ölçülebilmesi için yeterli sayıda *sabit nokta* (fixed point) yokluğu, *uygunluk* (commensurability) özelliği bakımından güçlüklere yol açar. Bu nedenle, Polykleitos'un *Kanon'*u ile ilgili çözümlemeler ve tespitler konusunda ümitsizlikler söz konusudur.[995]

Tez çalışmasının bu bölümü, Arkaik Dönem'de de artistik çizgilerin orantı sistemiyle ilişki içerisinde olduğunu ortaya koyarak Arkaik Dönem heykel sanatı geleneği için geometrik açıklama sunmaktadır.

3.2. MATERYAL

Efes Müzesi'nde korunan 1/20/95 envanter numaralı kouros (Kouros 1/20/95) ve 1/21/03 envanter numaralı kouros (Kouros 1/21/03) ile 1/27/93 envanter numaralı tamamlanmamış yontu (Yontu 1/27/93), İzmir Tarih ve Sanat Müzesi'nde korunan 3504 envanter numaralı sunu taşıyıcı kouros (Kouros 3504), Bergama Müzesi'nde korunan 19 envanter numaralı kouros (Kouros 19),[996] Atina Milli Müzesi'nde korunan Anavysos Kouros (Kouros 3851) *döküm kopyası*, Sunion Kouros (Kouros 2720), 3686

[994] Tobin, kareleme tekniğini aritmetik anlamıyla ele alır ve gövde üzerinde uzunlukları, serçe parmağın uç kısmını (distal phalanx) √2 ile ardışık çarpma yoluyla genişleterek elde eder. Bkz.: Tobin, Polykleitos, ss. 307-321.

[995] L. D. Caskey'in, "The Doryphorus of Polyclitus has no vertical axis. … Literary tradition compel us to believe that the sculptor designed the statue in accordance with a mathematical canon, we cannot hope to recover this canon with any degree of certainity." cümlesiyle, yazınsal geleneğin, heykellerin matematiksel bir *kanon* ile tasarlandığına inanmaya zorlanmasının karşısına bu *kanon*un herhangi kesinlik derecesinde tespit edilmesi konusundaki ümitsizlik ortaya konmaktadır. Bu konuda bkz.: L. D. Caskey, "The Proportions of the Apollo of Tenea", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 28, Sayı: 4, 1924, (Tenea), ss. 358-367. Benzer veya başkaca ümitsizlikler için ayrıca bakınız: Foat, s. 226.

[996] İzmir Valiliği İl Kültür ve Turizm Müdürlüğünün 15.11.2018 tarihli ve E. 931267 sayılı izniyle Efes Müzesi'nde Kouros 1/20/95, Kouros 1/21/03, Kouros 1/27/93; İzmir Tarih ve Sanat Müzesi'nde Kouros 3504 ve Bergama Müzesi'nde Kouros 19 için fotogrametri yöntemiyle tez kapsamında çalışma izni verilmiştir (bkz. EK 3-5).

envanter numaralı kouros (Kouros 3686) ve 4890 envanter numaralı kouros (Kouros 4890)[997] incelenmiştir **(EK 162-169, EK 170-177)**.

3.2.1. Klaros Kutsal Alanı ve Heykeltıraşlık Eser Buluntuları

Klaros Kutsal Alanı; İzmir ili Menderes ilçesi Ahmetbeyli Mahallesi sınırları içerisinde, Cuma Ovası (Menderes) ve Kuşadası Körfezini birbirine bağlayan Ales (Ahmetbeyli) vadisi taban düzlüğünde yer almaktadır. Kuzeyde Kolophon'a (Değirmendere) 13 km, güneyde Notion'a (antik kent limanı) 1,6 km uzaklıktadır.[998]

Kuruluşu MÖ 13. yüzyıl sonuna atfedilen ve MS 4. yüzyılda terk edilişine kadar "Bilicilik Merkezi" olarak işlevi bulunan Klaros Kutsal Alanı'yla ilgili çalışmalar, 19. yüzyıl sonlarında başlamıştır. Bu konuda ilk yayım, A. Fontrier[999] tarafından, Klaros yazıtlarına yönelik olarak yapılmıştır. Fontrier'den sonra J. Chamonard ve É. Legrand, Klaros yazıtları üzerine bir çalışma yayımlamışlardır.[1000] B. Haussoullier, Klaros'taki Apollon Kehaneti üzerine bir makale yazmıştır.[1001] Kutsal Alanın lokalizasyonu 1886 yılında C. Schuchhardt tarafından yapılmıştır.[1002] Schuchhardt'ın ardından, Ales vadisindeki araştırmalar, 1904 yılında Th. Macridy tarafından başlatılmıştır.[1003] Macridy, 1907 yılında Kutsal Alan'ın bulunduğu bölgede, alüvyal dolgudan yüzeyde kalabilen tek sütunun aşınmış yüzeyini görüp Kutsal Alan'ı saptamış ve sondaj yapmıştır.[1004]

---

[997] Atina Milli Müzesi'nin 08.03.2019 tarihli ve 2171 sayılı, 14.03.2019 tarihli ve 2343 sayılı, 03.04.2019 tarihli ve 3019 sayılı izinleriyle; Kouros 2720, Kouros 3686 ve Kouros 4890 için ölçüm yapılmaksızın, flaşsız ve tripodsuz; Kouros 3851 döküm kopyası için ölçümlü ve tripodlu fotoğraf çekimi konusunda, tez kapsamında çalışma izni verilmiştir (bkz. EK 5-10).

[998] Nuran Şahin, "Apollon Klarios Bilicilik Merkezi", **Ege Üniversitesi Arkeoloji Kazıları**, İzmir, 2012, ss. 248-272.

[999] A. Fontrier, **Le Mouseion kai bibliothèkè tès Euangelikès de Smyrne 3**, 1878/1880, ss. 187-214.

[1000] Joseph Chamonard ve Philippe Érnest Legrand, "Inscriptions de Notion", **Bulletin de Correspondance Hellénique**, Cilt: 18, 1894, 216-221.

[1001] Bernard Haussoullier, "L'Oracle d'Apollon à Claros", **Revue de philologie**, Cilt: 22, 1898, ss. 257-273.

[1002] C. Schuchhardt, "Kolophon, Notion und Claros", **Mittheilungen Des Kaiserlich Deutschen Archäologischen Instituts Athenische Abtheilung**, Cilt: 11, Verlag Von Karl Wilberg, Athen, 1886, ss. 398-434.

[1003] Theodor Macridy, "Altertümer von Notion", **Jahreshefte des Österreichischen Archäologischen Institutes**, Cilt: 8, Wien, 1905, ss. 161-173.

[1004] Theodor Macridy, "Antiquités de Notion II", **Jahreshefte des Österreichischen Archäologischen Institutes**, Cilt: 15, Wien, 1912, ss. 36-67.

Klaros'ta sistematik kazılar, dört dönem olarak ifade edilebilir. Macridy ve Ch. Picard, ilk dönem kazıları 1973 yılında gerçekleştirmişlerdir ve bu dönemde; Propylon, büyük eksedra ve 125 yazıt gün ışığına çıkarılmıştır.[1005] İkinci dönem kazıları, 1950 yılında, L. Robert[1006] tarafından başlatılmıştır ve 1961 yılına kadar devam etmiştir. Bu çalışmalarda; bugün ayakta olan Apollon Klarios, Artemis Klaria Tapınakları; Apollon, Artemis ve Leto'nun anıtsal kült heykelleri ile Hellenistik sunaklar, kutsal yolun batısında yer alan *Onur Yazıtları* bulunmuştur. Üçüncü dönem kazıları, J. De La Genière[1007] tarafından, 1988 yılında başlatılmıştır. Apollon ve Artemis'e adanmış olan erken Arkaik, geç Arkaik ve Hellenistik sunaklar ve sunuları (bronz, altın, amber, pişmiş toprak figürinler) bu dönemde ortaya çıkarılmıştır. Klaros'un 4. ve son dönem kazıları, Nuran Şahin başkanlığında Temmuz 2001 tarihinde başlamıştır.[1008]

[1005] Theodor Macridy ve Charlaes Picard, "Fouilles du hiéron d'Apollon Clarios à Colophon", **Bulletin de Correspondance Hellénique**, Cilt: 39, 1915, ss. 33-52; Ch. Picard. **Ephèse et Claros. Recerches sur les sanctuaires et les cultes de l'Ionie du Nord I-III, Paris, IIIC Settlement at Xeropolis, Supp. Cilt: 39**, Oxford, 2006.

[1006] Luis Robert, "Les Fouilles de Claros", **conférence donnée à l' université d'Ankara le 26 Octobre 1953**, Ankara, 1954, (Claros 1954), ss. 5-27; Luis Robert, "Rapport sur les fouilles de Claros en 1958", **Türk Arkeoloji Dergisi**, Cilt: 9/1, 1959, ss. 35-36; Luis Robert, "Fouilles de Claros 1959", **Türk Arkeoloji Dergisi**, Cilt: 10/1, 1960, (Claros 1959), ss. 58-59; Jeanne Robert ve Luis Robert, **Claros I. Décrets Hellénistiques**, Paris, 1989, s. 93; Jeanne Robert ve Luis Robert, "Décret de Colophon pour un chresmologue de Smyrne appelé à diriger l'oracle de Claros", **Bulletin de Correspondance Hellénique**, Cilt: 116, 1992, ss. 279-291.

[1007] Juliette de La Genière, "1988 Yılı Eylül Ayında Claros'da Yapılan Çalışmanın Raporu", **Türk Arkeoloji Dergisi**, Cilt: 28, 1988, 293-306; Juliette de La Genière, "Le sanctuaire d'Apollon à Claros", **Anatolia Antiqua**, Cilt: I, 1989, ss. 31-35; Juliette de La Genière, "Le sanctuaire d'Apollon à Claros, nouvelles découvertes", **Revue des Études Grecques**, Cilt: 103, 1990, ss. 95-110; Juliette de La Genière. "Claros Kazıları 1990", **13. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 2, Ankara, 1991, ss. 69-78; Juliette de La Genière, M. Amandry, L. Delattre, J. Rougetet, N. Şahin ve M. Schwaller, **Cahiers de Claros I**, Paris, 1992, ss. 11-18; Juliette de La Genière, "Le sanctuaire d'Apollon à Claros, découvertes récentes", **Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres**, Cilt: 130, Sayı: 1, 1992, ss. 195-210; Juliette de La Genière, "Claros 1992. Bilan provisoire des fouilles dans le sanctuaire d'Apollon", **Revue des études anciennes**, Cilt: 95, Sayı: 3, 1993, ss. 383-397; Juliette de La Genière, "Sanctuaire d'Apollon à Claros, fouille de 1994", **17. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 2, Ankara, 1995, ss. 47-51; Juliette de La Genière, "Bilan sommaire des découvertes récentes à Claros", **Anatolia Antiqua**, Cilt: 4, 1996, ss. 303-309; Juliette de La Genière, "Claros, Bilan Provisoire de dix campagnes de fouilles", **Revue des études anciennes**, Cilt: 100, 1998, (Provisoire), ss. 235-256; La Genière, Juliette de, V. Jolivet, E. Collas-Heddeland, M. Dewailly, P. Gauthier, R. Robert, N. Şahin ve S. Verger, **Cahiers de Claros II. L'aire des sacrifices**, Paris, 2003. 197-209.

[1008] Nuran Şahin, "Nouvelles fouilles de Claros: les terres cuites de Claros du sondage 1 (1988)", **Anatolia Antiqua**, Cilt: 1, 1991, ss. 23-32; Nuran Şahin, "Les terres cuites du sondage 1a", **Cahiers de Claros I**, (Ed. J. de La Genière, M. Amandry, L. Delattre, J. Rougetet, N. Şahin ve M. Schwaller), Paris, 1992, 51-57; Nuran Şahin, **Klaros. Apollon Klarios Bilicilik Merkezi**, İstanbul, 1998, s. 4 f; Nuran Şahin, "Yeni Buluntular Işığında Lyra'lı Apollon Klarios İkonografisi", **Anatolian and Thracian Studies in Honour of Zafer Taşlıklıoğlu 1**, (Ed. N. Başgelen ve G. Çelgin),1999, ss. 199-212; Şahin, Nuran, A. Ersoy, C. Tanrıver, I. Şahin ve S. Akat, "Claros 2001 Kazıları", **24. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 2, Ankara, 2003, ss. 81-90, res. 1-8; Nuran Şahin, C. Tanrıver, I. Şahin, A.

1953 ile 2005 yılları arasında Klaros'ta yapılan kazılarda dört kouros, bir kouros başı, kol ve bacak parçaları,[1009] bir kore, kaidesiyle birlikte kore ayakları bulunmuştur.

Timonax tarafından adanan kore, 1959 yılında R. Martin tarafından bulunmuştur.[1010] Kore tabanı, J. de La Genière tarafından yürütülen kazılarda, 1997 yılında, M. Dewailly tarafından bulunmuştur. Kore, MÖ 580-560 aralığına; Kore tabanı, MÖ 560 dolaylarına tarihlenmektedir.[1011]

İzmir 3711 kouros başı, kötü korunmuştur, 1959 yılında, L. Robert tarafından, Sextus Apulleius anıtı ile exedra arasında bulunmuştur. Kouros başı, Ionia saç stiline sahip diğer başlar esas alınarak MÖ 550-540 aralığına tarihlenmiştir.[1012]

Ersoy, D. S. Akar, S. Akat, Ş. Ful, "Claros 2002 Yılı Kazı, Restorasyon ve Restorasyon ve Epigrafi Çalışmaları", **25. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 2, Ankara, 2004, ss. 73-86, res. 1-8; Nuran Şahin, C. Tanrıver, I. Şahin ve A. Ersoy, "Claros 2003", **26. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 1, Ankara, 2005, (Claros 2003), ss. 291-299, res. 1-8; Nuran Şahin, C. Tanrıver, D. S. Akar, E. Taştemur, Ö. Ürkmez ve İ. Önol, "Claros 2005 (5. Yıl)", **28. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 1, Ankara, 2007, ss. 589-602, res. 1-15; Nuran Şahin, "Notion-Claros-Kolophon Üçgeninde Myken Sorunu", **Patronvs, Coşkun Özgünel'e 65 Yaş Armağanı / Festschrift Für Coşkun Özgünel Zum 65. Geburtstag**, (Ed. E. Öztepe ve M. Kadıoğlu**),** Istanbul, 2007, ss. 329-338; Nuran Şahin, C. Tanrıver, D. S. Akar Tanrıver, E. Taştemur, İ. Önol, E. Doğan ve Ö. Ürkmez, "Claros 2006", **29. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 3, Ankara, 2008, ss. 427-441, res. 1-14; Nuran Şahin, "A la lumière des découvertes récentes: Relations de Claros avec Notion et Oracles de Manto", **1. Symposion International of the Oracle in Ancient Times and the Cult of Apollo in Asia Minor. 17-20 August 2005 Ege University Izmir**, (Ed. A. Erdoğan, M. N. Aytaçlar, F. Dedeoğlu ve M. B. Baştürk), **Arkeoloji Dergisi**, Sayı: 12, 2008-2, ss. 213-226; Nuran Şahin, E. Taştemur, G. Dallık, İ. Önol "Claros 2007", **30. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 2, Ankara, 2009, ss. 113-128; Duygu Sevil Akar Tanrıver, **The Cult of Apollon Klarios, Oracle Practices and Votive Offerings,** (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi, İzmir, 2009, ss. 18-109.

[1009] Özden Ürkmez, **Klaros'ta Bulunmuş Olan Kouroslar,** (Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 2006, (Kouroslar), s. 107, lev. 11, 1-6.

[1010] Robert, Claros 1959, ss. 58-59.

[1011] Kore (env. 3708) İzmir Tarih ve Sanat Müzesinde korunmaktadır. Kore tabanının kazı envanter numarası KL.S322'dir. Martine Dewailly, Marianne Pécasse ve Stéphane Verger, "Les sculptures archaïques de Claros", **Monuments et mémoires de la Fondation Eugène Piot**, Cilt: 83, 2004, (Les sculptures), ss. 5-59, 5 f; Martine Dewailly ve Stéphane Verger, "Les sculptures archaïques de Claros, La Disposition des statues archaïques dans le sanctuaire de Claros", **Monuments et mémoires de la Fondation Eugène Piot**, Cilt: 83, Paris, 2004, ss. 7-13, res. 2-8; La Genière, Provisoire, ss. 235-256, lev. 4.1; Marianne Pécasse, "Les sculptures archaïques de Claros, L'étude des sculptures", **Monuments et Memoires de la Fondation Eugene Piot**, Cilt: 83, Paris, 2004, (L'étude), 21-33. 56, lev. 2, 1. 4, 3, 1. 2; Michel Lejeune ve Laurent Dubois. "Dédicaces archaïques de Claros", **Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres**, Cilt: 142, Sayı: 4, 1998, (Dédicaces), ss. 1141-1152, s. 1145.

[1012] Pécasse, L'étude, ss. 55, lev. 9, 1. 4; Heykelin tarihlemesi için: Ürkmez, Kouroslar, ss. 86-88, lev. 3, 1-4; Karşılaştırmas için bakınız: Ekrem Akurgal, "Kyzikos'ta Bulunan İki Arkaik Eser", **İstanbul Arkeoloji Müzesi Yıllığı**, Cilt: 11-12, İstanbul, 1964, ss. 225-231, lev. 57; Luis Robert ve P. Devambez, "Tete Archaique trouvée à Keramos", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 39, 1935, ss. 341-351, res. 7; Klaus Tuchelt, **Die Archaischen Sculpturen von Didyma,** Berlin, 1970, (Didyma), lev. 20.

İzmir 3504 Moskophoros Kouros **(EK 171),**[1013] 1953 yılında, L. Robert tarafından keşfedilmiştir ve İzmir Tarih ve Sanat Müzesi'nde korunmaktadır. Bu, bir sunu taşıyıcı kourostur ve MÖ 550-540 aralığına tarihlenmiştir. Samos ve Miletos üslubu ile benzerlikleri bulunmasına karşılık kesin bir atölye tayin edilememiştir.[1014]

Kouros 1/20/95 (KL 95 S 280)[1015] ve Kouros Timonax (KL 95 S 281),[1016] 1995 yılında, J. de La Genière tarafından yürütülen kazılarda, Gaius oğlu V. Flaccus anıtı arkasında, S. Verger tarafından bulunmuştur. Timonax Kouros, üzerinde taşıdığı yazıt sebebiyle bu ismi almıştır. Timonax Kouros'un, Naxos üslubu ve Kykladik üslup etkisi taşıdığı ileri sürülmektedir. Timonax Kouros'un MÖ 6. yüzyılın üçüncü çeyreğine veya en erken MÖ 550 dolayları ya da 570 dolaylarına ait olduğu düşünülmektedir.[1017] Kouros 1/20/95'in kolları ve dizlerden aşağısı kayıptır **(EK 170)**. Tam boyu 2,15 m olarak tahmin edilmiştir. Saçları, tipik Ionia formundadır.[1018] Miletos üslubu ağır basmaktadır. Kouros 1/20/95 için MÖ 540 tarihi önerilmektedir.[1019]

Kouros 1/21/03 (Selçuk KL 03), 2003 yılında, Nuran Şahin tarafından yürütülen kazılarda, kuzey-güney yönlü kutsal yolun batı kenarında, Özden Ürkmez tarafından bulunmuştur. Heykelin başı kayıptır. Sağ bacak diz altından, sol bacak uyluk orta kısmı altından eksiktir **(EK 170)**. Heykelin boyu 2,5 m olarak tahmin

---

[1013] Robert, Claros 1954, s. 4; Robert, Claros 1959, s. 59; Robert Luis, **Opera Minora Selecta**, Amsterdam, 1974, s. 25 f; Machteld J. Mellinc, "Archaeology in Asia Minor", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 65, Sayı: 1, 1961, ss. 37-52, s. 49; J. M. Cook ve D. J. Blackman, "Archaeology in Western Asia Minor 1965-1970", **Archaeological Reports**, Cilt: 17, 1971, ss. 33-62, s. 46; Brigitt Freyer-Schauenburg, **Bildwerke Der Archaischen Zeit und des Strengen Stils, (SAMOS 11)**, Verlag Rodolf Habelt, Bonn, 1974, (Stils), s. 86; J. Öz Dedeoğlu, **İzmir Archaeological Museum,** İstanbul, 1993, s. 42; Bernard Holtzmann, "Les sculptures de Claros", **Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres**, Cilt: 137, Sayı: 4, 1993, ss. 801-817, ss. 809-811, res 7, 8; La Genière, Provisoire, ss. 241; Lejeune ve Dubois, Dédicaces, ss. 1141-1152; Pécasse, L'étude, ss. 33-41.

[1014] Pécasse (L'étude, ss. 33-41, lev. 4, 1; 5, 1. 3), MÖ 6. yüzyılın üçüncü çeyreğini önerir; Ürkmez, Kouroslar, ss. 80-86, lev. 2, 1-3, heykelin tarihlemesi için MÖ 550-540 aralığını önerir. Benzerlikler için bakınız: Tuchelt, **Didyma,** s. 59, res. 11, 18, 19; G. Kokkorou ve G. Alewras, "Ionia Sculptures of the Archaic Period on Dorian Rhodes", **Sculptors and Sculpture of Caria and the Dodecanese**, (Ed. I. Jenkins ve G. B. Waywell), London, 1995, ss. 150-155, ss. 150, 151, res. 263-269.

[1015] Kazı envanter numarası KL.95.S.280, Efes Müzesi envanvter numarası 1/20/95'tir.

[1016] Kazı envanter numarası KL.95.S.281'dir.

[1017] Pécasse (L'étude, ss. 47-55, lev. 8, 1; 9, 1;10, 1. 2), tarihleme için MÖ 6. yüzyılın üçüncü çeyreği ya da en erken MÖ 550 dolayları önerir. Ürkmez, Kouroslar, ss. 93-100, lev. 7, 1-4; 8, 1.2, tarih olarak MÖ 570 dolaylarını önerir.

[1018] Saç stili yönünden benzerlik için bakınız: Freyer-Schauenburg, Stils, res. 26, 34; Tuchelt, Didyma, res. 11-K 16, 12-K 7.

[1019] La Genière, Provisoire, s. 241. Martine Dewailly ve diğerleri, Les sculptures, ss. 5-59; Pécasse (L'étude, ss. 41-47, lev. 6, 1. 4, 7, 1. 3), tarihleme için MÖ 540 dolaylarını önerir. Ürkmez, Kouroslar, ss. 88-93, lev. 4, 1.2; 5, 1.2; 6; 1-4, tarihleme için MÖ 540 dolaylarını önerir.

edilmiştir. Kouros 1/20/95'e çok benzemektedir. Stil özellikleri açısından, *Ptoon 20 Grubu*'ndan daha erken ve *Melos Grubu*'ndan uzak olmamakla birlikte, *Anavysos Grubu* ve *Anavysos-Ptoon 12 Grubu*'ndan *Münih Kourosu* ile benzerlik kurulabileceği değerlendirilmiştir. Ionia tarzı anıtsal heykellere benzemektedir. Kouros 1/21/03, böylece, tarz olarak Miletos işleriyle bezerliğe dayalı olarak, MÖ 540-530 aralığına tarihlenmiştir.[1020]

1/27/93 envanter numaralı yontu **(EK 170)**, Efes Müzesi'ne satın alma yoluyla kazandırılmıştır.[1021] Bu yontuyla ilgili yayım bulunmamaktadır.

3.2.2. Çandarlı (Pitane) Kourosu

Bergama Müzesi'nde korunan Kouros 19 **(EK 172)**; 1958 yılı kış aylarında, Çandarlı yarım adası berzahında, nekropol alanında bulunmuş, Bergama Müzesi'ne nakledilmiştir.[1022] MÖ 530-520 aralığına[1023] ya da MÖ 6. yüzyılın üçüncü çeyreğine tarihlenmektedir.[1024]

Kouros, çıplak değildir. Sağ omuzu ve göğüs bölgesi sağ tarafını açıkta bırakan; sol omuzu, göğüs sol yanını, göbeğini ve genitalleri kapatan bir örtüye sahiptir. Örtü taşıyan kouroslar (draped kouroi) kategorisinde, Asia Minor bölgesinde bulunan heykeller arasında değerlendirilmektedir.[1025]

[1020] Kazı envanter numarası Selçuk KL 03, Efes Müzesi Envanter Numarası 1/21/03'tür. Nuran Şahin ve diğerleri, Claros 2003, ss. 291-299, res. 5; Ürkmez, Kouroslar, ss. 100-107, lev. 9, 1-2, 10, 1-3; Özden Ürkmez, "Klaros'da Bulunmuş Olan 'Selçuk KL. 03' kourosu (Selçuk KL.03 Kouros from Klaros)", **Arkeoloji Dergisi**, Sayı: 15, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, 2010, ss. 27-40.

[1021] Ulrike Muss ve Mutafa Büyükkolancı, "Neue archaishe Skulpturen aus der Umgebung von Ephesos", **Jahreshefte des Österreichischen Archäologischen Institutes in Wien**, Cilt: 68, 1999, ss. 32-40, ss. 33-40, res. 5-10.

[1022] Ekrem Akurgal. "Çandarlı (Pitane Kazısı)", **Türk Arkeoloji Dergisi**, Sayı: 10-1, Milli Eğitim Basımevi, 1960, ss. 5-6.

[1023] Ekrem Akurgal, **Die Kunst Anatoliens von Homer bis Alexander,** Berlin, 1961, ss. 229-231.

[1024] Erich Boehringer, **Neue deutsche Ausgrabungen im Mittelmeergebiet und im Vordern Orient**, Berlin, 1959, ss. 167-168, res. 34-35.

[1025] Barbara A. Barletta, "The Draped Kouros Type and the Workshop of the Syracuse Youth", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 91, Sayı: 2, 1987, ss. 233-246.

3.2.3. Atina Milli Müzesi'nde Korunan Dört Kouros

Kourosların anatomik özelliklerine dayalı ayrıntılı karşılaştırmalar, bir bakıma *üslup karakteristiğinin kanonu*, erken Arkaik dönem kouroslarını Orta Arkaik Dönem ve Geç Arkaik Dönem kouroslarından ayırt etmiştir.[1026]

Kouros 2720, en erken kouros örnekleri arasındadır ve *Sunion Kouros* ismiyle bilinmektedir **(EK 175)**. Attika'da, Sounion Burnu'nda bulunması, bu isimlendirmenin sebebidir. Poseidon Tapınağı'nın önünde bir çukurda, kaidesiyle birlikte bulunmuştur. Beraberinde başkaca en az iki kourosa ait parçalar bulunmuştur. Bir felaketten sonra bu çukura gömülmüş olduğu tahmin edilmektedir. Söz konusu felaketin, MÖ 480 tarihli Pers işgali olduğu tahmin edilmektedir. Sunion Kouros, MÖ 615-590 ya da MÖ 590-580 aralığına tarihlenmektedir. Bu bakımdan, heykelin tarihlemesini, ortalama bir hesapla MÖ 600 dolayları olarak ifade etmek de mümkündür. Heykelin sol kolu ve sol bacağı, sağ baldır, sol gözün büyük bir bölümü, burun ve ağız, restore edilmiştir. Ayakların bu heykele ait olmayabileceği konusu saklı kalmak üzere, restore edilmiş yüksekliği 3,05 m'dir. Tarihlemesine ve türüne bakılırsa türünün en erken örneğidir. Boyutlarına bakılırsa insan boyutlarından büyük olması sebebiyle anıtsal ve ihtişamlı heykeller arasındadır.[1027]

Stil özellikleri bakımından, kıyaslamalarda Erken Arkaik Dönem (MÖ 660-580) özelliklerine referans gösterilen gruplardan biri olan *Sunion Grubu*, ismini bu heykelden almaktadır. *Sunion Kouros,* Yunanların parlak beyaz mermerden yaptıkları en eski heykeller arasında sayılmaktadır. Heykelin özellikleri sayılırken, başın kübik olduğu; yüz çizgilerinin, gözlerin, burun ve ağzın bezemeleştirilmiş olduğu; yani düz bir yüzeye işleme tarzının söz konusu olduğu ve gövdenin köşeli bir görünüme sahip olduğu belirtilerek bu köşelilik ve yüzeye bezeme özellikleri, heykelin büyük ve dört köşeli taş kütleden yontulmasının izleri olarak düşünülmektedir. Dizlerdeki simetri karakteristiği ve anıtsal özelliklerine dayalı olarak *Sunion Kouros*'un Mısır heykelleriyle benzerliği ön plana çıkarılmaktadır.[1028]

[1026] Gisela M. A Richter ve I. A. Richter, "The Archaic *Apollo* in the Metropolitan Museum", **Metropolitan Museum Studies**, Cilt: 5, 1934, (Apollo), ss. 20-56.
[1027] Richter, Kouroi, s. 42, no. 33-39; Boardman, Archaic, s. 24, res. 64.
[1028] Gisela Richter, **Yunan Sanatı**, çev. Beral Madra, Cem Yayınevi, 1984, (Yunan Sanatı), ss. 43-44, res. 53.

Orta Arkaik Dönem (MÖ 580-535), dört köşeli taş kütlenin gövdeye yansımasından, insan vücuduna daha çok yaklaşma sezgisini vermekle tarif edilmektedir. Dört köşeli olma hali, muhtemelen, heykelin ön cepheden ve profilden planlamanın keskin şekilde belirgin olması şeklinde düşünülmektedir. Bu keskinliğin kırılması ve betimlemenin gerçeğe daha uygun hale gelmesi, *plastisite* kavramıyla karşılanarak tarif edilmektedir. Dört köşelilik, doğal olarak dört yüzeyin ayrı ayrı düşünülmesi, her bir yüzeye kendi içerisinde operasyon yapılmasını gerektirir. Bu düşünce sürdürülürse Erken Arkaik Dönem'de vücut hatlarının bezeme şeklinde yüzeye yüklenmesinin sebebi, muhtemelen budur. Yüzeyler arası geçişin, keskin ayrımlardan daha plastik geçişlerle kurtuluşu, kuşkusuz, bir ilerleme olacaktır ve yeni bir dönem olarak tarif edilmesi doğaldır.

Anavysos Kouros **(EK 173)**; stil özelliklerine dayalı olarak Geç Arkaik Dönem'e (MÖ 540-480) ait referans gruplardan biri olan, MÖ 540-520 dolaylarına tarihlenen, *Anavysos-Ptoon 12 Grubu*'nun, gruba ismiyle de dâhil olan üyesidir. Bu grup, bir önceki dönemin *bezemeleşmiş* üslubuyla yeni dönemin *doğalcılık* kavramının sentezi olarak görülmektedir. Yunan heykeltıraşlığının en çekici heykelleri olarak görülen bu grupla ilgili örneklerin iyi korunmuş olması, bir şanstır. Atina Akropolisi'nin yaklaşık MÖ 480'de Persler tarafından yağma edilmesinden sonra, Atinalıların bu heykelleri hendeklere gömmüş olmaları bu şansın sebebi olarak görülmektedir. Heykelin kendisi, MÖ 540-515 dolaylarına tarihlenmektedir.[1029] İzin kısıtları sebebiyle, *Anavysos Kouros*'un[1030] orijinali yerine *döküm kalıp kopyası* çalışılmıştır **(EK 174)**.

Kouros 3686 **(EK 176)**,[1031] MÖ 530-520 aralığına tarihlenmektedir. Geç Arkaik Dönem tarih aralığı içerisinde kalan heykel, Kea Adası'ndaki Korrhesia'da bulunmuştur. Bir kurdele ile bağlanan saçı, boncuklu bukleler halinde arkadan sarkan saçları ve insan vücudunun dinamik özelliklerini sergilemesiyle dikkat çekmektedir. Boyu 2,07 m'dir.

Kouros 4890 **(EK 177)**,[1032] antik Myrrhinous bölgesi nekropolünde, bulunmuştur. Başında süslemeli bir taç bulunur. Saç, alında bukleler halindedir,

[1029] Richter, Yunan Sanatı, s. 58, res. 85.
[1030] Richter, Kouroi, s. 118-119, No. 136; Boardman, Archaic, res. 107.
[1031] Richter, Kouroi, s. 122, No. 44.
[1032] Ε. Μαστροκώστας, "Η κόρη Φρασίκλεια Αριστίωνος του Παρίου και κούρος μαρμάρινος ανεκαλύφθησαν εν Μυρρινούντι", **Ἀρχαιολογικὰ ἀνάλετκα ἐξ Ἀθηνω̂ ν**, 5, 1972 (E. Mastrokostas,

boncuklu bukleler halinde arkaya sarkar. Gövde özellikleri bakımından, gücü ve dayanıklılığı ön plana çıkaran kalın bacaklar ve sıkı kas dokusu özellikleri yerine ten unsurunu, zerafeti ve inceliğiyle dikkat çeker. Kouros 4890, MÖ 540-530 aralığına tarihlenmiştir ve boyu 1,89 m'dir.

3.3. YÖNTEM

3.3.1. Fotogrametrik Üç Boyutlu Modelleme

Üç boyutlu modelleme çalışmalarında lazer tarayıcıların hızlı ve doğrudan sonuç vermesine karşılık heykellerin üç boyutlu modellenmesinde, fotogrametri metodu[1033] tercih edilmiştir. Bu tercihin sebebi, çalışmada kullanılabilecek bütçenin kısıtlı oluşu ve heykellerin modellenmesinde lazer tarayıcı kullanılmasına, izin vermeye yetkili makamlardan izin alınamamış olmasıdır.

3.3.1.1. Üç Boyutlu Modellemede Araç ve Yöntem

Bu çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje Numarası: 2018. KB. SOS. 009.). Proje kapsamında, üç boyutlu modelleme işlemleri için *Agisoft PhotoScan Professional Edition* yazılım ürününün *Educational License* tipinde lisansı, satın alınmış ve kullanılmıştır.[1034]

Agisoft PhotoScan, resim tabanlı üç boyutlu modelleme programıdır.[1035] Program; fotoğrafların içe aktarılmasından itibaren, seçimlik modelleme parametreleri üzerinden otomatik olarak işletilen ardışık süreçler sonucunda üç boyutlu yüzey, ortofoto ve dijital yükseklik (elevation) modeli üretmekte, bu ürünlerden çeşitli dosya

"Pariou'dan Kore Phrasikleia Aristionos ve kouros mermer Myrrinounti'de keşfedildi", Arkhaiologika analetka eks Athinoˆn, Cilt: 5, 1972), ss. 298-324.

[1033] T. Luhmann, S. Robson, S. Kyle ve J. Boehm. **Close-Range Photogrammetry and 3D Imaging**, Walter de Gruyter Gmbh, Berlin, 2014, ss. 240-242.

[1034] Software Product: Agisoft PhotoScan Professional Edition; License Type: Educational License.

[1035] Agisoft PhotoScan User Manual, http://www.agisoft.com/pdf/photoscan-pro_1_4_en.pdf, (09.12.2018).

formatlarında çıktı alınmasına imkân vermektedir. Programın işleyişi, dört aşama olarak özetlenebilmektedir.

İlk aşama, kamera hizalamasıdır. Bu aşamada program, fotoğraflardaki ortak noktaları tespit etmekte ve bu noktaları karşılaştırmaktadır. Her bir fotoğraf için kameranın pozisyonunu tespit etmekte ve kamera kalibrasyon parametrelerini rafine etmektedir. Bu işlemin sonucu olarak modeli temsil eden *nokta bulutu* oluşmakta ve kamera pozisyonları belirlenmektedir. Fotoğrafların hizalanması sonucu oluşan bu nokta bulutu, sonraki işlem süreçleri için kaynak teşkil etmektedir ve başka programlarda işlenmek üzere programdan dışa aktarılabilmektedir.

İkinci aşama, *yoğun nokta bulutu* üretimidir. Program bu üretimi, tahmini kamera pozisyonlarını ve fotoğrafları kullanarak yapmaktadır. Program, sonraki süreçler için *yoğun nokta bulutu* üzerinde istenmeyen unsurların veya görünen hata unsurlarının temizlenmesine yönelik araçlar sunmaktadır.

Üçüncü aşama, üç boyutlu yüzey üretilmesidir. *Mesh* veya *dijital yükseklik modeli* olarak yüzey üretimi mümkündür. Üç boyutlu *poligonal mesh* modeli, *nokta bulutu* veya *yoğun nokta bulutu* üzerinden oluşturulabilmektedir ve modellenen nesne yüzeyini temsil etmektedir. *Mesh* model üretimi, sonraki süreçler için zorunlu bir adım değildir ve ihtiyaç duyulmuyorsa yapılmadan sonraki adımlara geçilebilmektedir. *Dijital yükseklik modeli*, kullanıcının tercihine göre coğrafi, düzlemsel veya silindirik projeksiyon sağlamaktadır.

Dördüncü aşamada, oluşturulan yüzey dokulandırılabilmekte ya da *ortofoto* üretilebilmektedir. *Ortofoto*, kullanıcı tercihine bağlı olarak istenilen düzlem üzerine izdüşüm alınabilmesine imkân vermektedir.

Yazılımda üç boyutlu modellemede iş akış süreci şu şekildedir:

i. Kalibrasyon parametrelerinin ve fotoğrafların programda içe aktarılması ve modellenecek nesne için daha iyi sonuç alınabilmesi için *maske* uygulanması,

ii. Fotoğraf kalitesinin incelenmesi, kalitesi uygun olmayan fotoğrafların programdan çıkarılması,

iii. Fotoğrafların hizalanması ve *nokta bulutu* oluşturulması,

iv. Modelde hataların ayıklanması ve modelin iteratif olarak optimize edilmesi,

v. *Hedef nokta*ların fotoğraflar üzerinde işaretlenmesi,

vi. Ölçüm verilerinin programa tanıtılması,

vii. Modelin optimize edilmesi,

viii. *Yoğun nokta bulutu* oluşturulması,

ix. *Mesh* yüzey oluşturulması,

x. Dokulandırılmış üç boyutlu yüzey oluşturulması,

xi. Ortofoto üretilmesi.

3.3.1.2 Üç Boyutlu Modellemede İş Akış Süreci

Fotogrametri metodu ile heykellerin üç boyutlu modellerinin üretilmesi süreci; hazırlık, ölçüm, fotoğraf çekimi ve modelleme aşamalarından oluşmaktadır. Metodun uygulanmasında yapılan hazırlıklar; deneysel çalışmalar, deneylerde elde edilen bilgi ve tecrübeler, karşılaşılan problemler ve çözümleri, alınan kararlar ve gerçekleştirilen uygulamalar, çalışmalarda kullanılan materyal ve araçlar, işletilen süreçler, sebepleri ve sonuçlarıyla aşağıda maddeler halinde sunulmaktadır.

i) Hazırlık aşaması; fotoğraf çekiminde kullanılacak kamera ve lens seçimi, kamera ayarlarının belirlenmesi, kamera ile model arasındaki olması gereken ortalama uzaklığın belirlenmesi, hangi açıdan ne kadar aralıklarla ve kaç tane fotoğraf çekileceğinin hesaplanarak bir fotoğraf çekimi planı oluşturulması, heykelin sergilendiği alanda yerinde inceleme yapılarak fotoğraf çekimi planını ve çekim ekipmanlarının seçimini etkileyecek mekânsal özelliklerin ve ışık koşullarının incelenmesi, heykel üzerine yerleştirilecek hedef noktaların tasarlanıp uygulamaya hazır hale getirilmesi, modellemede kullanılacak yazılım ve ekipmanların tanınarak sürecin tümünü etkileyecek teorik ön hazırlık, deneysel çalışmalara dayalı karar alma ve planlama çalışmalarını içermektedir.

ii) Kamera sensör boyutları, odak uzaklığının ve diyafram açıklığının fotoğrafın netlik derinliğine ve pozlama süresine etkisi, çalışma konusu heykellerin müze içerisindeki pozisyonları dolayısıyla fotoğraf çekimine elverişli en kısa ve en uzak mesafeler, bu mesafelere karşılık gelen netlik derinliği değerleri ve *Agisoft PhotoScan* programı için kullanım kılavuzunda yer alan fotoğraf çekimi önerileri dikkate alınarak; 18 Megapiksel çözünürlüğe sahip kamera ve 18 mm lens kullanılmasına, diyafram açıklığının F16-F22 arası olarak belirlenmesine, pozlama süresinin olabildiği kadar kısa tutulmasına, ISO değerinin en kısa pozlama süresi

ihtiyacına uygun olarak mümkün olan en küçük değer olarak seçilmesine, netleme ayarının heykele 50,00 cm dolaylarında bir uzaklıkta yapılıp ayarların bu uzaklıkta sabitlenmesine karar verilmiştir.

iii) Fotoğraf çekimi yöntemi, *Agisoft PhotoScan* programının %60 ila %80 bindirmeli çekimi esas alan çalışma mantığına göre ele alınmıştır. Heykellerin fotoğraf çekimi yöntemi belirlenirken, heykelin silindirik bir nesne olduğu varsayılmıştır. Bu varsayıma göre hem düşey eksen boyunca belirli aralıklarla fotoğraf çekimi yapılacağı hem de silindir etrafında 360^0 dönülerek fotoğraf çekileceği açıktır. Bir dairenin etrafında 90^0 açı farkıyla çekim yapılması; önden, arkadan ve iki yandan olmak üzere dört adet fotoğraf çekilmesi anlamına gelmektedir ve ardışık çekilen fotoğraflar arasında %50 bindirme sağlamaktadır. 45^0 açı farkıyla çekim yapılması; önden, arkadan, iki yandan; ayrıca ön sağ, ön sol, arka sağ ve arka sol çaprazlardan olmak üzere toplam sekiz fotoğraf çekilmesi anlamına gelmektedir ve yaklaşık %75 bindirme sağlamaktadır. Böylece heykelin etrafında, uygun bir dairesel yörüngede kalınarak 45^0 açı farkıyla, eşit aralıklarla, 8 açıdan fotoğraf çekilmesine karar verilmiştir.

iv) Fotoğraf çekiminde, 18 Megapiksel *Canon EOS 600D* dijital kamera kullanılmıştır. Kameranın odak uzaklığı 18 mm, sensör boyutları 14,9 mm x 22,3 mm'dir. Kamera ile nesne arasında fotoğraf çekimi mesafesi 50,00 cm iken ardışık olarak çekilen iki fotoğrafta görüntülenen bölgelerin %60 ila %80 oranında aynı bölgeler olması gerektiği dikkate alınarak yapılan hesaplamalar sonucunda, düşey eksen boyunca, kameranın her defasında 8,00-16,00 cm kaydırılarak fotoğraf çekimi yapılması gerektiği anlaşılmıştır.

Örneğin 180,00 cm boyundaki bir heykel için, 50,00 cm mesafeden netleme yapılıp kamera düşeyde her defasında 10,00 cm kaydırılarak fotoğraf çekimi yapıldığında, düşeyde 18 fotoğraf çekilmiş olacaktır. Bu işlem dönel olarak 8 defa tekrarlandığında, 144 fotoğraf çekilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bu şekilde uygulacak çekim planının genel bir çekim planı olduğu, heykellerin özgün durumlarına göre genişletilerek kullanılması gerektiği anlaşılmaktadır.

v) Ektremite unsurları heykeli yekpare silindir formundan ayırır. Kolların iç yüzeyleriyle gövde arasında kalan bölgelerin ve bacaklar arasında kalan bölgelerin kör nokta bırakılmadan fotoğraflanması gerektiğinden, fotoğraf sayısının, heykelin özel durumuna göre artış göstereceği anlaşılmıştır. Omuz üstü, çene altı, başın tepe kısmı

gibi yüzeyler, yukarıda hesaplanan düşey ve dönel çekimlerde fotoğraf düzlemine dik olmayan yüzeylerdir. Bu nedenle, özel olarak kamera bu yüzeylere dik bakacak şekilde, bindirmeli fotoğraf çekimi yapılması gerektiği anlaşılmıştır.

vi) Fotoğraf çekimi mesafesinin her yerde 50,00 cm olamayacağı, özellikle heykelin sergilendiği pozisyonda 25,00-30,00 cm mesafeye kadar düşeceği göz önüne alındığında, çekim mesafesinin kısaldığı yerlerde, olabildiği kadar fazla fotoğraf çekilmesi gerektiği anlaşılmıştır. Çekilen fotoğraflar içerisinden netlik kaybına maruz kalan fotoğraflar ayıklanacağından, fotoğraf sayısının, olabildiğince fazla olması gerekmektedir. Tüm bu değerlendirmeler ışığında, bir heykel için 250 ile 300 arasında fotoğraf çekilmesi, modellemenin başarılı sonuçlanması açısından önem taşımaktadır.

vii) Heykellerin sergilendikleri mekândaki konumları itibariyle, duvar ile aralarındaki mesafe 25,00 cm kadar kısa olabilmektedir. Arka cepheden fotoğraf çekiminde, böyle bir mesafede, tripod kullanımı mümkün olmamaktadır. Heykellerin arka cepheden fotoğraflanmasındaki bu fiziki engel, *şaryo* kullanılarak aşılmıştır **(EK 178)**.

viii) Fotogrametri çalışmaları yapılırken, elde edilen model ile modellenen nesne arasında bağ kurulması ve nesnenin gerçek ölçülerine göre modelin optimize edilmesi için *hedef noktalar* kullanılmaktadır.[1036] Bir hedef noktanın, model üzerinde işlenebilmesi için noktanın en az iki fotoğraf üzerinde görüntülenebilmesi gerekmektedir. Sağlıklı bir modelleme için hedef nokta sayısının 20'nin üzerinde olması önerilmektedir.[1037]

ix) Heykeller üzerine hedef nokta yapıştırılması, kültür varlıklarına zarar verebilecek türden fiziki müdahalede bulunulması anlamına gelmektedir. Heykel üzerine, yapıştırıcı kullanmadan hedef nokta iliştirme konusu, öncelikle çözülmesi gereken bir problem olarak ortaya çıkmıştır.

x) Heykele zarar vermeden heykel üzerine hedef nokta yerleştirme problemi, defter kaplamada kullanılan şeffaf naylon malzemeden yararlanılarak çözülmüştür. Şeffaf naylon, rulo haline getirilmiş ve bu rulodan 0,50 cm genişliğinde şeritler kesilerek kullanılmıştır. Şeridin heykel gövdesine bir tur sarılması ve sonra iki ucunun

[1036] Saffet Erdoğan (Ed.), **Fotogrametri,** Anadolu Üniversitesi Web-Ofset, 2011, ss. 104-106.
[1037] Hüseyin Topan, Murat Oruç ve Mehmet Güven Koçak. "Ortogörüntü Üretiminde Hedef Yer Kontrol Noktası Seçimi ve Sonuçlara Etkisi", **TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı**, 2007.

bant ile yapıştırılması istenilen gerginliği sağlamadığından, gerginliği sağlamak üzere elastik halka kullanılması gerektiği anlaşılmıştır **(EK 179)**.

xi) Yapılan deneylerde, istenilen gerginliğin sağlandığı ancak kavisli mermer yüzeylerde şeffaf şeridin tutunamadığı ve kumpasla ölçüm yapılırken şeridin kaydığı tespit edilmiştir. Kayma probleminin çözümü için, şeridin heykele temas eden yüzeyine ameliyat eldiveni parçacıkları yerleştirilmesinin uygun olacağı düşünülmüştür. Ameliyat eldiveni, bir kavanoza giydirilmiş ve çift taraflı bantla kaplanmıştır. Bantla kaplı ameliyat eldiveni neşterle kesilerek, bir yüzü ameliyat eldivenine yapışık diğer yüzü şeffaf şeride yapışmaya hazır, kaydırmaz şeritler elde edilmiştir. Kaydırmaz şeritler, kare parçacıklara ayrılarak, yaklaşık 10,00 cm aralıklarla, şeffaf şeridin heykele temas edecek yüzeyine homojen olarak dağıtılmıştır. Yapılan deneylerde, uygulamanın başarılı olduğu, kayma probleminin giderildiği görülmüştür.

xii) Hedef noktaların, heykel üzerine gergi lastiğiyle sabitlenen şeffaf şeritlerin yüzeyine yapıştırılması planlanmıştır.

xiii) Her bir hedef noktanın komşuluğundaki diğer hedef noktalara uzaklığının ölçülmesi, üretilen modelin ölçeklendirilmesini sağlamaktadır. Yerleştirilen hedef noktalar arasındaki uzaklıkların ölçülmesi, ölçüm sonuçlarının kaydedilmesi; *Agisoft PhotoScan* programında, hedef noktaların fotoğraflarda tespit edilmesi, işaretlenmesi ve isimlendirilmesi; isimlendirilen noktalar arasındaki uzaklık ölçülerinin programa veri girişi ile tanıtılması ve bu ölçüler üzerinden modelin optimize edilmesi, modelleme işleminin aşamaları arasındadır.

xiv) Hedef noktaların yazılıma tanıtılabilmesi için, bir noktanın, en az iki fotoğrafta görülüp tespit edilmesi gerekmektedir. Bir nokta işaretlenirken, fotoğrafa ekranda yakınlaşılmakta (zoom), piksel ölçeğinde görüntülenen hedef noktanın orta noktasına bir *işaretçi* (marker) yerleştirilmektedir. Dolayısıyla hedef noktanın ortası, piksel düzeyinde hatalı olarak gerçekleştirilebilmektedir. Bu hata oranının en aza indirilmesi için, hedef noktanın önceden tasarlanması gerektiği, bir hedef noktanın fotoğrafta kaç *pikselkare* alan kapladığının önceden tespit edilmesi gerektiği anlaşılmıştır.

xv) Heykel yüzeyinin dairesel hedef noktalarla kaplanmasına karar verilmiştir. Hedef noktanın orta noktasının fotoğrafta kolayca ayırt edilebilmesi için kontrast

yaratan siyah ve beyaz renkler kullanılması uygun görülmüştür. Noktanın siyah renk daire ortasına beyaz renk daire şeklinde olmasına karar verilmiştir. Noktanın merkezinin tespiti beyaz renk dairenin çapıyla doğrudan ilişkili olduğundan, *Adobe Illustrator* programında, beyaz renk daire çapı, çeşitli ölçülerde üretilmiştir. 18 mm lens ile yapılan fotoğraf çekimlerinde, siyah renk daire çapı 2,0 mm ve beyaz renk daire çapı 0,7 mm olan nokta tasarımının uygun olduğu, bu tasarıma sahip noktanın beyaz renkli merkezinin fotoğraflarda çekim mesafesine bağlı olarak 6x6-8x8 *pikselkare* alan kapladığı, nokta merkezi işaretlemenin 3-4 piksel hata ile mümkün olduğu tespit edilmiştir **(EK 180)**.

xvi) Her bir heykel için, noktalar arasında yapılan ölçümlerin sağlıklı şekilde kodlanması, noktaların fotoğraflarda tespitinde ve noktalar arası uzaklıkların programa tanıtılmasında kolaylık sağlaması bakımından, hedef noktalar tasarlanırken, noktalar numaralanmıştır.

xvii) Üretilen hedef noktalar kağıda basılmış, kağıdın arka yüzeyi çift taraflı bantla kaplanarak, müzelerde yapılacak çalışmalarda vakit kaybı yaratmaması için şeffaf şerit üzerine yapıştırılmaya hazır duruma getirilmiştir **(EK 181)**.

xviii) Hedef noktalar heykel üzerine yerleştirilirken, aralarındaki uzaklıklar birer çizgi olarak düşünüldüğünde, heykel yüzeyinin, köşeleri bu noktalar olan üçgenlerle kaplanması söz konusudur. Ölçülebilecek en uzak mesafe, kumpas uçlarının en geniş açıklığı kadardır. Şeffaf şeritler, kumpasın en geniş açıklığı dikkate alınarak yerleştirilmiştir. Şeritlerin uçları elastik halkayla belirli bir gerginlik düzeyinde birleştirilmiş, heykel yüzeyini sıkıca kavramaları ve çalışma boyunca kaymamaları sağlanmıştır. Hedef noktalar heykel yüzeyine homojen dağıtılmıştır. Noktalar arasında olabildiğince fazla bağlantı kurulmasını sağlayacak pozisyonlar tercih edilmiştir **(EK 182)**.

xix) Hedef noktalar arasındaki uzaklıkların ölçümünde, *IP67 ABSOLUTE Coolant Proof* marka ve model dijital kumpas kullanılmıştır. Kumpasın hassasiyeti 0-150 mm aralığındaki ölçümlerde ± 0,02 mm, 0-200 mm aralığında yapılan ölçümler için ± 0,03 mm, 0-300 mm aralığındaki ölçümler için ± 0,04 mm'dir.[1038]

[1038] IP67 ABSOLUTE Coolant Proof Calliper User Guide, https://www.mitutoyo.com/wp-content/uploads/2016/03/CoolantProofCalipers.pdf, (09.12.2018).

xx) Hedef noktalar arası uzaklıkların ölçümü, dikkat ve emek isteyen yoğun bir süreçtir. Bir heykel için ölçüm çalışması, ortalama 4 saat sürmektedir. Hedef nokta sayısındaki artış, ölçülecek uzaklık sayısını artırmaktadır. Hedef nokta sayısına karar verilirken, kullanılacak kumpasın ölçebileceği en büyük uzaklığa ve kaç ölçüm yapılacağına dikkat edilmelidir. Şeritlerin aşırı gergin yerleştirilmesi halinde çalışma esnasında şeridin kopabileceği ve ölçme işinin tekrarlanmasına sebep olabileceği de hesaba katılmalıdır.

xxi) Her bir nokta için kumpasın ölçebileceği aralık dâhilindeki diğer hedef noktalar arasındaki uzaklıklar ölçülmüş, ölçüm sonuçları kaydedilmiştir. Böylece herhangi iki nokta arasındaki uzaklık iki kere ölçülmüş, ölçmeden kaynaklanabilecek hatalardan kaçınılmıştır. Noktalar arasında iki kere yapılan ölçümlerin, ortalama değerleri kullanılmıştır.

xxii) Fotoğraf çekimi için ilk iş olarak ışıklandırma koşullarının kontrol edilmesi, ışıklandırma yetersizse uygun ekipmanlarla ışık koşullarının iyileştirilmesi gerekmektedir **(EK 183)**.

xxiii) Fotoğraf çekimi boyunca kamera ayarlarının sabit tutulması gerekmektedir. Fotoğraf çekimi öncesinde kameranın odak uzaklığı sabitlenmiş, otomatik odaklama özelliği kapatılmış ve fotoğraflama süresince bu değerler sabit tutulmuştur. Şaryo ve tripod kullanılarak görüntü kalitesini düşürecek titreşim etkileri en aza indirilmiştir **(EK 184)**.

xxiv) Her fotoğraf çekiminden sonra, kamera açısı ve konumu değişmektedir. Açı ya da konum değişikliği sonrasında vizör kontrolü ve tripod üzerinde kamera stabilitesinin sağlanması da çekim süresine dâhil olduğundan, bir fotoğraf çekimi için ortalama yarım dakikaya ihtiyaç duyulmaktadır. Çekilecek fotoğraf sayısına, heykelin sergi alanındaki konumuna, ulaşılacak kamera açısının ve konumunun güçlüğüne bağlı olarak fotoğraf çekimi süresi uzamaktadır. Müzelerde ziyarete engel olmadan fotoğraf çekimi, fotoğraf çekimi planından sapmalara da yol açabilmektedir.

xxv) Fotoğraf çekiminde kullanılan kameranın, kalibrasyon değerlerinin kayıt altına alınması gerekmektedir. *Agisoft PhotoScan, Agisoft Lens* uygulamasına sahiptir. Bu uygulama, kalibrasyon için bilgisayar monitörüne dama tahtası şeklinde ölçekli bir resim yansıtmaktadır. Bilgisayar ekranına yansıyan resim, değişik açılardan fotoğraflandıktan sonra bu fotoğraflar uygulama içerisine aktarılmaktadır. Program,

kalibrasyon parametrelerini otomatik olarak hesaplamaktadır. Hesaplanan kalibrasyon değerleri, modellemede kullanılmak üzere, uygun bir dosya formatında kaydedilebilmektedir. Ayrıca, kalibrasyon değerleri başka yazılım olanaklarıyla belirlenmişse bu değerlerin de içe aktarılması mümkün bulunmaktadır.

xxvi) Heykellerin üç boyutlu modellenmesine yönelik olarak müzelerde iş akışı sırasıyla: Heykel üzerine şeffaf şeritlerin yerleştirilmesi, şeritler üzerine hedef noktalar yerleştirilmesi, hedef noktalar arasındaki uzaklıkların ölçülmesi, ışıklandırma koşullarının ayarlanması, fotoğraf çekimi ve kalibrasyon fotoğraflarının çekilmesi şeklinde gerçekleşmiştir.

xxvii) Fotoğraflar *Agisoft PhotoScan* yazılım ürününde işlenmiştir. Kameranın iç yöneltme parametreleri, fotoğraf çekiminden önce ve sonra tahmin edilmiştir. Bu parametreler, model oluşturmada, yazılıma sabit parametreler olarak tanıtılmıştır.

xxviii) Hedef noktalar arası uzaklık ölçümleri homojen dağıtılmış iki kümeye ayrılmıştır. Bu kümelerden bir tanesi kontrol ölçüleri (control distances [CD]) kümesi olarak üretilen modelin ölçeklendirilmesinde kullanılmıştır. Diğer kümedeki ölçüler, bağımsız denetim ölçüleri (independent check distances [ICD]) kümesi olarak elde edilen modelin geometrik kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılmıştır.

xxix) Her bir heykelin üç boyutlu yoğun nokta bulutu modeli elde edilmiştir.

3.3.2. Vitruvius Önermeleri

Vitruvius, insan vücundaki oranlar konusunda şu bilgileri vermektedir:

> *1. Bir tapınağın tasarımı bakışıma dayanır; mimar, bakışım ilkelerini titizlikle gözetmelidir. Bu ilkeler orantıya bağlıdır (Yunanca'da ἀναλογία). Orantı, bir yapıtın öğeleri arasında bulunan ve tümünün, birim olarak belirlenen belli bir öğeye göre uygunluğudur. Bakışımın ilkeleri bundan kaynaklanır. Bakışım ve orantı olmadan hiçbir tapınağın tasarım ilkeleri belirlenemez; yani, öğeler arasında tıpkı fiziği düzgün bir erkekte olduğu gibi belirgin bir ilişki bulunmalıdır. 2. Çünkü insan vücudunun doğal tasarımında, yüzün, çeneden alın üstüne ve saçların en dipteki köklerine kadar, boy uzunluğunun onda biri olması öngörülmüştür; el açık olduğunda da bilekten orta parmağın ucuna kadar aynı oran vardır; baş, çeneden başlayarak üste kadar sekizde bir, göğüs üzerinden boyun ve omuzlardan saç diplerine kadar altıda bir, göğüs ortasından başın tepesine kadar da dörtte bir oranındadır. Yüzün kendi yüksekliğini alırsak, çene altından burun deliklerinin alt bölümüne kadar olan kısım bunun üçte biri; burun da burun deliklerinin altından kaşlarının arasındaki bir çizgiye kadar aynı orandadır. Oradan, alnı da içererek saç diplerine kadar olan kısım yine çehrenin*

üçte biridir. Ayak uzunluğu, boy uzunluğunun altıda biri; ön kol ve göğüs genişliği ise dörtte biridir. Diğer uzuvların da kendi bakışımlı oranları vardır. Antikitenin ünlü ressam ve heykeltıraşları bunları uygulayarak sonsuz bir üne eriştiler.

3. Aynı şekilde, bir tapınağın öğeleri ile bütünün genel ölçüleri arasında büyük bir uygunluk bulunmalıdır. Yine insan vücudunun merkez noktası doğal olarak göbeğidir. Çünkü bir adam elleri ve ayakları açık olarak arka üstü yattığı zaman el ve ayak parmaklarının uçları göbeğine yerleştirilen bir pergelin çizdiği dairenin çevresine değecektir. İnsan vücudundan dairesel bir şekil elde edildiği gibi kare bir şekil de çıkarılabilir. Çünkü ayak tabanının başın tepesine olan uzaklığını ölçer ve bu ölçüyü yana açılan kollara uygularsak tıpkı tam kare yüzeylerde olduğu gibi, genişliğin uzunluğa eşit olduğu görülecektir.[1039]

Vitruvius tarafından aktarılan bu bilgiler içerisinde, belirsiz ifadeler bulunmaktadır. *Saçların en dipteki kökleri*, *saç dipleri*, *göğüs üzeri* ya da *göğüs üstü* ve *göğüs ortası* ifadeleriyle tarif edilen noktaların tam ve kesin karşılığı bilinmemektedir. *Göğüs genişliği* olarak tarif edilen genişliğin hangi noktalar arasındaki uzaklığa karşılık geldiği belirsizdir.

İnsan vücudunun merkez noktasının, doğal olarak *göbek* olduğu ifade edilmektedir ancak el ve ayak parmaklarının göbekte merkezlenen çembere dokunabilmesi için kolların ve ayakların nasıl bir şekilde yana açılacağı, ayaklar arasında ne kadar açıklık olacağı, kolların yanlara açılmasında özel bir kural olup olmadığı açıklamasız kalmaktadır.

Tariflerdeki bu eksikler ve belirsiz ifadeler, Leonardo Da Vinci'nin gözünden kaçmamış olacak ki Da Vinci, insan vücudunda oranlar konusunda detaylı bir çözümleme yaparak Vitruvius'un aktardığı bilgileri rafine edip tariflere açıklık getirerek ve kendi modifikasyonunu gerçekleştirerek grafiğe aktarmayı tercih etmiştir. Bu grafik, *Vitruvius Adamı*'dır **(EK 185)**.

Da Vinci'nin ifadeleri, daha detaylı ve daha nettir:

Eğer ayaklarınızı, boyunuzu 1/14 oranında azaltacak kadar açarsanız, kollarınızı yanlara açıp orta parmağınız başınızın tepesi seviyesine dokunacak kadar kollarınızı kaldırırsanız, bilmelisiniz ki açılan bu uzuvların merkezi göbektir ve bacaklar arasındaki boşluk bir eşkenar üçgendir.

Bir insan kollarını iki yana açtığında, bu uzunluk, boy uzunluğuna eşittir. Saç köklerinden çene altına kadar, boyun onda biridir; çene altından başın tepesine kadar boyun sekizde biridir; göğüs üstünden başın tepesine kadar insanın altıda biri olacaktır. Göğüs üstünden saç köklerine kadar insanın

[1039] Vitruvius, Ten Books, III. 1.

yedide biri olacaktır. Göğüs uçlarından başın tepesine kadar insanın dörtte biri olacaktır. Omuzun en büyük genişliği, kendi içinde insanın dörtte birini içerir. Dirsektem elin ucuna kadar insanın beşte biri olacaktır. Dirsekten koltuk altı açısına kadar insanın sekizde biri olacaktır. Elin tümü insanın onda biri olacaktır. Genitallerin başlangıcı, insanın orta noktasıdır. Ayak, insanın yedide biridir. Ayak tabanından diz altına kadar insanın dörtte biridir. Diz altından genitallerin başlangıcına kadar insanın dörtte biridir. Çene altından buruna kadar, saç köklerinden kaşlara kadar, her durumda aynıdır ve kulak gibi, yüzün üçte biridir.[1040]

Da Vinci'nin bu ifadeleri; kulak, omuz genişliği, koltuk altı, dirsekler, göğüs ucu, orta nokta, genitaller ve diz altı gibi, Vitruvius tarafından aktarılan bilgilerde yer almayan tarifleri içermektedir. Da Vinci, *göğüs ortası* yerine *göğüs uçları* üzerinden orantı kurma konusunda ve *ayak boyu* konusunda da Vitruvius'tan ayrılmakta, orantı sistemini detaylandırarak devam etmektedir.

Bu tez çalışmasında, Vitruvius tarafından aktarılan bilgiler esas alınmakla birlikte, belirsizliklerin giderilmesi ve çalışmanın sistematik olarak yürütülmesine yol gösterici olduğu için, orantılar ve heykelin orantıya konu olan kısımlarına dair bilgiler bakımından Da Vinci tarafından yapılan katkılar göz önünde bulundurulmuştur.

Heykellerin orantı sistemi konusundaki analizlerde, elde edilen bulguların değerlendirilmesinde, tartışılmasında ve eleştirilmesinde açıklık ve kolaylık sağlaması bakımından, Vitruvius tarafından aktarılan bilgiler, orijinal metindeki sıralamaya sadık kalınarak birer önerme haline getirildiğinde ortaya 13 önerme çıkmaktadır:

1. Yüz, çeneden alnın üstüne ve *saçların en dipteki köklerin*e kadar, boy uzunluğunun onda biridir.
2. El açık olduğunda, bilekten orta parmağın ucuna kadar, boy uzunluğunun onda biridir.
3. Baş, çeneden başlayarak üste kadar, boy uzunluğunun sekizde biridir.
4. *Göğüs üzerin*den boyun ve omuzlardan *saç diplerin*e kadar, boy uzunluğunun altıda biridir.
5. *Göğüs ortası*ndan *başın tepesi*ne kadar, boy uzunluğunun dörtte biridir.
6. Çene altından burun deliklerinin altına kadar, yüzün üçte biridir.
7. Burun, burun deliklerinin altından kaşların arasındaki bir çizgiye kadar, yüzün üçte biridir.

[1040] J. P. Richter (Ed.), Leonardo da Vinci, s. 343, lev. XVIII.

8. Kaşların arasındaki çizgiden, alnı da içererek *saç diplerin*e kadar, yüzün üçte biridir.

9. Ayak uzunluğu, boy uzunluğunun altıda biridir.

10. Ön kol, boy uzunluğunun dörtte biridir.

11. *Göğüs genişliği*, boy uzunluğunun dörtte biridir.

12. İnsan vücudunun merkez noktası, doğal olarak göbeğidir. Bir adam, elleri ve ayakları açık olarak arka üstü yattığı zaman, el ve ayak parmaklarının uçları, göbeğine yerleştirilen bir pergelin çizdiği dairenin çevresine değer. Böylece insan vücudundan dairesel bir şekil çıkarılabilir.

13. Ayak tabanının başın tepesine olan uzaklığı ölçülür ve bu ölçü yana açılan kollara uygulanırsa, tıpkı tamkare yüzeylerde olduğu gibi, genişliğin uzunluğa eşit olduğu görülür. Böylece insan vücudundan bir kare çıkarılabilir.

Bu önermeler, tez metni boyunca, *Vitruvius önermeleri* olarak ifade edilmektedir.

3.3.3. Modül Kavramı

Vitruvius, ölçü birimi olarak kullanılan *parmak* (finger), *avuç* (palm), *ayak* (foot) ve *kübit* (cubit) deyimleri üzerine açıklamalarda bulunur.[1041] Açıklamalar yan yana getirildiğinde, ölçü birimleri arasındaki dönüşüm kuralları şu şekilde ortaya çıkmaktadır: 4 parmak 1 avuca, 4 avuç 1 ayağa, 6 avuç bir kübite; sonuç olarak boy uzunluğu 4 kübite, 6 ayağa, 24 avuca ve 96 parmağa ayrı ayrı eşittir.

Vitruvius, "... sayının insan parmaklarından kaynaklandığı ve vücudun uzuvlar ile tümü arasında ölçü olarak seçilen bir birime göre bakışımlı bir uygunluk bulunduğu varsayılırsa ..."[1042] ifadesinde, vücudun tümü ve uzuvlar arasındaki bakışımlı uygunluğun kurgulanmasında ölçü olarak alınacak birimin ne olduğunu tanımlamaz. İfadeye göre *birim, ölçü olarak* seçilebilen bir şeydir. Dolayısıyla standart değildir. Heykellerin boyları değişkenlik gösterirken, orantı ilişkilerine bağlı olarak uzuvların boyutları da değişkenlik gösterecektir. Doğal olarak bu değişikliklerin sebebi, *ölçü olarak seçilen birim* sözünde saklı olmalıdır. *Orantı çerçevesi* içerisinde, heykelin

[1041] Bu hesaplamaların detayları için bkz: Vitruvius, Ten Books, III. 1. 5-8.
[1042] Bu hesaplamaların detayları için bkz: Vitruvius, Ten Books, III. 1. 9.

tümü ve kısımları arasındaki uyum için referans olan *ölçü olarak seçilen birim* ifadesi, literatürde *modül* kavramına karşılık gelmektedir.

Modül olarak *ayak boyu*nun kullanılması[1043] seçeneğine alternatif olarak, *ayak boyu*nun *modül* olarak kullanılamayacağı, yontulacak blokun ölçüleri elverişli olduğu sürece modülü heykeltıraşın kendisinin belirlemiş olabileceği yönünde bir yaklaşım söz konusudur.[1044] Bir diğer yaklaşım, heykel boyunun; başın beş, altı, yedi, ya da sekiz katı olarak ele alınmasıdır. Gövdenin geri kalanında oranlar anlamlı kalmaya devam ederken başın üst tarafında artık uzunlukların kaldığı bazı durumların varlığı da bilinmektedir.[1045] Bu durum, *modül* kavramının tartışmalı bir kavram olarak kalmasına neden olmaktadır.

3.3.4. Heykel Koordinat Sistemi

Vitruvius, orantı kurallarıyla ilgili cümlelerinin devamında, "Doğa, insan vücudunun organlarını çerçevenin tümüne oranlanacak şekilde yarattığından, ..." şeklinde bir ifade kullanmaktadır.[1046] *Çerçevenin tümüne* (to the frame as a whole) ifadesi oldukça ilginçtir. Özellikle de vücudun tümünün içine yerleştirildiği bir çerçeve söz konusuysa bu ifade kesinlikle yol göstericidir. Çünkü eğer öyleyse figürün içerisinde planlandığı bir çerçeveden bahsediliyor demektir. Bu çıkarıma dayalı olarak orantı sisteminin, bir *orantı çerçevesi* içerisinde kurgulandığı varsayılabilir ve eğer öyleyse *frontalite* kavramıyla da ilişkilidir.

Frontalite, stil eleştirisinde ayırt edici bir özellik olmasının yanı sıra analitik incelemeler için ihtiyaç duyulan önemli ve işlevsel bir tanımdır. *Frontalite* kavramı sayesinde, heykellerin ön cepheden planlanmasına olanak sağlayan sanal bir düzlemin varlığı kabul edilmektedir.[1047]

[1043] Adolf Furthwängler, **Beschreibung der Glyptothek**, 2. Baskı, München,1910, ss. 52-53.

[1044] Caskey, Tenea Kouros'un ayaklarının farklı ölçülerde olduğu örneğini vererek ayak boyunun modül olamayacağını işaret eder. Bkz.: Caskey, Tenea, ss. 358-367.

[1045] Tenea kourosun oranlarının "matematiksel bir şemaya tamamen uygun" şekilde elde edilmesi ve sonucun Foat'ın Geometric Adamı ile karşılaştırılması konusunda bkz.: Caskey, Tenea, s. 366, res. 6. 7. New York Kouros'un boyunun düşey simetri ekseni boyunca yaklaşık olarak sekiz modüle eşit oluşu konusunda bkz.: Richter ve Richter, Apollo, ss. 20-56. Ayrıca bkz.: Boardman, Archaic, ss. 77-81; Guralnick, Korai, ss. 399-409.

[1046] Bu hesaplamaların detayları için bkz.: Vitruvius, Ten Books, III. 1. 4.

[1047] Emanuel Loewy, **The Rendering of Nature in Early Greek Art**, çev. John Fothergill, Duckworth & Co., London, 1907, s. 45, dip not: 3: Bu çalışmada, frontal düzlem,başın tepesinden aşağıya uzanan, içerisinde gövdenin simetrik iki yarıya bölündüğü, sanal bir düzlem olarak formüle edilmiştir. Bu

Frontalite kavramının en güçlü unsuru *bilateral simetri*dir. *Bilateral simetri*nin doğal sonucu olarak ayak tabanı seviyesinden başlayan ve göbek çukurundan geçerek başın tepesine kadar kadar uzanan düşey orta hat, düşey eksen olarak tanımlanmaktadır **(EK 186)**.[1048] Bu eksen kullanılarak heykel, genital bölgeden başın tepesine kadar, tıpkı Theodoros and Telekles'in yaptığı gibi, tam ortadan iki yarım heykele bölünebilir.[1049]

Böylece *frontalite* kavramına ve *bilateral simetri* özelliğine dayalı olarak sanal bir düzlem ve bu düzlemde yatan bir düşey eksen, *y* ekseni, kullanıma hazırdır ancak yeterli değildir. Matematik disiplini gereği yatay bir eksen gereklidir. Eğer heykelin düşeyde orta noktası biliniyor olsaydı bu orta noktanın orijin olarak seçilmesi doğal bir davranış olurdu ve orijinden geçen ve düşey ekseni dik olarak kesen bir yatay eksen tanımlanabilirdi.

12 numaralı önerme, oldukça sıkı düzenlenmiş özel koşullar sağlandığında göbek çukurunun *orta nokta* olduğunu ifade eder. Bu özel koşulların dışında, normal şartlar altında, heykelin ayakta serbest duruşunda *orta nokta*nın neresi olduğu belirsiz kalmaktadır.

Üzerinde kesin olarak uzlaşılmış bir *orta nokta* tanımı bulunmamaktadır. Araştırmanın bu belirsizliğe bağlı olarak kesintiye uğramaması için *orta nokta* konusunda bir ön kabul yapılması gerekmektedir.

Bu tezde testis altı hizasının bilateral simetri ekseniyle kesiştiği nokta, *orta nokta* olarak kabul edilmiştir. Bu kabul yapılırken, heykellerde kolayca bulunabilecek bir nokta seçilmesinin gereği ve yararı göz önünde bulundurulmuştur. Elde edilecek bulgulara göre bu kabulün değiştirilmesi, rafine edilmesi ya da tümüyle terk edilmesi mümkündür.

Testis altının *orta nokta* olarak varsayılmasına bağlı olarak testis altı hizasından geçen ve bilateral simetri eksenine dik olan eksen, koordinat sisteminin

formülasyon yapılırken şu yayına atıf yapılır: Julius Henrik Lange, **Darstellung des Menschen in der Älteren Griechischen Kunst**, çev. Mathilde Mann, Strassburg, 1899, s. XI.
Dört kouros için önerilen grid sistemi için bakınız: Eleanor Guralnick, "The Proportions of Some Archaic Greek Sculptured Figures: A Computer Analysis", **Computers and the Humanities**, Cilt: 10, 1976, (Analysis), ss. 153-169, lev. 1-4.

[1048] Richter, Kouroi, 118 f.

[1049] Diodoros, Diodorus of Sicily, I. 97-98; Ridgway, ss. 68-70.

yatay ekseni, *x* ekseni, olarak tanımlanmıştır. Böylece *frontal düzlem*, *x* ve *y* eksenleri ile belirlenmiş iki boyutlu bir koordinat düzlemi haline gelmektedir.

Arkaik dönem heykellerinin, dikdörtgen prizma mermer bloktan yontulduğu; blokun önden, yanlardan ve arkadan görünmünü temsil eden dört sanal düzlem üzerinden heykellerin planlandığı düşünülmektedir.[1050] Bu nedenle, analitik incelemeler için üç boyutlu bir koordinat sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. *Frontal düzlem*e, bu düzleme dik ve orijinden geçen bir eksen (*z* ekseni) eklendiğinde, ihtiyaç duyulan üç boyutlu koordinat sistemi elde edilmektedir. İnsan anatomisinde düzlem tanımları esas alınarak[1051] *planum frontale* (*xy* düzlemi, frontal düzlem), *planum sagittale* (*yz* düzlemi, sagital düzlem) ve *planum transversum* (*xz* düzlemi, transversal düzlem) şeklinde adlandırma benimsenmiştir **(EK 187)**.

3.3.5. Referans Noktalar

Heykelin kısımlarının ölçülebilmesi için bu kısımların ölçülebilmesine olanak veren, konumu bir nokta olarak ya da bir hiza olarak belirlenebilen, nokta ya da hizalar arası uzaklığın başlangıcı ve sonunu temsil eden referans noktalar gerekmektedir.

Referans noktaların bir bölümü Vitruvius tarafından verilen orantı kuralları içerisinde mevcuttur. Orantı kurallarında adı geçen ama konumu belirsiz kalan referans noktaların belirli hale getirilmesi, kurallarda değinilmeyen ama orantı testlerinde tanımlanmasının gerekliliği ortaya çıkan özel noktaların da referans noktalar kümesine eklenmesi gerekmektedir.

Referans noktaların sembolleri belirlenirken, noktaların isimlerinin ingilizce karşılığı ve anatomide kullanılan tanımlar dolayısıyla latince isimleri esas alınmıştır.

İncelemeler, izleyici konumunda, heykelin karşı tarafından yapılacağı için, kolaylık hatırına, sol ve sağ yön tarifleri, okuyucunun ya da izleyicinin solu ve sağını ifade edecek şekilde düzenlenmiştir.

[1050] Anthes, grid sisteminin, heykelin her noktasının matematiksel olarak blokun dışından önceden teorik olarak sabitlenmesini sağlayan bir koordinat sistemi içerisinde kullanıldığını düşünme eğilimindedir. Bakınız: Anthes, s. 65. Caskey (ss. 358-367), heykelin profilden ve arka taraftan, ön tarafa göre daha az dikkatle tasarlandığını ifade eder.

[1051] Levellys F. Barker, **A Laboratory of Human Anathomy**, J. B. Lippincott Company, Philedelphia and London, 1904, ss. 34-35.

Simetri eksenine göre solda ve sağda olmak üzere ikişer tane olan noktaların isimlerin baş harflerine, sol tarafı ve sağ tarafı ayırt etmeye yönelik olarak *L* (left) ve *R* (right) harfleri, noktanın solda ya da sağda değil de ortada ya da merkezde olma durumunu ifade etmek için de 0 rakamı eklenmiştir.

Referans noktalar ve sembolleri şu şekildedir: Başın tepesi (top of the head, *Ht*), alın saç ayrımı (hairline, *Hl*), çene altı (below of the chin, *C*); köprücük kemiklerinin (klavikula) *göğüs üstü*nde, aralarında bir çukur bırakarak karşı karşıya geldikleri ve boğazın başladığı yerde oluşturdukları çukur ya da çentik (suprasternal notch, *Sn*); omuz genişliğini belirleyen omuz sol sınır kritik noktası (extrem point of the left shoulder, *SL*) ve omuz sağ sınır kritik noktası (extrem point of the right shoulder, *SR*), göğüs genişliğini belirleyen göğüs sol yan sınır kritik noktası (left side extrem point of the thorax, *TL*) ve göğüs sağ yan sınır kritik noktası (right side extrem point of the thorax, *TR*), sol göğüs ucu (left nipple, *NL*) ve sağ göğüs ucu (right nipple, *NR*), *göğüs ortası* (thorax center, *T0*), bel genişliğini belirleyen bel sol sınır kritik noktası (left side extrem point of the waist, *WL*) ve bel sağ sınır kritik noktası (right side extrem point of the waist, *WR*), göbek çukuru (navel, *N*), çengel (crook) yayların karın yan sınırlarını solda ve sağda kesmesiyle bel genişliği hattı aşağısında oluşan çukuru temsil eden noktalar (*WL1* ve *WR1*), testis altı hizası (below of the testicle, *T*), femur genişliğini soldan belirleyen kritik nokta (left femur extrem point, *FL*) ve sağdan belirleyen kritik nokta (right femur extrem point, *FR*), sol diz üstü hizasını temsil eden nokta (top of the left knee, *KLt*), sağ diz üstü hizasını temsil eden nokta (top of the right knee, *KRt*), sol diz altı hizasını temsil eden nokta (below of the left knee, *KLb*), sağ diz altı hizasını temsil eden nokta (below of the left knee, *KLt*) ve ayak tabanı hizası noktası (soles of the feet, *SOF*).

3.3.6. Artistik Çizgiler ve Sınırlar

Artistik çizgilerin ve sınırların belirlenmesinde, heykelin frontal düzleme iz düşümü esas alınmıştır. İnsan vücudunun bilateral simetrik yapısı nedeniyle artistik çizgiler, biri sol tarafta diğeri sağ tarafta olmak üzere ikişer tanedir.

Tam cepheden sol ve sağ yan sınırlar, *lateral* sınırlar; ortada simetri ekseni doğrultusunda ve bu eksenin sol ve sağ tarafından göğüs-karın-bacak ön hatlarını

izleyen sınırlar, *ventral* sınırlar; arkada omurlilik boyunca geçen hat ile bu hattın solundan ve sağından sırt-kalça-bacak arkası boyunca geçen sınırlar, *dorsal* sınırlardır.

Yan, ön ve arka tarafın anatomideki karşılıkları olan bu isimlerin baş harflerine (*L*, *V* ve *D*) sağ taraf ve sol tarafı ayırt etmeye yönelik olarak *L* (left) ve *R* (right) harfleri ve orta hat için de *0* rakamı eklenerek sınırlar isimleri sembollerle gösterilmiştir.

Sınırların isimleri sembolleri şu şekildedir: Sol yan sınır (left lateral, *LL*), sağ yan sınır (right lateral, *LR*); sol ön sınır (left ventral, *VL*), orta ön sınır (median ventral, *V0*), sağ ön sınır (right ventral, *VR*); sol arka sınır (left dorsal, *DL*), orta arka sınır (median dorsal, *D0*), sağ arka sınır (right dorsal, *DR*).

Femur (uyluk) kemiği, insan vücudundaki en uzun kemiktir. Bu kemiğin etrafındaki yapıyı betimleyen artistik çizgiler, en açık şekilde gözlemlenebilecek artistik çizgilerdir.

Göğüs kafesi (thorax) sınırları, koltuk altından femur bölgesine kadar etkilidir. Göğüs kafesi ile femur arasında, yukarıdan aşağıya doğru karın bölgesi (abdomen) ve kalça bölgesi (hip) yan sınırları uzanmaktadır.

Karın yan sınırlarını keserek kalça sınırlarından ayıran ve karın yan sınırından iç kısma doğru çengel (crook) şeklindeki kısa hatların ve kasık (pubic) düzenlemelerinin de artistik çizgiler arasına alınması ve tanımlanması gerekmektedir.

Artistik çizgilerin isimleri ve sembolleri şu şekildedir: Sol femur yayı (F_R) ve sağ femur yayı (F_L), göğüs sol sınırı (thorax left, T_L) ve göğüs sağ sınırı (thorax right, T_R), karın sol sınırı (left abdomenal, A_L) ve karın sağ sınırı (right abdomenal, A_R), sol çengel hattı (letft crook, C_L) ve sağ çengel hattı (right crook, C_L), sol kalça sınırı (left hip, H_L) ve sağ kalça sınırı (right hip H_R), kasık sol çizgisi (left pubic, P_L) ve kasık sağ çizgisi (right pubic, P_R) ile kasık orta hattı (median pubic, P_0).

3.3.7. Üç Boyutlu Model Analizi

3.3.7.1. Üç Boyutlu Model Analizinde Kullanılan Yazılım

Heykellerin üç boyutlu modellerinin analizinde, Dokuz Eylül Üniversitesi tarafından sağlanan MATLAB akademik lisanslı yazılım kullanılmıştır.[1052] MATLAB programı, matris ve dizi matematiğini doğrudan ifade eden bir programlama dili içeren yazılımdır.[1053]

3.3.7.2. Modelin MATLAB Yazılımına Aktarılması

MATLAB yazılımında analiz işlemlerinin yapılabilmesi için heykellerin *Agisoft PhotoScan* yazılımında üretilen yoğun nokta bulutu modelinin, MATLAB yazılımında içe aktarılması gerekmektedir.

Agisoft PhotoScan yazılımı, üretilen yoğun nokta bulutu modelin *.txt* dosya formatında dışa aktarılabilmesine olanak sağlamaktadır. Bu *.txt* formatındaki dosya, üç boyutlu modeli oluşturan nokta sayısı kadar satırdan oluşmaktadır. Dosya, nokta bulutundaki her bir noktayı, noktaya tahsis edilen satırda, altı sütun halinde tutulan, altı sayıdan oluşan sayı grubuyla temsil etmektedir. Bir satırda soldan sağa birinci, ikinci ve üçüncü sütun, sırasıyla, noktanın lokal koordinat uzayında (*x, y, z*) koordinatlarını; dördüncü, beşinci ve altıncı sütunlar, sırasıyla, noktanın rengini tarif eden kırmızı (red), yeşil (green) ve mavi (blue) değerlerini (*r, g, b*) göstermektedir **(EK 188)**.

Böylece heykelin yoğun nokta bulutu, 6 sütunlu bir matrise dönüşmektedir. Bu matris, üretilen nokta bulutu modelin MATLAB yazılımında içe aktarılmasını sağlamaktadır.

MATLAB programında işlem süreci, girdisi olan dosyanın ve işleme dair diğer dosyaların tutulduğu ana klasör (folder) oluşturulmasıyla başlamaktadır. Folder içerisine, işlemlere girdi olacak *.txt* dosyasının aktarılması, işlem sürecinin ilk adımıdır.

[1052] Academic License provided by Dokuz Eylül University: R2018b (9.5.94444), 64-bit (win64), August 28, 2018; License Number: 40689096.
[1053] https://www.mathworks.com/products/matlab.html, (09.06.2019).

Heykeli temsil eden noktaların koordinatlarını ve renk değerlerini 6 sütunlu satırlar halinde listeleyen dosyada *y* koordinatı, yüksekliği temsil etmektedir. *Agisoft PhotoScan* yazılımından *.txt* dosya formatında dışa aktarıldığında, dosya, henüz *y* koordinatına göre sıralı değildir. Renk kodları dönüştürülürken dosyanın, *y* koordinatına göre, küçükten büyüğe doğru sıralama işleminin yapılması sağlanmıştır. Ayrıca, dosya formatındaki çıktıda, noktaların renk değerleri 0 ila 255 arasındaki sayılarla tanımlanmaktadır (0 ve 255 aralığa dâhildir). MATLAB programı renk değerlerini 0 ile 1 arasındaki sayılarla tanımlamaktadır (0 ve 1 aralığa dâhildir). Üretilen üç boyutlu modeli MATLAB programında görüntüleyebilmek için, renk değerleri, 255 ile bölünmüş, 0 ile 1 aralığında değerlere dönüştürülmüştür **(EK 189)**. Böylece üç boyutlu model başarılı bir şekilde MATLAB programında görüntülenebilir ve analiz için operasyonel olanaklar kullanılabilir hale getirilmiştir **(EK 190)**.

3.3.7.3. Transversal Kesitlerin Elde Edilmesi

Heykelin *yoğun nokta bulutu* modelini oluşturan matriste *y* koordinatı herhangi bir y_0 değerinde sabit tutulur ve y_0 değerinin bir komşuluğundaki noktaların listesi alınırsa bu liste, y_0 değeri için bir transversal kesit alınmasını sağlar **(EK 191)**. Bu düşünce, kod dizileriyle ifade edilerek heykel, aşağıdan yukarıya sabit aralıklarla transversal kesitlere ayrılarak dilimlenmiş, kesitler aşağıdan yukarıya doğru 1, 2, 3, … şeklinde numaralandırılmıştır **(EK 192)**.

Analizlerde, kesitler arası sabit uzaklık 1,00 cm olarak alınmıştır. Ölçüm yapılmayan heykellerde ise bu değere yaklaşık eş değer sabit uzaklık (birim, unit, *u*) olarak alınmıştır.

İstenen herhangi bir kesitin, incelemeler esnasında anlık ulaşılabilir olmasına ihtiyaç duyulmuştur. İstenen kesite, sadece kesit numarası belirtilerek anında ulaşılabilmesi amacıyla, bu işlem için bir fonksiyon tanımlanmıştır. Grafik çizimi de fonksiyonun bir parçası olduğundan, istenen kesit, doğrudan ekranda görüntülenebilmekte ve incelenebilmektedir **(EK 193)**. Bu fonksiyonun herhangi iki ardışık tam sayı değer arasında çalıştırılmasına dayalı olarak, istenen transversal kesit grubuna ulaşılabilmesi ve görüntülenebilmesi sağlanmıştır **(EK 194)**.

3.3.7.4. Sınırların ve Artistik Çizgilerin Elde Edilmesi

Bir transversal kesit, tepe ve çukurlardan oluşan yuvar biçimdedir. Bu şeklin *x* doğrultusundaki maksimum ve minimum noktaları, lateral sınır noktalarıdır **(EK 195)**. Kesitin *z* ekseninin pozitif yöndeki maksimum ve minimum noktaları, ventral sınır noktalarıdır **(EK 196)**. Kesitin *z* ekseninin negatif yöndeki maksimum ve minimum noktaları dorsal sınır noktalarıdır **(EK 197)**.

Heykelin yüksekliği boyunca eşit aralıklarla alınan transversal kesitlere bu işlemler uygulandığında **(EK 198)**, heykelin sınırlarını ve artistik çizgilerini oluşturan nokta kümeleri elde edilmektedir **(EK 199-201)**.

3.3.7.5. Referans Noktaların Koordinatları

Referans noktaların konumunu belirleyen koordinatlar tanımlarına dayalı olarak; üç boyutlu model, transversal kesitler ve ortofoto olanakları kullanılarak elde edilmiştir.

Omuz genişliğini düzenleyen *SL* ve *SR*, göğüs genişliğini düzenleyen *TL* ve *TR*, bel genişliğini düzenleyen *WL* ve *WR* ile femur genişliğini düzenleyen *FL* ve *FR* noktalarının koordinatları, heykelin sol ve sağ sınırı oluşturan karşılıklı noktalar arasındaki uzaklık değerlerinin en büyük ve en küçük değerleri hesaplanarak elde edilmiştir.

*Göğüs üstü*nü temsil eden *Sn* noktasının koordinatlarının belirlenmesinde, heykelin ortofotosu ve transversal kesitlerin yanı sıra *Vitruvius önermeleri* kullanılmıştır.

*Göğüs ortası*nı temsil eden *T0* noktasının kesin konumunun tespitinde, tanımdan ve anatomiden kaynaklanan belirsizlik nedeniyle, *Vitruvius önermeleri*, orantı düzeni ve noktanın bulunabileceği pozisyon dikkate alınmıştır.

Heykelin başının veya ayaklarının eksik olduğu durumlarda, başın tepesini temsil eden *Ht* noktasının ve ayak tabanı hizasını temsil eden *SOF* noktasının koordinatları, *Vitruvius önermeleri* ve orantı testleriyle teorik olarak belirlenmiş değerlerdir.

3.3.7.6. Orantı Testleri

Referans noktaların koordinatları belirlenerek bu noktalar arasındaki yatay ve düşey uzaklıklar belirlenmiştir. *Vitruvius önermeleri*ne dayalı olarak heykelin boy uzunluğu, referans noktalar arası uzaklıklar ve boy uzunluğu ile bu uzaklıklar arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Başın ya da ayakların eksik olması nedeniyle heykelin boyunun kesin olarak bilinmediği durumlarda, *Vitruvius önermeleri* ve referans noktalar arasındaki orantı ilişkileri değerlendirilerek elde edilen *teorik boy uzunluğu* üzerinden araştırma yapılmıştır.

Bir orantı testi; heykelin boy uzunluğunun ya da teorik boy uzunluğunun tam sayılara bölünmesini, bu bölme sonucunda elde edilen değeri kenar uzunluğu kabul eden modül karelerin, üç boyutlu koordinat sisteminde, heykelin simetri ekseni boyunca frontal düzleme yerleştirilmesini, modül karelerin alt karelere parçalanmasını, frontal düzlemi karelere bölen yatay ve düşey doğru parçalarının referans noktaların konumunu belirleme yeteneğinin incelenmesini, referans noktalar arasındaki uzaklıklarla heykelin boyu veya teorik boyu arasındaki oran ilişkilerinin tespit edilmesini ve test sonuçlarının görsel hale getirilerek belgelenmesini içermektedir.

Orantı testleri, MATLAB yazılımında, işlemi gerçekleştirecek kod dizileri yazılıp çalıştırılarak gerçekleştirilmiştir. Orantı testlerini gerçekleştirmek için oluşturulan kodların standart girdileri; heykelin referans noktaların koordinatları, heykelin sınırlarını oluşturan noktaların koordinatları, heykelin yoğun nokta bulutu modeli, yoğun nokta bulutunun eşit aralıklı transversal kesitleridir.

Frontal düzlemin karelere bölünmesi seçimlik parametrelerle gerçekleştirilmektedir. Seçimlik parametreler; heykelin boyu, heykelin orta noktası, heykelin boyunu bölecek tam sayı ve elde edilecek modül kareyi parçalayacak tam sayıdır. Böylece, *frontal* veya *sagital* düzlemde, tercih edilen boy uzunluğunun, tercih edilen orta noktadan itibaren ya da tercih edilecek herhangi iki nokta arasında, tercih edilen sayıda kareye bölünebilmesi sağlanmıştır. Kod dizileri, test sonucunda, üç boyutlu koordinat sisteminde karelere bölünmüş frontal düzlemi, heykelin üç boyutlu modelini, referans noktalar, sınırları ve artistik çizgileri birlikte ve ya seçime bağlı olarak ayrı ayrı görüntüleme yeteneğine sahiptir **(EK 202-204)**.

Tez çalışmasının bir ürünü olarak herhangi bir heykelin *yoğun nokta bulutu* modelini girdi olarak kabul edip istenen orantı testini gerçekleştirebilecek ve sonucu görsel hale getirebilecek yazılım olanağı geliştirilmiştir. Testlerin her aşamasının kontrol edilebilir ve tekrarlanabilir olması ve test sonuçlarının ölçeğine uygun olarak görsel hale getirilebilmesi, çalışmaların yürütülmesinde ve elde edilen sonuçların belgelenmesinde de kolaylık sağlamaktadır.

3.3.7.9. Artistik Çizgilerin ve Sınırların İncelenmesi

Sınırları oluşturan nokta kümeleri elde edildikten sonra, noktaların doğrusal olup olmadıkları, çember yapısına uyum sağlayıp sağlamadıkları, uyum varsa ne kadar hata ile uyum sağlandığı incelenmiştir. Bu incelemeler için gereken kod dizileri yazılarak çalıştırılmış sonuçlar görsel hale getrilerek belgelenmiştir.

Sınır noktalarının çembere uyumu inceleneceğinden, üç noktadan geçen çemberin merkezini ve yarıçapını otomatik olarak belirleyen fonksiyon tanımlanmıştır. Bu fonksiyon, koordinatları bilinen üç nokta P_1 (x_1, y_1), P_2 (x_2, y_2) ve P_3 (x_3, y_3) iken bu noktaların x ve y koordinatlarını girdi olarak alıp bu noktalardan geçen çemberin merkezinin koordinatlarını ve yarıçapını çıktı olarak vermektedir **(EK 205)**.

Sınırlar, üçten fazla noktadan oluşmaktadır. Aynı anda üçü birden doğrusal olmayan herhangi üç nokta bir çember tanımladığından, sınır noktalarının sayısı arttıkça, sınıra uygun çemberin belirlenmesi daha güçleşir. Sınır nokta sayısı n iken $n(n\text{-}1)(n\text{-}2)/6$ adet nokta üçlüsü ve dolayısıyla nokta üçlüsü kadar çember elde edilmesi söz konusudur.

Örneğin 10 sınır noktası için elde edilen çember sayısı 120 iken 20 sınır noktası için 1140 ve sınır nokta sayısı 70 olduğunda elde edilen çember sayısı 54.740 olacaktır. Çemberlerden hangisinin sınır hattı için en uygun çember olduğunu tespit etmek gerekmektedir. Bu nedenle, herhangi sayıda noktadan oluşan sınır için mümkün olan tüm çemberleri oluşturup oluşan çemberlerin her birinin sınıria uyumunu kontrol ederek en uygun çemberi seçme işlevini yerine getirecek kod dizisi yazılmıştır **(EK 205, 207)**.

Sınırların analizinde amaç, sınır hatlarına uyan çemberleri incelemek olduğu kadar, heykel sanatı konusunda tarif edilen orantı sistemine bağlı bir sınır betimlemesinin nasıl olabileceği ve eğer varsa sınırları betimleyen çemberlerin heykelin diğer unsurlarıyla ilişkisini ve genel olarak heykelin artistik çizgilerini ve özel noktalarını organize etme kapasitesini de belirlemektir.

Heykellerin yapım sürecinde, planlamaya yüzde yüz bağlı kalınıp kalınmadığı ya da hangi seviyede bağlı kalındığı bilinmemektedir. Diğer taraftan, heykeltıraşın rolü, yalnızca eldeki heykel için düşünülen planı icra etmek olarak görülemez. Kuşkusuz, sanatçının, işçilik süreçleri ve türlü somut sebeplerle plandan uzaklaşabileceği ve uygulama aşamasında planı rafine eden etkilerde bulunabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

3.3.7.10. Geometrik Model Oluşturulması

Her bir heykel için heykelin boy veya teorik boy uzunluğu üzerinden elde edilen karelerle kaplanan frontal düzlemde, heykelin sınırlarına veya artistik çizgilerine uygun çemberler ya da varsa doğrusal hatlar, birlikte veya ayrı ayrı, heykelin yoğun nokta bulutu modeli ya da transversal kesitleriyle aynı grafiğe aktarılarak heykelin orantı düzenini ifade eden geometrik model elde edilmiştir.

3.4. ANALİZ

3.4.1. Kouros 1/20/95

3.4.1.1. Modelleme Bilgileri

Kouros 1/20/95'in modellenmesi için heykel yüzeyine 46 hedef yerleştirilmiş, bu hedefler arasında 100 ölçüm yapılmıştır. Uygun bir fotoğraf çekimi planına bağlı olarak değişik açılardan 547 fotoğraf çekilmiştir. Ölçüm değerleri yazılıma aktarılmıştır. Yazılım, nokta bulutu modelini 168.479 noktadan oluşturmuş, yoğun nokta bulutu modelini de 5.224.333 nokta ile üretmiştir. Yoğun nokta bulutu model dokulandırılarak modelleme tamamlanmıştır **(EK 208-212)**.

Modellemenin ortalama hatası 0,25 mm olarak gerçekleşmiştir. Model yüzeyi üzerindeki herhangi bir uzunluğun kök ortalama kare hatası (rmse) ± 0,28 mm olarak elde edilmiştir **(EK 213)**.

Heykelin yoğun nokta bulutu modeli MATLAB yazılımına aktarılmıştır. Heykeli kaideye sabitleyen metal çubuklar hariç, modelin *y* eksenindeki maksimum değeri 76,71 cm, minimum değeri -73,69 cm ve boyu 150,40 cm'dir **(EK 214)**.

Transversal kesitlere ayırma işlemi için çalışma aralığı y ekseninde -68,00 cm ile 77,00 cm arasındaki bölge olarak seçilmiş, ardışık iki kesit arası uzaklık 1,00 cm ve kesit kalınlığı 0,80 mm olacak şekilde 145 transversal kesit elde edilmiştir **(EK 215-217)**.

3.4.1.2. Referans Noktalar

Heykelin başı mevcuttur. Dolayısıyla başın tepesi (*Ht*), alın-saç ayrımı (*Hl*) ve çene altı (*C*) mevcuttur. *Göğüs ortası* (*T0*), tanımındaki belirsizlikten dolayı bilinmemekle birlikte gövdeye orantısını tarif eden önerme esas alınarak pozisyonunun tahmin edilmesi mümkündür. Omuz genişliğini belirleyen *SL* ve *SR*, göğüs genişliğini belirleyen *TL* ve *TR*, bel genişliğini belirleyen *WL* ve *WR* ile femur genişliğini belirleyen *FL* ve *FR* noktaları, bu tanımları sağlayan transversal kesitlerden elde edilebilir. Göğüs uçları kayıptır. *NL* ve *NR* tespit edilememekle beraber bu noktalar göğsün uç noktası olduğundan, bu noktaların, *y* ekseninde bulunmaları muhtemel olan kesit tahmin edilebilir durumdadır. Göbek çukuru açıkça belirli olduğundan, *N* noktası belirlidir. Testis altı (*T*), bir seviye olarak açıkça belirlidir. Diz üstü hattı, keskin bir çizgi olmadığından yaklaşık olarak belirlidir. Bacaklar diz altından kırıktır. Bu nedenle diz altı seviyesi belirsizdir. Ayaklar mecut olmadığından ayak tabanı (*SOF*) konumu bilinmemektedir. Kollar kayıptır.

Referans noktaların koordinatları, tanımlarına dayalı olarak ait oldukları transversal kesit üzerindeki konumlarından ve modelleme aşamasında elde edilen ortofoto görüntüden yararlanılarak tespit edilmiş, noktalar arası yatay uzaklıklar ve düşey uzaklıklar hesaplanarak bu uzaklık değerlerinin heykelin teorik boy uzunluğuna oranı elde edilmiştir **(EK 218, 219)**. Referans noktalar, heykel yüzeyi üzerinde görsel hale getirilmiştir **(EK 220)**.

3.4.1.3. Orantı Testleri

Bacaklar diz altından kırık olduğundan heykelin boyu kesin olarak bilinmemektedir. Testis altı hizası, heykelin düşeyde orta noktası olarak kabul edilmiştir. Böylece, testis altı hizasından başın tepesine kadar olan uzaklık (1,077 m) heykel boyunun yarısı (*h*/2) olarak alınmış, dolayısıyla heykelin tam boyu teoriden hareketle 2,15 m olarak tahmin edilmiştir.

"*Göğüs üzeri*nden boyun ve omuzlardan saç diplerine kadar, boy uzunluğunun altıda biridir." önermesinde geçen *göğüs üzeri* (the top of the breast) ifadesinin ve *en aşağıdaki saç kökleri* ifadesinin kesin pozisyon olarak olarak hangi noktalara karşılık geldiği belirli olmadığından, *göğüs üstü* ifadesiyle tarif edilen noktanın koordinatları testlere hazırlık aşamasında tespit edilememiştir.

Teorik boy uzunluğunun altıda birini kenar uzunluğu kabul eden modül kareler oluşturulup testis altı (*T*) orta nokta olmak üzere, frontal düzlem, genişliği iki kare yükseliği altı kare olacak şekilde karelenerek *h*/6 testi gerçekleştirilmiştir.

Göğüs üstü ifadesi, *h*/6 orantı testinde üretilen yatay hatlarla birlikte değerlendirildiğinde, heykelin tam da göğsünün üst tarafından geçen yatay hat anlamlı hale gelmektedir.

Bu yatay hattın, göğüs üstünde simetri ekseniyle kesişim noktasının koordinatları belirlenip ortofoto üzerinden inceleme yapıldığında bu noktanın anatomide, köprücük kemiklerinin (klavikula) göğüs üstünde, aralarında bir çukur bırakarak karşı karşıya geldikleri ve boğazın başladığı yerde *suprasternal notch* isimli çentiğe karşılık geldiği anlaşılmıştır. *Göğüs üstü* noktasının bu şekilde elde edilen konum bilgisi heykel üzerinde görsel hale getirilip *h*/6 testi uygulandığında elde edilen grafik, *suprasternal notch* noktasının konumunun *Vitruvius önermeleri*ne uygun olduğunu göstermektedir **(EK 221, 222)**.

Göğüs üstü tanımının boyun ve omuzlar üzerinden geliştirilmiş olmasının sebebi böylece açığa çıkarılmıştır. Bu nokta, *suprasternal notch* isminin baş harflerine referansla *Sn* kısaltmasıyla temsil edilerek heykelin referans noktalarına dâhil edilmiştir **(EK 223)**.

Elde edilen grafikte yatay doğrusal hatlardan bir tanesi testis altı (*T*) hizasından diğeri de başın tepe noktasından geçmektedir. Bu durum test kurgusunun doğal

sonucudur. Göbek çukuru (*N*) ile uyum gösteren simetri ekseni, çene altı (*C*), alın saç ayrımı (*Hl*) noktalarıyla kusurlu uyum göstermektedir. Bu durum heykelin kaideye yerleştirilmesindeki hatadan ya da heykeldeki simetri kaybından kaynaklanmaktadır.

h/6/2 orantı testi için heykelin teorik boyunun altıda birini kenar uzunluğu kabul eden modül kareler, kenarları ikiye bölünerek alt karelere parçalanmıştır. Bu parçalanmaya göre, femur genişliğini belirleyen *FL* ve *FR* noktaları, simetri ekseninin sağında ve solunda simetri eksenine paralel olarak uzanan ve modül kareleri düşeyde parçalayan doğrusal hatlar üzerinde kalmaktadır. *FL* ve *FR* ve noktalarını yakalayan düşey doğrusal hatlar bu noktaları 1,00 mm hata ile yakalamaktadır. Elde edilen grafik, femur genişliğinin, boy uzunluğunun 1/6'sı kadar olduğunu göstermektedir **(EK 224)**.

Göğüs genişliği ile femur genişliği arasındaki fark sayısal olarak 1,96 cm ise de göğüs genişliğini belirleyen *TL* ve *TR* noktaları, femur genişliğini tespit eden düşey hatlarla, sağ tarafta simetri kaybı olmakla birlikte, uyum içerisindedir.

*Vitruvius önermeleri*nde, *göğüs ortası* noktasından başın tepesine kadar olan uzaklığın boy uzunluğunun dörtte biri kadar olduğu belirtilmektedir. Önermelere göre, *göğüs ortası*nı temsil eden *T0* noktası, testis altı hizasından iki modül kare yukarıdan geçen yatay doğrusal hattın tam ortasında olmalıdır. Bu bilgiye dayalı olarak *T0* noktasının konumu tespit edilmiş ve heykel üzerinde görsel hale getirilerek *h*/6/2 grafiğiyle birleştirilmiştir. Elde edilen grafik, *Vitruvius önermeleri*nde konumu sözlü olarak tarif edilen ancak kesin konumu belirsiz durumda olan *göğüs ortası* noktasını belirli hale getirmektedir **(EK 225)**. Grafik ayrıca diz kapağının konumunun da 1/6 oranıyla ilişkili olduğunu göstermektedir.

Omuz genişliğinin boy uzunluğuyla ilişkisi ele alındığında, *Vitruvius önermeleri*ne göre heykelin omuz genişliğinin heykelin boyuna oranının 1/4 olması beklenmektedir. Ancak, bacaklar dizlerden aşağıda kırık olduğundan heykelin boyu bilinmemektedir. Yalnızca heykelin teorik boyu üzerinden değerlendirme yapma olanağı mevcuttur. Omuz genişliğiyle teorik boy uzunluğu arasındaki bağlantı, *h*/6/7 testiyle ortaya çıkmıştır. Bu test için heykelin teorik boyunun altıda birini kenar uzunluğu kabul eden modül kareler, kenarları yediye bölünerek alt karelere parçalanmıştır. Elde edilen grafiğe göre, teorik boy uzunluğu 42 kare iken, omuz genişliğini belirleyen *SL* ve *SR* noktaları arasındaki uzaklık 10 karedir. *SL* ve *SR*

noktalarını yakalayan düşey doğrusal hatlar bu noktaları 2,00 mm hata ile yakalamaktadır **(EK 226)**.

Omuz genişliğinin teorik boy uzunluğuna oranını temsil eden 10/42 değeri, 1/4 değerine oldukça yakındır. Bu durum, *oldukça yakın olma* durumundan bir yuvarlama yapılarak 1/4 değerine ulaşılmasından daha öteye, heykelin teorik boyundan heykelin gerçek boyuna ulaşmada, bu oranı gerçekten 1/4 değerine eşitleyecek bir kısaltma yapılmış olabileceğini, yani heykelin teorik boyu 42 birim iken heykelin boyunun 40 birim olarak düzenlenmiş olabileceğini işaret etmektedir. Bu durumda heykelin teorik boyu 2,15 m iken gerçek boyu 2,04 m civarında olacaktır.

Teorik boy, orantı düzeninin kurgulanmasında hesapların kaynağı olan en büyük uzunluk iken gerçek boy uzunluğunun teorik boy uzunluğundan daha küçük olması kabul edilebilir bir durumdur ve gerçek boy uzunluğunun da bir planlama konusu olduğunu ve teorik boy uzunluğundan bir biçimde türetildiğini düşündürmektedir. Bu düşünce, bu tez çalışması kapsamında yapılan araştırmalarda göz önünde tutulmuştur.

h/6/7 testinin bir sonucu da göğüs genişliğini belirleyen *TL* ve *TR* noktalarının testis altı hizasını temsil eden *T* noktasına uzaklığını, boy uzunluğu 42 kare iken,12 kare olarak tespit etmesidir. *TL* ve *TR* noktalarını yakalayan yatay doğrusal hat, bu noktaları 1,00 mm hata ile yakalamaktadır. *TL* ve *TR* noktalarının esasen koltuk altı hizasını temsil ettiği dikkate alındığında, koltuk altı hizasının da planlandığı, testis altı hizasına uzaklık dikkate alınırsa, bu uzaklığın teorik boy uzunluğuna oranının 12/42 olması sebebiyle 2/7 değerine eşit olduğu ortaya çıkmaktadır **(EK 227)**.

Teorik boy uzunluğunun 6 ile bölünmesinden sonra elde edilen karelerin 8 ile bölünmesiyle, teorik boy uzunluğunun 8 ile bölünmesiyle elde edilen karelerin 6 ile bölünmesi aritmetik olarak aynı olmasına karşılık, geometrik düzeni açıklamakta fark yarattığından *h*/8 testi üzerinden araştırma sürdürülmüştür.

h/8 orantı testi için frontal düzlem, heykel boyunun sekizde birini kenar uzunluğu kabul eden modül karelere bölünmüştür. Elde edilen grafiğe göre, çene altını temsil eden *C* noktasından başın tepesini temsil eden *Ht* noktasına kadar olan uzaklık, boyun sekizde biri kadardır. Testis altı hizasını temsil eden *T* noktasından *göğüs ortası*nı temsil eden *T0* noktasına kadar boyun dörtte biri, omuz genişliğini düzenleyen *SL* ve *SR* noktaları arasındaki uzaklık ise yaklaşık olarak boyun dörtte biri kadardır.

Başın boy uzunluğuna oranını tespit eden grafiğe, heykel modeli dâhil edildiğinde *h*/8 orantı düzeni ana hatlarıyla ortaya çıkmaktadır **(EK 228, 229)**.

h/8/4 orantı testi için, heykel boyunun sekizde birini kenar uzunluğu kabul eden modül kareler, kenarları dörde bölünerek alt karelere parçalanmıştır. Bel genişliğini belirleyen *WL* ve *WR* noktaları ile diz kapakları, düşey simetri ekseninin sağından ve solundan geçen düşey eksenler üzerinde kalmaktadır. Buna göre, heykelin bel genişliği ve dizleri yanlardan sınırlayan aralık, boy uzunluğunun sekizde biri kadardır. Omuz genişliği boyun dörtte birinden küçük kalmaktadır. Elde edilen grafikte heykel başı, eşit aralıklı beş seviye çizgisi arasında dört eşit parçaya bölünmektedir. Alın saç ayrımını temsil eden *Hl* noktasından başın tepesini temsil eden *Ht* noktasına kadar olan uzaklık, teorik boy uzunluğunun 1/32'si kadardır. Çene altından alın saç ayrımına kadar olan yüz, üç eşit aralığa bölünmektedir ve teorik boy uzunluğunun 3/32'sinin yüz için harcandığı görülmektedir. Çene altından burun deliklerinin alt hizasına, burun deliklerinin alt kısmından kaşların arasına ve oradan da alın saç ayrımına kadar olan kesitlerin her biri yüzün 1/3'ü kadardır **(EK 230, 231)**.

h/8/6 orantı testi için, heykel boyunun sekizde birini kenar uzunluğu kabul eden modül kareler, kenarları altıya bölünerek alt karelere parçalanmıştır. Testis altından (*T*) göbek çukuruna (*N*) kadar olan uzaklık, teorik boyun 7/48'i kadardır. Diz üstü hizasını temsil eden *KLt* ve *KRt* noktalarının testis altı hizasına uzaklığı da teorik boyun 7/48'i olarak tespit edilmektedir. Heykelin teorik boyu 48 kare iken femur genişliği 8 kare ve bel genişli 6 karedir. Elde edilen grafik, heykelin orantı düzenini genel olarak açıklamaktadır **(EK 232)**.

h/8/7 orantı testi için heykel boyunun sekizde birini kenar uzunluğu kabul eden modül kareler, kenarları yediye bölünerek alt karelere parçalanmıştır. Testis altından (*T*) femurun en geniş değerini aldığı (*FL*, *FR*) hizaya kadar olan uzaklık, boyun 1/56'sı, testis altından (*T*) belin en ince olduğu nokta (*WL*, *WR*) seviyesine kadar olan uzaklık, yaklaşık olarak, boy uzunluğunun 10/56'sı; testis altından koltuk altı hizasına (*TL* ve *TR*) kadar olan uzaklık, boyun 16/56'sıdır **(EK 233)**.

3.4.1.4. Femur

Femur sınırı araştırması için 6 ile 77 sayılı transversal kesitler arasındaki bölge seçilmiştir. Sağ ve sol femur sınırları belirlenmiş ve bu sınırlara uyan çemberlerin yarıçapları ve merkezleri tespit edilmiştir.

Sol femur sınırına uyan çemberin 35, 58 ve 70 sayılı sınır noktaları tarafından üretildiği, çemberin merkez koordinatlarının (1,2143 -0,2845) ve yarıçapının 1,3926 m olduğu belirlenmiştir **(EK 234, 235)**.

Sağ femur sınırına uyan çemberin 8, 30 ve 57 sayılı sınır noktaları tarafınfan üretildiği, çemberin merkezinin (1,3937 -0,2868) ve yarıçapının 1,5699 m olduğu belirlenmiştir **(EK 236, 237)**.

Bu çemberlerden elde edilen bilgilere göre, sol ve sağ femur sınırları için eğrilik merkezleri, *y* ekseninde sırasıyla -0,2845 m ve -0,2868 m seviyesindedir **(EK 238)**.

Bu çemberlerin merkezleri, ait oldukları femur hattının eğrilik merkezleri olarak görülebilir. Heykellerin bilateral simetriye sahip oldukları varsayıldığından, sağ ve sol eğrilik merkezleri, *y* ekseninde aynı seviyede olmalıdır. Bu seviye, sağ ve sol eğrilik merkezini taşıyan *y* değerlerinin ortalaması (-0,2856 m) olarak seçilmiştir. Çemberlerin yarıçapı eşit ve femur genişliğinin dört katı olarak alınmıştır. Böylece, sol ve sağ femur için eğrilik merkezlerinin koordinatları sırasıyla (-1,2482 -0,2856) ve (1,247 -0,2856); çemberlerin yarıçapları eşit ve 1,4258 m olarak rafine edilmiştir **(EK 239-242)**.

3.4.1.5. Thorax

Sol thorax sınırının araştırılmasında 68 ile 94, sağ thoraks sınırının araştırılmasında 71 ile 94 sayılı transversal kesitler arasında kalan bölge seçilmiştir. Sol thoraks eğrilik merkezinin koordinatları (-0,6131 0,1053) ve uygun çemberin yarıçapı 0,4777 m, sağ thoraks eğrilik merkezinin koordinatları (0,6112 0,0619) ve uygun çemberin yarıçapı 0,4707 m olarak tespit edilmiştir **(EK 243-245)**.

3.4.1.6. Geometrik Model

Femur ve thorax çemberleriyle 2x8 kareleme düzeni birleştirilerek heykelin orantı sistemini karşılayan geometrik model elde edilmiştir. Modele göre heykelin boyu 2,15 m'dir **(EK 246, 247)**.

3.4.2. Kouros 1/21/03

3.4.2.1. Modelleme Bilgileri

Kouros 1/21/03'ün modellenmesi için heykel yüzeyine 60 hedef yerleştirilmiş, bu hedefler arasında 269 ölçüm yapılmıştır. Uygun bir fotoğraf çekimi planına bağlı olarak değişik açılardan 381 fotoğraf çekilmiştir. Ölçüm değerleri yazılıma aktarılmıştır. Yazılım, nokta bulutu modelini 637.678 noktadan oluşturmuş, yoğun nokta bulutu modelini de 3.237.262 nokta ile üretmiştir. Yoğun nokta bulutu model dokulandırılarak modelleme tamamlanmıştır **(EK 248-252)**.

Modellemenin ortalama hatası 0,40 mm olarak gerçekleşmiştir. Model yüzeyi üzerindeki herhangi bir uzunluğun kök ortalama kare hatası (rmse) ± 0,38 mm olarak elde edilmiştir **(EK 253)**.

Heykelin yoğun nokta bulutu modeli MATLAB yazılımına aktarılmıştır. Heykeli kaideye sabitleyen metal çubuklar hariç, modelin *y* eksenindeki maksimum değeri 56,67 cm, minimum değeri -87,00 cm ve boyu 143,67 cm olarak ölçülmüştür **(EK 254)**.

Transversal kesitlere ayırma işlemi için çalışma aralığı *y* ekseninde -87,00 cm ile 56,00 cm arasındaki bölge olarak seçilmiş, ardışık iki kesit arası uzaklık 1,00 cm ve kesit kalınlığı 0,80 mm olacak şekilde 144 transversal kesit elde edilmiştir **(EK 255-257)**.

3.4.2.2. Referans Noktalar

Heykelin başı kayıptır. Bu nedenle başın tepesini temsil eden *Ht*, alın saç ayrımını temsil eden *Hl* ve çene altı hizasını temsil eden *C* noktaları mevcut değildir.

*Göğüs ortası*nı temsil eden *T0* noktası tanımına dayalı olarak tespit edilmiştir. Omuz genişliğini belirleyen *SL* ve *SR*, göğüs genişliğini belirleyen *TL* ve *TR*, bel genişliğini belirleyen *WL* ve *WR*, femur genişliğini belirleyen *FL* ve *FR* noktalarının koordinatları tanımlarına dayalı olarak tespit edilmiştir. Göğüs uçları kayıp olduğundan *NL* ve *NR* tespit edilememekle beraber bu noktaların *y* ekseninde bulunmaları muhtemel bölge dikkate alınmıştır. Göbek çukurunu temsil eden *N* noktası belirlidir. Testis altı hizasını temsil eden *T* noktası belirlidir. Sol bacak femur civarından, sağ bacak diz altı hizasından kırıktır. Sol diz altı hizası belirsizdir, diz üstü hizası yaklaşık olarak belirlidir. Ayaklar mevcut olmadığından ayak tabanı seviyesi belirsizdir. Kollar kayıptır.

Referans noktaların koordinatları, tanımlarına dayalı olarak ait oldukları transversal kesit üzerindeki konumlarından ve modelleme aşamasında elde edilen ortofoto görüntüden yararlanılarak tespit edilmiş, noktalar arası yatay uzaklıklar ve düşey uzaklıklar hesaplanarak bu uzaklık değerlerinin heykelin teorik boy uzunluğuna oranı elde edilmiştir **(EK 258, 259)**. Referans noktalar, heykel yüzeyi üzerinde görsel hale getirilmiştir **(EK 260)**.

3.4.2.3. Orantı Testleri

Omuz genişliği, femur genişliği ve bel genişliği bilinmektedir. Aralarında oran ilişkisi olup olmadığı incelenmiştir. Aritmetik olarak bir oran olması yeterli değildir. Geometrik olarak da aralarında ilişki olmalıdır. Geometrik yaklaşımın amacı, heykeli bir bütün olarak açıklayabilmektir. Bu nedenle eğer mümkünse geometrik ilişki, söze yer bırakmamalıdır. Bu düşüncelerden hareketle, hata payının belirginleştirilmesi amacıyla burada, ölçülerin ondalık kısmı detaylı tutulmuştur.

Femur genişliğinin (43,8824 cm) omuz genişliğine (65,2836 cm) oranı, 2/3 değerine oldukça yakındır. Femur genişliği 3/2 ile çarpılırsa omuz genişliği 65,8236 cm olarak ve 0,54 cm hata ile elde edilmektedir. Bu ilişkinin geometrik olarak gösterilebilmesi için kenar uzunluğu omuz genişliğinin yarısına eşit olan modül kare kullanılmıştır. Simetri ekseninin soluna ve sağına yerleştirilen modül karelerin kenarları 3 eşit parçaya bölünmüştür. Femur genişliği 4 kare iken omuz genişliği 6

karedir. Grafikte, *FL* ve *FR* noktaları ile bu noktaları yakalayan düşey çizgiler arasındaki sapma eşittir ve 1,80 mm'dir **(EK 261)**.

Frontal düzlem, femur genişliğinin 6 katı olan uzunluğun sekizde birini kenar kabul eden karelerle kaplanır ve bu karelerin kenarları üçe bölünerek alt kareler oluşturulursa omuz genişliği ile femur genişliği daha kapsamlı bir grafik olarak elde edilmektedir. Elde edilen grafiğe göre omuz genişliğini düzenleyen *SL* ve *SR* noktalarının ortası ile femur genişliğini düzenleyen *FL* ve *FR* noktalarının ortası arasında 1,66 cm simetri sapması bulunmaktadır. Ayrıca femur genişliğinin 6 katı olan uzunluğun teorik boy uzunluğu olarak kabul edilemeyecek kadar uzun olduğu anlaşılmaktadır **(EK 262, 263)**.

Femur genişliğinin (43,8824 cm) bel genişliğine (35,6174 cm) oranı 6/5 değerine oldukça yakındır. Femur genişliği, 6/5 ile çarpılırsa bel genişliği 36,5686 cm olarak ve 0,9512 cm hata payıyla elde edilir. Orantının geometrik olarak görsel hale getirilebilmesi için kenar uzunluğu femur genişliğinin yarısı kadar olan kareler frontal düzleme yerleştirilmiş, karelerin kenarları 6 ile bölünerek alt kareler oluşturulmuştur. Grafikte, *WL* ve *WR* noktaları ile bu noktaları yakalayan düşey çizgiler arasındaki sapma eşittir ve 4,8 mm'dir. Femur genişliğini düzenleyen *FL* ve *FR* noktalarının ortası ile bel genişliğini düzenleyen *WL* ve *WR* noktalarının ortası arasında 0,70 mm simetri sapması bulunmaktadır **(EK 264, 265)**.

Bu ilişkilere göre, omuz, femur ve bel genişliği ortak bir parametre kullanılarak ifade edilebilir. Femur genişliği 6 ile orantılıdır. Simetri kavramına dayalı olarak ve kolaylık hatırına, 6 yerine 12'yi kullanmak daha iyi bir seçimdir. Böylece femur genişliği 12'ye bölünürse *k* ortak parametresi 3,65686 cm'dir. Buna göre omuz genişliği 18k femur genişliği 12*k* ve bel genişliği 10*k* haline gelir.

Boy uzunluğu, omuz genişliği (18*k*) dört katı olarak (72*k*) alınırsa boy kabul edilemeyecek kadar uzun olacaktır. Diğer taraftan eğer boy femur genişliğinin (12*k*) dört katı (48*k*) olarak alınırsa bu defa boy kabul edilemeyecek kadar kısa olacaktır. O halde boy 48*k* ile 72*k* arasında olmalıdır.

Testis altı hizası, düşeyde heykelin orta noktası olarak kabul edildiğinden, üstelik baş ve ayaklar eksik olması sebebiyle heykelin yarı boyu da hesaplanamayacağından, *Vitruvius önermeleri*nden hareketle en mantıklı tahminin yapılması tek çaredir. Eğer teorik boy uzunluğundan hareketle uzuvlar arası uzaklıklar

bulunabiliyorsa uzuvlar arası uzaklıklardan hareketle heykelin boy uzunluğuna ulaşılabilmesi gerekmektedir.

Eğer *Sn* noktasından başın tepesine kadar olan uzaklık, boyun altıda biri ise ve diğer taraftan testis altı da orta nokta ise bu taktirde testis altı hizasından *Sn* noktasına kadar olan uzaklık, boyun üçte biri kadar olmalıdır. Başka bir deyişle, boy uzunluğu, testis altı hizasından *Sn* noktasına kadar olan uzaklığın üç katıdır. Ortofoto ve üç boyutlu modelden elde edilen bilgilere göre *Sn* noktasının *y* eksenindeki konumu 47,00 cm ile 49,00 cm arasındadır. Testis altı hizası -29,60 cm hizasındadır. Dolayısıyla heykelin teorik boyu 229,80 cm ile 235,80 cm arasında kalmaktadır.

Bu değerler, ortak parametre k türünden ifade edildiğinde 62,84k ile 64,48k değerleri elde edilmektedir. Oranların tam sayılar üzerinden kurgulanması gerektiği dikkate alınarak ortak parametre *k*'nın tam katları üzerinden düşünüldüğünde, ondalık basamaklara dayalı olarak bu değerlere en yakın tam sayılar düşünüldüğünde 63*k* ile 64*k* değerlerine ulaşılmaktadır. Teorik boy uzunluğunu temsil eden *h* değeri 64*k* (234,04 cm) üzerinden gerçekleştirilen orantı testlerinden elde edilen sonuçların başarılı olduğu görülmüştür.

h/6 orantı testi için heykelin teorik boyunun altıda birini kenar uzunluğu kabul eden modül kareler frontal düzleme yerleştirilmiştir. *Sn* noktasının *y* eksenindeki konumunun 47,00 cm ile 49,00 cm arasında bir değer olarak alınması gerektiği ortofotodan tespit edilmiş iken, elde edilen grafikte 48,41 cm olarak alınması gerektiği tespit edilmiştir. Grafik, bel genişliğini belirleyen *WL* ile *WR* noktalarını birleştiren doğrusal hattın *T* noktasına olan uzaklığını 4,50 mm hata payıyla tespit etmektedir. Heykel başının, çene altından başın tepesine kadar olan uzaklığın, heykelin boyunun sekizde biri olduğu yolundaki önerme; *Sn* ve *T* noktalarının konumuyla, başın tepesini temsil eden *Ht* noktası, çene altını temsil eden *C* noktası ve ayak tabanını temsil eden *SOF* noktasının konumunu doğrudan ilişkilendirmektedir ve koordinatlarının tespitine olanak sağlamaktadır. Bu olanaktan yararlanılarak *Ht, C* ve *SOF* noktalarının konumu tahmin edilmiştir. Bu noktaların konumlarının estetik açıdan da kabul edilebilir durumda oldukları görülmüştür **(EK 266-268)**.

*Göğüs ortası*nı temsil eden *T0* noktasının konumu teorik boy uzunluğu üzerinden, *göğüs ortası*ndan başın tepesine kadar olan uzaklığın boy uzunluğunun

dörtte biri olduğu yolundaki önermeye dayalı olarak *h*/4 orantı testi ile belirlenmiştir **(EK 269, 270)**.

Teorik boy uzunluğunun yedide birini kenar kabul eden kareler oluşturulup modül karelerin kenarları üçe bölünerek alt karelere parçalandığında (*h*/7/3) elde edilen grafik, boy uzunluğu 21 kare iken femur genişliğinin 4 kare olduğunu göstermektedir. Grafikte *FL* ve *FR* noktalarını yakalayan düşey doğruların bu noktaları 3,50 mm hata payıyla yakaladığı görülmektedir. Bu hata payı dâhilinde femur genişliğinin boy uzunluğuna oranı 4/21'dir **(EK 271)**.

h/7/3 testinden elde edilen grafik, omuz ve femur arasındaki simetri bozukluğunu da göstermektedir. Orantı düzenini oluşturan çerçeve *SL* ve *SR* noktalarına hizalandığında 7,90 mm hata payıyla bu noktaları yakalamaktadır. Boy uzunluğu 21 kare iken femur genişliği 4 kare ve omuz genişliği 6 karedir. *SL* ve *SR* noktalarını birleştiren doğru parçasının orta noktası ile *SL* ve *SR* noktalarını birleştiren doğru parçasının orta noktası arasındaki farka göre, femur genişliğiyle omuz genişliği arasında 1,66 cm simetri kaybı olduğu görülmektedir **(EK 272)**.

h/7/4 testinden elde edilen grafiğe göre, boy uzunluğu 28 kare iken, testis altı hizasının diz üstünü temsil eden KLt noktasına uzaklığı 5 kare, testis altı hizasının göğüs genişliğini düzenleyen *TL* ve *TR* noktalarını birleştiren doğru parçasına uzaklığı 8 karedir. *T* noktasına göre konumlar dikkate alındığında diz üstü hizası 5/28 oranı üzerinden, göğüs genişliği hizası da 8/28 (2/7) oranı üzerinden teorik boy uzunluğuyla doğrudan ilişkilidir **(EK 273, 274)**.

Frontal düzleme, teorik boy uzunluğunun sekizde birini kenar uzunluğu kabul eden karelerin yerleştirilmesiyle gerçekleştirlen *h*/8 testine göre testis altı hizasından göbek çukuruna kadar olan uzaklık, yaklaşık olarak, boyun sekizde biridir. Testis altından diz altına kadar olan uzaklık ise boyun dörtte biri kadardır **(EK 275)**.

Teorik boyun hem sekiz ile hem de altı ile bölünmesinde elde edilen sonuçları aynı anda göstermesi yönüyle *h*/8/6 testi, referans noktalar arasındaki ilişkilerin bir fotoğrafını vermektedir **(EK 276)**.

Teorik boy uzunluğunun tahmininde parametrik olarak 64*k* değeri kullanılarak elde edilen bu sonuçlar genel olarak heykelin orantı düzeni konusunda bir açıklama sağlamaktadır. Frontal düzlemin 64 kareye parçalanması, kullanılan *k* parametresinin genel çerçevedeki durumunu göstermesi bakımından değer taşımaktadır **(EK 277)**.

İncelenen heykel, bacakları eksik olduğu için metal çubuklarla kaideye yerleştirilmiş durumdadır. Bu çalışmada, heykelin ayak tabanı hizasını temsil eden *SOF* noktasının olası konumunu da belirlendiğinden, kaidenin mevcut durumundan olması gereken duruma taşınması konusu, bulguların konservasyon uygulamalarında kullanılmasının yararını ve önemini göstermesi bakımından ele alınmıştır. Heykelin üç boyutlu modelinde kaide kısmı, orantı düzenine göre, olması gereken pozisyona taşınmıştır. Heykelin kaideye yerleştirilmesinde, teoriden elde edilen bilgiler kullanıldığında, heykelin orijinal boyutlarının izleyici tarafından daha kolay kavranabilir hale geleceği ve estetik açıdan daha rafine izlenim elde edileceği görülmektedir **(EK 278)**.

3.4.2.4. Femur

Bacaklar farklı seviyelerden kırıktır ve bel genişliğini belirleyen noktalar 97 sayılı transversal kesittedir. Sol femur sınırının araştırılması için 18 ile 97 sayılı kesitler arasında kalan sınır noktaları seçilmiştir. Sol femura uyan çemberin merkezinin koordinatları (141,99 -31,72) ve yarıçapı 162,74 cm olarak belirlenmiştir **(EK 279, 280)**.

Sağ femur sınırının araştırılması için 38 ile 97 sayılı kesitler arasında kalan sınır noktaları seçilmiştir. Sağ femura uyan çemberin merkez koordinatları (-2,0486 -33,60) ve yarıçapı 227,82 cm olarak belirlenmiştir **(EK 281, 282)**.

Eğrilik merkezleri de *y* ekseninde sırasıyla -31,72 cm ve -33,60 cm seviyesindedir **(EK 283)**.

Femur çemberleri, femur genişliğinin dört katını yarıçap kabul edebilir ve testis altı hizasından geçen yatay hat çemberlerin merkezini taşıyor olabilir. Bu değerlendirmelere göre, yarıçapı femur genişliğinin (43,8824 cm) dört katı (175,53 cm) olan ve *y* ekseninde -31,72 cm seviyesinden geçen doğrusal hat üzerinde merkezlenen simetrik çemberler elde edilmiştir **(EK 284-288)**.

Femur hattını organize eden çemberlerin, göğüs bölgesinde ventral sınırları da organize etme yeteneğine sahip olduğu görülmektedir **(EK 289)**.

3.4.2.5. Thorax

Sol thorax sınırının analizi için 94 ve 120 sayılı transversal kesitler arasındaki bölge seçilmiştir. Sol thorax sınırına uyan çemberin merkezi (-0,9367 0,0554) ve yarıçapı 0,7768 m olarak belirlenmiştir. Sağ thorax sınırının analizi için 88 ve 120 sayılı kesitler arasındaki bölge seçilmiştir. Sol thorax sınırına uyan çemberin merkezi (0,9738 0,0597) olup yarıçapı 0,7759 m olarak ölçülmüştür **(EK 290-293)**.

3.4.2.6. Geometrik Model

Femur ve thorax çemberleri ile 2x8 kareleme düzeni birleştirilerek heykelin orantı sistemini karşılayan geometrik model elde edilmiştir. Modele göre heykelin boyu 2,34 m'dir **(EK 294, 295)**.

3.4.3. Yontu 1/27/93

3.4.3.1. Modelleme Bilgileri

Yontu 1/27/93 ile ilgili yayım bulunmamaktadır. Menşei, yapıcısı ve atölyesi bilinmemektedir. Yontu sürecinin başlangıç aşamasını temsil ettiğinden incelenmeye değer görülmüştür. Yontunun modellenmesi için heykel yüzeyine 34 hedef yerleştirilmiş, bu hedefler arasında 80 ölçüm yapılmıştır. Uygun bir fotoğraf çekimi planına bağlı olarak değişik açılardan 480 fotoğraf çekilmiştir. Ölçüm değerleri yazılıma aktarılmıştır. Yazılım, nokta bulutu modelini 221.828 noktadan oluşturmuş, yoğun nokta bulutu modelini de 5.280.520 nokta ile üretmiştir. Yoğun nokta bulutu model dokulandırılarak modelleme tamamlanmıştır **(EK 296-300)**.

Modellemenin ortalama hatası 0,23 mm olarak gerçekleşmiştir. Model yüzeyi üzerindeki herhangi bir uzunluğun kök ortalama kare hatası (rmse) ± 0,24 mm olarak elde edilmiştir **(EK 301)**.

Heykelin yoğun nokta bulutu modeli MATLAB yazılımına aktarılmıştır. Heykeli kaideye sabitleyen metal çubuklar hariç, modelin *y* eksenindeki maksimum değeri 81,75 cm, minimum değeri -121,85 cm olarak ölçülmüştür **(EK 302)**.

Heykelin yerleştirildiği kaide ve heykeli kaideye sabitleyen metal çubuklar hariç modelin *y* ekseninde en büyük değeri 81,75 cm iken en küçük değeri -68,38 cm'dir. Mevcut haliyle kaide ve kırık bacakları kaideye sabitleyen metal çubuklar hariç heykelin toplam yüksekliği 150,13 cm dir.

Transversal kesitlere ayırma işlemi için çalışma aralığı *y* ekseninde -68,00 cm ile 81,75 cm arasındaki bölge olarak seçilmiş, ardışık iki kesit arası uzaklık 1,00 cm ve kesit kalınlığı 1,00 mm olacak şekilde 150 transversal kesit elde edilmiştir **(EK 303-305)**.

3.4.3.2. Referans Noktalar

Heykelin baş kısmı kaba yontu şeklinde mevcut olduğundan *Ht* noktasının *y* eksenindeki değeri, gerçek değerinden büyük veya eşit bir değer olarak mevcuttur. Kaba yontu durumunda, *Hl* ve *C* noktaları belirsizdir. Göğüs bölgesi de kaba yontu durumunda olduğundan, *göğüs ortası T0* bilinmemektedir. *SL* ve *SR* yontunun lateral sınırları üzerinden gerçek değerden büyük veya eşit olarak mevcuttur. *TL* ve *TR* noktaları ile *WL* ve *WR* noktaları, yontunun kollarıyla gövdesi arasında kabaca ayırt edilebilen thorax sınırları üzerinden kabaca belirlidir ve *x* koordinatlarının mutlak değeri gerçek değerden büyük veya eşittir. Meme uçları bulunmadığından *NL* ve *NR* tespit edilememektedir. Göbek çukuru *N* belirsizdir. Femur yan sınırları kaba yontu durumundaki ellerle kapalı olduğundan *FL* ve *FR* belirsizdir. Testis altı (*T*), bir seviye olarak ve yaklaşık olarak belirlidir. Bacaklar dizlerden yukarı bir seviyede kırık olduğundan diz üstü hizalarını temsil eden *KLt* ve *KRt* belirsizdir.

Referans noktaların koordinatları, tanımlarına dayalı olarak ait oldukları transversal kesit üzerindeki konumlarından ve modelleme aşamasında elde edilen ortofoto görüntüden yararlanılarak tespit edilmiş **(EK 306)**, noktalar arası yatay uzaklıklar ve düşey uzaklıklar hesaplanarak bu uzaklık değerlerinin heykelin teorik boy uzunluğuna oranı elde edilmiştir **(EK 307)**. Referans noktalar, heykel yüzeyi üzerinde görsel hale getirilmiştir **(EK 308)**.

3.4.3.3. Orantı Testleri

Bacaklarından kırık vaziyette ve üstelik tamamlanmamış durumda olan heykelin analizi, ancak daha önce başka heykellerde uygulanan yöntemlerle benzerlik kurularak yapılabilir. Araştırma, doğal olarak bilinen uzunluklar üzerinden başlayacaktır. En yaklaşık değer olarak testis altı hizası bilinmektedir ve doğrulamaya yarar referans nokta, kesin bir pozisyon olarak elde mecut değildir ve bu noktaların bulunması muhtemel olan bölgeler dikkate alınarak çıkarımda bulunulabilir. Üstelik tespit edilen uzunluklar da kabaca yaklaşık değerler olacağından, kaba bir analiz söz konusudur. Diğer heykellerden elde edilen bilgi ve tecrübelerin tamamlanmamış bir kaba yontu üzerinde test edilmesi, oldukça ilgi çekicidir ve denemeye değerdir.

Yontunun mevcut halinden çıkarılabilecek sonuçları öncelikle vermekte fayda vardır. Çünkü analizlerde neyin olup neyin olamayacağı yolunda tartışma yürütülürken mevcut durumun ele verdiği ilk bilgiler değerli hale gelecektir.

Planlanan heykelin omuz genişliğinin, bel genişliğinin ve femur genişliğinin alabileceği en büyük sayısal değer belirlenmiş durumdadır. Testis altı hizası oldukça belirgin olarak düzenlenmiştir. Kollarla gövde arasındaki organizasyon kabaca ama kesin olarak şekillendirilmiştir. Göğüs kafesi kabaca yontulmuş, *göğüs ortası*nı ifade edecek çukuru ortaya çıkarmaya henüz kalkışılmamıştır. Baş kısmında muhtemelen burun çıkıntısı için gereken yükselti bırakılmıştır. Ellerin sınırları belirlidir ve bacak arası hattına karar verilmiş durumdadır. Profilden değerlendirme yapıldığında, profil neredeyse hazırdır.

Bu ön gözlemlere göre, heykelin boyu bu aşamada tartışması tamamlanmış bir meseledir. Beklenen durum, heykelin boyuna karar verilmesinden sonra uzuvlar arası ilişkilerin yontu üzerinde netleştirilmesidir. Bacak arası hattı, kolların gövdeyle ilişkisinin belirlenmiş olması, testis altı hizasının kesinleştirilmesi, göğüs üst bölgesinin belirgin olarak netleştirilmiş olması bu durumu ortaya koyacak kadar ortadadır.

Bu bilgiler, omuz genişliği üzerinden boyun hesaplanmasında ortaya çıkan çelişkiyi açıkça anlaşılır hale getirmek için özellikle yararlıdır. Eğer omuz genişliği (52,17 cm) planlanan boyun dörtte biri ise heykelin boyu 208,68 cm'dir ve bu sebeple olası modül, yani boyun sekizde biri, yani 26,85 cm'dir. Bu kabulden devamla, testis

altı hizasıyla başın tepesi arasındaki uzaklık 104,34 cm olmalıdır. İlk olarak bu seçenek denenmiştir. Omuz genişliği boy uzunluğunun dörtte biri kabul edildiği takdirde ortaya çıkan orantı düzeni görsel hale getirilmiştir. Bu halde, heykelin baş kısmında ve omuz kısmında halen yontulması gereken fazlalıklar vardır. Yontunun genel durumuna bakılırsa, bu durum pek olası görünmemektedir. Ancak, bir şeyin olamayacağı belirtildiğinde, neden olamayacağı da gösterilmelidir. Bu bakımdan, omuz genişliği üzerinden boy hesabı yapılıp *Vitruvius önermeleri*ne göre tespit edilen referans noktalar yontu üzerine yerleştirilerek görsel hale getirildiğinde durum açıkça gözlemlenebilir hale gelmektedir.

Omuz genişliği referans alındığı takdirde heykelin boyu 208,68 cm olup bu uzunluk altı eşit parçaya bölündüğünde, *Sn* noktasının olası pozisyonu ortaya çıkmaktadır. Bu halde, heykelin baş kısmında halen yontulması gereken bir kütle kaldığı ve *Sn* noktasının olması gerekenden daha aşağıda bir pozisyonda kaldığı görülmektedir **(EK 309)**.

Omuz genişliği üzerinden hesaplanan 208,68 cm boy uzunluğu sekiz eşit parçaya bölündüğünde, çene altını temsil eden *C* noktasının boynun başladığı bölgeye denk geldiği, o bölgede mevcut materyal varlığına göre çene altı olamayacağı, omuz üstünde halen yontulması gereken bir kütle söz konusu olduğu, dolayısıyla varsayımın kabul edilemeyeceği görülmektedir **(EK 310)**.

Bu sebeplerle omuz genişliğinin heykel boyunun dörtte biri kadar olduğunu ifade eden önerme, bacakların kısaltılmış olabileceği ihtimali saklı tutularak bu noktada terk edilmiştir.

Pozisyonu gerçeğe en yakın olarak bilinen nokta, testis altı (*T*) noktasıdır. Yontu üzerinde testis altı hizasının kesinleştirildiği görümektedir. Başın tepesi, kesinliğe en yakın, elde olan ikinci noktadır. Son hali olup olmadığı bilinmemekle beraber heykelin boyuna karar vermede, *Ht* noktasının, daha başından karar verilmesi gereken bir nokta olduğu düşünülerek bu noktanın referans alınmasında sakınca görülmemiştir. Kontrol aracı olarak *göğüs üstü*nü temsil eden *Sn*, *göğüs ortası*nın temsil eden *T0* ve çene altı hizasını temsil eden *C* noktalarının olası pozisyonu kullanılmıştır.

Yaklaşık değerler olarak belirli durumda olan, testis altı hizası ve başın tepesi arasında 112,25 cm uzaklık bulunmaktadır. Eğer yontunun merkezi testis altı ise

planlanan heykelin teorik boy uzunluğu, testis altı hizasından başın tepesine kadar olan uzaklığın iki katı olan 224,50 cm'dir.

Heykelin teorik boy uzunluğu altı eşit parçaya bölünerek *Sn* noktasının olası pozisyonu belirlenmiş, sonucun anatomik olarak tutarlı olduğu görülmüştür **(EK 311)**.

Heykelin teorik boy uzunluğu sekiz eşit parçaya bölünerek çene ucu olan *C* noktası ve *göğüs ortası* oln *T0* noktasının olası pozisyonu belirlenmiş, sonuçların anatomik olarak tutarlı olduğu görülmüştür **(EK 312)**.

Göğüs ortası olan *T0* noktası *y* ekseni üzerinde 25,625 cm değerindedir ve *y* ekseninde 26,10 cm ile 29,50 cm hizası arasında üçgene benzeyen, yontudaki diğer izlerden net olarak ayırt edilebilen bir yapıda, darp ürünü işaret tespit edilmiştir. Bu durum, *T0* noktasının heykelin planlanmasında kilit rolü olduğunu düşündürmektedir **(EK 313)**.

Tamamlanmamış heykel üzerinde daha ileri analizlere gidilmesine, elde edilen verilerin yeterliliği sebebiyle gerek duyulmamıştır. Bu çalışmanın, araştırmacılar tarafından kolay eleştirilebilmesi ve araştırmacılara faydası olabileceği düşünülerek boy uzunluğu sekiz eşit parçaya bölünmüş, sekizde birlik kare kenarının sırasıyla iki, üç, dört, beş, altı, yedi ve sekiz eşit parçaya bölünmesiyle elde edilen görseller ortaya konmuştur. Bu görsellerde *Hl*, C, *Sn* ve *T0* noktaları, *Vitruvius önermeleri*ne göre yontu üzerine yerleştirilmiştir **(EK 314-320)**.

Orantı düzeninin bir sonucu olarak konservasyon çalışmalarına katkı sağlayabileceği düşüncesiyle, yontunun kaidesi, mevcut pozisyonundan olması gereken pozisyona taşınmış, uygulama örneği olarak sunulmuştur **(EK 321)**.

3.4.4. Kouros 3504

3.4.4.1. Modelleme Bilgileri

Kouros 3504'ün modellenmesi için heykel yüzeyine 61 hedef yerleştirilmiş, bu hedefler arasında 201 ölçüm yapılmıştır. Uygun bir fotoğraf çekimi planına bağlı olarak değişik açılardan 588 fotoğraf çekilmiştir. Ölçüm değerleri yazılıma aktarılmıştır. Yazılım, nokta bulutu modelini 104.460 noktadan oluşturmuş, yoğun

nokta bulutu modelini de 17.698.346 nokta ile üretmiştir. Yoğun nokta bulutu model dokulandırılarak modelleme tamamlanmıştır **(EK 322-326)**.

Modellemenin ortalama hatası 0,34 mm olarak gerçekleşmiştir. Model yüzeyi üzerindeki herhangi bir uzunluğun kök ortalama kare hatası (rmse) ± 0,35 mm olarak elde edilmiştir **(EK 327)**.

Heykelin yoğun nokta bulutu modeli MATLAB yazılımına aktarılmıştır. Heykeli kaideye sabitleyen metal çubuklar hariç, modelin *y* eksenindeki maksimum değeri 53,67 cm, minimum değeri -76,78 cm ve boyu 130,64 cm olarak ölçülmüştür **(EK 328)**.

Transversal kesitlere ayırma işlemi için çalışma aralığı *y* ekseninde -74,00 cm ile 53,00 cm arasındaki bölge olarak seçilmiş, ardışık iki kesit arası uzaklık 1,00 cm ve kesit kalınlığı 0,80 mm olacak şekilde 128 transversal kesit elde edilmiştir **(EK 329-331)**.

3.4.4.2. Referans Noktalar

Heykelin başı ve boynu kayıptır. Bu nedenle *Ht*, *Hl* ve *C* noktaları mevcut değildir. *Göğüs ortası*nı temsil eden *T0*, tanımına dayalı olarak tespit edilebilecek durumdadır. Omuz genişliğini belirleyen *SL* ve *SR*, göğüs genişliğini belirleyen *TL* ve *TR*, bel genişliğini belirleyen *WL* ve *WR*, femur genişliğini belirleyen *FL* ve *FR* noktalarının koordinatları, tanımlarına dayalı olarak tespit edilmiştir. Göğüs uçları kayıp olduğundan *NL* ve *NR* tespit edilememekle beraber bu noktaların *y* ekseninde bulunmaları muhtemel olan bölge dikkate alınmıştır. Göbek çukuru, *N*, tam olarak belirli değildir ancak çukuru çevreleyen yay parçalarıyla anlaşılır durumdadır. Testis altı (*T*), açıkça belirlidir. Sol ve sağ bacak diz altı hizasından kırıktır. Diz altı hizası belirsizdir. Sol dizüstü (KLt) ve sağ dizüstü (KRt) hizaları belirlidir. Ayaklar olmadığından ayak tabanı seviyesi belirsizdir. Kollar kayıptır.

Referans noktaların koordinatları, tanımlarına dayalı olarak ait oldukları transversal kesit üzerindeki konumlarından ve modelleme aşamasında elde edilen ortofoto görüntüden yararlanılarak tespit edilmiş **(EK 332)**, noktalar arası yatay uzaklıklar ve düşey uzaklıklar hesaplanarak bu uzaklık değerlerinin heykelin teorik

boy uzunluğuna oranı elde edilmiştir **(EK 333)**. Referans noktalar, heykel yüzeyi üzerinde görsel hale getirilmiştir **(EK 334)**.

Omuz genişliği, femur genişliği ve bel genişliği bilinmektedir. Aralarında oran ilişkisi olup olmadığı incelenmiştir. Aritmetik olarak elbette bir oran kesinlikle vardır ancak bu yeterli değildir. Geometrik olarak da arada ilişki olmalıdır ve bu ilişki kolayca yakalanabilmelidir. Geometrik yaklaşımın amacı heykeli bir bütün olarak açıklayabilmektir. Eğer mümkünse, geometrik ilişki söze yer bırakmamalıdır. Bu düşüncelerden hareketle, hata payının belirginleştirilmesi amacıyla burada ölçülerin ondalık kısmı detaylı tutulmuştur.

Heykelin boyunun tahmin edilmesi için iki ayrı yoldan hesaplama yapılmıştır. Birinci yol, daha önceki analizlerde test edilerek kullanışlı olduğu görülen *Sn* noktasının konumuna dayanmaktadır. *Vitruvius önermeleri*, boyun ve omuzları da içerecek şekilde, *göğüs üstü*nden başın tepesine kadar olan uzaklığın, boyun altıda biri olduğunu ileri sürmektedir.

Heykelde omuzdan *göğüs üstü*ne doğru köprücük kemikleri kaba bir hat olarak işlenmiş olduğundan, *Sn* noktası yapı itibariyle bir çukura denk gelmesi beklendiğinden, *Sn* noktasının yerleştirilebileceği uygun aralığı değerlendirmek durumunda kalınmıştır.

Ortofoto görüntüden, *Sn* noktasının, *y* ekseninde 44,8 cm ile 49,50 cm arasında bir nokta olduğu tespit edilmiştir. Testis altı hizasından *Sn* noktasına kadar olan uzaklığın üç katı, boy uzunluğunu vermektedir. Bu hesaba göre heykelin teorik boy uzunluğunun 223,43 cm ile 236,60 cm arasında bir değer olması gerektiği anlaşılmaktadır **(EK 335)**.

Referans noktalar heykel üzerinde görsel hale getirilip *Sn* noktasının, *y* ekseninde 44,80 cm ile 49,50 cm aralığındaki değerleri için orantı testleri uygulanmıştır. Bu testlerin sonucunda, *Sn* noktasının pozisyonunun *y* ekseninde 48,27 cm ile 49,27 cm arasında seçilmesi gerektiği, bu yapıldığı taktirde orantı testlerinin anlamlı hale geldiği görülmüştür.

Heykelin boyunun tahmin edilmesi için ikinci yol olarak omuz genişliği, bel genişliği ve femur genişliği arasındaki bağlantıdan hareket edilmiştir. Omuz genişliğini boy uzunluğunun dörtte biri olarak ileri süren önerme kullanılarak boy uzunluğu 234,9364 cm olarak tahmin edilmiştir. Bu boy uzunluğu esas alınarak orantı

testleri uygulandığında, referans noktaları açıklayan grafikler elde edilmiştir. Testlere göre *Sn* noktasının *y* ekseninde 48,71213 cm pozisyonda olması gerektiği görülmüştür. *Sn* noktasının 48,27 cm ile 49,27 cm arasında bir pozisyonda seçilmesi gerektiği yukarıda açıklandığından tereddüte yer kalmamıştır.

Omuz genişliği esas alınmış ve heykelin teorik boyu omuz genişliğinin dört katı olarak 234,9364 cm olarak tahmin edilmiştir. Teorik boy uzunluğu altı eşit parçaya bölünerek frontal düzlem karelerle kaplanmıştır. *Göğüs üstü*nde boynun başladığı çukurun, tarife uygun olarak *Sn* noktası olduğu, omuzun köprücük kemiklerinin üstünde kalan kısmının bu noktadan geçen hattın üzerinde kaldığı görülmektedir. Grafiğe göre, testis altı hizasından diz kapağına kadar olan uzaklık boyun altıda biri kadardır **(EK 336, 337)**.

Boy uzunluğunun altıda birini kenar kabul eden karelerin kenarları ikiye bölündüğünde (*h*/6/2) *göğüs ortası* olan *T0* noktasının pozisyonu ortaya çıkmaktadır. Sunu hayvanının *göğüs ortası* ile göbek çukur arasındaki bölgeye yerleştirildiği görülmektedir **(EK 338, 339)**.

Boy uzunluğu sekiz eşit parçaya bölünerek frontal düzlem karelerle kaplanmıştır (*h*/8). Başın tepesi (*Ht*), alın saç ayrımı (*Hl*), çene ucu (*C*) ve ayak tabanı (*SOF*) noktalarının olası pozisyonu da belirlenerek görsele aktarılmıştır. Grafiğe göre omuz genişliği, boy uzunluğunun dörtte biri kadardır, *göğüs ortası*nı temsil eden *T0* noktasından başın tepesine kadar olan uzaklık, boyun dörtte biri kadardır. Heykelin sağ eli sunu hayvanının arka ayak bileklerinden tutmaktadır ve çerçeveye uyum sağlamaktadır **(EK 340, 341)**.

Boy uzunluğunun sekizde birini kenar kabul eden karelerin kenarları ikiye parçalandığında (*h*/8/2), düşey hatların diz kapaklarının dış yan sınırlarını dizayn etme gücü görülmektedir. Sunu hayvanını tutan sağ el, yumruk vaziyetinde iken heykel boyunun on altıda biri kadar olan kare içerisinde kalmaktadır. Bel genişliğini düzenleyen *WL* ile *WR* noktalarının pozisyonlarını düşeyde yaklaşık olarak belirleyen hatlar elde edilmiştir. *WL* ile *WR* noktalarını yakalayan yatay hatlar bu noktaları 4,60 mm hata payıyla yakalamaktadır. Sunu hayvanının arkasında kalan *WL* noktasının görüntülenebilmesi için transversal kesit model kullanılmıştır **(EK 342, 343)**.

Boy uzunluğunun sekizde birini kenar kabul eden karelerin kenarları üçe bölündüğünde (*h*/8/3), diz üstü noktaları olan *KLt* ve *KRt* noktlarının düşeydeki pozisyonunu belirleyen düşey eksenler elde edilmiştir **(EK 344)**.

Boy uzunluğunun sekizde birini kenar kabul eden karelerin kenarları dörde bölündüğünde (*h*/8/4), femur genişliğini düzenleyen *FL* ve *FR* noktaları ile göğüs genişliğini belirleyen *TL* ve *TR* noktalarını düzenleyen düşey eksenler elde edilmektedir. Omuz genişliği, bel genişliği ve femur genişliği arasında aritmetik olarak orantı kurulduğunda durum karmaşık görünürken, bu uzunluklar arasındaki geometrik ilişki, karelere bölme yöntemiyle ele alındığında oldukça sade bir düzene ulaşılmaktadır. Boy uzunluğu 32 kare iken omuz genişliği 8 kare, femur genişliği yaklaşık 6 kare ve bel genişliği 4 karedir. Femur bölümünde, düşey eksenle femur uç noktaları olan *FL* ve *FR* noktaları arasında 1,11 cm boşluk kalmaktadır. Ancak bu hata payı kabul edilebilir düzeyde görülmektedir. Geometrik yaklaşımın aritmetik yaklaşımdan farkı da bu noktada açığa çıkmaktadır. Aritmetik yaklaşım kesin bir oran sunmasına karşılık orantı düzeninin görselleştirilmesine izin vermezken geometrik yaklaşım, en olası düzeni ve hata payını görmeye olanak vermektedir **(EK 345, 346)**.

Boy uzunluğunun sekizde birini kenar kabul eden karelerin kenarları beşe bölündüğünde (*h*/8/5), heykelin sol diz kapağı üstünü 8,30 mm hata payıyla açıklayan yatay hat ve diz kapağı tepesini açıklayan yatay hat elde edilmiştir. Ayrıca thorax sınırlarından femur sınırlarına geçişte kırılmanın yaşandığı düşey hat dikkat çekicidir **(EK 347, 348)**.

Boy uzunluğunun sekizde birini kenar kabul eden karelerin kenarları altıya bölündüğünde (*h*/8/6), göbek çukuru olan *N* noktasını 1,10 mm hata payıyla yakalayan yatay hat elde edilmektedir. Grafiğe göre, testis altından göbek çukuruna kadar olan uzaklığın boy uzunluğuna 7/48' dir ve bu değer 1/7 olarak düzeltilebilir. Diğer taraftan diz üstü noktalarını ortalama 7,00 mm hata payıyla yakalayan bir hat bulunmaktadır. Testis altı hizasından diz üstüne kadar olan uzaklığın boy uzunluğuna oranı 7/48' dir ve bu değer de 1/7 olarak düzeltilebilir. Testis altından koltuk altına kadar olan uzaklığın boya oranı da 13/48 olarak ele alınabilir durumdadır **(EK 349, 350)**.

Boy uzunluğunun sekizde birini kenar kabul eden karelerin kenarları yediye bölündüğünde (*h*/8/7), heykelin sağ diz üstü nüktası olup izleyiciye göre *KLt* ile ifade edilen nokta kesin olarak yaklanmaktadır. Testis altından diz üstüne kadar olan

uzaklığın boya oranı 8/56'dır ve bu kesir 1/7'ye eşittir. Bu garafikte, femur genişliği ve omuz genişliği arasındaki orantı daha sıkı bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Grafiğe göre femur genişliği 10 kare iken, omuz genişliği 14 karedir. Bu değerlere göre aralarındaki oran daha önce tespit edildiği şekliyle 4/6 olmaktansa 5/7'dir. Ancak bel genişliği için doğrudan bir açıklama vermemektedir. Bu nedenle, bel genişliği ile femur genişliği ilişkinde, makul hata payına razı olunarak 4/6 oranı kabul edilebilir durumdadır **(EK 351, 352)**.

Boy uzunluğunun yedide birini kenar kabul eden karelerin kenarları ikiye bölündüğünde (*h*/7/2), yedi ile orantılı referans noktaları değerlendirmek daha açık şekilde gerçekleşmektedir. Diz üstü noktaları, göbek çukuru ve omuz genişliğini belirleyen *SL* ve *SR* noktalarının *T* noktasına göre konumları daha açık şekilde görülebilmektedir **(EK 353, 354)**.

Boy uzunluğunun yedide birini kenar kabul eden karelerin kenarları dokuza bölündüğünde (*h*/7/9), bel genişliğini belirleyen *WL* ve *WR* noktalarının yatayda ve düşeyde konumları oldukça yaklaşık şekilde belirlenmektedir. Bel genişliğinin omuz genişliğine oranı yaklaşık 1/2 olarak görünmektedir **(EK 355)**.

Boy uzunluğu 22 eşit parçaya bölündüğünde (*h*/2/11), bel genişliğini düzenleyen *WL* ve *WR* noktalarının düşeyde konumu 1,00 mm hata payıyla açığa çıkmaktadır. Bu noktaları birleştiren doğru parçasının testis altı hizasını temsil eden *T* noktasına uzaklı 4 kare iken boy uzunluğu 22 karedir. *T* noktasına uzaklığın teorik boy uzunluğuna oranı 2/11'dir. Femur genişliğinin teorik boy uzunluğuna oranı da 4/22 olup hata payı 4,50 mm olarak gözlemlenmiştir. Ayrıca, izleyiciye göre sol heykele göre sağ dirseğin düşey hatlara uyum sağladığı, simetri unsuru dikkate alınırsa dirsekler arası uzaklığın teorik boy uzunluğuna oranının 6/22 olarak gerçekleşmesi beklenebilir **(EK 356, 357)**.

3.4.4.3. Femur

Sol femur sınırının araştırılması için 16 ile 77 sayılı kesitler arası seçilmiştir. Sol femura uyan çemberin merkezinin koordinatları (1,0415 -0,3056) ve yarıçapı 1,2441 m olarak belirlenmiştir. Belirlenen çember üzerindeki noktaların sınır hattına

uyumunda kök ortalama kare hata (rmse) ± 1,30 mm olarak elde edilmiştir **(EK 358, 359)**.

Sağ femur sınırının araştırılması için 18 ile 77 sayılı kesitler arasında kalan bölge seçilmiştir. Sağ femura uyan çemberin merkezinin koordinatları (-1,2590 -0,3287) ve yarıçapı 1,4752 m olarak belirlenmiştir. Belirlenen çember üzerindeki noktaların sınır hattına uyumunda, ortalama hata 0,71 mm; kök ortalama kare hata (rmse) ± 0,93 mm olarak elde edilmiştir **(EK 360, 361)**.

Sol ve sağ sınırlarına uyan çemberler bir araya getirildiğinde, asimetrik durum ortaya çıkmaktadır **(EK 362, 363)**.

1,2441 m olan yarıçapın femur genişliği olan 0,418224 m ile ilişkisi değerlendirildiğinde, sol femura uyan çemberin yarıçapı, femur genişliğinin yaklaşık üç katıdır. Ancak, dikkat çekici olan şey, femur sınırlarına uyan çemberlerin çapının heykelin boyuna oldukça yakın oluşudur. Heykeli ön cepheden organize eden 2x8 kareleme düzenini ile femur sınırları arasında daha doğrudan bir ilişki kurulabilmesi bu nedenle mümkün görülmüştür.

Heykelin boyu 2,39364 m olarak tahmin edildiğinden, heykelin boyunun sekizde biri olan 0,2936705 m modül uzunluk ile ilişkisi değerlendirilerek femur çemberlerinin çapı ile heykelin boyunun aynı olup olamayacağı test edilmiştir. Bu testlerde, *göğüs ortası* olan *T0* noktası ile *göğüs üstü* (*Sn*) noktası arasında göğsü şekillendiren ventral sınırlarla femur sınırlarına uyan çemberlerin de uyum içerisinde kaldığı görülmüştür. Yapılan testler olumlu sonuçlanması ve göğüs bölgesiyle uyum durumu da dikkate alınarak sol ve sağ femur çemberlerine uyan çemberlerin çapları heykelin teorik boyuna eşit alınmıştır **(EK 364-366)**.

Sol femur sınırı için belirlenen çember üzerindeki noktaların sınır hattına uyumunda, ortalama hata 1,40 mm, kök ortalama kare hata (rmse) ± 1,70 mm olarak elde edilmiştir **(EK 367)**. Sağ femur sınırı için belirlenen çember üzerindeki noktaların sınır hattına uyumunda, ortalama hata 3,80 mm, kök ortalama kare hata (rmse) ± 4,31 mm olarak elde edilmiştir **(EK 368)**.

3.4.4.4. Thorax

Sol thorax sınırının analizi için 77 ve 100 sayılı transversal kesitler arasındaki bölge seçilmiştir. Sol thorax sınırına uyan çemberin merkezinin koordinatları (-0,4915 0,1329) ve yarıçapı 0,3438 m olarak belirlenmiştir. Sol thorax sınırı için belirlenen çember üzerindeki noktaların sınır hattına uyumunda kök ortalama kare hata (rmse) ± 1,50 mm olarak elde edilmiştir **(EK 369)**.

Sağ thorax sınırının analizi için 77 ve 101 sayılı kesitler arasındaki bölge seçilmiştir. thorax sınırına uyan çemberin merkezinin koordinatları (0,4986 0,1361) ve yarıçapı 0,3433 m olarak ölçülmüştür. Sağ thorax sınırı için belirlenen çember üzerindeki noktaların sınır hattına uyumunda kök ortalama kare hata (rmse) ± 1,18 mm olarak elde edilmiştir **(EK 370)**.

Sol ve sağ thorax sınırlarına uyan çemberler aynı grafikte birleştirildiğinde simetrik yapıları dikkat çekmektedir **(EK 371, 372)**.

3.4.4.5. Geometrik Model

Femur ve thorax çemberleriyle 2x8 kareleme düzeni birleştirilerek heykelin orantı sistemini karşılayan geometrik model elde edilmiştir. Modele göre heykelin boyu 2,35 m'dir **(EK 373-376)**.

3.4.5. Kouros 19

3.4.5.1. Modelleme Bilgileri

Kouros 19'un modellenmesi için heykel yüzeyine 39 hedef yerleştirilmiş, bu hedefler arasında 120 ölçüm yapılmıştır. Uygun bir fotoğraf çekimi planına bağlı olarak değişik açılardan 504 fotoğraf çekilmiştir. Ölçüm değerleri yazılıma aktarılmıştır. Yazılım, nokta bulutu modelini 413.970 noktadan oluşturmuş, yoğun nokta bulutu modelini de 4.586.810 nokta ile üretmiştir. Yoğun nokta bulutu model dokulandırılarak modelleme tamamlanmıştır **(EK 377-381)**.

Modellemenin ortalama hatası 0,24 mm olarak gerçekleşmiştir. Model yüzeyi üzerindeki herhangi bir uzunluğun kök ortalama kare hatası (rmse) ± 0,26 mm olarak elde edilmiştir **(EK 382)**.

Oluşturulan model MATLAB programına aktarılmıştır. Modelin *y* ekseninde en büyük değeri 72,85 cm, en düşük değeri -106,17 cm ölçüsündedir. Mevcut haliyle kaide dâhil toplam yüksekliği 179,02 cm'dir. Kaide hariç heykelin yüksekliği 161,348 cm'dir **(EK 383)**.

Çalışma aralığı *y* ekseninde -106,00 cm ile 72,00 cm olarak seçilmiştir. Seçilen çalışma aralığı *y* ekseninde aşağıdan yukarıya doğru 1,00 cm aralıklarla, 0,80 mm kalınlığında toplam 179 transversal kesite bölünmüştür **(EK 384-386)**.

3.4.5.2. Referans Noktalar

Heykelin baş kısmı mevcut olduğundan *Ht*, *Hl*, *C*, noktaları bulunmaktadır. *Göğüs ortası T0*, tanımına dayalı olarak tespit edilebilir niteiktedir. Omuz genişliğini düzenleyen *SL* ve *SR*, göğüs genişliğini düzenleyen *TL* ve *TR* noktaları belirlidir. Göğsün izleyiciye göre sol tarafında göğüs ucu olarak tahmin edilen ancak pozisyonu bu işlev için uygun olmayan çıkıntı *NL* olarak kabul edilmiştir. Sağ taraf örtü düzenlemesiyle kapalı durumda olduğundan *NR* noktasının konumu tespit edilememektedir. Kollar gövdeden kesin olarak ayrılmamıştır. Ön cephede ve arka cephede kol ile gövdeyi birleştiren hatlar tespit edilmiş, bel genişliği ve femur genişliği için ön cepheden mi yoksa arka cepheden mi referans alınması gerektiği değerlendirilmiştir. Ön cepheden elde edilen kol-gövde ayrım çizgisinin genişliğiyle arka cepheden elde edilen kol-gövde sınırının genişliği farklı olduğundan, hangi ayrım çizgisi daha kapsayıcı ve geniş ise o sınır tercih edilmiştir. Buna göre bel genişliğini belirleyen *WL* ve *WR* noktalarına ön cepheden, femur genişliğini belirleyen *FL* ve *FR* noktalarına arka cepheden elde edilen kol-gövde sınır hattı üzerinden tespite karar verilmiştir **(EK 387-390)**.

Göbek çukuru örtü yapısı altında kaldığından *N* noktasının konumu belirsizdir. Testis altı hizası örtü yapısı altında kaldığından *T* noktasının konumu belirsizdir. Bacaklarda diz altı yapısı kesin hatlarla ayırt edilebilir olmasa da diz üstü noktaları *KLt* ve *KRt* ile diz altı noktaları olan *KLb* ve *KRb* yaklaşık olarak belirlidir.

Referans noktaların koordinatları, tanımlarına dayalı olarak ait oldukları transversal kesit üzerindeki konumlarından ve modelleme aşamasında elde edilen ortofoto görüntüden yararlanılarak tespit edilmiş, noktalar arası yatay uzaklıklar ve düşey uzaklıklar hesaplanarak bu uzaklık değerlerinin heykelin boy uzunluğuna oranı elde edilmiştir **(EK 391, 392)**. Referans noktalar, heykel yüzeyi üzerinde görsel hale getirilmiştir **(EK 393)**.

3.4.5.3. Orantı Testleri

Heykelin modülünün ne olduğu konusundaki seçenekler değerlendirilmiştir. *Sn* noktası, *göğüs ortası* olan *T0* noktası, göbek çukuru olan *N* ve testis altı noktası *T* bilinmemektedir. Bu nedenle orantı sistemini kontrol edecek teorik mekanizma ana unsurlarının bir bölümü elde yoktur. Buna karşılık başın tepesi olan *Ht* ile ayak tabanı seviyesini temsil eden *SOF* kesin olarak belirli olduğundan heykelin boyu kesin olarak bilinmektedir.

Omuz genişliğini belirleyen *TL* ve *TR*, göğüs genişliğinin düzenleyen *TL* ve *TR*, bel genişliğini düzenleyen *WL* ve *WR*, femur genişliğini düzenleyen FL ve FR, diz üstü noktaları *KLt* ve *KRt*, diz altı noktaları *KLb* ve *KRb* uçlarından sadece bir tanesinin koordinatları kesin olarak mevcuttur. Bu noktaların orantıs sistemi içerisindeki durumu değer taşımaktadır. Diğer taraftan, heykelin giyisi örtüsü vardır ve heykel oldukça kaba işlenmiş durumdadır. Bu duruma rağmen vücut hatlarının orantı çerçevesine uyumu doğal bir kontrol mekanizması sağlamaktadır.

Heykelin boy uzunluğunun altıda birini kenar uzunluğu kabul eden kareler frontal düzleme yerleştirilmiştir (*h*/6/1). Elde edilen grafik çene altından başın tepesine kadar olan kısım boy uzunluğunun altıdabiri olduğunu ispat etmektedir. Heykelin düşeyde orta noktası, *y* ekseninde boy uzunluğunun yarısına eşit olan noktadır. Bu çalışmada, heykelin teorik orta noktası testis altı hizası olarak varsayılmıştır. Diğer heykellerde yapılan çalışmalar, testis altı hizasının femur genişliğini belirleyen *FL* ve *FR* noktaları hizası civarında olması gerektiğini göstermiştir. Bu heykelde testis altı hizası açıkça orta nokta olmadığı görülmektedir. Diğer referans noktaların 2x6 karelik çerçeveyle doğrudan teması yoktur **(EK 394)**.

Heykelin boy uzunluğunun altıda birini kenar uzunluğu kabul eden karelerin kenarları ikiye bölünerek (*h*/6/2) orantı çerçevesi detaylandırılmıştır. Baş kısımında göz hizası, Göğüs genişliğinin düzenleyen *TL* ve *TR* noktaları, yumruk halinde duran eller için avuç içi hizası ve diz altı hizasının orantı çerçevesiyle uyumu dikkat çekmektedir. Ayrıca heykelin sol ve sağ tarafı arasındaki simetri kayıpları ortaya çıkmaktadır **(EK 395)**.

Heykelin boy uzunluğunun altıda birini kenar uzunluğu kabul eden karelerin kenarları üçe bölünerek (*h*/6/3) orantı çerçevesi detaylandırılmıştır. Baş kısmında kulak memesi hizası, Bel genişliğini belirleyen *WL* ve *WR* noktaları, el bilekleri, femur genişlini belirleyen *FL* ve *FR* noktaları ve ayak bilekleri ile orantı çerçevesine uyumu görülmektedir **(EK 396)**.

Kareleme işlemi profilden uygulanmıştır. Heykelin profil görüntüsünün bir kare genişliğine sığdığı, ayak boyunun yaklaşık olarak boyun altıda biri olduğu; diz önü ve diz arkasının, kalçanın en yüksek noktasının, bel çukurunun, iç dirsek ve bileklerin, ellerin, modüler çizgilerle açıkça uyumlu olduğu; baş kısmında da çene altı ile kulak memesi başlangıcı arasındaki uzaklığın çizgilerle uyum gösterdiği tespit edilmiştir **(EK 397)**.

Heykelin boy uzunluğunun altıda birini kenar uzunluğu kabul eden karelerin kenarları dörde bölünerek (*h*/6/4) orantı çerçevesi detaylandırılmıştır. Alın saç ayrımı *Hl* noktasını yakalayan yatay hat bu detay düzeyinde ortaya çıkmaktadır. Çene altından burun ucuna, oradan kaşların ortası veya burun köküne, oradan alın saç ayrımına, oradan da başın tepesine olmak üzere, baş dört eşit parçaya bölünmektedir. Saçların, omuz üstüne uzanmak üzere yuvarlak taç biçimindeki hattan ayrıldığı hiza, saç dokusunun omuz üstü ile birleştiği yer ve burun ucunun orantı çerçevesine uyumu görülmektedir. Ayak bileğinin bir kare kalınlığında oluşu dikkat çekmektedir **(EK 398)**.

Heykelin boy uzunluğunun altıda birini kenar uzunluğu kabul eden karelerin kenarları beşe bölünerek (*h*/6/5) orantı çerçevesi detaylandırılmıştır. Başın genişliği yaklaşık olarak dört alt karedir. Dolayısıyla baş genişliğinin boya oranı 2/15 olarak belirlenmiştir. Ayakların beş alt kare içerisinde kaldığı, beş alt kare bir modül kareye eşit olduğundan, ayakların bir modül kareye sığdırıldığı anlaşılmıştır **(EK 399)**.

Heykelin boy uzunluğunun altıda birini kenar uzunluğu kabul eden karelerin kenarları altıya bölünerek (*h*/6/6) orantı çerçevesi detaylandırılmıştır. Ayak bileklerinin 5 alt kareye sığdırıldığı, dolayısıyla dıştan dışa ayak bilekleri arası uzaklığının boya oranı 5/36'dır. Baldırların 7 alt kareye sığdırıldığı, baldırlar arası uzaklığın boy uzunluğuna oranının 7/36 olduğu anlaşılmaktadır. Bel genişliğinin boya oranı aritmetik olarak ve yaklaşık değeriyle 1/5 olarak ortaya çıkmaktadır. Geometrik olarak çözümleme durumu açıklığa kavuşturmaktadır. Simetri kaybı nedeniyle düşey hatlar *WL* ile *WR* noktalarıyla üst üste binmese de bel genişliğinin boya oranının 7/36 olduğu görülmektedir ve bu değer 1/5 değerine indirgenebilir **(EK 400)**.

Heykelin boy uzunluğunun altıda birini kenar uzunluğu kabul eden karelerin kenarları yediye bölünerek (*h*/6/7) orantı çerçevesi detaylandırılmıştır. Yüz genişliğinin 4 alt kareye sığdırıldığı, yumruk vaziyetindeki ellerin 11 alt kareye sığdırıldığı görülmektedir. Göğüs ucu *NL*, bel genişliğini düzenleyen *WL* ve *WR* ile diz altı noktalarının çerçevenin yatay hatlarıyla uyumu görülmektedir **(EK 401)**.

3.4.5.4. Femur

Heykelin, kolların arkasında kalan femur sınırları ve ön cepheden de ellerin bittiği yerden aşağıda kalan femur sınırlarının araştırılmıştır. Sol femur sınırı için 65 ile 110 sayılı transversal kesitler arasında kalan sınır bölgesi seçilmiştir. Sol femur sınırına uyan çemberin yarıçapı 0,9324 m, merkez koordinatları (0,7458 -0,2083) olarak tespit edilmiştir. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ±1,9740 mm olarak hesaplanmıştır **(EK 402, 403)**.

Sağ femur için 63 ile 112 sayılı transversal kesitler arasında kalan sınır bölgesi seçilmiştir. Sol femur sınırına uyan çemberin yarıçapı 1,2752 m ve merkez koordinatları (-1,112 -0,1694) olarak tespit edilmiştir. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ±2,1642 mm olarak hesaplanmıştır **(EK 404, 405)**.

Sol ve sağ femura uyan çemberler aynı grafiğe aktarıldığında asimetrik yapıda oldukları görülmektedir **(EK 406, 407)**.

Bilateral simetri gereği, sağ femura uyan çemberin yarıçapı sol femura uyan çemberin yarıçapına eşit olacak şekilde rafine edilmiştir.

Sağ femur sınırına rafine edilen çemberin yarıçapı 0,9324 m, merkez koordinatları (-0,7675 -0,19) olarak tespit edilmiştir. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ±4.2016 mm olarak hesaplanmıştır. Femuru düzenleyen çemberler elde edilmiştir **(EK 408, 409)**.

3.4.5.5. Thorax

Göğüs yan sınırları, arka cepheden alınmıştır. Sol thorax sınırı için 105 ile 138 sayılı transversal kesitler arası seçilmiştir. Sol thorax sınırına uyan çemberin yarıçapı 0,6068 m ve merkez koordinatları (-0,7551 0,1349) olarak tespit edilmiştir. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ±1,2524 mm olarak hesaplanmıştır **(EK 410, 411)**.

Sağ thorax sınırı için 107 ile 138 sayılı transversal kesitler arasında kalan bölge seçilmiştir. Sol thorax sınırına uyan çemberin yarıçapı 0,6051 m ve merkez koordinatları (0,7448 -0,1176) olarak tespit edilmiştir. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ±1,9740 mm olarak hesaplanmıştır **(EK 412, EK 413)**.

Sol ve sağ thorax çemberleri aynı grafiğe aktarıldığında oldukça simetrik yapıda oldukları görülmektedir **(EK 414, 415)**.

3.4.5.6. Geometrik Model

Femur ve thorax sınırlarına uyan çemberler ile, boyun altıda birini modül kabul eden orantı düzeni birleştirilerek heykelin geometrik modeli elde edilmiştir **(EK 416-418)**.

3.4.5.7. Değerlendirme

Heykelin orantı düzeninin “Baş, boy uzunluğunun altıda biridir.” önermesine dayalı olarak şekillendiği anlaşılmaktadır. Bu orantı düzen 1/6’lık orantı düzenidir. 1/6’lık orantı düzeni, modül karenin kenarları üç parçaya bölündüğünde 18 kare sistemine yol açmaktadır. Bu durum Mısır heykel sanatında kullanılan 18 karelik

modeli düşündürmektedir. Bu orantı düzeninde heykelin ortasından aşağıda başlayan bacaklar kısa kalmaktadır. Heykelin görsel olarak daha estetik bir yapıya kavuşabilmesi için, heykelin alt tarafta, ilave bir modül uzunluk kadar uzatılmasına ihtiyaç olduğu belirgindir.

Düzeni oluşturan yatay ve düşey çizgiler çene altı hizasından aşağıda kalan referans noktalarını ve omuz genişliğini doğrudan düzenlemekte yetenekli değildir. Heykelin çıplak betimlenmek yerine kıyafetle betimlenmesi bir noktaya kadar estetik kusurları ve orantı düzeninin eksik kalan yeteneğini örtmektedir, ancak yinde de yeterli olmadığı görülmektedir.

Femur eğriliğini düzenleyen çember, femur eğrilik merkezinden yukarıda heykelin boyuyla uyumlu olup, eğrilik merkez hattı aşağısında çember boyu heykel boyunu aşmaktadır. Eğrilik algısının düzeltilmesi için heykelin alt tarafında ilave modül ihtiyacı ikinci kere belirmektedir.

Çene altından başın tepesine kadar olan uzaklık sabit tutularak "Baş, boy uzunluğunun sekizde biridir." önermesi heykele uygulandığında, 1/6 ile 1/8 orantı düzeni arasındaki farklar açığa çıkmaktadır.

Heykelde estetik kusurlarının giderilmesi ve orantı çerçevesinin sistematik düzenleme yeteneğinin artırılması için, çene altından itibaren omuzların, *göğüs üstü*nün, *göğüs ortası*nın ve genital bölgenin bir miktar aşağı kaydırılması, bacakların uzatılması gerektiği, omuz genişliğinin çerçeveye eşitlenmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Bu bulgular, 1/8'lik orantı düzeninin ortaya çıkış gerekçelerine ışık tutmaktadır **(EK 419)**.

3.4.6. Kouros 3851 (Anavysos Kouros)

3.4.6.1. Modelleme Bilgileri

*Anavysos Kouros döküm kopyası*nın (Kouros 3851) modellenmesi için heykel yüzeyine 41 hedef yerleştirilmiş, bu hedefler arasında 74 ölçüm yapılmıştır. Uygun bir fotoğraf çekimi planına bağlı olarak değişik açılardan 614 fotoğraf çekilmiştir. Ölçüm değerleri yazılıma aktarılmıştır. Yazılım, nokta bulutu modelini 1.103.267 noktadan oluşturmuş, yoğun nokta bulutu modelini de 20.453.190 nokta ile üretmiştir. Yoğun

nokta bulutu model dokulandırılarak modelleme tamamlanmıştır **(EK 420-424)**. Modellemenin ortalama hatası 0,35 mm olarak gerçekleşmiştir. Model yüzeyi üzerindeki herhangi bir uzunluğun kök ortalama kare hatası (rmse) ± 0,35 mm olarak elde edilmiştir **(EK 425)**. Oluşturulan model 20.453.190 nokta ile heykeli betimlemektedir. Her bir noktanın *x, y, z* koordinatı ve renk tanımı *r, g, b* değerleri olan ilave üç koordinat olmak üzere altı bileşenle ifadesi 122.719.140 koordinat değerine karşılık gelmektedir.

Elde edilen model, MATLAB programı içine aktarılmıştır. Proje kapsamında edinilen bilgisayarın, MATLAB programında görüntüleme kapasitesinin, görüntülenecek nokta sayısı 5.000.000 değerini aştığında zorlandığı, 10.000.000 değerimi aştığında görüntüleme yapamayıp hata mesajıyla işlemleri kestiği ve analize olanak tanımadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle heykelin elde edilen modeli MATLAB programında eksiksiz görüntülenememiştir. Bilgisayarın işlem kapasitesi dikkate alınarak kısmî görüntüleme seçeneği değerlendirilmiş, işlemler kısmî görüntüleme yoluyla gerçekleştirilmiştir.

Modelin *y* ekseninde en büyük değeri 74,9406 cm ve en küçük değeri -119,56 cm'dir. Bu ölçüye, ince bir kesit halinde kaide dâhildir. Ayak tabanından başın tepesine kadar olan uzaklık, yani heykelin boyu 192,0731 cm olarak tespit edilmiştir **(EK 426)**.

Çalışma aralığı, *y* ekseninde -119,00 cm ile 74,00 cm aralığı olarak seçilmiştir. Seçilen çalışma aralığı *y* ekseninde aşağıdan yukarıya doğru 1,00 cm aralıklarla, 1,00 mm kalınlığında toplam 194 transversal kesite bölünmüştür. Bu kesitler heykelin artistik çizgilerinin tespitinde kullanılmıştır. Bu şekilde elde edilen kesitler, 2.060.304 noktadan oluşmaktadır ve incelemelerde kullanılan bilgisayarın işlem kapasitesi durumu MATLAB programında operasyonların uzun sürmesine neden olduğundan, görüntüleme kolaylığı için transversal kesitler kesitler arası 1,00 cm ve kesit kalınlığı 0,20 mm olacak şekilde inceltilmiş, görsellerde inceltilmiş kesitler kullanılmıştır **(EK 427-429)**.

3.4.6.2. Referans Noktalar

Heykelin baş kısmı mevcut olduğundan başın başın tepesi olan *Ht*, alın saç ayrımı olan *Hl* ve çene altı *C* noktaları bulunmaktadır. Göğüs uçları *NL* ve *NR* mevcuttur. Suprasternum Notch (*Sn*) noktası ayırt edilebilir durumdadır. *T0*, tanımına dayalı olarak edlde edilebilir. Omuz genişliğini düzenleyen *SL* ve *SR*, göğüs genişliğini düzenleyen *TL* ve *TR* ile bel genişliğini belirleyen *WL* ve *WR* noktaları belirlidir. Belin en ince olduğu noktaların aşağısında, thorax yan sınırlarını kalça ile bağlayan çukurlar *WL1* ve *WL2* olarak isimlendirilmiştir. Gövde üzerinde göbek çukuru olan *N* noktası açıkça belirlidir ve testis altı hizasını temsil eden *T* noktasının koordinatları belirlenebilir durumdadır. Kollar gövdeden kesin olarak ayrılmıştır. Ellerin pozisyonu nedeniyle, femur genişliğini belirleyen *FL* ve *FR* noktalarına arka cepheden ve ön cepheden elde edilen kol-gövde sınır hattı üzerinden tespit edilmiştir. Bacaklarda diz altı yapısı kesin hatlarla ayırt edilebilir olduğundan diz kapağı üst sınır noktaları *KLt* ve *KRt* ile diz kapağını alttan sınırlayan *KLb* ve *KRb* noktaları belirlidir. Ayak tabanı hizasını temsil eden *SOF* noktası mevcuttur.

Referans noktaların koordinatları, tanımlarına dayalı olarak ait oldukları transversal kesit üzerindeki konumlarından ve modelleme aşamasında elde edilen ortofoto görüntüden yararlanılarak tespit edilmiş **(EK 430)**, noktalar arası yatay uzaklıklar ve düşey uzaklıklar hesaplanarak bu uzaklık değerlerinin heykelin boy uzunluğuna oranı elde edilmiştir **(EK 431)**. Referans noktalar, heykel yüzeyi üzerinde görsel hale getirilmiştir **(EK 432)**.

3.4.6.3. Orantı Testleri

Heykelin boyu, başın tepesini temsil eden *Ht* ile ayak tabanını temsil eden *SOF* noktalarının y koordinatlarının farkıdır. Bu tez çalışmasında, testis altı hizasının teorik orta nokta olduğu kabul edildiğinden heykelin teorik boyu, testis altı hizasını temsil eden *T* noktasıyla başın tepesini temsil eden *Ht* noktasının *y* koordinatlarının farkının iki katıdır. Bu kısımda öncelikle heykelin gerçek boy uzunluğu üzerinden gerçekleştirilen testlerin sonuçları ardında heykelin teorik boyu üzerinden gerçekleştirilen testlerin sonuçları verilerek heykelin orantı düzeni açıklanmaktadır.

Heykelin boyunun dörtte birini kenar uzunluğu habul eden kareler frontal düzleme yerleştirilmiştir (*h*/4/1). Elde edilen grafik, testis altı hizasını temsil eden *T* noktasının düşeyde orta nokta olmadığını göstermektedir. Orta nokta, *T* noktasından daha yukarıdadır. Göğüs genişliğini belirleyen *TL* ve *TR* noktalarının bu noktaları yakalayan yatay doğrusal hatta uzaklığı 13,00 mm kadardır. *TL* ve *TR* noktaları heykelin koltuk altına denk gelmektedir. Grafiğe göre koltukaltından başın tepesine kadar olan uzaklık boy uzunluğunun dörtte biridir **(EK 433)**.

Heykelin boyunun dörtte birini kenar uzunluğu habul eden kareler frontal düzleme yerleştirilmiş, karelerin kenarları ikiye bölünerek alt kareleme yapılmıştır (*h*/4/2). Elde edilen grafik, bel genişliğini düzenleyen *WL* ve *WR* noktalarınının bu noktaları yakalayan doğru parçasına uzaklıkları 0,80 mm'dir. WL ile WR noktalarını birleştiren doğru parçası ile göğüs genişliğini belirleyen *TL* ve *TR* noktalarını birleştiren doğru parçası arasındaki uzaklık heykelin boynun dörtte biridir. Bel hizasından başın tepesine kadar olan uzaklık ise boyun 3/8'idir **(EK 434)**.

Heykelin boyunun dörtte birini kenar uzunluğu habul eden kareler frontal düzleme yerleştirilmiş, karelerin kenarları beşe bölünerek alt kareleme yapılmıştır (*h*/4/5). Dirsekleri temsil eden *EL* ve *ER* noktalarının bu noktaları yakalayan düşey doğru parçasına uzaklığı 3,00 mm'dir. Grafiğe göre boy uzunluğu 20 kare iken dirsekler arasındaki uzaklık 8 kare, göğüs genişliği 4 karedir **(EK 435)**.

Heykelin boyunun dörtte birini kenar uzunluğu habul eden kareler frontal düzleme yerleştirilmiş, karelerin kenarları altıya bölünerek alt kareleme yapılmıştır (*h*/4/6). Grafiğe göre boy uzunluğu 24 kare iken *WL1* ve *WR1* noktaları arası uzaklık 4 karedir **(EK 436)**.

Heykelin boyunun dörtte birini kenar uzunluğu habul eden kareler frontal düzleme yerleştirilmiş, karelerin kenarları yediye bölünerek alt kareleme yapılmıştır (*h*/4/7). Omuz genişlğini düzenleyen *SL* ve *SR* noktalarının bu noktaları yakalayan düşey doğru parçasına uzaklıkları 0,50 mm'dir. Femur genişlğini düzenleyen *FL* ve *FR* noktalarının bu noktaları yakalayan düşey doğru parçasına uzaklıkları 2,50 mm'dir. Grafiğe göre boy uzunluğu 24 kare iken omuz genişliği 8 kare, femur genişliği 6 karedir **(EK 437)**.

Heykelin boyunun altıda birini kenar uzunluğu habul eden kareler frontal düzleme yerleştirilmiştir (*h*/6/1). Elde edilen grafikte, orantı çerçevesindeki yatay

hatlarla *Sn* veya diğer referans noktalarıyla doğrudan bir ilişki görülmemektedir **(EK 438)**.

Heykelin boyunun altıda birini kenar uzunluğu habul eden karelerin kenarları üçe bölünerek alt kareler oluşturulmuştur (*h*/6/3). Göbek çukurunu temsil eden *N* noktasının bu noktayı yakalayan doğru parçasına uzaklığı 0,60 mm'dir. Grafiğe göre boy uzunluğu 18 kare iken *N* noktasından başın tepesine kadar 7 kare, ayak tabanına kadar 12 karedir **(EK 439)**.

Heykelin boyunun yedide birini kenar uzunluğu habul eden kareler oluşturulmuştur (*h*/7/1). Omuz genişliğini düzenleyen *SL* ve *SR* noktalarının bu noktaları yakalayan düşey doğrulara uzaklıkları 0,60 mm'dir. Grafik, omuz genişliğinin boy uzunluğuna oranını 2/7 olarak belirlemektedir **(EK 440)**.

Heykelin boyunun yedide birini kenar uzunluğu habul eden kareler oluşturulup bu karelerin kenarları dörde bölünmüştür (*h*/7/4). Boy uzunluğu 28 kare iken omuz genişliği 8 kare, femur genişliği 6 karedir. Ayrıca *Sn* noktasının konumu 0,20 mm hata payıyla belirlenmektedir. *Sn* noktasından başın tepesine kadar 5 karedir ve bu nedenle heykelin boyuyla ilişkisi 5/28 oranıyla sağlanmaktadır. *Vitruvius önermeleri*ne göre bu değerin 1/6 olarak gerçekleşmesi beklenirken, 5/28 oranı açıklamay muhtaç kalmaktadır **(EK 441)**.

Heykelin boyunun yedide birini kenar uzunluğu habul eden kareler oluşturulup bu karelerin kenarları yediye bölünmüştür (*h*/7/7). Elde edilen grafik, 49 kare boy uzunluğunun, *T* noktasından yukarıda 25 kare, *T* noktasından aşağıda 24 kare olacak şekilde bölündüğünü göstermektedir **(EK 442)**.

Heykelin boyunun yedide birini kenar uzunluğu habul eden kareler oluşturulup bu karelerin kenarları sekize bölünmüştür (*h*/7/8). Grafiğe göre, boy uzunluğu 56 kare iken *göğüs ortası*ndan başın tepesine kadar 15 kare, *Sn* noktasından başın tepesine kadar 10 kare kadardır. Elde edilen parçalanma, referans noktaların konumlarıyla ilgili oldukça zengin ilişkileri ortaya koymaktadır **(EK 443)**.

Heykelin boyunun sekizde birini kenar uzunluğu kabul eden kareler oluşturulmuştur (*h*/8/1). Elde edilen grafik, *TL* ve *TR* ile *WL* ve *WR* noktalarının konumlarını açıklamakta ancak diğer referans noktalarıyla ilişkisiz kalmaktadır. Özellikle baş gövde oranıyla ilgili olarak çene altı hizasının açıklamasız kalması ilgi çekicidir **(EK 444)**.

Heykelin boyunun sekizde birini kenar uzunluğu kabul eden kareler oluşturulup bu karelerin kenarları yediye bölünmüştür (*h*/8/7). Bu testin sonuçları, boy uzunluğunun 56 kareye bölünmesi bakımından *h*/7/8 testinin sonuçlarıyla aynıdır **(EK 445)**.

Buraya kadar yapılan testler, genel olarak referans noktalarıyla ilgili açıklamalar sağlamaktadır. Başın tepesini temsil eden *Ht, göğüs ortası*nı temsil eden *T0, göğüs üstü*nü temsil eden *Sn*, çene altı hizasını temsil eden *C*, femur genişliğini düzenleyen *FL* ve *FR* noktaları ve ayak tabanı hizasını temsil eden *SOF* noktası arasındaki ilişkiyi güçlü bir şekilde ifade etmekten yoksundur.

Orantı sisteminin teorik kurgusu yönünden heykelde dikkati çeken ilk şey, *T* noktasıyla *FL* ve *FR* noktalarının aynı hizada olmayışıdır. *T* noktası teorik orta nokta iken teorik boy uzunluğu (h^*) *T* ile *Ht* arasındaki uzaklığın iki katıdır ve teorik boy uzunluğu ile *C, Sn* ve *T0* noktaları arasındaki ilişkiyi ifade etmek üzere h^*/8/6 testi uygulanırsa, ortaya çıkan orantı düzeninin bu noktaları ıskaladığı görülmektedir **(EK 446)**.

*Vitruvius önermeleri*ne göre *C* ile *Ht* arasındaki uzaklığın boy uzunluğuna oranı 1/8, *Sn* ile *Ht* arasındaki uzaklığın boy uzunluğuna oranı 1/6, *T0* ile *Ht* arasındaki uzaklığın boy uzunluğuna oranı 1/4 olmalıdır. Bu oranların tümünü sağlayan boy uzunluğu araştırılmıştır. Heykelin düşeyde teorik orta noktası femur genişliğini düzenleyen FL ile FR noktalarını birleştiren doğru parçasının *y* eksenini kestiği nokta olarak seçildiğinde *Ht,* C, *Sn* ve *T0* ile ilgili 1/8, 1/6 ve 1/4 oranlarının sağlandığı görülmüştür.

Köprücük kemiklerinin *göğüs üstü*nde birleştiği yerde oluşan çukuru temsil eden *Sn* noktasının konumu, ortofoto üzerinden tespit edilmiştir. *FL* ve *FR* hizası ile başın tepesi arasındaki uzaklığın iki katı olan teorik boy uzunluğunun (h^{**}) altıda birini kenar kabul eden kareler oluşturulduğunda (h^{**}/6/1), *Sn* noktasından *Ht* noktasına kadar olan uzaklığın teorik boy uzunluğuna oranı 1/6 olarak açığa çıkmaktadır **(EK 447, 448)**.

*Göğüs ortası*nın (*T0*) olası konumu, göğüs bölgesinin ventral sınırları kullanılarak tespit edilmiştir. *FL* ve *FR* hizası ile başın tepesi arasındaki uzaklığın iki katı olan teorik boy uzunluğunun (h^{**}) dörtte birini kenar kabul eden kareler oluşturulduğunda (h^{**}/4/1), *göğüs ortası*nın (*T0*) konumu teorik olarak belirlenmekle

beraber, *T0* noktasının konumunun göğüs bölgesi ventral sınırları tarafından doğrulandığı görülmektedir **(EK 449, 450)**.

FL ve *FR* hizası ile başın tepesi arasındaki uzaklığın iki katı olan teorik boy uzunluğunun (h^{**}) sekizde birini kenar kabul eden kareler oluşturulduğunda (h^{**}/8/1), *Ht*, C, *FL* ve *FR* arasındaki ilişki ortaya çıkmaktadır. *C* noktasının bu noktayı yakalayan doğruya uzaklığı 2,00 mm'dir **(EK 451)**.

SOF ile *Ht* arasındaki uzaklık heykelin boy uzunluğudur ve boy uzunluğunun 56 kareye parçalanmasıyla elde edilen orantı düzeni, boy uzunluğu ile referans noktalar arasındaki ilişkiyi açıklamaktaydı. *SOF* ile *Ht* arasındaki uzaklığı 56 kareye parçalayan orantı düzeni, femur uç noklarını orta nokta kabul eden teorik boy uzunluğuna dayalı analize genişletildiğinde, teorik boy uzunluğuyla boy uzunluğu arasındaki ilişki açıklamaya kavuşmaktadır.

FL ve *FR* hizası ile başın tepesi arasındaki uzaklığın iki katı olan teorik boy uzunluğunun (h^{**}) altıda birini kenar kabul eden karelerin kenarları 10 ile bölünürse (h^{**}/6/10), *SOF* noktasının teorik boy uzunluğu ile ilişkisi görülmektedir. Teorik boy uzunluğu 60 kare iken boy uzunluğu 56 karedir **(EK 452)**.

FL ve *FR* hizası ile başın tepesi arasındaki uzaklığın iki katı olan teorik boy uzunluğunun (h^{**}) yedide birini kenar kabul eden karelerin kenarları 6 ile bölünürse (h^{**}/7/6), Femur uç noktalarına dayalı teorik boy uzunluğu 42 kare iken *T* ile *Sn* arası 13 kare, bel genişliği 6 kare, *FL* ve *FR* hizasıyla *T* noktası arası uzaklığın 1 karedir. *FL* ve *FR* noktalarıyla *T* noktası arasında ilişki kurulmaktadır **(EK 453)**.

Elde edilen bulgulara göre, aynı şartlar altında, femur uç noktalarına dayalı teorik boy (h^{**}) 42 kare iken testis altı hizasına dayalı teorik boy (h^{*}) 40 karedir. İki teorik boy uzunluğu arasında kesin bir geçiş sağlanabilmektedir. Testis altı hizasına dayalı teırik boy uzunluğu üzerinden yapılan testlerde referans noktaları ile doğrudan ilişki kurulamamıştır. Dolayısıyla, planlamada *T* noktasının konumunun, femur uç noktalarına dayalı teorik boy uzunluğu (h^{**}) üzerinden belirlendiği anlaşılmaktadır. Diğer taraftan *SOF* ile *Ht* arası uzaklık olan boy uzunluğu üzerinden elde edilen bulgular, heykelin omuz, bel, göğüs ve femur genişliği gibi değerleri açıklamaktadır. Bu bilgilere göre *Ht*, C, *Sn*, *T0*, *T* ve *SOF* noktaları femur uç noktalarına dayalı teorik boy uzunluğu üzerinden kurgulanmış, daha sonra *SOF* ile *Ht* arası uzaklık üzerinden detaylar şekillendirilmiş olmalıdır.

Heykelin boyu 13 ile bölündüğünde (*h*/13) elde edilen grafiğe göre, heykelin boyu 13 kare iken *WL* ve *WR* noktaları arasındaki uzaklık 2 karedir. Bel genişliğinin boy uzunluğuna oranı 2/13 olarak belirli hale gelmektedir. Ayrıca diz üstü hizasını belirleyen *KLt* ve *KRt* noktalarının konumu açığa çıkmaktadır. Diz üstü hizasının ayak tabanına uzaklığı 13 kare iken, başın tepesine uzaklığı 9 karedir **(EK 454)**.

Heykelin boyu 13 ile bölünerek oluşturulan karelerin kenarları 5 ile bölündüğünde (*h*/13/5), diz altı hizasını belirleyen *KLb* ve *KRb* noktalarına ulaşılmaktadır. Heykelin boyu 65 kare iken, diz altı hizasının ayak tabanına uzaklığı 17 kare iken başın tepesine uzaklığı 48 karedir. Diz üstü ile diz altı arası 3 kare kadardır **(EK 455)**.

Heykelin boyunun 8 ile bölünmesiyle oluşturulan karelerin kenarları 4 ile bölündüğünde (*h*/8/4), heykelin boyu 32 kare iken *Hl* ile *Ht* arası uzaklığın 1 kare olduğu görülmektedir **(EK 456)**.

3.4.6.4. Femur

Sol femur sınırının incelenmesi için 55 ile 124 sayılı transversal kesitler arasında kalan sınır bölgesi seçilmiştir. Sol femur sınırına uyan çemberin yarıçapı 0,8787 m ve merkez koordinatları (0,6692 -0,2873) olarak tespit edilmiştir. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ± 2,5764 mm olarak hesaplanmıştır **(EK 457, 458)**.

Sağ femur sınırının incelemesi için 55 ile 124 sayılı transversal kesitler arasında kalan sınır bölgesi seçilmiştir. Sağ femur sınırına uyan çemberin yarıçapı 0,7966 m ve merkez koordinatları (-0,6040 -0,2685) olarak tespit edilmiştir. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ± 2,7662 mm olarak hesaplanmıştır **(EK 459, 460)**.

Sol ve sağ femur sınırına uyan çemberler aynı grafiğe aktarıldığında asimetri durumu görülmektedir **(EK 461)**.

Bu çemberler, sol ve sağ femur eğrilik merkezlerinin *y* eksenindeki konumunu -28,00 cm civarı olarak belirlemektedir. Femur genişliğini belirleyen noktaların *y* ekseninde -28,00 cm hizasında oluşu, dikkat çekmektedir. Çemberlerin yarıçapları femur genişliğinin (0,406529 m) iki katı (0,813058 m) ile ilişkilendirilebilir

durumdadır. Sol ve sağ femur çemberlerininin yarıçapı 0,813058 m değerine eşit olarak alınıp merkezleri rafine edildiğinde simetrik çemberler elde edilmektedir **(EK 462-464)**.

Femur sınırlarının, diz altından femur uç noktaları olan *FL* ve *FR* hizasına kadar, çapları korunan çemberlerle ifade edilebilirken, *FL* ve *FR* hizasından itibaren WL1 ve WL1 hizasına kadar, çapları daha küçük çemberlerle ifade edilmesi gerektiği görülmektedir.

Diz altından başlayıp bel hizasına kadar genel olarak sınırları düzenleme yeteneğine sahip olduğu görülen rafine femur çemberlerinin, *FL* ve *FR* noktaları hizasından *WL1* ve *WR1* hizası arasında kalça sınırına uyan çemberlere kırıldığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle *FL* ve *FR* hizasıyla *WL1* ve *WR1* hizası arasında kalan bölge, kalça sınırları olarak ele alınmış ve incelenmiştir.

Sol femur kalça bölgesi sınırının incelenmesi için 92 ile 116 sayılı transversal kesitler arasında kalan sınır bölgesi seçilmiştir. Sol femur kalça bölgesi sınırına uyan çemberin yarıçapı 0,4973 m ve merkez koordinatları (0,2878 -0,2438) olarak tespit edilmiştir. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ± 1,0084 mm olarak hesaplanmıştır. Sağ femur kalça bölgesi sınırının incelemesi için 91 ile 115 sayılı transversal kesitler arasında kalan sınır bölgesi seçilmiştir. Sağ femur kalça bölgesi sınırına uyan çemberin yarıçapı 0,4785 m ve çemberin merkezinin koordinatları (-0,2836 -0,2444) olarak tespit edilmiştir. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ± 1,2677 mm olarak hesaplanmıştır. Kalça sınırına uyan çemberler aynı grafiğe aktarıldığında tam simetrrik olmadıkları görülmektedir **(EK 465-467)**.

WL1 ve *WR1* çukurlarının keskin bir geçişle belirlenebilmesi bakımından, sol tarafa göre daha küçük olan sağ kalça sınırı çemberinin yarıçapı tercih edilerek çemberlerin yarıçapları eşitlenmiştir. Çemberler tam olarak *FL* ve *FR* noktalarından geçecek şekilde düzenlenip *y* eksenindeki konumları da sağ kalça sınırına uyan çemberin *y* eksenindeki konumuna eşitlenmiştir. Böylece daha simetrik bir yapı ve rafine çemberler elde edilmiştir **(EK 468-470)**.

3.4.6.5. Thorax

Sol ve sağ thorax sınırları doğrusaldır. 123 ile 139 sayılı transversal kesitler arasında kalan thorax sınır noktaları incelenmiştir **(EK 471)**. Sol thorax sınırı için *WL* ve *TL* noktalarından geçen doğru parçası, sağ thorax sınırı için *WR* ve *TR* noktalarından geçen doğru parçası seçilmiş, denklemleri elde edilmiş ve görsel hale getirilmiştir **(EK 472)**.

Sol thorax sınırını temsil eden doğrunun eğimi 79,4554^{o} iken sağ thorax sınırını temsil eden doğrunun eğimi 78,7432^{o} olarak tespit edilmiştir. Yaklaşık olarak 1^{o} açı farkıyla eşit oldukarı görülmektedir. Bu doğruların kesiştiği noktanın koordinatları ise (-0,0131 -0,7367) olarak tespit edilmiştir. Sol ve sağ thorax doğrularının sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata sırasıyla ±2,30 mm ve ±3,20 mm olarak hesaplanmıştır **(EK 473, 474)**.

3.6.6.6. Geometrik Model

Femur sınırlarına uyan çemberler, thorax sınırlarına uyan doğru parçaları ve femur genişliğini düzenleyen *FL* ve *FR* noktalarına dayalı teorik boy uzunluğunun sekizde birini modül kabul eden orantı düzeni birleştirilerek heykelin geometrik modeli elde edilmiştir **(EK 475-477)**.

3.4.7. Kouros 2720 (Sunion Kouros)

3.4.7.1. Modelleme Bilgileri

Sunion Kouros'un (Kouros 2720) modellenmesi için tripodsuz, serbest çekim durumunda, değişik açılardan, 183 fotoğraf çekilmiştir. Heykel üzerine hedef nokta yerleştirilmemiş ve ölçüm yapılmamıştır. Fotoğraf çekiminde, *Anavysos Kouros döküm kopyası*nda kalibre edilen kameranın kalibrasyon ayarları ve mercek durumu korunmuştur. Yazılım, nokta bulutu modelini 258.274 noktadan oluşturmuş, yoğun nokta bulutu modelini de 14.850.489 nokta ile üretmiştir. Yoğun nokta bulutu model dokulandırılarak modelleme tamamlanmıştır **(EK 478-481)**.

Heykelin boyu 3,05 m'dir. Kameranın pozisyonu en yüksek konumda olduğu nokta, heykelin yarı boyunun altındadır. Bu nedenle heykelin omuz üstü ve başının tepe kısmı eksik modellenmiştir.

Metrik ölçüm yapılmadığından, modellemede elde edilen koordinat sistemine ve o koordinat sisteminde heykeli betimleyen noktalara program tarafından atfedilen değerlere göre inceleme yapılmıştır. Bu nedenle metre, santimetre, milimetre yerine, birim (unit) isimlendirmesine atıfla *u* kısaltması kullanılmıştır. Heykel yüzeyi üzerine hedef nokta yerleştirilmediğinden ve ölçüm yapılmadığından, modellemenin ortalama hatası hesaplanmamıştır.

Oluşturulan model MATLAB programına aktarılmıştır. Modelin, kaidenin ince bir kısmı dâhil, *y* ekseninde en büyük değeri 25,262052 *u* kadardır ve en küçük değeri de -39,4484179 *u* kadardır. Başın üst kısmı eksik olmak üzere, mevcut haliyle ve kaide hariç, ayak tabanı hizasından itibaren modelin en yüksek noktasına toplam yükseklik, 64,262052 *u* ölçüsündedir **(EK 482)**.

Çalışma aralığı, *y* ekseninde -39 *u* ile 25 *u* aralığı olarak seçilmiştir. Heykelin yükseliği 305,00 cm olarak bilinmektedir. Heykelin testis altı hizası *y* ekseninde -7,02 *u* değerine, ayak tabanı -39,0 *u* değerine karşılık gelmektedir. Ayak tabanından testis altına kadar olan uzaklık boy uzunluğunun yarısı kabul edilmiştir. Bu kabule göre heykelin boyunun yarısı 152,50 cm'dir ve *u* değeri cinsinde bu yarı boy 31,98 *u*'dur. Dolayısıyla *u* değeri 4,76860853 cm'ye eşittir.

Bu projede yapılan tüm çalışmalarda standart olarak heykeller 1,00 cm aralıklarla transversal kesitlere bölünmüştür. Bu standart gereği Sunion Kouros modeli 1,00 cm'nin yaklaşık karşılığı olan 0,209704779 *u* kadar aralıklarla transversal kesitlere ayrılmıştır. Kesit kalınlığı olarak da 1,00 mm'nin yaklaşık karşılığı olan 0,0209704779 *u* değeri seçilmiştir. Toplam 306 adet transversal kesit elde edilmiştir **(EK 483-485)**.

3.4.7.2. Referans Noktalar

Heykelin baş kısmı mevcut ancak modelleme başın tepesi yönünden eksik olarak gerçekleştiğinden *Ht* mevcut değildir ve *u* cinsinden yaklaşık olarak belirlidir. Alın saç ayrımını temsil eden *Hl* ve çene altı hizasını temsil eden *C* noktaları

mevcuttur. Köprücük kemiklerinin *göğüs üstü*nde birleşmesiyle oluşan çukur *Sn* noktası olarak belirlidir. Omuz genişliğini belirleyen *SL* ve *SR*, göğüs genişliğini belirleyem *TL* ve *TR* noktaları, genişliği belirleyen noktalar olarak belirlenmiştir. *T0* noktasının koordinatları *Vitruvius önermeleri*ne göre elde edilmiştir. Göğüs uçlarının bulunduğu bölge kırık olduğundan *NL* ve *NR* mevcut değildir. Bel genişliğini belirleyen *WL* ve *WR* noktaları belirlidir. *WR* ile *WL* noktalarının aşağısında, pubik hatların bel hattıyla birleşmesinin etkisini gösteren *WL1* ve *WR1* noktaları işlemlere dâhil edilmiştir. Göbek çukurunu temsil eden *N* ve testis altı hizasını temsil eden *T* noktaları mevcuttur. *FL* ve *FR* noktaları arka cepheden ve ön cepheden elde edilen kol-gövde sınır hattı üzerinden tespit edilmiştir. Bacaklarda diz altı yapısı kesin hatlarla ayırt edilebilir olduğundan diz kapağı üstünde *KLt* ve *KRt* ile diz kapağı altında *KLb* ve *KRb* noktaları belirlidir.

Referans noktaların koordinatları **(EK 486)**, tanımlarına dayalı olarak ait oldukları transversal kesit üzerindeki konumlarından ve modelleme aşamasında elde edilen ortofoto görüntüden yararlanılarak tespit edilmiş, noktalar arası yatay uzaklıklar ve düşey uzaklıklar hesaplanarak bu uzaklık değerlerinin heykelin boy uzunluğuna oranı elde edilmiştir **(EK 487)**. Referans noktalar, heykel yüzeyi üzerinde görsel hale getirilmiştir **(EK 488)**.

3.4.7.3. Orantı Testleri

Heykelin boyu ölçülmemiştir ancak bu uzunluğun 305,00 cm olduğu bilinmektedir. Modelleme başın üst tarafında eksik olarak gerçekleştiğinden başın tepesini temsil eden *Ht* noktası yaklaşık olarak belirlidir.

Omuz genişliği, bel genişliği ve femur genişliği üzerinden yapılan hesaplamalar ve orantı tablosunun genel durumu incelenmiştir. Tabloya göre, omuz genişliği bel genişliğinin 2 katı kadardır. Diğer taraftan femur genişliğinin 5 katı, bel genişliğinin 7 katı kadardır. Bu bilgiler birleştirildiğinde 2, 5 ve 7 nin ortak katı olan bir uzunluğun; omuz, bel ve femur genişliğini düzenleyebileceği anlaşılmaktadır. Örneğin omuz genişliği 20 kare iken bel genişliği 10 kare ve femru genişliği 14 karedir. Eğer boy uzunluğu 70 kare seçilirse boy uzunluğu omuz genişliğinin 3,5 katı olacaktır. Omuz genişliğinin (18,57098 *u*) 3,5 katı 64,99843 *u* değerine eşit

olduğundan boy uzunluğu 65 *u* olarak alınmıştır. Bu bilgiye dayalı olarak *Ht* noktasının *y* koordinatı belirlenmiş ve orantı testleri gerçekleştirilmiştir.

Referans noktalar arasındaki uzaklıklar ve heykelin *u* birimi cinsinden olası boyu birlikte değerlendirildiğinde, heykel başının boya oranı 1/7 ve omuz genişliğinin 2/7 değerlerine yakınsadığı görülmüştür. İncelenen heykelde görülen oranlar, boy uzunluğunun, 7 sayısının tam katı olmasını gerektirmektedir.

Bir uzunluk, üzerinde rakamları temsil eden işaret bulunmayan, yalnızca düz çizgi çizmeye yarayan bir cetvel ve pergel kullanılarak ikiye bölünebilir. Bu geometri bilgisi; bir uzunluğun 2, 4, 8, 16 gibi 2 sayısının kuvvetlerine tam bölme işlemini olanaklı hale getirir. İkiye bölebilme kuralının temel sonucu, bir uzunluğun orta noktasının kesin olarak belirlenebilmesi ve sağladığı garanti ise bölme işleminin herhangi bir uzunluğa uygulanabilir olmasıdır. Heykelin boyu herhangi bir uzunluk olarak belirli iken, heykelin boyuna oranı 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, ... gibi tarif edilen uzunlukların her biri tespit edilebilir demektir.

İki ile bölme bilgisi mevcut iken bu bilgiden 7 ile bölünebilen bir uzunluk elde etmek mümkündür. Heykel boyu 64 birim olarak planlanır ve 1 birim kısaltma yapılırsa heykel boyu 63 birim olacaktır ve bu sayı 7 ve 9 ile tam bölünebilecektir.

64 birim olan uzunluğun yarısını gösteren nokta ve 63 birim uzunluğun yarısını gösteren nokta işaretlenirse ve uzunlukların başlangıç noktaları eşitlenirse, orta noktanın eski pozisyonundan 1/2 birim kayarak yer değiştireceği açıktır.

Eğer bu yaklaşım doğruysa, *T* noktasında *Ht* noktasına kadar olan uzunluk 32 birim, *T* noktasından *SOF* noktasına kadar olan uzaklık 31 birim olmalıdır. İncelenen heykelde *Ht* noktası elde olmadığından, yaklaşımın doğruluğu var sayılarak sonuçları denetlenmiştir.

SOF noktasından *T* noktasına kadar olan uzaklık, teorik yaklaşımın sonucu olarak, 32/31 değeriyle çarpılarak *T* ile *Ht* arasında olması beklenen uzaklık elde edilmiştir. Elde edilen bu değere göre *Ht* noktasının y koordinatı 25,989397 *u*'dur. Bu değer, 26 *u* değerine yuvarlanarak işlemlerde kullanılmıştır.

Teorik boy uzunluğu *T* ile *Ht* arasındaki uzaklığın iki katı olarak ele alınıp 64 birim kareye ayrılarak *T* ile *Ht* ve *SOF* ile *T* arasındaki ilişki görsel hale getilmiştir. Bu görsel, heykelin ayak tabanı hizasının 1 birim kare kadar kısaltıldığı (64-63 kısaltması) yönündeki yaklaşımın doğruluğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca *Ht*, *Hl*, C,

Sn, TL, TR, WL, WR, T, FL, FR, KLt, KRt, KLb, KRb ve *SOF* noktalarının heykelin boyu ile olan orantı ilişkisini tek kalemde vermektedir. Uyumun istisnası, göbek çukurunu temsil eden *N* noktasıdır. *T0* noktası, tanımına dayalı olarak elde edilebilecek bir noktadır ve teorik boy üzerinden mi yoksa gerçek boy üzerinden mi değerlendirilmesi gereken bir durumu olduğu belirsiz kaldığından, *T0* noktasına, bu görselde yer verilmemiştir **(EK 489)**.

Omuz genişliğini elde edebilmek için, elde edilen karelenmiş düzeleme sol ve sağ taraftan birer kare eklenmiştir. Elde edilen grafikte omuz genişliğini belirleyen *SL* ve *SR* noktaları arasındaki uzaklık 18 kare iken heykelin boyu 63 karedir. Aralarındaki oran 2/7 olarak açıklamaya kavuşmaktadır **(EK 490)**.

Elde edilen bu sonuç, testis altının teorik orta nokta olduğunu ve *teorik boy uzunluğu* söyleminin doğruluğunu göstermektedir.

Bu noktadan sonra, frontal düzlem, 63 birime kısaltılmış boy uzunluğunu 7 eşit parçaya bölen modül karelerle kaplanmıştır. Bu işlemde esasen yapılan şey, 64 birim boy uzunluğun, her birinde 8 küçük kare olan 8 modül kare ile kaplanması yerine; 63 birim boy uzunluğunun, her birinde 9 küçük kare olan 7 modül kareyle kaplanmasından ibarettir. Ancak elde edilen grafik, omuz genişliğiyle boy uzunluğu arasındaki 2/7 oranını geometrik olarak göstermekle beraber, yaklaşımın doğruluğunu, diğer referans noktaların konumunu açıklayarak desteklemektedir **(EK 491)**.

Heykelin gerçek boyunu yedi eşit parçaya bölen kareler frontal düzleme yerleştirildiğinde (*h*/7/1) heykelin basit geometrik modeli elde edilmiştir. Bu grafik, diz altından ayak tabanına kadar olan uzaklığın boya oranının 2/7 olduğunu, ellerin yumruk yapılarak bitirildiği yerin femurun en geniş olduğu hizaya denk geldiğini, *FL* ve *FR* hizasıyla diz altı arasındaki uzaklığın boyun 1/7'si kadar olduğunu, *FL* ve *FR* hizasından çene altına kadar olan uzaklığın boya oranının 3/7 olduğunu, başın gövdeye oranının 1/7 olduğunu ispat etmektedir **(EK 492)**.

Heykelin gerçek boyunu yedide birini kenar uzunluğu kabul eden karelerin kenarları ikiye bölündüğünde (*h*/7/2), heykelin bel genişliğinin omuz genişliğinin yarısı kadar olduğu görülmektedir **(EK 493)**.

Heykelin gerçek boyunu yedide birini kenar uzunluğu kabul eden karelerin kenarları üçe bölündüğünde (*h*/7/3), heykelin yüz genişliğinin yanı sıra diz kapağı

üstünü işaretleyen *KLt* ve *KRt* noktalarının konum bilgisi açığa çıkmaktadır **(EK 494)**.

Heykelin gerçek boyunu yedide birini kenar uzunluğu kabul eden karelerin kenarları dörde bölündüğünde (*h*/7/4), göğüs genişliğini belirleyen *TL* ve *TR* noktalarının başın tepesine olan uzaklığın boya oranının 1/4 olduğu, ayrıca eğer *göğüs ortası* olan *T0* noktasının heykelin orta noktasına ve başın tepesine olan uzaklığının boya oranının 1/4 olduğu iddiası geçerliyse, *T0* noktasının konumu açığa çıkmaktadır **(EK 495)**.

Heykelin gerçek boyunu yedide birini kenar uzunluğu kabul eden karelerin kenarları beşe bölündüğünde (*h*/7/5), alın saç ayrımını temsil eden *Hl* noktası oldukça net olarak yakalanmaktadır. Alın saç ayrımından başın tepesine kadar olan uzaklık 1 kare iken boy 35 karedir. *Sn* noktası yaklaşık olarak belirlenmektedir. *Sn* ile *Ht* arasındaki uzaklık yaklaşık 6 kare iken heykelin boyu 35 karedir ve 1/6 oranıyla uyum açığa çıkmaktadır. Göbek çukurunu temsil eden *N* noktasının konumu yaklaşık olarak belirlenmektedir **(EK 496)**.

Heykelin gerçek boyunu yedide birini kenar uzunluğu kabul eden karelerin kenarları altı ile bölündüğünde (*h*/7/6), *KLt* ile *KRt* noktalarının konumu diz kapağığının konumuyla birlikte ortaya çıkmaktadır **(EK 497)**.

Heykelin gerçek boyunu yedide birini kenar uzunluğu kabul eden karelerin kenarları yedi ile bölündüğünde (*h*/7/7), 49 kareye bölünen boy uzunluğu ile referans noktalar içerisinde bel genişliğini belirleyen *WL* ile *WR* dışında anlamlı bağ kurulamadığı görülmektedir **(EK 498)**.

Heykelin gerçek boyunu yedide birini kenar uzunluğu kabul eden karelerin kenarları sekize bölündüğünde (*h*/7/8), göbek çukurunu temsil eden *N* noktasının konumu açığa çıkmaktadır. *N*'nin kesin pozisyonunun 16 ile bölme yapılarak elde edilebileceği anlaşılmaktadır **(EK 499)**.

Heykelin gerçek boyunu yedide birini kenar uzunluğu kabul eden karelerin kenarları on ile bölündüğünde (*h*/7/10), femur genişliğini düzenleyen *FL* ve *FR* noktaları arasındaki uzaklığın ve *TL* ve *TR* noktaları arası uzaklığın boya oranının 1/5 olduğu görülmektedir. Bu durum, bir uzunluğu beş ile bölme işleminin çaresinin bulunduğunu ispat etmektedir **(EK 500, 501)**.

Heykelin gerçek boyunu onda birini kenar uzunluğu kabul eden karelerin oluşturulduğunda (*h*/10) femur genişliği ile boy arasındaki oranın 1/10 olduğu görülmektedir. Ayrıca göbek çukurunu temsil eden *N* noktasının konumu açıklığa kavuşmaktadır **(EK 502)**.

Testis altı hizası olan *T* noktasından başın tepesine kadar olan uzaklık teorik boy (h^*) olarak ele alınır, teorik boyun sekizde birini kenar uzunluğu kabul eden karelerin kenarları altı ile bölünürse (h^*/8/6), *T* noktası teorik orta nokta olmakla beraber, göbek çukurunu temsil eden *N* noktasının konumu kesin olarak elde edilmektedir. *T* ile *N* arasındaki uzaklık 5 kare iken teorik boy 48 karedir **(EK 503)**.

Sn noktasının konumu, ortofotodan, köprücük kemiklerinin *göğüs üstü*nde birleşmesiyle oluşan çukur olarak seçilmiştir **(EK 504)**. Teorik boy uzunluğu, testis altı hizasını temsil eden *T* noktası ile tanıma göre konumu belirlenen *Sn* noktası arasındaki uzaklığın 3 katı olarak düşünüldüğünde, teorik boy uzunluğu 65,1353 *u* olarak elde edilmektedir. Ayak tabanından başın tepesine kadar olan boy uzunluğunun altıda birini kenar kabul eden kareler (*h*/6) oluşturulursa *Sn* noktasının konumunu belirleyen yatay doğrusal hattan sapmasının testis altı hizasının orta nokta olma durumundan sapması kadar olduğu görülmektedir **(EK 505)**. Bu sapma durumu giderildiğinde *Sn* noktasının konumunun heykelin boyu ile ilişkisinin doğru olduğu ortaya çıkmaktadır **(EK 506)**.

Sn noktasının konumunu belirleyen bu testler, geometrik gösterimlerde sapma durumunun, doğrudan uyumsuzluk olarak ele alınmaması gerektiğini, heykelde orantı planlamaları için bir tür manevra repertuarının söz konusu olabileceğini gösteren örneklerdir.

3.4.7.4. Femur

Heykelin, lateral sınırlarının araştırılması, sağ tarafta ve sol tarafta farklı yollardan elde edilen sınır noktaları üzerinden gerçekleştirilmiştir. İzleyiciye göre sol kol dâhil heykeli tümüyle dışardan kuşatan dış lateral sınır söz konusudur. Sol kol ile gövde arasındaki boşluk göğüs ve karın yan sınırlarını oluşturmaktadır. Femur sınırı ön cepheden tam olarak elde edilememektedir. Sol kolun arkasında kalıp femuru şekillendiren ancak gövdeyle kolun yapışık olduğu bölge hattı üzerinden elde edilen

lateral sınır yapısı, sol femur sınırının bir bölümünü teşkil etmektedir. Sağ sınır kolay elde edilmiştir çünkü kol engeli yoktur. Diğer taraftan göğüs bölgesini önden, karın bölgesini önden ve yandan, kasık bölgesini önden şekillendiren ventral sınırlar tespit edilmiştir **(EK 507)**.

Heykelin, kolların arkasında kalan femur sınırları ve ön cepheden olup ellerin bittiği yerden aşağıda kalan femur sınırlarının araştırılması için 100 ile 180 sayılı transversal kesitler arasında kalan sınır bölgesi seçilmiştir. Sol femur sınırına uyan çemberin yarıçapı 33,8887 *u* ve merkez koordinatları (27,6526 -11,3007) olarak tespit edilmiştir. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ± 0,0731 *u* olarak hesaplanmıştır **(EK 508, 509)**.

Sağ femur için 100 ile 180 sayılı transversal kesitler arasında kalan sınır bölgesi seçilmiştir. Sol femur sınırına uyan çemberin yarıçapı 29,7784 *u* ve merkez koordinatları (-23,4305 -10,5495) olarak tespit edilmiştir. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ± 0,0648 *u* olarak hesaplanmıştır **(EK 510, 511)**.

Sol ve sağ femur sınırına uyan çemberler aynı grafiğe aktarıldığında, asimetri durumu görülmektedir **(EK 512)**.

Sol femura uyan çemberin yarıçapı, heykelin boyu olan 65 *u* değerinin yarısı olan 32,5 *u* değerine çok yakın olduğundan, yarıçap 32,5 *u* olarak rafine edilmiştir. Simetri ilkesi gereği, femur sınırlarına uyan çemberlerin yarıçapları 32,5 *u* değerine eşit alınarak modüler düzenle uyumlu çemberler elde edilmiştir. Çemberlerin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata sol tarafta ± 0,1205 *u*, sağ tarafta ± 0,1589 *u* olarak hesaplanmıştır. Çemberlerin femur uç noktaları hizasında merkezlendiği, yarıçapın modülün dört katı olduğu seçeneğin başarılı sonuç verdiği tespit edilmiştir **(EK 513-516)**.

3.4.7.5. Thorax

Göğüs yan sınırları, arka cepheden alınmıştır. Sol thorax sınırı için 190 ile 234 sayılı transversal kesitler arası seçilmiştir. Sol thorax sınırına uyan çemberin yarıçapı 16,1036 *u* ve merkez koordinatları (-20,4217 2,2072) olarak tespit edilmiştir.

Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ± 0,0336 *u* olarak hesaplanmıştır **(EK 517, 518)**.

Sağ thorax sınırı için 190 ile 234 sayılı transversal kesitler arasında kalan bölge seçilmiştir. Sol thorax sınırına uyan çemberin yarıçapı 17,4341 *u* ve merkez koordinatları (22,2525 1,7085) olarak tespit edilmiştir. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ± 0,0232 *u* olarak hesaplanmıştır **(EK 519, EK 520)**.

Sol ve sağ thorax sınırlarına uyan çemberler aynı grafik üzerinde gösterildiğinde simetrik yapıları görülmektedir **(EK 521, 522)**.

Bu çemberlerin yarıçapıyla heykelin boyunun sekizde biri modül olarak düşünülür ve yarıçaplarla modül uzunluğu karşılaştırılırsa çemberlerin yarıçapının modülün iki katıyla uyumlu olduğu, özellikle sol thorax çemberinin yarıçapının bu uzunluğa yaklaşık eşit olduğu görülür. Thorax çemberleri, yarıçapları modül uzunluğun (65*u*/8) iki katı olacak şekilde yeniden düzenlenerek 16,125 *u* olarak alındığında, uyumun bozulmadığı, oldukça simetrik ve rafine bir model elde edildiği tespit edilmiştir. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata, sol thorax için ± 0,0340 *u*, sağ thorax için ± 0,0332 *u* olarak hesaplanmıştır **(EK 523-EK 525)**.

3.4.7.6. Geometrik model

Femur ve thorax sınırlarına uyan çemberler ile, boyun yedide birini modül kabul eden orantı düzeni (*h*/7) birleştirilerek heykelin geometrik modeli elde edilmiştir **(EK 526-531)**.

3.4.8. Kouros 3686

3.4.8.1. Modelleme

Kouros 3686'nın modellenmesi için tripodsuz olarak, serbest çekim durumunda, değişik açılardan, 80 fotoğraf çekilmiştir. Heykel üzerine hedef nokta yerleştirilmemiş ve ölçüm yapılmamıştır. Fotoğraf çekiminde, *Anavysos Kouros*

*döküm kopyası*nda kalibre edilen kameranın kalibrasyon ayarları ve mercek durumu korunarak kullanılmıştır.

Yazılım, nokta bulutu modelini 29.328 noktadan oluşturmuş, yoğun nokta bulutu modelini de 7.567.696 nokta ile üretmiştir. Yoğun nokta bulutu model dokulandırılarak modelleme tamamlanmıştır **(EK 532-535)**.

Heykelin boyu 2,07 m'dir. Metrik ölçüm yapılmadığından, modellemede elde edilen koordinat sistemine ve o koordinat sisteminde heykeli betimleyen noktalara program tarafından atfedilen değerlere göre inceleme yapılmıştır. Bu nedenle metre, santimetre, milimetre yerine *birim* (unit) deyimi kullanılacak ve *u* kısaltmasıyla gösterilecektir.

Heykel yüzeyi üzerine hedef nokta yerleştirilmediğinden ve ölçüm yapılmadığından, modellemenin ortalama hatası hesaplanmamıştır. Fotoğraf çekiminde, heykelin boyuna karşılık fotoğraf çekimi seviyesi uygun olmadığından heykelin başının tepesine ve omuzların üst kısmına ait fotoğraf alınamamış, bu nedenle başın tepesi ve omuz üstü eksik modellenmiştir.

Oluşturulan model MATLAB programına aktarılmıştır. Modelin, kaidenin ince kesit halinde bir kısmı dâhil, *y* ekseninde en büyük değeri 4,9737 *u* ve en küçük değeri -7,9249 *u* kadardır. Mevcut haliyle modelin yüksekliği 12,8986 *u* kadardır **(EK 536)**.

Çalışma aralığı, *y* ekseninde -7,75 *u* ile 4,97 *u* aralığı olarak seçilmiştir. Heykelin yükseliği 207,00 cm olarak bilinmektedir. Bu değer 12,72 *u* değerine yaklaşık olarak eşittir. 207,00 cm değeri, bu değerin *u* cinsinden karşılığı olan 12,72 *u* değerine bölünerek metrik sistemde 1,00 cm'nin yaklaşık karşılığı olan 0,061449275362319 *u* değeri elde edilmiştir.

Bu tez çalışması kapsamında yapılan analiz çalışmalarında, heykel modelinin ayak tabanından başın tepesine kadar 1,00 cm aralıklarla transversal kesitlere bölünmesi standart olarak benimsenmiştir. Bu nedenle eldilen model, metrik sistemde 1,00 cm'nin yaklaşık karşılığı olan 0,061449275362319 *u* ölçüsündeki aralıklarla transversal kesitlere bölünmüştür. Kesit kalınlığı 0,009 *u* olarak alınmış, toplam 207 transversal kesit elde edilmiştir **(EK 537, 538)**.

3.4.8.2. Referans Noktalar

Heykelde başının üstü eksik modellendiğinden *Ht* noktasının konumu yaklaşık olarak belirlidir. Alın bölgesinde saç tasarımı kıvrımlı yapıdadır ve *Hl* noktası, saç tasarımında kıvrımların en dipteki kısmı olarak alınmıştır. Çene altını temsil eden *C* noktası belirlidir. İzleyiciye göre sol omuz kırık olduğundan omuz genişliğini düzenleyen *SL* noktası eksik olmakla beraber bilateral simetri dolayısıyla SR noktasının konumuna göre konumu belirlenebilir durumdadır. Göğüs genişliğini belirleyen *TL* ve *TR* noktaları belirlidir. Göğüs uçları kırık olduğundan *NL* ve *NR* belirsizdir ancak konumları tahmin edilebilir durumdadır. Bel genişliğini düzenleyen *WL* ve *WR* noktaları yan sınırlardan elde edilebilecek durumdadır. Ayrıca thorax yayı ile femur yayı arasında, karın yan sınırlarında ilave bir tasarım söz konusu olup *WL1* ve *WR1* olarak isimlendirilerek incelemeye dâhil edilmiştir. Göbek çukurunu temsil eden *N* ve testis altı hizasını temsil eden *T* noktaları belirlidir. Femur genişliğini düzenleyen *FL* ve *FR* noktaları yan sınırlardan elde edilebilecek durumdadır. Diz kapağı üstünü temsil eden *KLt* ve *KRt* ile diz kapağı altı hizasını temsil eden *KLb* ve *KRb* görsel olarak ayırt edilebilir durumdadır. Ayak tabanını temsil eden *SOF* noktası mevcuttur.

Referans noktaların koordinatları **(EK 539)**, tanımlarına dayalı olarak ait oldukları transversal kesit üzerindeki konumlarından ve ortofoto görüntüden yararlanılarak tespit edilmiş, noktalar arası yatay ve düşey uzaklıklar hesaplanarak bu uzaklık değerlerinin heykelin boy uzunluğuna oranları elde edilmiştir **(EK 540)**. Referans noktalar, model üzerinde görsel hale getirilmiştir **(EK 541)**.

3.4.8.3. Orantı Testleri

Heykelin boyu ölçülmemiştir ancak açık kaynaklardan, başın tepesinden kaideye kadar yükseliği 207,00 cm olarak bilinmektedir. Heykel başının üst tarafı eksik modellendiğinden *Ht* noktası yaklaşık olarak bilinmektedir. *Ht* noktası ile ayak tabanı arasındaki uzaklık 12,761960 *u* kadardır.

Testis altı hizası heykelin orta noktası değildir. Ancak, bu tez kapsamında yapılan çalışmalarda testis altı hizası teorik orta nokta olarak ele alındığından, heykelin

teorik boyu, testis altı hizasından başın tepesine kadar olan uzaklığın iki katı olarak ele alındığında, teorik boy 13,37346 *u* olarak hesaplanmıştır.

Femur genişliği 4 birim iken bel genişliği 3 birimdir **(EK 542)**. Femur genişliği 6 birim iken *T* ve *N* noktaları arasındaki uzaklık 4 birim, *T* noktasından *WL-WR* hizasına kadar olan uzaklık ile T noktasından *KLt-KRt* hizasına kadar olan uzaklık eşittir ve 5 birimdir **(EK 543)**. Göğüs genişliği ile femur genişliği eşittir. Femur genişliği 12 birim iken, *T* noktasından *KLt-KRt* hizasına kadar 10 birim, *T* noktasından *KLb-KRb* hizasında kadar 13 birim, KLt-KRt hizasıyla *KLb-KRb* hizası arası 3 birimdir **(EK 544)**. Femur genişliği 14 birim iken WL1 ile WR1 arası 13 birim, KLb ile KRb arası 6 birimdir **(EK 545)**.

Bu oranlar, femur genişliği ortak paydası üzerinden yeniden düzenlenirse: Femur genişliği 12*k*, bel genişliği 9*k*; *T* noktasından itibaren ile *N* noktasına kadar 8*k*, *WL-WR* hizasına kadar 10*k*, *KLt-KRt* hizasına kadar 10*k*, *KLb-KRb* hizasına kadar 13*k*; *KLt-KRt* hizasıyla *KLb-KRb* hizası arası 3*k* haline gelir. *WL1* ve *WR1* noktaları arasındaki uzaklık, 12*k* yerine 14*k* ile ilişkili olarak ortayta çıktığı için bu noktalar için diğerlerinden ayrı bir hesap yapıldığı anlaşılmaktadır.

T noktası merkez olmak üzere, femur genişliğinin 5 katı kadar olan uzunluğun 10 ile bölünmesiyle elde edilen modül karelerin kenarları 4 ile bölündüğünde, frontal düzlemde 8 kare genişliğinde 40 kare yüksekliğinde kareleme düzenine ulaşılmaktadır. Orantıları belirlemeye yarayan çerçevenin merkezi *T* noktası olmak üzere, çerçevenin üst sınırının *Ht* noktasının 1 birim aşağısında kaldığı, alt sınırının da *SOF* noktasının 1 birim aşağısında kaldığı görülmektedir. Böylece heykelin boyunun femur genişliğinin 5 katı kadar olduğu ortaya çıkmaktadır **(EK 546)**. Referans noktalar arasıdaki ilişkilerin kurulmasında ortak payda olarak femur genişliği 12*k* olarak alındığından ve boy uzunluğu femur genişliğinin 5 katı olduğundan, boy uzunluğu 60*k* olarak orantı sisteminde yerini almaktadır.

Orantı çerçevesinin bir kaydırma operasyonuyla kullanılması bu heykelin orantı sisteminin fark yaratan ve ayırt edici nitelikte olan özelliği olarak gömrülmektedir. Heykelin boyu 40 birim iken, *SOF* noktasından *T* noktasına kadar 19 birim, *T* noktasından *Ht* noktasına 21 birimdir. Orantı çerçevesinin merkezi *T* noktası iken üst sınırı *Ht* olsaydı hesaplamalarda T- *Ht* uzunluğunun iki katı olan 42 birim üzerinden işlem yapılması mecburiyetinde kalınacağı ortadadır. Üst sınırın 1 birim

kaydırılması, çerçevenin 2 birim kısaltılması anlamına gelmektedir. Bu durum heykeltıraşın, 42 birim uzunluğun olanakları içerisinde kalarak, ama detaylarda 40 birim uzunluk üzerinden hesap yapmanın olanaklarını da kullanarak kuralları modifiye ettiğini göstermektedir.

Buraya kadar elde edilen sonuçlar, *Ht* noktasının bilinmediği, ya da bu heykelde olduğu gibi yaklaşık olarak bilindiği durumlarda, referans noktaları arasındaki ilişkilerden hareketle boy uzunluğunun elde edilebileceğinin bir kanıtıdır. Tespit edilen orantı sistematiği, modifiye repertuarının şaşırtıcı bir örneği olmakla beraber, bir heykelde, orantı sisteminin kurgusu çözülemediği sürece, heykelin boy uzunluğu tam olarak bilinse dahi referans noktalar arasında ilişki kurulamayacağının da bir örneğidir.

SOF ve *Ht* noktalarının konum bilgileri garanti edildiğinden, boy uzunluğu, femur genişliğinin beş katıdır yerine, *femur genişliği boyun beşte biridir* denilerek işlemlerin tersine yürütülmesi mümkün hale gelmektedir.

Boy uzunluğu 60*k* olduğundan, boyun onda birini kenar kabul eden kareler oluşturulup bu karelerin kenarları 6 ile bölündüğünde, frontal düzlem 12x60 kareye ayrılmakta; *KLb* ve *KRb, KLt* ve *KRt,* T, *FL* ve *FR, N, WL* ve *WR, TL* ve *TR* noktalarının konumu açıklığa kavuşmaktadır **(EK 547)**.

SOF, Ht, Hl ve *Sn* noktaları bu parçalanmada kesin çizgilere isabet etmemektedir. Bu noktaların noktaların konumunun detaylı planlamaya geçilmeden önce belirlenmiş olması en güçlü ihtimaldir. *C* noktasının, özellikle *WL1* ve *WR1* noktalarının ayrı parçalanmalardan elde edilmesi için yeterli sebepler mevcuttur.

WL1 ve *WR1* noktaları arasındaki uzaklığın 13*k* olduğu, lokal olarak yapılan testlerden elde edilmiştir. Femur genişliği 12*k* alınarak elde edilen noktalarla birlikte aynı anda *WL1* ve *WR1* noktaları arası uzaklığın elde edilebilmesi için, femur genişliği, 12*k* ve 14*k* değerlerinin en küçük ortak katı olan 84*k* olarak seçilmek zorundadır. Bu durumda boy uzunluğu 420*k* olacaktır. 84x420 karelik bir parçalanma elde edildiğinde, *WL1* ve *WR1* arasındaki uzaklık 78*k* olarak bulunacaktır. Böyle bir parçalanma olanaklıdır ancak pratik değildir. 78*k* ve 84*k* arasındaki ilişki, 39 ve 42, ya da en sade haliyle 13 ve 14 arasındaki ilişkidir ve diğer referans noktaların konumunu açıklayan parçalanmalarda bu ilişki elde edilememiştir. Bu sebeple, *WL1* ve *WR1* arası

uzaklık için, diğer referans noktalardan bağımsız olarak ayrı bir işlem üzerinden bu genişliğe karar verildiği düşünülmüştür.

WL1 ve *WR1* arası uzaklığın belirlenmesi için femur genişliğinin 14*k* alınması, buna bağlı olarak boyun 70*k* alınması, bu parçalanmayı elde edebilmek için boyun önce 7 ile sonra 10 ile bölünmesi gerekli ve yeterlidir **(EK 548)**.

WL1 ve *WR1* noktalarının *T* noktasına uzaklığının belirlenmesi de ayrı bir işlemin konusudur. Karın bölgesinden kasık bölgesine doğru yay hattı kurgusu söz konusu olduğundan *WL1* ve *WR1* noktalarının bir çember tarafından belirlendiği düşünülmektedir ve artistik çizgilerin incelenmesi konusu içerisinde ele alınacaktır.

Boy uzunluğu 10'a bölünerek elde edilen karelerin kenarları 9 ile bölündüğünde, *C* noktasının yanı sıra, konumları 3 ile bölmeden kaynaklanan *KLt* ve *KRt, T, N, WL* ve *WR* noktalarının konumlarına tekrar ulaşılmaktadır **(EK 549)**.

Boy uzunluğunu 10'a bölmekle elde edilen her bir modül kareyi 9'a bölerek boy uzunluğunu 90 parçaya bölmekle, boyu 9'a bölmekle elde edilen modül kareleri 10'a bölerek boy uzunluğunu 90 parçaya bölmek arasında aritmetik olarak fark yoktur ancak geometrik olarak oldukça ilginç sonuçlar doğurmaktadır.

Heykelin boy uzunluğu 9'a bölünmüş, elde edilen kareler 10'a bölünmüştür. *Ht* noktasından aşağıya doğru, boyun 1/40'ı kadar aşağı kaydırıldığı tespit edilen orantı çerçevesi üst sınırı ile *C* noktası arasındaki uzaklığın, boy uzunluğuna oranının 1/9 olduğunu kanıtlayan grafik elde edilmiştir **(EK 550)**.

Başın gerçek ölçüsü, boyun 1/9 ile 1/40'ının toplamı olduğundan, baş/boy oranı 49/360'dır. Burada açıklanan orantı sistematiğine göre açıkça 1/9 olan baş/boy oranı, bu sistematik yok sayıldığı takdirde oldukça anlamsız kalan 49/360 oranı olarak görülecektir. 49/360 oranı yaklaşık olarak 3/22 oranına karşılık gelmektedir ve ikinci kez en yakın değere yuvarlandığında 1/7 değerine ulaşılmaktadır. Aritmetik değerler üzerinden orantı kurulduğunda boy, başın yaklaşık 7,35 katıdır. Ancak, bütün bunlar olurken, geometrik yaklaşım gerçeği daha iyi yansıtmaktadır ve baş-boy oranı 1/9 olarak açıktır. Arkaik dönem heykeltıraşlarının, yanılgıya açılan kapıların farkında oldukları, orantılar konusunda genel kurallara bağlı kalmakla birlikte bu kurallardan özgün ve sıra dışı çözümler türettikleri, bu verilere dayalı olarak düşünülmektedir.

Referans noktaların konumu, aralarındaki orantı sistemi, femur genişliğine dayalı olarak boyun hesaplanması ve baş/boy oranı konusunda elde edilen bulgular,

SOF ve *Ht* noktalarının konumunu garanti ettiğinden, bu noktaların *y* eksenindeki konumlarındaki hatalar giderilmiştir.

Çalışmanın başında, başın tepesi eksik modellendiğinden *Ht* noktasının *y* eksenindeki konumu yaklaşık olarak 0,4973651 *u* olarak bilinmekte ve kullanılmakta iken, deney sonuçlarına göre 0,498699 *u* olarak düzeltilmiştir. Benzer olarak *SOF* noktasının *y* koordinatı -0,757074 *u* iken -7,774961 *u* olarak düzeltilmiştir.

*Vitruvius önermeleri*ne göre, *T* noktasından *Sn* noktasına kadar olan uzaklık boyun 1/3'ü ya da diğer açıdan *Sn* ile *Ht* noktası arasındaki uzaklık boyun 1/6'sı kadardır. Bu oranların varlığı ve geçerliliği kontrol edilmiştir. Boy uzunluğu, *SOF* ve *Ht* noktaları arasındaki uzaklık olarak ele alındığında, *Sn* noktasının boy uzunluğuna oranının 1/6 olmadığı görülmektedir **(EK 551)**.

T noktası merkez olmak üzere, heykelin teorik boyu *T* noktasından *Ht* noktasına kadar olan uzaklığın iki katıdır. *Sn* noktasının konumu için teorik boy üzerinden test yapıldığında, *Sn* noktasından *Ht* noktasına kadar olan uzaklık teorik boyun 1/6'sı kadardır **(EK 552)**.

Sn noktasının konumu konusunda teorik olarak yapılan karşılaştırmaya ilave olarak ortofoto üzerinde de karşılaştırma yapılmıştır. *SOF* ve *Ht* üzerinden hesaplanan boy uzunluğu üzerinde, *Sn* noktasının 1/6 oranıyla var olabilmesi için bulunması gereken konum, *Sn* noktasının tanımına uyan bölgenin daha yukarısında kalmaktadır **(EK 553)**. Buna karşılık *T* ve *Ht* arasındaki uzaklığın iki katı olarak hesaplanan teorik boy uzunluğu üzerinde, *Sn* noktasının 1/6 oranıyla var olabilmesi için bulunması gereken konum, *Sn* noktasının tanımına uyan bölgede kalmaktadır **(EK 554)**.

Karşılaştımalar, *Sn* noktasının konumunun teorik boy uzunluğu üzerinden hesaplandığını göstermektedir. Bu verilere dayalı olarak *Sn* noktasının *y* koordinatı çalışmanın başlangıcında 2,775524 *u* olarak değerlendirilmekte iken 2,753656 *u* olarak düzeltilmiş ve *Sn* noktası olması gereken pozisyona taşınmıştır.

Sn noktasının bulunduğu konumun, boy uzunluğu yerine teorik boy uzunluğu üzerinden anlam kazanıyor olması, bu noktanın, planlamada konumu öncelikle belirlenen noktalardan biri olduğunu ve bir daha konumuna dokunulmadığını göstermektedir.

T0 noktası, *Vitruvius önermeleri*nde, *göğüs ortası* olarak tanımlamakta, *T0* noktasından *Ht* noktasına kadar boyun dörtte biri olduğu ifade edilmektedir. Teorik

boy üzerinden yapılan inceleme ve nokta konumuyla, tanıma göre heykel üzerinde bulunması gereken konum arasındaki tutarlılık dikkate alınarak *T0* noktası, olması gereken konuma yerleştirilmiştir **(EK 555)**.

Alın saç ayrımı olan *Hl* noktası, başlangıç önemelerinde, *saçların en dipteki kökleri* şeklinde ve orantı yönünden başın 1/4'ü olarak tarif edilmektedir. Teorik boy uzunluğunun sekiz kareye ayrılmasıyla elde edilen modül karelerein kenarları 4'ile bölündüğünde *Hl* noktasının olması gereken konumda bulunduğu görülmektedir **(EK 556)**.

T noktasını merkez olarak kabul eden, *T* ile *Ht* arası uzaklığın iki katını boy kabul eden teorik modelin 42 kareye parçalanması ve yontu süreci tamamlandığında ortaya çıkan heykelde *SOF* ve *Ht* noktaları arasındaki uzaklığın 40 kareye parçalanması, iki modelin teorik olarak özdeşlik, oranların uygulanmasında geçişkenlik sağlamaktadır **(EK 557, 558)**.

Oranların uygulanmasında *geçişkenlik* kavramı oldukça önemlidir ve orantı sistemilerinin çözümlenmesinde yol göstericidir. Örneğin boy uzunluğu üzerinden elde edilemeyen ya da elde edilmesi güç olan bir oran teorik boy üzerinden elde edilip boy uzunluğundan elde edilmiş gibi uygulanabilir. Bu durumu incelenen heykel üzerinden açıklamak mümkündür.

Heykelde baş/boy oranı 49/360 olarak tespit edilmiştir. Boy 40 karedir. Buna karşılık, *T* noktası merkez olmak üzere *T* ile *Ht* noktası arası uzaklığın iki katı, teorik boy, 42 karedir. Boy uzunluğundan teorik boy uzunluğuna geçiş için boy uzunluğunun 40'bölünüp 42 ile çarpılması gerekir.

Boy uzunluğundan teorik boy uzunluğuna geçişte, uzunluğun artması söz konusudur. Buna karşılık, örneğin baş uzunluğu sabit kalmaktadır. Dolayısıyla, baş/boy oranı, baş/teorik boy oranına dönüşürken, boy uzunluğundaki artışa oranla küçülme görülecektir. Açık söyleyişle ve çarpma işleminin gereği olarak baş/boy oranı boy/teorik boy oranıyla çarpıldığında, baş/teorik boy oranı elde edilecektir. Bu durum, diğer oranlar için de geçerlidir ve bu nedenle *geçişkenlik* kavramı kullanılmaktadır.

Baş/boy oranı 49/360, boy/teorik boy oranı 40/42 iken baş/teorik boy oranı, 46/360 ile 40/42 kesirlerinin çarpımıdır ve sonuç 7/54 olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu oran 1/8 oranına oldukça yakındır. Teorik boy uzunluğu

sekize bölünürse, elde edilen modül karelere, bu oranı oldukça yaklaşık şekilde yakalayacaktır.

Bu konuda yapılan deneyin sonuçları ilgi çekicidir. Grafiğe göre, baş/boy oranı 1/8 değerine oldukça yakındır. Üstelik *T* ve *T0* noktası kesin olarak tespit edilmektedir **(EK 559)**.

Deney detaylandırılarak sürdürülürse başkaca referans noktalar da bu tespite uyum sağlayacaktır. Örneğin, *Hl* noktasının, teorik boy uzunluğunun 1/32'si olacak şekilde isabetli olarak yakalanacağı daha şimdiden kesindir ve bu durumun sebebi yukarıda sunulmuştur.

Deneyin ilgi çekici olmasının sebebi, heykellerde orantı sisteminin araştırılmasında nerede hata yapılabileceğini açıklamasıdır. Bu deneyi yapan araştırmacı, baş/teorik boy oranını ve destekleyici isabetleri ön plana aldığında, kuşkusuz yanılacak, orantı sisteminin çözümlenmesinde hata yapacaktır.

3.4.8.4. Femur

Heykelin, femur sınırlarının araştırılması için diz kapağı üstünü belirleyen *KLt* ve *KRt* noktalarını taşıyan 65 sayılı transversal kesit ile bel genişliğini düzenleyen *WL* ve *WR* noktalarını taşıyan 134 sayılı transversal kesit arasında kalan sınır bölgesi seçilmiştir.

Sol femur sınırına uyan çemberin yarıçapı 7,03 *u* ve merkez koordinatları (5,7377 -1,7646) olarak tespit edilmiştir. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ± 0,0114 *u* olarak hesaplanmıştır **(EK 560, 561)**.

Sağ femur için 65 ile 134 sayılı transversal kesitler arasında kalan sınır bölgesi seçilmiştir. Sağ femur sınırına uyan çemberin yarıçapı 8,6797 *u* ve merkez koordinatları (-7,4356 -1,9246) olarak tespit edilmiştir. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ± 0,0089 *u* olarak hesaplanmıştır **(EK 562, 563)**.

Bu çemberler, sol ve sağ femur eğrilik merkezlerini sırasıyla -1,7646 *u* ve -1,9246 *u* olarak belirlemektedir. Femur uç noktaları olan FL ve FL noktaları *y* ekseninde -1,6628 *u* hizasındadır. Femur uç noktaları hizasıyla, elde edilen eğrilik merkezi hizaları arasında uyum görülmektedir.

Simetri ilkesi gereği sol femura uyan çember korunarak aynı yarıçap sağ femura uygulanmıştır **(EK 564)**. Çember yarıçapının rafine edilmesi sonrasında çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ± 0,0303 *u* olarak hesaplanmıştır **(EK 565)**.

Ayrıca, 65 ile 89 sayılı kesitler arasında kalan sınır kesiti ile saç organizasyonunu düzenleyen 180 ile 197 sayılı kesitler birlikte düşünülerek femur ve saç organizasyonu arasındaki bağlantı incelenmiştir **(EK 566)**.

Sol tarafta femur-saç organizasyonuna uyan çember yarıçapı 16,1256 *u* ve merkez koordinatları (14,7536 -0,44558) olarak tespit edilmiştir **(EK 567)**. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ± 0,0116 *u* olarak hesaplanmıştır **(EK 568)**.

Sol tarafta femur-saç organizasyonuna uyan çember yarıçapı 19,6185 *u* ve merkez koordinatları (-18,3186 -0,7176) olarak tespit edilmiştir **(EK 569)**. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ± 0,0057 *u* olarak hesaplanmıştır **(EK 570)**.

Femur bölgesiyle baş kısmında saç organizasyonu arasında bağlantı kuran çemberlerin ara kesiti alındığında, diz hizasından femur ortasına kadar olan sınırlarla, saç organizasyonu ilişkisi ve heykel gövdesi ile gövdeyi kuşatan çemberler arasındaki uyum ortaya çıkmaktadır **(EK 571)**.

3.4.8.5. Thorax

Bel genişliğini belirleyen WL-WR hizasından yukarı doğru, 134 ile 145 sayılı transversal kesitlerden elde edilen yan sınır noktalarının doğrusal hatlar oldukları görülmektedir **(EK 572)**.

Bir doğrunun oluşturulabilmesi için iki noktasının bilinmesi yeterli olduğundan, 134 ile 145 sayılı sınır noktaları test edilmiş, bel bölgesinde sol tarafı ve sağ tarafı ifade edecek doğruların oluşturulması için en uygun seçimin 136 ve 145 sayılı noktalar olduğu anlaşılmıştır.

Sol tarafı ifade eden doğrunun elde dilmesinde koordinatları (-0,992 0,54721) olan 136 sayılı ve koordinatları (-1,089757 1,098365) olan 145 sayılı sol yan sınır noktaları kullanılmıştır. Bu noktalardan elde edilen doğrunun eğimi -5,6380'dir. Bu

eğim, x ekseni ile doğru arasındaki açının 100,0578^{o} (ya da -79,9422^{o}) olduğunu göstermektedir. Doğrunun sınır noktalara uyumunda kök ortalama kare hata ± 0,0025 *u* olarak tespit edilmiştir **(EK 573, 574)**.

Sağ tarafı ifade eden doğrunun elde dilmesinde koordinatları (0,940587 0,548542) olan 136 sayılı ve koordinatları (1,023704 1,09882) olan 145 sayılı sol yan sınır noktaları kullanılmıştır. Bu noktalardan elde edilen doğrunun eğimi 6,6177'dir. Bu eğim, *x* ekseni ile doğru arasındaki açının 81,407^{o} olduğunu göstermektedir. Doğrunun sınır noktalara uyumunda kök ortalama kare hata ± 0,0019 *u* olarak tespit edilmiştir **(EK 575, 576)**.

Sol tarafı ifade eden doğru ile sağ tarafı ifade eden doğru *y* eksenine göre neredeyse simetriktir **(EK 577).** *Neredeyse simetrik* denilmesinin sebebi, bu doğruların *x* ekseni ile aralarındaki açıların sırasıyla -79,9422^{o} ve 81,407^{o} ve aradaki farkın 1,4648^{o} olmasıdır. Bu doğrular, (0,051425 -5,335629) noktasında kesişmektedirler.

Bel bölgesi sınır noktaları, bu doğruları üretmektedirler ancak durumun tam tersi olması, yani sınır noktalarının doğrular tarafından üretilmiş olması gerekmektedir.

Bel sınırlarını üreten doğruların da referans noktalarla ilişki içerisinde kurgulanması gerektiği açıktır. Elde edilen grafikler, bu doğrular yerine, sol tarafta *WL* ve *TL* tarafından, sağ tarafta *WR* ve *TR* tarafından üretilen doğruların kullanılabileceğini göstermektedir.

Sol taraf noktalarını düzenleyen doğrunun elde dilmesinde *WL* ve *TL* noktaları kullanılmıştır. Bu noktalardan elde edilen doğrunun eğimi -4,9597'dir. Bu eğim, *x* ekseni ile doğru arasındaki açının 101,3994^{o} (ya da -78,6006^{o}) olduğunu göstermektedir. Doğrunun sınır noktalara uyumunda kök ortalama kare hata ± 0,0209 *u* olarak tespit edilmiştir **(EK 578, 579)**.

Sağ taraf noktalarını düzenleyen doğrunun elde dilmesinde WR ve TR noktaları kullanılmıştır. Bu noktalardan elde edilen doğrunun eğimi 5,3409'dur. Bu eğim, *x* ekseni ile doğru arasındaki açının 79,3950^{o} olduğunu göstermektedir. Doğrunun sınır noktalara uyumunda kök ortalama kare hata ± 0,03 *u* olarak tespit edilmiştir **(EK 580, 581).**

WL ve *TL* ile *WR* ve *TR* noktalarından elde edilen doğrular *y* eksenine göre neredeyse simetriktir **(EK 582)**. Bu doğruların *x* ekseni ile aralarındaki açıların

sırasıyla -78,6006^{o} ve 79,3950^{o} olması ve aradaki fark 0,7944^{o} olarak ortaya çıkmaktadır. Sınır noktalarından üretilen doğrularda açı farkının 1,4648^{o} derece olduğu düşünülürse, bel genişliğini ve göğüs genişliğini düzenleyen noktalardan elde edilen doğrular simetri konusunda daha iyi sonuç vermektedir. Bu doğrular ise (0,013835 -4,505733) noktasında kesişmektedirler.

3.4.8.6. Kasık Yayları

Heykelin kasık bölgesi, testis yanlarından yukarı doğru tırmanan ve karın bölgesi alt sınırlarını şekillendiren iki yay hattı arasında kalmaktadır. Bu yaylar *kasık* kelimesinin karşılığı olan *pubic* kelimesinin baş harfine sol ve sağ tarafı işaret eden *L* ve *R* harfleri eklenerek *PL* ve *PR* kısaltmalarıyla temsil edilmiştir. Bu yayları betimleyen çemberlerin belirlenebilmesi için, ortofotodan yararlanılmıştır. Ortofoto görüntü üzerinde, kasık yayları üzerinde ve yayların yakın civarında, her bir yay için 45 nokta işaretlenerek bu noktaların *x* ve *y* koordinat bilgileri alınmıştır. Böylece her bir yay hattının, hat üzerinde veya yakın civarında bulunan noktalardan oluşan ve rastgele seçilmiş bir nokta kümesi tarafından temsil edilmesi sağlanmıştır **(EK 583)**. Seçilen nokta kümelerine uyan çemberler araştırılmıştır.

Sol kasık sınırına uyan çemberin yarıçapı 2,1910 *u* ve merkez koordinatları (1,4451 0,1789) olarak tespit edilmiştir. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ± 0,0104 *u* olarak hesaplanmıştır **(EK 584, 585)**. Sağ kasık sınırına uyan çemberin yarıçapı 2,1231 *u* ve merkez koordinatları (-1,4971 0,0545) olarak tespit edilmiştir. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ± 0,0128 *u* olarak hesaplanmıştır **(EK 586, 587)**.

Sol ve sağ kasık yaylarına uyan çemberlerin yarıçapları sırasıyla 2,1910 *u* ve 2,1231 *u* olup bu değerler birbirine yakın değerlerdir. Yayların eğrilik merkezlerinin *y* ekseninde sırasıyla 0,1789 *u* ve 0,0545 *u* hizasındadır. Bu hiza farkı ve yarıçap değerlerindeki fark simetri kaybına sebep olmaktadır **(EK 588)**.

Heykelin kasık bölgesine ait görsel, grafiğe eklendiğinde, elde edilen çemberlerin heykelin kasık yay hatlarına uyumu ortaya çıkmaktadır **(EK 589)**.

Kasık yaylarına uyan çemberlerin, genel olarak orantı sistemindeki uyum durumunun belirlenebilmesi amacıyla, çemberler, orantı sistemi içerisinde görsel hale

getirilmiştir **(EK 590)**. Elde edilen grafikte, çemberlerin merkezlerinin sol ve sağ düşey ana hatlarına oldukça yakın konumda olduğu, bu nedenle merkezlerin *x* koordinatlarının ana düşey hatlar üzerine çekilmesi gerektiği düşünülmüştür. Diğer taraftan merkezler *y* ekseninde farklı hizalarda olmalarına karşılık, sağ kasık yayına uyan çemberin merkezinin daha anlamlı bir konumda bulunduğu, bu nedenle sol kasık eğrilik merkezinin sağ kasık merkezine hizalanması gerektiği düşünülmüştür.

Sol kasık sınırına uyan çemberin yarıçapı 2,08 *u* ve merkez koordinatları (1,3859 0,5646) olarak yeniden düzenlenmiş, çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ± 0,0137 *u* olarak hesaplanmıştır **(EK 591)**. Sağ kasık sınırına uyan çemberin yarıçapı 2,08 *u* ve merkez koordinatları (-1,45 0,05946) olarak yeniden düzenlenmiş, çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ± 0,0137 *u* olarak hesaplanmıştır **(EK 592)**.

Bu düzenlemelerle, merkezler en yakın ve en anlamlı konuma çekilmiş, merkezlerin konum değişikliğine bağlı olarak yarıçaplar küçültülüp eşit hale getirilmiştir. Böylece çemberler, simetri kaybına yol açan etkilerden arındırılarak rafine edilmiştir **(EK 593)**.

Düzenleme sonrasında genel orantı düzeninde, çemberlerin merkezlerinin konumu ve yarıçap uzunlukları sistem içerisinde belirlenebilir hale gelmiştir **(EK 594)**.

3.4.8.7. Karın-Kalça Geçişi ve Crook Yayı

WL1 ve *WR1* noktaları arasındaki genişlik belirlenmiş ancak bu noktaların teorik orta nokta olan testis altı hizasına uzaklığı, genel orantı düzeninde ancak yaklaşık olarak belirlenebilmiştir. Referans noktaların konumlarına ilişkin açıklamalar yapılırken, karın bölgesinden kasık bölgesine doğru yay hatları kurgusunun varlığına dayalı olarak, *WL1* ve *WR1* noktalarının konumunun, bir çember tarafından belirlendiği düşüncesine yer verilerek bu noktaların konumlarının, artistik çizgilerin incelenmesi çerçevesinde ele alınacağı belirtilmiştir.

Heykelin thorax hatları yukarıdan aşağıya doğru bel genişliğini belirleyen *WL* ve *WR* noktasına doğrusal bir hat ile ulaşmaktadır. *WL* ve *WR* noktasından itibaren aşağıya doğru bir kavis karın bölgesi yan sınırlarını oluşturmaktadır. Karın yan

sınırları olan kavislerin alt tarafı, göbek çukurunun bulunduğu yatay hiza dolaylarında, keskin bir kıvrılma ile sona ermektedir. Karın bölgesi yan sınırlarının sona erdiği bu keskin kıvrılmanın uç noktaları *WL1* ve *WR1* olarak isimlendirilmiştir. Bu isimlendirmenin sebebi, bu noktaların, bel genişliğini düzenleyen *WL* ile *WR* noktalarının bir gelişimi olarak ortaya çıkmasıdır. İnceleme süreçleri dinamik bir yapıda geliştiğinden ve isimlendirmelerin incelemelerde kullanılan yazılımsal düzenlemerde karşılıkları olduğundan, çözümlemeler tamamlanana kadar, referans noktaların harflerle temsil edilme şeklinde değişikliğe gidilmemiştir.

Karın bölgesi yanlarında *WL1* ve *WR1* noktalarında başlayıp, iki yandan içeriye, karın bölgesi ön orta kısmına doğru ilerleyen ve kasık bölgesi yay hatlarını keserek sona eren, kasık yayını kesmekle kendileri de sona erdiğinden ayrık iki yay parçası olarak gözlemlenen hatlar, muhtemelen leğen kemiklerinin karın bölgesini şekillendirici etkisini temsil etmektedir. Başlangıç kıvrımı kancayı andıran ve iki ayrı yay hattı gibi görünen artistik çizgi seti, aynı hattın iki parçası olarak ele alınmış, kanca kelimesini karşılayan *crook* kelimesinin ilk iki harfine atıfla *Cr* yayı olarak isimlendirilmiştir. Bu yayı betimleyen çemberin belirlenebilmesi için, ortofotodan yararlanılmıştır. Ortofoto görüntü üzerinde, *Cr* yayı üzerinde ve yay hattı parçalarının yakın civarında, sol taraftaki yay parçası için 30, sağ taraftaki yay parçası için 30 nokta olmak üzere toplam 60 nokta işaretlenerek bu noktaların *x* ve *y* koordinat bilgileri alınmıştır. Böylece yay hattının, hat üzerinde veya yakın civarında bulunan noktalardan oluşan ve rastgele seçilmiş bir nokta kümesi tarafından temsil edilmesi sağlanmıştır **(EK 595)**. Seçilen nokta kümelerine uygun çemberler araştırılmıştır.

Cr hattına uyan çemberin yarıçapı 2,1484 *u* ve merkez koordinatları (-0,0363 1,5373) olarak tespit edilmiştir **(EK 596)**. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ± 0,0132 *u* olarak hesaplanmıştır **(EK 597)**.

Heykelin karın ve kasık bölgesine ait görsel, grafiğe eklendiğinde, elde edilen çemberin heykelin *Cr* yay hattına uyumu ortaya çıkmaktadır **(EK 598)**.

Elde edilen çemberin, genel olarak orantı sistemindeki uyum durumunun belirlenebilmesi amacıyla, çember, orantı sistemi içerisinde görsel hale getirilmiştir Elde edilen grafikte, çember merkezinin *y* eksenine oldukça yakın olduğu, merkez noktasının konumunun neredeyse *T0* noktası ile aynı olduğu, *WL1* ve *WR1* noktalarının çember ile uyumlu olduğu görülmektedir **(EK 599)**.

Bu tespitler, *Cr* çemberinin orantı düzeninde tutarlı ilişkilere sahip olduğunu göstermektedir. Ancak ilişkilerin daha net görülebilmesi için çember merkezinin ve buna bağlı olarak yarıçapının en yakın ve uygun konum ve değerlere rafine edilerek ve çemberin kusurlarından arındırılması gerekmektedir.

Nokta kümesine uyan çember araştırılırken, doğrudan doğruya 60 nokta için test yapılmamıştır. Nokta sayısı 6 ile başlatılmış, ikişer ikişer artırılarak kademeli testler yapıldıktan sonra nihayet 60 nokta için uyum testi durumuna ulaşılmıştır. Bu testlerde, *Cr* hattına uyan çember merkezlerinin y koordinatı 1,4944 *u* ile 1,8727 *u* değerleri arasında değerler almış, nokta sayısı 60'a ulaştığında 1,5373 *u* değerini yakalamıştır. Benzer olarak çember merkezlerinin *x* koordinatı -0,0332 *u* ile -0,0476 *u* değerleri arasında değerleri gördükten sonra, nokta sayısı 60'a ulaştığında -0,0363 *u* değerini yakalamıştır. Yarıçap değerleri ise 2,0782 *u* ile 2,4445 *u* değerleri arasına sıkışarak nokta sayısı 60'a ulaştığında 2,1484 *u* değerini almıştır.

Test aşamasında elde edilen bu gözlemler, çember ile orantı düzeni arasında bağ kurulurken, çember merkezinin konumunun ve çemberin yarıçapının rafine edilmesinde dikkate alınacak limit değerleri sağlamaktadır.

Çember merkezinin *y* eksenine uzaklığı ihmal edilebilecek kadar küçüktür. Bu durum, *Cr* hattına uyan çember merkezinin doğrudan doğruya simetri ekseni olan *y* ekseni üzerinde alınmasında sakınca olmadığını ifade etmektedir. Merkezin *y* koordinatı için limit değerlerin 1,4944 *u* ile 1,8727 *u* değerleri oluşu, *y* ekseni üzerinde olup konumu bu değerler arasında kalan referans noktanın merkez olarak seçilmesini mümkün hale getirmektedir. *T0* noktası bu kriterlere uygun olduğundan, *T0* noktası çemberin merkezi olarak seçilmiştir.

Yarıçap değerlerinin 2,0782 *u* ile 2,4445 *u* değerleri arasına sıkışması, yarıçap üzerinde değişiklik yapılması konusunda manevralara izin vermektedir. *T0* noktası merkez olarak seçildiğinden ve nihai hedef *WL1* ve *WR1* noktalarının çember üzerinde kalması olduğundan, *T0* ile *WL1* ve *WR1* noktaları arasındaki uzaklıklar kontrol edilmiştir. *T0* ile *WL1* arasındaki uzaklık 2,2409 *u* olarak *T0* ile *WR1* arasındaki uzaklık 2,2300 *u* olarak ölçülmüştür.

WL1 ve *WL1* noktaları aynı çember üzerinde ise bu noktaların merkeze uzaklığının aynı olması şarttır. Bu eşitliğin sağlanması için merkezin bir miktar sola kaydırılması gerekmektedir. Ancak *WR1* ve *WL1* noktalarının son şeklini almasında,

işçilik süreçlerinden kaynaklanan simetri kaybı olması, noktaların analiz için tespitinde, yöntemden kaynaklanan küçük kayıplar kaçınılmazdır. Teorik yaklaşımın sağlıklı olarak uygulanabilmesi bakımından uzaklık farkı telafi edilmeden bırakılmalıdır. Bu nedenle, yarıçap değeri, *T0* ile *WL1* arasındaki uzaklık olan 2,2409 *u* ve *T0* ile *WR1* arasındaki uzaklık 2,2300 *u* değerlerinin aritmetik ortalaması olan 2,23545 *u* olarak alınmıştır.

Cr çemberinin yarıçapı 2,23545 *u* ve merkezi *T0* noktasının koordinatları olan (-0,01 1,6369845) değerleri olarak rafine edilmiştir. Rafine işlemi sonrasında, Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ± 0,0179 *u* olarak hesaplanmıştır **(EK 600)**.

Heykelin karın ve kasık bölgesine ait görsel, grafiğe eklendiğinde, elde edilen çemberin heykelin *Cr* yay hattına uyumu ortaya çıkmaktadır **(EK 601)**.

Söz konusu çember *T0* ile ilişkili olduğundan ve *T0* noktası da teorik boy uzunluğundan elde edildiğinden rafine edilen *Cr* çemberi teorik boy uzunluğunun 8 ile bölümüyle elde edilen karelerin kenarlarının 4 ile bölünmesiyle elde edilen kareleme düzeni içerisine konularak görsel hale getirilmiştir **(EK 602)**.

Elde edilen grafikte, çembere teğet olarak görünen yatay hatlarla çember arasındaki uyum hatası 0,002107 *u* olarak ölçülmüştür. Çember ile yatay hatlar, ihmal edilebilecek kadar küçük hata payıyla, güçlü bir uyum içerisindedir **(EK 603)**. Bu hata payı ihmal edildiğinde ya da çemberin yarıçapı bu hata kadar rafine edilerek bu hata payı giderildiğinde, yatay hatlar çembere teorik olarak teğet olacaktır.

Hata payı, pratikte teğetliği kabul etmenin önünde engel olmayacak kadar küçük kaldığından ve bu çalışma kapsamında ikinci bir rafine işlemi gereksiz olduğundan, yatay hatların çembere pratikte teğet olduğu kabul edilmiştir. Böylece çemberin yarıçapının kareleme düzeninde ölçülebilmesi olanaklı hale gelmektedir.

Grafiğe göre, heykelin teorik boyu 24 kare iken *Cr* çemberinin yarıçapı 4 karedir. Çemberin yarıçapının heykelin teorik boyuna oranı 1/6 olup, *Sn* noktasının 1/6 oranıyla elde edilişi birlikte düşünüldüğünde, *Sn* ile *Ht* arasındaki ızaklık çemberin yarıçapına eşittir. Çemberin merkezine karar verilmesinden sonra çemberin yarıçapı için ayrıca hesap yapılmasına gerek olmadığı ortaya çıkmaktadır. Bu değerlendirmeler *WL1* ve *WR1* noktalarının konumunun belirlenmesinde de ayrıca hesap yapılmasına yer olmadığını ifade etmektedir.

Cr yayı ve pubik yaylar birlikte ele alındığında, heykelin karın bölgesi alt sınırlarını düzenleyen kurallar anlaşılır hale gelmektedir **(EK 604).**

Elde edilen bulguların, *Cr* yay hattına sahip Arkaik dönem heykellerinin incelenmesi konusunda yol gösterici olacağı gibi Klasik Dönem heykellerinin artistik çizgilerinin incelenmesi konusunda da geometrik temel sağlamaktadır.

3.4.8.8. Geometrik Model

Femur sınırlarına, kasık ve *Cr* hatlarına uyan çemberler, thorax sınırlarına doğrular ile, heykelin teorik boyunun sekizde birini modül kabul eden orantı düzeni birleştirilerek heykelin geometrik modeli elde edilmiştir **(EK 605, 606)**.

3.4.9. Kouros 4890

3.4.9.1. Modelleme Bilgileri

Kouros 4890'ın modellenmesi için tripodsuz olarak serbest çekim durumunda değişik açılardan 161 fotoğraf çekilmiştir. Heykel üzerine hedef nokta yerleştirilmemiş ve ölçüm yapılmamıştır. Fotoğraf çekiminde, *Anavysos Kouros döküm kopyası*nda kalibre edilen kameranın kalibrasyon ayarları ve mercek durumu korunmuştur. Yazılım, nokta bulutu modelini 36.790 noktadan oluşturmuş, yoğun nokta bulutu modelini de 16.242.371 nokta ile üretmiştir **(EK 607-610)**.

Metrik ölçüm yapılmadığından, modellemede yazılım tarafından atanan koordinat sistemine ve o koordinat sisteminde heykeli betimleyen noktalara program tarafından atfedilen değerlere göre inceleme yapılmıştır. Bu nedenle metre, santimetre, milimetre yerine *birim* (unit) isimlendirmesine atıfla *u* kısaltması kullanılmıştır. Heykel yüzeyi üzerine hedef nokta yerleştirilmediğinden ve ölçüm yapılmadığından, modellemenin ortalama hatası hesaplanmamıştır.

Modelin, ayaklarının bir bölümü kaideye gömülüdür. Kaidenin bir kısmı dâhil, *y* ekseninde en büyük değeri 14,110805 *u* ve en küçük değeri -21,008031 *u* kadardır. Başın üst kısmı sergi ortamı koşullarına bağlı eksik fotoğraf çekimi nedeniyle eksik modellenmiştir. Ayaklar kaideye gömülü olmak üzere, mevcut haliyle, kaide tabanı

hizasından itibaren modelin en yüksek noktasına toplam yükseklik 35,118836 *u* kadardır **(EK 611)**.

Çalışma aralığı *y* ekseninde -21,00 *u* ile 14,11 *u* aralığı olarak seçilmiştir. Heykelin yükseliği 189,00 cm olarak bilinmektedir. Bu değer 35,118836 *u* değerine eşittir. Bu projede metrik ölçümle yapılan tüm çalışmalarda standart olarak heykeller 1,00 cm aralıklarla transversal kesitlere bölünmüştür. Bu standart gereği 35,118836 *u* değeri 189,00 cm bilinen yüksekliğe bölünerek 1,00 cm'nin modelleme koordinat sisteminde yaklaşık karşılığı olan 0,185813947089947 *u* kadar aralıklarla transversal kesitler ayrılmıştır. Kesit kalınlığı, metrik olarak 1,00 mm'ye yaklaşık olarak karşılık gelen 0,018581394708995 *u* olarak alınmıştır. Toplam 189 adet transversal kesit elde edilmiş ve bu kesitler heykelin artistik çizgilerinin tespitinde kullanılmıştır **(EK 612-614)**.

3.4.9.2. Referans Noktalar

Heykelin başı mevcut olduğundan *Ht, Hl, C* noktaları mevcuttur. *N* ve *T* noktaları ayırt edilebilmektedir. Tanım belirsizliği nedeniyle *T0* bilinmemektedir ancak yapılan deneylerden sonra pozisyonu belirlenmiştir. Omuz genişliğini belirleyen *SL* ve *SR*, göğüs genişliğini belirleyen *TL* ve *TR* ile bel genişliğini belirleyen *WL* ve *WR* noktaları belirlidir. Göğüs uçlarını temsil eden *NL* ve *NR* mevcuttur. Sağ el, bilek gerisinden kırıktır ve el mevcut değildir. Kollar gövdeden kesin olarak ayrılmıştır. Bunun sonucu olarak dirsek hizasında kol yan sınırları, omuz genişliğinin ötesinde vücut genişliğinde dikkate alınması gerektiğinden, dirsek *elbow* kelimesine izafen *EL* ve *ER* olarak isimlendirilerek incelemeye dâhil edilmiştir. Femur genişliğini belirleyen *FL* ve *FR* noktaları yan sınırlardan elde edilebilir durumdadır. Bacaklarda diz kapağı üstünü temsil eden *KLt* ve *KRt* ile diz kapağı altı hizasını temsil eden *KLb* ve *KRb* noktaları ayırt edilebilir durumdadır. Heykelin ayak bileklerinden aşağısı mevcut olmadığından ayak tabanını temsil eden *SOF* noktası teorik olarak elde edilmiştir.

Referans noktaların koordinatları, tanımlarına dayalı olarak ait oldukları transversal kesit üzerindeki konumlarından ve modelleme aşamasında elde edilen ortofoto görüntüden yararlanılarak tespit edilmiş, noktalar arası yatay uzaklıklar ve düşey uzaklıklar hesaplanarak bu uzaklık değerlerinin heykelin boy uzunluğuna oranı

elde edilmiştir **(EK 615, 616)**. Referans noktalar, heykel yüzeyi üzerinde görsel hale getirilmiştir **(EK 617)**.

3.4.9.3. Orantı Testleri

Heykelin ayak bileklerinin biraz aşağısı yoktur. Ayakları kaideye gömülü gibi görünecek şekilde kaide üzerinde yerleştirilmiştir. Çalışmada heykelin boyu ölçülmemiştir. Başın tepesinden kaideye kadar heykelin yükseliği 189,00 cm olarak bilinmektedir. Ayaklar eksik olduğundan, ayak tabanı hizasını temsil eden *SOF* noktası belirsizdir.

SOF noktası belirsiz olduğundan heykelin kesin boyu bilinmemektedir. Bu tez kapsamında yapılan çalışmalarda testis altı hizası teorik orta nokta olarak ele alındığından ve bu kabule göre heykelin teorik olarak boyu 36,015608 *u* olarak ele alınmıştır. Omuz genişliği, bel genişliği, femur genişliği ve orantı tablosunun genel durumu incelenmiş, boy uzunluğunun yedi ile bölünmesine ilişkin ipuçlarına dayalı olarak testler gerçekleştirilmiştir. Ancak, deneylerde konumu bu veriye dayalı olarak tespit edilemeyen noktalar oluşu araştırmanın derinleştirilmesine yol açmıştır. Testis altı hizası ve başın tespesi arasındaki uzaklığın iki katı kadar olan teorik boy uzunluğu üzerinden yapılan testlerin açıklamada eksik kalması üzerine, heykelin dirsekleri arasındaki uzaklık esas alınarak testler gerçekleştirilmiş ve sonuçlar başarılı olmuştur.

Yapılan incelemeler, heykelin iki aşamalı bir planlamaya sahip olduğu göstermektedir. İlk aşamada heykelin teorik boy uzunluğunun 36,667562 *u* olduğu, bu uzunluğun yedi eşit parçaya ayrıldığı, böylece öncül modül kareler oluşturulduğu, sonra bu öncül modül karelerin kenarları sekiz eşit parçaya ayrılarak eni 16 kare, boyu 56 kare olan bir kareleme düzenine göre genel olarak gövdenin planlandığı, bu aşamada testis altı hizasının orta nokta durumunda olmadığı, daha sonra boyu temsil eden 56 kareden, heykelin alt kısımından bir kare kadar eksiltilerek heykelin boyunun 55 kareye çekildiği, böylece testis altı hizasının orta nokta konumuna geldiği ve planlamanın ikinci aşamana geçildiği, elde kalan 55 karelik boy uzunluğunun 7 ile bölünerek esas modül karelerin oluşturulduğu, son olarak baş gövde oranının 5/42 olarak sonuçlanmasına yol açan, modül karelerin 6 ile bölünmesiyle 12x42 kareleme

düzenine ulaşıldığı anlaşılmıştır. Bu tespitlere kaynak olan testler aşağıda sıralı olarak verilmektedir.

İlk aşama planlamada kullanılan teorik boy uzunluğu, *Ht* ile *T* arasındaki uzaklığın iki katı ile 56/55 sayısı çarpılarak 36,667562 *u* değeri (h^*) elde edilmiştir. Frontal düzlemde bu uzunluğun yedide birini kenar kabul eden modül kareler oluşturularak bu karelerin kenarları sekiz eşit parçaya bölünmüştür (h^*/7/8). Böylece 16x56 kareleme düzenine ulaşılmıştır. Elde edilen sistemde *Ht*, *NL*, *NR*, *WL*, *WR*, *EL*, *ER*, *N*, *FL*, *FR*, *KLt*, *KRt*, *KLb*, *KRb* ve *SOF* noktaları ve bu noktaların konumlarını yakalayan hatlar açıkça örtüşmektedir. *T* noktası ise iki yatay hattın ortasında kalmaktadır. Dirsekler arası 16 kare, femur genişliği 10 kare, bel genişliği 8 kare, dizlerin yan sınırları arası 8 kare olarak ortaya çıkmaktadır. Diz kapağı altı olan *KLb* ve *KRb* hizasından femur genişliğini belirleyen *FL* ve *FR* noktalarını birleştiren hizaya kadar 13 karedir. *FL* ve *FR* hizasından göbek çukurnuna kadar yaklaşık 6 kare, *WL* ve *WR* hizasına 7 kare, *NL* ve *NR* hizasına 14 kare, *Ht* hizasına olan uzaklık 27 karedir. Diz kapağı altı olan *KLb* ve *KRb* hizasından olası ayak tabanı *SOF* noktasına olan uzaklık, 15 karedir. Boy uzunluğu 56 kare iken aynı birim kare olarak elde edilen bu uzaklık değerleri, boy bir kare kısaltıldığında, 55 kare boy uzunluğuna oranlanarak geçerli kalmaya devam edecektir. Bu bakımdan, ilk planlama aşamasında ortaya konan oranlar, planlamalar arası geçiş açıkça bir kurala bağlı iken ve bu geçiş kuralı biliniyor iken, ikinci planlama aşamasında açıklanabilir kalmaya devam edecektir. Ancak geçiş kuralı bilinmediği durumda, yalnızca aritmetik oranlar olarak kalacak ve anlamsız görünecektir. Referans noktalar arasındaki oranları gösteren tablo oldukça anlamsız görünürken, oranların geometrik düzende açıklanması, gerçeği ortaya çıkarmaktadır **(EK 618, 619)**.

Boy uzunluğunu temsil eden 56 kare, alt taraftan bir kare kısaltıldığında testis altı hizası yeni sistemin sistemin orta noktası haline gelmektedir **(EK 620)**. 56 kareden bir kare kısaltma işlemi sonrasında elde kalan 55 kare uzunluk (*h*), 36,015608 *u* kadardır ve istenilen şekilde parçalanabilir durumdadır.

Planın ikinci aşamasını incelemek üzere, testis altından başın tepesine kadar olan uzunluğun iki katı olan, 55 kare uzunluğa eşit olan ve 36,015608 *u* kadar olan uzunluk 7 eşit parçaya bölünmüştür (*h*/7). Bu modül karelerin kenarları 6 ile bölünerek 12x42 kareleme düzenine ulaşılmıştır (*h*/7/6). Bu orantı düzeni içerisinde boy 42

karedir. Çene altından başın tepesine kadar olan uzaklık, *C* noktasından *Ht* noktasına kadar 5 karedir ve böylece baş göve oranı 5/42'dir. Dirsekler arası 12 karedir ve boya oran 12/42'dir. Bel genişliği, öncül planlamay göre daha kesin beilrlenmiştir ve 6 karedir. Bel genişliğinin boya oranı 6/42 değeri 1/6'ya eşittir. Femur genişliğinin boya oranı, öncül planlamada 10/56 olarak daha kesindir. Bu orantı düzeninde ise yaklaşık olarak 8/42'dir. Diz yan sınırları arasındaki uzaklık bel genişliğiyle aynı olup boya oranı 6/42'dir. Testis altı hizasından göğüs uçlarına, *NL* ve *NR*'ye kadar olan uzaklık 11 kare, göğüs genişliğini belirleyen *TL* ve *TR* hizasına kadar 12 kare, çene altı *C* noktasında kadar 16 kare, alın saç ayrımı *Hl* noktasına kadar 20 kare, başın tepesi *Ht* noktasına kadar 21 karedir. *Sn* noktası, *göğüs üstü*nde bir nokta olup, başın tepesine kadar olan uzaklığı boyun 1/6'sı olarak tarif edildiğinden, bu bilgiye dayalı olarak olması gereken pozisyona yerleştirilmiştir. Köprücük kemiklerinin pozisyonu bu bilgiyi desteklemektedir **(EK 621, 622).**

T0 noktası, *göğüs ortası* olarak tarif edildiğinden, bu bilgiye dayalı olarak olması gereken posizyona yerleştirilmiştir **(EK 623)**.

3.4.9.4. Femur

Heykelin, kolların arkasında kalan femur sınırları ve ön cepheden olup ellerin bittiği yerden aşağıda kalan femur sınırlarının araştırılması için 60 ile 119 sayılı transversal kesitler arasında kalan sınır bölgesi seçilmiştir. Femur sınırlarının eğriliklerinin testis altı hizasının alt tarafında farklı, üst tarafında farklı olduğu görülmüştür.

Sol femur kalça bölgesi sınırlarının araştırılması için 94 ile 119 sayılı transversal kesitler arasında kalan sınır bölgesi seçilmiştir. Sol femur kalça sınırına uyan çemberin yarıçapı 13,7084 *u* ve merkez koordinatları (10,3879 -3,5497) olarak tespit edilmiştir. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ±0,0102 *u* olarak hesaplanmıştır **(EK 624, 625)**.

Sağ femur kalça sınırına uyan çemberin için 94 ile 119 sayılı transversal kesitler arasında kalan sınır bölgesi seçilmiştir. Sol femur sınırına uyan çemberin yarıçapı 13,5367 *u* ve merkez koordinatları (-10,2854 -3,4670) olarak tespit edilmiştir. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ±0,0180 *u* olarak

hesaplanmıştır **(EK 626, 627)**. Sol ve sağ femur kalça sınırlarına uyan çemberler aynı grafiğe aktarıldığında simetri durumları ortaya çıkmaktadır **(EK 628)**.

Saç tasarımının omuzlara uzanan yan kısımlarıyla femur sınırına uyan çemberin, göğüs sınırları ve kol iç yüzeyleri arasındaki ilişkisi dikkat çektiğinden, femur sınırına ait 64 ile 96 sayılı noktalar ile saç tasarımı yan sınırlarına ait 162 ile 171 sınır noktalarından geçen çemberler araştırılmıştır.

Sol femur sınırına uyan çemberin yarıçapı 58,0638 *u* ve merkez koordinatları (54,6817 -1,3243) olarak tespit edilmiştir. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ± 0,0204 *u* olarak hesaplanmıştır. Sağ femur sınırına uyan çemberin yarıçapı 53,3854 *u* ve merkez koordinatları (-50,0098 -0,8754) olarak tespit edilmiştir. Çemberin sınır noktalarına uyumunda kök ortalama kare hata ± 0,0270 *u* olarak hesaplanmıştır **(EK 629, 630)**. Birleşim sonrası detay görünüm, çemberlerin sınıra uyumunu daha yakından göstermektedir **(EK 631, 632)**.

3.4.9.5. Geometrik Model

Boy uzunluğunun *h*/7/6 parçalanmasıyla elde edilen orantı düzeni, femur ve kalça sınırlarına uyan çemberler yaylarıyla aynı grafikte birleştirilerek heykelin geometrik modeli elde edilmiştir **(EK 633, 634)**.

3.5. TARTIŞMA

Bu bölümde, *Vitruvius önermeleri*nin incelenen heykellerde geçerlilik durumlarının değerlendirmesi, *Vitruvius önermeleri*nde belirsiz kalan ifadelerin belirli hale getirilmesi, heykel koordinat sisteminin kurucu unsurlarından *simetri* kavramının geometrik karşılığı olarak *simetri ekseni* ile *orta nokta* ya da *teorik orta nokta*nın ilişkilendirimesi bu bölümün önemli işlevleri içerisindedir.

Analiz sonuçlarının genel değerlendirmesi; heykellerde orantı sistemi için genel bir çerçeve oluşturulması, orantı sisteminin anahtarı olan kareleme sisteminin çözümleme yeteneğinin elde edilen sonuçlar üzerinden tartışılması, heykel ile kısımları arasındaki oranların örneklerle açıklanması, heykelin artistik çizgilerinin

orantı sistemiyle ilişkisi açıklanmasını içermektedir ve heykellerin orantı sistemine ilişkin bilinenler ve elde edilen bulguların öz ifadelerini sunmaktadır.

3.5.1. Vitruvius Önermelerinin Geçerliliği

Heykellerin orantı sistemlerinin incelenmesinde Vitruvius tarafından aktarılan orantı kuralları, 13 önerme olarak ifade edilmiştir. Kouros 19, Kouros 2720, Kouros 3686 ve Kouros 3851'in boy uzunlukları belirli olduğundan, önermeler bu heykeller için gerçek boy uzunluğu üzerinden değerlendirilmiştir. Ancak Kouros 1/20/95, Kouros 1/21/03, Yontu 1/27/93, Kouros 3504 ve Kouros 4890'da ekstremite eksikliği sebebiyle boy uzunluğu bilinmediğinden teorik boy uzunluğu üzerinden işlem yapılmıştır.

3.5.1.1. Yüz ve Boy Uzunluğu

1 numaralı önermeye göre yüz, çeneden alnın üstüne ve *saçların en dipteki köklerin*e kadar, boy uzunluğunun onda biridir. Yüzün boy uzunluğuna oranı Kouros 19 için 1/8, *Sunion Kouros* için 8/71, Kouros 3686 için 4/39 ve Kouros 3851 için 8/77 olarak tespit edilmiştir. Doğrudan doğruya 1/10 değeri görülmemektedir. Oranlar, payları eşit olacak şekilde genişletilirse 8/64, 8/71, 8/78, 8/77 haline gelir ve daha yakından bir kıyaslama olanağı sağlanmış olur. Başka bir açıdan da oranlar en yakın kesirlere yuvarlandığında Kouros 19 için 1/8, *Sunion Kouros* için 1/9, Kouros 3686 için 1/10, Kouros 3851 için 1/10 olarak değerlendirilebilir.

Yüzün teorik boy uzunluğuna oranı Kouros 1/20/95 için 3/32, Kouros 1/21/03 için 3/32, Yontu 1/27/93 için 4/43, Kouros 3504 için 3/32 ve Kouros 4890 için 4/43 olarak tespit edilmiştir.

Bu değerler, Klaros heykellerini 3/32 oranı etrafında birleştirmektedir. Yontu 1/27/93 ile Kouros 4890 arasında 4/43 oranı üzerinden benzerlik söz konusudur. Teorik boy uzunluğundan boy uzunluğuna geçişte bir kısaltma yapılmış olması seçeneği de mümkün olduğundan, yüzün boy uzunluğuna oranı konusunda sonuçlar için 1/10 ya da 1/11 seçenekleri belirmektedir.

6, 7 ve 8 numaralı önermeler yüzü üç eşit kısma ayırmaktardır. Bu önermeler, çene altından burun deliklerinin altına kadar, burun deliklerinin altından kaşların arasındaki bir çizgiye kadar, kaşların arasındaki çizgiden, alnı da içererek saç diplerine kadar, bu kısımların her birinin yüzün üçte biri olduğunu ifade etmektedir.

Başı mevcut olan kouros 19, Kouros 3686 ve Kouros 3851 için önermelerin birlikte doğruluk gösterdiği, Kouros 4890 için yüzün kendi içinde dört kısma ayrılmasının daha uygun olduğu, *Sunion Kouros* için yüzün kendi içinde oranların kurgulanmasında kaşların arası yerine gözün köşesinin daha uygun bir seviye olduğu anlaşılmıştır.

3.5.1.2. El ve Boy Uzunluğu

2 numaralı önermeye göre, el açık olduğunda, bilekten orta parmağın ucuna kadar, boy uzunluğunun onda biridir. Kouros 19, Kouros 2720, Kouros 3851, Yontu 1/27/93, Kouros 3504 ve Kouros 4890'da eller kapalı durumda olduğundan, Kouros 1/20/95, Kouros 1/21/03 ve Kouros 3686'da eller kayıp olduğundan, bu önerme test edilmemiştir.

3.5.1.3. Baş ve Boy Uzunluğu

3 numaralı önermeye göre, baş, çeneden başlayarak üste kadar, boy uzunluğunun sekizde biridir. Kouros 19 için başın boy uzunluğuna oranı 1/6'dır. *Sunion Kouros* ise 1/7 oranıyla dikkat çekmektedir. Bu oran; Kouros 1/20/95, Kouros 1/21/03 ve Kouros 3504 ile Yontu 1/27/93 için teorik boy uzunluğu üzerinden hesaplanmıştır ve 1/8'dir.

*Anavysos Kouros döküm kopyası*nda başın boy uzunluğuna oranı 5/37'dir. Payda tek haneye indirgenirse bu oran bir yaklaşık değer olarak 1/7 olarak görülecektir. Ancak, orantı testleri, 5/37 oranını geometrik olarak ya karşılıksız bırakmakta ya da belirgin bir hata payıyla yaklaşık bir temsil ile 1/7 yönüne sürmektedir. Fakat boy uzunluğu yerine teorik boy uzunluğu üzerinde bu oran kurulursa sonuç 1/8'dir ve geometrik olarak da anlamlıdır.

Kouros 3686 için başın boy uzunluğuna oranı 49/360'dır. Bu değer yaklaşık olarak 3/22'dir. Bu oran en sade haliyle yaklaşık 1/7 olarak görülebilir. Diğer taraftan, teorik boy uzunluğu üzerinden değerlendirme yapıldığında yaklaşık olarak 1/8 değeri ortaya çıkmaktadır. Detaylı çözümlemeye gidildiğinde ise tablo tümüyle değişmektedir: Başın tepesi (*Ht*) aşağıya doğru, boyun 1/40'ı kadar aşağı kaydırıldığında orantı çerçevesi üst sınırı ile çene altını temsil eden *C* noktası arasındaki uzaklığın boy uzunluğuna oranı 1/9 olarak elde edilmektedir. Heykelin orantı düzeninde oldukça sıra dışı bir yöntem izlendiği görülmektedir.

Kouros 4890 için başın boy uzunluğuna oranı 5/42'dir. Bu değer 1/8'değerine oldukça yakın olsa da geometrik olarak 5/42 değeri oldukça anlamlıdır. Bu heykelde başın organizasyonu, sıkı dokunmuş bir modifiye operasyonu içeren süreçler sonucunda, 7'den türetilen bir orantı düzeni içerisinde özel bir tasarımla ulaşılan kesin bir değer olarak 5/42'dir.

Anavysos Kouros döküm kopyası ile Kouros 3686 ve Kouros 4890 için yapılan analizler, başın orantı düzeniyle ilişkisi söz konusu olduğunda, boy uzunluğu üzerinden orantı kurmanın her zaman açıklayıcı ve anlamlı olmayabileceğini göstermektedir. Bu heykellerde, teorik boy üzerinden kurulan oranların göz önünde tutulması, heykellerin orantı sistemlerinin çözümünü sağlamıştır. Diğer bir sonuç ise başın boy ve ya teorik boy uzunluğunu ifade eden oranların yaklaşık değerlere sadeleştirilmemesi gerektiğidir. Çünkü kareleme mantığıyla elde edilen ve geometrik karşılığı olan orantıda, pay heykel başının kapladığı kare sayısına, payda ise heykelin boyunun ya da teorik boyunun kapladığı kare sayısına karşılık gelmektedir. Yaklaşık değerlere yuvarlama, heykelin tasarım süreçlerini açıklayan modifiye operasyonlarının gözden kaçırılmasına sebep olmaktadır.

Başın orantı düzenindeki durumuna göre, Kouros 19, 1/6 oranıyla ayrık bir durumda kalmaktadır. *Sunion Kouros* başın orantı düzeninde yerini boy uzunluğu üzerinden 1/7 oranıyla açıklamaktadır. Kouros 3686, başın orantı düzeninde ortaya çıkış biçimini farklı açılardan 1/7, 1/8, 1/9 oranlarıyla dışa vurmaktadır. *Anavysos Kouros* başın durumunu boy üzerinden 5/37, ama geometrik olarak 1/8 oranı üzerinden anlamlı hale getirmektedir. Kouros 4890 teorik yaklaşım üzerinden başın boy uzunluğuna oranı için 5/42 değerini sunmaktadır. Bu sonuçlar heykellerin genel orantı

düzenini açıklayan kareleme sisteminin sadeliği ya da karmaşıklığı içerisinde anlamlandırılabilen sonuçlardır.

Başın boy ya da teorik boy uzunluğuna oranı, Kouros 19 için 1/6, *Sunion Kouros* için 1/7, Kouros 3686 için 1/8, *Anavysos Kouros döküm kopyası* için 1/8, Kouros 4890 için yaklaşık olarak 1/8 (5/42)'dir.

Heykellerin 2 modül kare genişliğinde ve 6, 7 veya 8 modül kare yüksekliğinde olan düzlemlerde planlanışı dikkate alındığında, baş için, heykelin kendi modüler düzeninde 1 modül kare tahsis edildiği anlaşılmaktadır.

3.5.1.4. Göğüs Üzeri

4 numaralı önermeye göre, *göğüs üzeri*nden boyun ve omuzlardan *saç dipleri*ne kadar, boy uzunluğunun altıda biridir. Önermede geçen *göğüs üzeri* ifadesi, boyun ve omuzlarla ilişkilendirilen, ancak isabet edeceği konumu açıkça ele vermeyen belirsiz bir ifadedir. *Saç dipleri* ifadesi ise yoruma açık bir ifadedir.

Leonardo da Vinci'nin tarifine göre ise "... *göğüs üstü*nden başın tepesine kadar insanın altıda biri olacaktır. *Göğüs üstü*nden *saç kökleri*ne kadar insanın yedide biri olacaktır. ..."[1054] Bu ifadeye göre Da Vinci, Vitruvius'un *saç dipleri* ifadesini *başın tepesi* olarak düzeltmiştir.

Başın gövdeye bağlantısı boyunla sağlandığından, boynun gövdeyle birleştiği yerin belirlenmesi ve adının konulması makul bir beklentidir. Önermeye göre, boy uzunluğunun 1/6'sı kadar bir uzunluk, başın tepesinden *göğüs üzeri*ne uzanan bir ilişki sağlamaktadır.

Başın tepesi ile *göğüs üzeri* arasında boy uzunluğunun 1/6'sı kadar uzaklık olacağı bilgisine dayalı olarak *göğüs üzeri*, köprücük kemiklerinin (klavikula) *göğüs üstü*nde, aralarında bir çukur bırakarak karşı karşıya geldikleri ve boğazın başladığı yerde oluşturdukları çukur ya da çentik olan *suprasternal notch* noktasına karşılık geldiği tespit edilmiştir. Bu tespite dayalı olarak *Sn* noktası tanımlanmış ve referans noktalara dâhil edilmiştir.

[1054] J. P. Richter (Ed.), Leonardo da Vinci, s. 343, lev. XVIII.

Sn noktasının konumu Kouros 1/20/95, Kouros 1/21/03, Yontu 1/27/93, Kouros 3504, Kouros 3686, Kouros 3851 ve Kouros 4890 için teorik boy uzunluğu ile uyumlu iken *Sunion Kouros* için boy uzunluğu ile uyumludur.

Sn noktasının, heykellerin orantı sisteminde güçlü ve doğrudan bir etkiye sahip olduğu, bu nedenle referans noktalar içerisinde kritik bir değere sahip olduğu düşünülmektedir.

Da Vinci'nin *Vitruvius Adamı* çizimi incelendiğinde, *göğüs üzeri* noktasının göğsün üst tarafında kısa bir doğrusal hatla ilişkilendirilerek çizilmiş olduğu görülmektedir.

3.5.1.5. Göğüs Ortası

5 numaralı önermeye göre, *göğüs ortası*ndan başın tepesine kadar, boy uzunluğunun dörtte biridir. Önermede geçen *göğüs ortası* ifadesiyle tarif edilen noktanın insan anatomisindeki karşılığı açıkça belirli değildir.

Göğüs uçları, birer çıkıntı durumunda olmaları, kesin konumları ve simetrik pozisyonları dolayısıyla gövde üzerine keyfi olarak yerleştirilemeyecek noktalardır. Göğüs bölgesi, önde, yukarıda *Sn* noktasından aşağıya doğru orta hattı oluşturan sternum kemik yapısı boyunca kavisli bir yapıda ilerleyerek karın üst bölgesinde önce bir çukur oluşturup bu çukuru bitiren bir çıkıntı (xiphoid çıkıntı) ile sona ermektedir. Başka bir açıdan da göğüs uçlarıyla belirlenen iki tepe arasında da bir çukur yapısı bulunmaktadır. Bu sebeplerle göğüs bölgesi için bir kritik nokta tanımı için gereken şartlar mevcuttur. *Göğüs ortası* (*T0*) tanımı yapılabilmesi için göğsün nerede bittiği de bilinmelidir. Önde xiphoid çıkıntı yerine, kaburga kemiklerinin karın yanlarından omuriliğe dönüş yaptığı hat da göğsün bitişi olarak ele alınabilir.

Başın tepesi ile *göğüs ortası* arasında, boy uzunluğu ya da teorik boy uzunluğunun 1/4'ü üzerinden geometrik ilişki kurulduğunda *T0* noktasının konumu belirlenebilmektedir. Elde edilen konum anatomiyle uyum göstermektedir.

Kouros 19 için *göğüs ortası*nın konumu gövde üzerindeki örtü organizasyonu sebebiyle değerlendirilememiştir. *Göğüs ortası*nın konumu; *Sunion Kouros* için boy uzunluğunun 1/4'ü ile ilişkiliyken, Kouros 1/20/95, Kouros 1/21/03, Yontu 1/27/93,

Kouros 3504, Kouros 3686, Kouros 3851 ve Kouros 4890 için teorik boy uzunluğunun 1/4'ü ile doğrudan ilişkilidir.

Bu nedenle, *T0* noktasının, heykel sanatının başlangıç döneminde boy uzunluğuyla ilişkiliyken, daha sonra teorik boyla ilişkili olarak düzenleyici rolü korunan bir referans nokta olduğu düşünülmekte, teoriyle doğrudan ilişkili olması nedeniyle kritik referans nokta olarak değerlendirilmektedir.

Göğüs ortası, insan anatomisinde *xiphoid çıkıntı* ile göğüs uçları hizası arasında bir noktaya karşılık gelmektedir. Bu tespit, kesin bir nokta tarifi ortaya koymamakla birlikte, noktanın konumunu dar bir aralığa hapsederek belirsizliği azaltmaktadır.

Da Vinci'nin *Vitruvius Adamı* çizimi incelendiğinde, *göğüs ortası* noktasının göğüs uçlarını birleştiren kısa doğrusal hat ile ilişkilendirildiği anlaşılmaktadır.

3.5.1.6. Ayak ve Boy Uzunluğu

9 numaralı önermeye göre, ayak uzunluğu, boy uzunluğunun altıda biridir. Kouros 19 için ayak boyu ve baş yüksekliği oldukça yakındır ve boy uzunluğuna oran söz konusu olduğunda 1/6 oranıyla ifade edilebilecek durumdadır.

Sunion Kouros için sağ ayak boyu 9,20 *u* ve sol ayak boyu 9,22 *u* olarak ölçülmüştür. Heykelin boyu hesaplamalarda 65,0 *u* olarak kullanılmıştır. Heykelin ayak uzunluğunun boy uzunluğuna oranı 46/325 olup bu değer 1/7 değerine oldukça yakındır. Heykelde, başın boy uzunluğuna oranını da 1/7 ile ifade edilmektedir.

*Anavysos Kouros döküm kopyası*nın boyu 192,0731 cm'dir. Heykelin ayak boyu, transversal kesit üzerinden ölçülmüştür. Heykelin sol ayağı 28,64 cm ike sağ ayağı 28,69 cm olarak ölçülmüştür. Heykelin ayak uzunluğunun boy uzunluğuna oranı 7/47 olup 7/49 değerine yakındır ve bu yakınlık sebebiyle 1/7 oranı olarak görülebilir. Heykelin genel orantı düzeninin, paydası 7 olan oranlarla açıklanıyor oluşu, başın boy uzunluğuna oranının da 1/7 ile ifade edilebilmesi, önermenin yeterince küçük bir hata payıyla geçerli olduğunu göstermektedir.

Kouros 3686 için sağ ayak boyu 1,9844 *u* ve sol ayak boyu 2,0467 *u* olarak ölçülmüştür. Heykelin boyu hesaplamalarda 13,4 *u* olarak kullanılmıştır. Heykelin ayak uzunluğunun boy uzunluğuna oranı 13/83, teroik boy uzunluğuna oranı

10/67'dir. Teorik boy uzunluğuna oran, 1/7 değerine oldukça yakındır. Heykelin boyunun 42 kare ya da sade haliyle 21 birim üzerinden planlanması dikkate alındığında, ayak boyunun 7 ile orantılı oluşu ile planlama arasındaki bağlantı kurulmaktadır. Heykelde ayak boyu ile teorik boy arasındaki yaklaşık 1/7 oranı, baş ile boy arasındaki yaklaşık 1/7 oranı, baş ile ayak arasındaki ilişkiyi teori ve gerçek arasındaki ilişki olarak ortaya koymaktadır. Araştırma konusu diğer heykellerde ayaklar eksik olduğundan inceleme yapılamamıştır.

Ayak uzunluğunun boy ya da teorik boy uzunluğuna oranı, yalnızca Kouros 19 için ve yaklaşık bir değer olarak 1/6'dır. *Sunion Kouros, Anavysos Kouros döküm kopyası* ve Kouros 3686 için bu oran 1/7'dir. Özellikle dikkat çekici olan şey ise *Sunion Kouros* ile *Anavysos Kouros* arasında 1/7 orantı düzeni ile ayak boyu organizasyonu üzerinden ilişki kurulabilmesidir.

Dört heykel için elde edilen bulgular, önermenin geçerliliği ya da geçersizliği şeklinde bir değerlendirmenin ötesindedir. Bulgular, ayak boyunun, heykelin genel orantı düzeni içerisinde doğrudan ya da teorik boy üzerinden baş ve boy uzunluğuyla ilişkili olduğunu, üstelik ayak boyunun modül karelerle uyumlu olduğunu göstermektedir.

Ayak uzunluğunun boy uzunluğuna oranını 1/6 olarak gerçekleyen heykellerden kalma bir bilgi olarak Vitruvius'a ulaştığı şeklinde bir değerlendirme yapılması mümkündür. Diğer taraftan 1/7 oranını sağlayan heykeller, Da Vinci tarafından aktarılan orantı bilgileriyle örtüşmektedir.

3.5.1.7. Ön Kol ve Boy Uzunluğu

10 numaralı önermeye göre ön kol, boy uzunluğunun dörtte biridir. Bu önerme, on iki ve on üçüncü önermelerden koparılmadan incelenmesi gereken bir önermedir ve ekstremite eksikleri sebebiyle incelemelere dâhil edilmemiştir.

3.5.1.8. Göğüs Genişliği

11 numaralı önermeye göre göğüs genişliği boy uzunluğunun dörtte biridir. Önermede *göğüs genişliği* olarak ifade edilen genişliğin nasıl ölçüleceği belirsizdir.

Çalışmalarda, göğüs bölgesinin sol ve sağ yanlarında iki koltuk altı hizası arasında kalan kısım göğüs genişliği olarak ele alınmış ve kalça genişliğine yaklaşık eşit olduğu görülmüştür.

Kouros 1/20/95, Kouros 1/21/03 ve Kouros 3504'de ve Yontu 1/27/97'de göğüs genişliğinin teorik boya oranı yaklaşık olarak 3/16'dır.

Göğüs genişliğinin boya oranı *Sunion Kouros* için yaklaşık olarak 4/21 iken kouros 4890 için 4/21'dir. Bu oran *Anavysos Kouros döküm kopyası* için yaklaşık olarak 3/14'dür. Kouros 3686 için göğüs genişliğinin boya oranı tam olarak 1/5'dir.

Kouros 19'da boy uzunluğu 24 kare iken koltuk altı hizaları arasındaki bölge göğüs genişliği olarak alınırsa göğüs genişliği yaklaşık olarak 6 karedir. Bu durumda göğüs genişliğinin boya oranı 1/4 değerine yakındır. Dolayısıyla göğüs genişliği konusunda Vitruvius'a ulaşan bilginin 19 envanter numaralı kouros ile aynı kategoride değerlendirilebilecek heykelleri üreten gelenekten kaynaklandığı düşünülebilir.

Klaros kourosları ve tamamlanmamış yontuda göğüs genişliğinin teorik boya oranı yaklaşık bir değer olarak 3/16 değerine yığılmaktadır. Teorik boy uzunluğundan boy uzunluğuna geçişte bir kısalma olduğu düşünülürse bu değerin 1/5 değerine eşitlenmesi kuvvetli ihtimaldir. *Sunion Kouros* ve Kouros 4890 için göğüs konusunda 4/21 oranı geçerlidir ve bu değer 1/5 değerine çok yakındır. *Anavysos Kouros döküm kopyası* 3/14 oranını sağlamaktadır ve bu değer de 1/5 değerine yaklaşmaktadır. Kouros 3686 ise kesin bir değer olarak 1/5 oranını ortaya koymaktadır.

Bu bilgilere göre, göğüs genişliğinin boy uzunluğuna oranı konusunda Vitruvius tarafından aktarılan 1/4 oranı, Kouros 19 dışındaki heykellerde geçerli değildir. Göğüs genişliği ile boy ilişkisi için 1/5 değeri ön plana çıkmaktadır.

3.5.1.9. Göbek Çukuru

12 numaralı önerme, "İnsan vücudunun merkez noktası, doğal olarak göbeğidir. Bir adam elleri ve ayakları açık olarak arka üstü yattığı zaman el ve ayak parmaklarının uçları göbeğine yerleştirilen bir pergelin çizdiği dairenin çevresine değer. Böylece insan vücudundan dairesel bir şekil çıkarılabilir." şeklinde, çok yönlü etkisi olan bir önermedir.

Bu önermeye göre, göbek çukurunun konumu, *kolların ve ayakların açılması* söyleminin sonucu olarak kolların ve bacakların gövdeye eklemlendikleri yerlerle, kolların ve ayakların eklemler etrafında hareket yeteneği ve hareket alanıyla ilişkilidir. Doğrusal bir ölçüm yerine, açılmalardan kaynaklanan açıların hesaplanmasıyla ilişkilidir. Parmak uçlarına kadar bir hesap yapılması gerektiğinden, kollar için omuz eklemi, üst kol, ön kol, bilek ve el uzunlukları hesabın unsurlarıyken bacaklar için kalça eklemi, femur kemiği, diz, kaval kemiği uzunlukları ile ayak bileği eklem konumu ve ayak yüksekliği hesabın parçasıdır.

Diğer taraftan dik duruş halinde göbek çukurunun nerede olması gerektiğinin belirlenmesi de önermenin başka bir boyutudur. Göbek çukuru, konum olarak simetri ekseni üzerindedir. Ancak simetri ekseni üzerinde tam olarak nereye yerleştirileceği de kurala bağlı olması gereken bir noktadır. Bu çalışmada, yalnızca dik duruş durumunda heykellerde göbek çukurunun konumu incelenmiştir.

Kouros 1/20/95 için testis altı merkez olmak üzere, teorik boy uzunluğu 7 modül kare iken göbek çukuru, testis altından 1 modül kare yukarıdadır. Kouros 1/21/03 için testis altı merkez olmak üzere, teorik boy uzunluğu 8 modül kare iken göbek çukuru, testis altından 1 modül kare yukarıdadır. Kouros 3504 için testis altı merkez olmak üzere, teorik boy uzunluğu 7 modül kare iken göbek çukuru, testis altından 1 modül kare yukarıdadır. *Sunion Kouros* için, boy uzunluğu 10 modül kare olarak ifade edildiğinde, göbek çukuru, ayak tabanından 6 modül kare yukarıdadır. *Anavysos Kouros döküm kopyası* için boy uzunluğu 13 modül kare olarak ifade edildiğinde göbek çukuru, ayak tabanından yaklaşık 8 modül kare yukarıdadır. Kouros 3686 için orantı çerçevesinin merkezi testis altı ve çerçevenin boyu heykelin boyu iken, heykelin boyu 8 modül kare iken, göbek çukuru, testis altından yaklaşık 1 modül kare yukarıdadır. Kouros 4890 için boy uzunluğu 42 kare iken ve testis altı merkez iken göbek çukuru, testis altı hizasından 8 kare yukarıdadır.

Göbek çukuru konumunun belirlenmesinde doğrudan modüler karelerle sorunun çözümü, bu noktayı, orantı düzeniyle doğrudan ilişkili hale getirmektedir. Etki alanı geniş bir önermede referans olarak tanımlanması bakımından, göbek çukuru, kritik bir noktadır.

Vitruvius, kolların ve bacakların ne kadar açılacağı konusunda detay vermemektedir. Leonardo da Vinci'nin bu eksikliğin farkında olduğu, bu eksikliği çözümleyip Vitruvius'un belirsiz kalan ifadelerini netleştirdiği anlaşılmaktadır.[1055]

Önermenin bütünüyle test edilmesi, önermenin ekstermite eksiği olmayan heykeller üzerinde bir geometri problemi olarak ele alınmasını gerektirmektedir. Ayrıca, Leonardo da Vinci'nin heykel sanatı ve insan vücudunun orantı sistemine dair çalışmalarına da ışık tutacağından, bu önermenin izahının ve geçerliliğinin test edilmesi ayrı bir çalışma konusu olarak görülmektedir.

3.5.1.10. Kollar ve Boy Uzunluğu

13 numaralı önermeye göre: "Ayak tabanının başın tepesine olan uzaklığını ölçülür ve bu ölçü yana açılan kollara uygulanırsa, tıpkı tamkare yüzeylerde olduğu gibi, genişliğin uzunluğa eşit olduğu görülür. Böylece insan vücudundan bir kare çıkarılabilir."

Bu önermenin test edilmesi güçlükler bulunmaktadır. Güçlüğün örneği, Kouros 19'dur. Bu heykelin boyu 18 karedir. Yanlardan biraz artımlı olmakla beraber, omuz genişliği altı kare içine yerleşmektedir. Sağdan ve soldan birer kare omuz başlarına harcanmaktadır. Omuz üstünden aşağıya doğru yumruk halindeki elin bittiği hizaya kadar 8 karedir. Parmakların açık kapalı oluşu ihmal edilmektedir. Bu 8 kareden biri yine omuz başına harcanan karedir. Omuz başına harcanan kare hesaptan çıkarılarak kollar yana döndürülürse, kol aralığı boy uzunluğuna eşittir.

Omuz başlarına harcanan birer kare ihmal edildiği taktirde, *Sunion Kouros* ve Kouros 4890 için bu önerme doğrulanmaktadır. Bu önermenin, ölçme noktalarındaki belirsizliklere bağlı hata payı dâhilinde, genel olarak kabul edilebilir bir ifade olduğu düşünülmektedir.

[1055] J. P. Richter, Leonardo da Vinci, s. 343 ve lev. XVIII.

3.5.2. Heykelde Orta Nokta

Vitruvius'un orantı kuralları içerisinde sözü edilmezken, *genitallerin başlangıcı,* Leonardo Da Vinci'nin orantı kuralları içerisinde, *insanın orta noktası* olarak tanımlanmaktadır.

Bu çalışmada, testis altı hizası teorik orta nokta olarak kabul edilmiştir. Da Vinci tarafından tanımlanan nokta, genitallerin başlangıcı iken yapılan kabulde referans alınan nokta, genitallerin bitişine karşılık gelmektedir. Da Vinci, insan boyuna göre orta nokta belirlemekte iken, kabul, heykel için boy uzunluğundan farklı olarak testis altından başın tepesine kadar olan uzaklığın iki katına eşit olan bir teorik boy uzunluğu tanımını ortaya çıkarmaktadır.

Çalışmaların başlangıcında, heykeller için koordinat sistemi tanımlamada bir orijin noktasına ihtiyaç duyulması üzerine ortaya çıkan bu varsayımın, çalışma kapsamında dokuz heykelin analizinde tutarlılığı görülmüştür. Başı ve ayakları eksik olan heykeller için de analiz olanaklarının sağlanması bu kabul sayesinde mümkün hale gelmektedir.

Analiz sonuçlarına göre, heykellerde boy, planlamanın bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Planlama teorik boy uzunluğu üzerinden gerçekleştirildiğinden ve üstelik gövdenin alt tarafında kısaltmalar söz konusu olduğundan, heykelin boyu ile teorik boyunun eşit olması konusunda bir zorunluluk bulunmamaktadır.

Bu sonuç, heykelin boyunu belirleyen alt ve üst limitler ile referans noktaların sabit olmadığı, gelişim düzeyinde göre, sistematik şekilde konumlarının sabit olmadığı yönündeki değerlendirmelere,[1056] bir açıklama getirmektedir.

Testis altı, orta hat üzerinden gövdenin en alt kısmına karşılık gelmektedir. Bu hizada bacakların iç kısımları gövdeden ve birbirinden ve ayrılmaktadır. Sadece bu sebeple bile bir kritik nokta olma özelliği taşımaktadır.

Tez çalışmasında, "Heykelin düşeyde orta noktası veya teorik orta noktası testis altıdır." önermesi bir varsayım olarak kabul edilmiştir. Bu önermenin geçerli olduğu örnekler ve ilk bakışta geçersiz olduğu ancak teorik olarak doğruluğunu sağlayan örnekler incelenmiştir. Bu önerme için *geçerlidir/geçersizdir* değerlendirmesi yapılmakla bırakılmamış, geçerliliğin ya da geçersizliğin neden ve

[1056] Guralnick, Analysis, ss. 153-169, lev. I-IV.

nasıl olduğuna dair bulgular ve değerlendirmeler detaylı olarak ele alınmıştır. Önermenin, heykellerin orantı sistemlerinin çözümlemesinde kilit role sahip olduğu görülmüştür.

Sunion Kouros için, orantı çerçevesi *göğüs üstü* noktasına (*Sn*) göre düzeltildiğinde, testis altı orta noktadır, bu düzeltme yapılmadığı takdirde testis altı yaklaşık orta noktadır ve femur genişliğini düzenleyen noktaları birleştiren doğru parçasının 2x7 kareleme düzeninde belirleyiciliği ön plandadır. Testis altından yukarıda 32 kare harcanırken aşağıda 31 kare harcanmaktadır. Bu da heykelin teorik boyunun 64 kare iken boyunun 63 kare olmasına neden olmaktadır.

Kouros 19 envanter numaralı heykelde testisler örtü altında kaldığından tespit edilememekte ve değerlendirme yapılamamaktadır.

Kouros 1/20/95, Kouros 1/21/03, Kouros 3504 ve Yontu 1/27/93 için baş, ayak ya da ikisi birden eksik olduğu için boy uzunluğu üzerinden değerlendirme yapılamamıştır. Ancak, testis altı teorik olarak orta nokta olarak kabul edildiğinde elde edilen tutarlı sonuçlar sonuçlar önermeyi desteklemektedir.

Kouros 3686, Kouros 4890 ve *Anavysos Kouros döküm kopyası* için testis altı kesinlikle orta nokta değildir. Ancak, testis altı hizasının orta nokta olarak kabul edilmesi, heykellerin orantı sistematiğini çözümünde başarılı sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır.

Kronolojik olarak ele alındığında, *Sunion Kouros*, Yunan heykel sanatının başlangıç dönemine ait bir heykeldir ve testis altı teorik orta noktadır. Orantı çerçevesi *göğüs üstü* noktasına (*Sn*) göre düzeltildiğinde orta nokta haline gelmektedir. Bu durumda, sanatın gelişiminde bir *t* anından itibaren, testis altına göre üst gövde sabit kalırken bacaklar kısalmıştır ve böylece testis altı orta nokta olmaktan çıkarılmıştır. Bu işlem için yine testis altı teorik orta nokta kabul edilmiş, kısaltma belirli bir oranda yapılmıştır.

Bacak boyu kısaltmasının nasıl yapıldığının bir başka örneği, Kouros 3686'nın incelenmesiyle açığa çıkmıştır. Bu heykelin boyu teorik olarak 42 karedir. Testis altı hizasından başın tepesine kadar 21 kare tüketilmektedir. Testis altı hizasından ayak tabanına kadar ise 21 kare uzunluğun 2 tanesi kullanılmadan 19 kare ile işlem yapılmaktadır. Heykelin boyu gerçekte 40 kare haline gelmektedir. Göbek çukuru, diz üstü, çene altı, *göğüs ortası*, başın tepesi gibi referans noktaların konumu da testis

altından itibaren ölçülerek tespit edilmektedir. Yani, testis altı düşeyde orta nokta olmaktan çıkarılmasına karşılık, orantı sistematiğinin kurgulanmasında orijin rolü oynamaya devam etmektedir. Heykelin teorik boyu 42 kare iken bu durum ikiye bölme ile sadeleştirilirse 21 kare düzeninden söz etmek açıkça mümkündür. Dolayısıyla *Mısır Kanonu II* ile özdeşleşen 21 kare sistemiyle ile Yunan heykel sanatı arasında bağ kuran somut bir ilişki söz konusudur.

Kouros 4890'in teorik boyu 56 kare iken teorik boyu 55 karedir. Testis altı hizasının orta nokta oluşu referans noktalar tarafından oldukça sağlam şekilde desteklenmektedir.

Anavysos Kouros döküm kopyası için boyun 49 kare olduğu, testis altı hizasından yukarıda 25 kare aşağıda 24 kare harcandığı görülmektedir. Testis altı hizasının teorik orta nokta olması haline ilave olarak femur genişliğini düzenleyen noktaları birleştiren doğru parçasının yeni bir orta hat olarak alındığı tespit edilmiştir. Bu bakımdan *Anavysos Kouros*, teorik orta nokta kavramından beslenen iki aşamalı bir planlama sürecini temsil etmektedir. *Sunion Kouros* için de femur genişliğini düzenleyen noktaların belirleyici karakteri ve orantı sistematiklerinin 7 sayısının katlarıyla sıkı ilişkisi dikkate alındığında, *Anavysos Kouros* ve *Sunion Kouros* arasında, deyim yerindeyse, orantı sistemi yönünden güçlü bir genetik ilişki söz konusudur.

Kouros 1/20/95'in teorik boyu kaynaklarda 2,15 m olarak ifade edilmişken,[1057] deneysel çalışmalar sonucunda, bu tahminle aynı sonuca ulaşılmıştır. Kouros 1/21/03'ün boyu kaynaklarda 2,50 m olarak tahmin edilmişken,[1058] deneysel sonuçlarda 2,34 m olması gerektiği tespit edilmiştir. Bu örneklere göre, "Heykelin düşeyde orta noktası veya teorik orta noktası testis altıdır." önermesi, ortaya çıkarılan geometrik modeller üzerinden, ekstremite eksiği olan heykellerin orantı özelliklerinin incelenebilmesine ve heykellerin boyuyla ilgili değerlendirmelere olanak sağlamaktadır.

[1057] Ürkmez, Kouroslar, s. 88.
[1058] Ürkmez, Kouroslar, s. 100.

3.5.3. Heykellerde Orantı ve Modül

Bu tezde incelenen en erken örnek olan *Sunion Kouros,* 2 kare genişiliğinde ve 7 kare yüksekliğinde (2x7) modüler kareleme düzenine sahiptir. Bu örnek, Yunan heykel sanatında anıtsal heykellerin başlangıç döneminde 2x7 düzeninin bilinen ve kullanılan bir uygulama olduğunu ortaya koymaktadır. Kouros 19, farklı bir kategoriye ait olsa da yöntem olarak 2x6 düzenini göstermektedir.

Klaros kourosları, genel olarak 2x8 düzeniyle uyum göstermektedir. Klaros kourosları içerisinde Kouros 1/21/03, özel bir durumu sergilemektedir. Bu heykel bir yandan 2x7 düzenine uygunluğu sebebiyle *Sunion Kouros* ve *Anavysos Kouros* ile aynı kaynaktan geldiği anlaşılan geleneğin izlerini taşırken bir yandan da 2x8 düzenine uygunluk yönünden yenilikçi özelliklere sahiptir.

Anavysos Kouros döküm kopyası için gövdenin en geniş unsuru olan dirseklerin konumunu da içerecek şekilde en geniş açıklama 2x7 düzeniyle sağlanmakta iken baş ve gövde arasındaki bağlantı 2x8 düzeniyle açıklığa kavuşmaktadır.

Kouros 3686, organizasyonda 2x10 düzeni ile 2x8 düzenini kombine eden bir örnek teşkil etmektedir.

Kouros 4890, tıpkı *Sunion Kouros*, *Anavysos Kouros* ve Kouros 1/21/03'te olduğu gibi en geniş açıklıklar konusunda 2x7 düzeninin olanaklarıdan yararlanmakla beraber, detayların organizasyonunda, alt karelere parçalanma olanaklarıyla, 2x7 düzenine bağlı kalındığını göstermektedir.

Heykellerde boy uzunluğu değişkenlik göstermektedir. Uzuvlar, boy uzunluğuna orantılarla bağlı olduklarından, boy uzunluğu değişken iken uzuvların ölçüleri de değişkendir. Standart bir boy uzunluğunun olmayışı, bu uzunlukla ilişkilendirilebilecek standart ölçüde bir uzuv bulunmadığı anlamına gelmektedir. Bu şartlar altında, *modül* kavramının, standart bir ölçü olmak yerine, değişlen boy uzunluğuyla orantılı ve ondan türetilen bir uzunluğa karşılık gelmesi gerekmektedir.

Heykellerin modüler karelere bölünmesiyle elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, *modül* kavramının heykelin boy uzunluğunu ya da teorik boy uzunluğunu bölen ve heykelin planlanmasını sağlayacak orantı çerçevesinin kurulup uzuvların organize edilmesini sağlayan kare ölçüsüne karşılık geldiği düşünülmektedir.

3.5.4. Diz Bölgesi

Vitruvius önermeleri, dizlerin konumu ve boy uzunluğuna oranının nasıl kurulabildiği konusunda bilgi vermemektedir. Diz üstü ve diz altı hizalarının birer referans olduğu testlerde ortaya çıkmıştır.

Sunion Kouros için heykelin boyu 21 kare iken dizaltı altı, ayak tabanından itibaren 6 kare yukarıdadır, diz üstü 7 kare yukarıdadır. Kouros 3686 için aynı durum orantı çerçevesinin merkezi testis altı, çerçevenin boyu heykelin boyuna eşit iken geçerlidir. Kouros 4890'da diz altı hizası teorik boy üzerinden, *Sunion Kouros* ve Kouros 3686 ile aynı şekilde belirlenmiştir ve bu üç heykelde de diz üstünün ayak tabanına uzaklığı ile boy veya teorik boy arasında 2/7 oranı geçerlidir. Kouros 4890'da diz altı ile diz üstü arasındaki uzaklık azaltılmış olsa da diz üstünü belirleme tekniği benzer kalmaktadır.

Anavysos Kouros döküm kopyası için ayak tabanından itibaren boyun 2/7'si kadar uzaklık alındığında diz kapağına denk gelmektedir. Bu durum, bacak uzunluğundaki modifiye işleminden kaynaklanmaktadır. Ayak tabanından diz üstüne olan uzaklık boy uzunluğunun 2/13'ü kadardır. Diz kapağı, diz üstü ile diz altı ortasındadır ve bu durum diz altını belirlemeye yeterlidir.

Kouros 3504 için olası ayak tabanı ve olası diz altı arasındaki uzaklığın teorik boya oranı 2/8'dir. Olası ayak tabanı ile diz üstü arası uzaklığın teorik boya oranı 5/16'dır.

Kouros 1/21/03 için ayak tabanından teorik boy uzunluğunun 2/7'si kadar uzaklık alındığında, diz kapağına denk gelmektedir ve olası diz altı hizası ayak tabanından itibaren teorik boyun 2/8'i kadar ya da eşiti olarak 7/28'dir.

Diz üstü ile diz altının diz kapağına eşit uzaklıkta olması ve 2/7 oranı üzerinden dizlerin belirlenmesi, Kouros 1/21/03 ve *Anavysos Kouros* arasında ilişki kurmaktadır. Her iki heykelde de omuz genişliğinin boy ya da teorik boyla ilişkisi 2/7'dir. Bu durum orantı sistemleri arasındaki ilişkinin ikinci kanıtıdır.

Kouros 1/20/95 için teorik boy üzerinden yapılan değerlendirme, diz kapağı için, normalde diz üstünü karşılayan 1/3 oranını vermektedir. Heykelin gerçek boyu teorik boyuna eşit olması halinde bacakların olması gerekenden fazla uzun olacağı anlaşılmaktadır. Bu sebeple, ayak tabanından testis altı hizasına kadar olan kısımda,

diz üstü oranını 1/3 oranını karşılayacak şekilde kısaltma yapılmış olması gerekmektedir.

Bir heykelde diz bölgesi diz üstü, diz kapağı ve diz altı olmak üzere üç referans hat ile tanımlıdır. Bu üç hattan birinin belirli olması, kalan iki hattı belirli hale getirmektedir. Elde edilen bulgular bir araya getirildiğinde diz bölgesinin boy ya da teorik boy uzunluğuna oranının 2/7 olduğu anlaşılmaktadır.

3.5.5. Omuz, Bel ve Femur Genişlikleri

Vitruvius tarafından aktarılan kurallar, omuz genişliği konusunda bilgi vermemektedir.[1059] Leonardo da Vinci "Omuzun en büyük genişliği, kendi içinde insanın dörtte birini içerir." şeklinde ifade etmektedir.[1060]

Omuz genişliğinin boy uzunluğuna oranı *Sunion Kouros* için 2/7, *Anavysos Kouros döküm kopyası* için 2/7, Kouros 3686 için 2/8, Kouros 4890 için 2/8, Kouros 19 için 2/7 dir. Omuz genişliğinin teorik boy uzunluğuna oranı Kouros 1/20/95 için 2/8, Kouros 1/21/03 için 2/7, Kouros 3504 için 2/8 ve Yontu 1/27/97 için 2/8 dir.

Bu oranlar *Sunion Kouros, Anavysos Kouros,* Kouros 19 ve Kouros 1/21/03 olmak üzere dört heykeli 2/7 oranı etrafında birleştirirken, diğer heykelleri 2/8 oranı etrafında birleştirmektedir.

2/8 oranı kasıtlı olarak 1/4 şeklinde sadeleştirilmemiştir. Bu kastın amacı orantılar, sadece kesir olarak görülürlerse kaybedilecek şeyin ne olduğunu göstermektir. Kesir olarak bakılırsa, ortada 2/7 ve 2/8 gibi iki farklı oran vardır ve bu oranlar etrafında kümelenen heykellerin omuz genişliği oranı bakımından farklı olduğu ileri sürülebilir. Bu doğrudur. Ama eksiktir. Kesirlerin anlattığı öykü burada bitmemiştir.

Heykellerin bir grubu, 2 kare genişliğinde ve 7 kare yüksekliğinde bir kareleme düzenine (2x7) sahip iken diğer grubun 2 kare genişliğinde ve 8 kare yüksekliğinde kareleme düzenine (2x8) sahip olduğu göz önünde bulundurulursa, her iki grupta da omuz genişliğine iki kare ayrılmakla omuz genişliği düzenlemelerinin esasen aynı mantığın ürünü oldukları anlaşılır hale gelmektedir.

[1059] Vitruvius, On Kitap, s. 51.
[1060] J. P. Richter, Leonardo da Vinci, s. 343 ve lev. XVIII.

Heykelin kareleme düzeni ister 2x7 olsun ister 2x8 olsun ya da 2x9 olsun, heykelin kareleme yapısı ne ise o düzende omuz genişliğine iki kare ayrılması kuralı, yani aynı kural takip edilmektedir. Aradaki fark, omuz genişliğine iki kare ayrılması kuralı korunurken paydanın büyütülmesi, boyun oransal olarak uzatılması, dolayısıyla, güçlü ve dayanıklı ama kaba gövde yapısından zayıf ve kırılgan ama daha zarif gövde yapısına doğru bir geçiş yapılmasından başka bir şey değildir. Bu yaklaşım, üslup eleştirisiyle analitik çözümlemeyi birbirine bağlamaktadır.

Bu bağlamda yeniden kesirlere dönülürse, Klaros'tan Kouros 1/21/03 ve Çandarlı'dan Kouros 19, omuz genişliğini 2/7 oranına göre düzenleyen orantı geleneği bakımından *Anavysos Kouros* ve *Sunion Kouros*'un ait olduğu çizgiyi takip etmektedir. Diğer heykeller ise omuz genişliğini 1/4 oranına göre düzenleyen orantı geleneğinin karakterini taşımaktadır.

Omuz genişliği konusunda Vitruvius söz etmezken ya da 1/4 oranını göğüs genişliğine aftederek belki de omuz genişliği kastederken, 2/8 oranı etrafında kümelenen heykeller, Leonardo da Vinci'nin önerisini doğrulamaktadır.

Bel genişliğinin boy uzunluğuna oranı *Sunion Kouros* için 1/7, *Anavysos Kouros döküm kopyası* için 2/13 (ancak teorik boy uzunluğu esas alınırsa 1/7), Kouros 3686 için 1/7, Kouros 4890 için 1/7, Kouros 19 için yaklaşık olarak 1/6 (8/49)'dır. Bel genişliğinin teorik boy uzunluğuna oranı Kouros 1/20/95 için 1/8, Kouros 1/21/03 için 1/7, Kouros 3504 için 1/8, Yontu 1/27/97 için yaklaşık 1/7 (3/20)'dir.

Bel genişliği konusunda 1/6, 1/7 ve 1/8 şeklinde üç farklı oran söz konusudur. Ancak kesirler, omuz genişliğinde olduğu gibi heykellerin kareleme düzeniyle birlikte değerlendirilirse bel genişliğini düzenleyen yalın açıklama elde edilmektedir. Heykeller 2x6, 2x7 ve 2x8 kareleme düzenindedir ve bel genişliği için heykellerin tümünde bir kare ayrılmıştır.

Klaros'tan Kouros 1/21/03, bel genişliğinin 1/7 oranına göre düzenlenişi bakımından *Sunion Kouros* ile aynı çizgiyi takip etmektedir. Omuz genişliği oranı konusunda aynı çizgiye dâhil olan *Anavysos Kouros*'un, boy uzunluğu esas alındığında bel genişliği oranı 2/13'tür ve bu haliyle 1/7 çizgisinin *etkisinde* kaldığı, ancak bu çizgiye tümüyle bağlı kalmadığı anlaşılmaktadır.

Anavysos Kouros için teorik boy uzunluğu esas alındığında bel genişliği oranı 1/7'dir. Boy uzunluğuna göre hesap yapıldığında tuhaflık gösteren bel genişliği oranı,

teorik boy uzunluğu esas alındığında tutarlı bir kimliği dışa vurmaktadır. Bu nedenle *Anavysos Kouros*, bel genişliği konusunda halen *Sunion Kouros* çizgisine ait olmakla birlikte bu çizgiden farklılaşan bir eğilimi yansıtmaktadır.

Omuz genişliği oranı konusunda *Sunion Kouros* çizgisinde olan Kouros 19, bel genişliği konusunda 1/6 oranını sergilemekle bu çizgiden ve diğer heykellerden kopmaktadır. Diğer taraftan, omuz genişliği konusunda 1/4 oranı çizgisinde olan Kouros 3686, Kouros 4890 ve Yontu 1/27/97, bel genişliği konusunda 1/7 çizgisini izlemektedir.

Sunion Kouros için femur genişliğinin boya oranı 10/49'dir (yaklaşık 1/5). Kouros 19 için femur genişliğinin boya oranı kaba bir yaklaşımla 10/49'dur (yaklaşık olarak 1/5). *Anavysos Kouros* için femur genişliğinin boya oranı 3/14'tür (yaklaşık 1/5), ancak teorik boy üzerinden 1/5'tir. Femur genişliğinin teorik boy uzunluğuna oranı Kouros 1/20/95 için 1/6, Kouros 1/21/03 için 4/21 (yaklaşık 1/5), Kouros 3504 için 3/16 (yaklaşık 1/5), Yontu 1/27/97 için yaklaşık 1/5'tir. Kouros 3686 için, femur genişliğinin boya oranı yaklaşık 1/5, femur genişliğinin teorik boya oranı 4/21'dir (yaklaşık olarak 1/5). Kouros 4890 için femur genişliğinin kısaltılmış teorik boya oranı yaklaşık 10/55, femur genişliğinin teorik boya oranı 10/56'dır.

Femur genişliğinin boy ya da teorik boy uzunluğuna oranı yedi heykelde 1/5, bir heykelde 10/55 ve bir heykelde 1/6 olmak üzere üç farklı değerde karşılık bulmaktadır. Oranlar içerisinde 1/5 oranı baskın görünmektedir.

Bu çözümlemeler, omuz ve bel genişliği örneği üzerinden, oranların kombine kullanımını ve farklı reperuarların esintilerin orantılara da yansıdığını göstermektedir.

3.5.6. Omuz, Bel, Femur ve Koltuk Altı Referansları

Çalışmaların başlangıcında, yalnızca genişlik ölçümü yapılabilmesi için omuz, femur ve bel genişliğini belirlemek için kurgulanan nokta tanımları, şaşırtıcı sonuçları ortaya çıkarmıştır.

Kouros 1/20/95 için testis altı merkez olmak üzere, teorik boy uzunluğu 56 kare iken femur genişliğini belirleyen noktaları birleştiren hat, testis altından 1 kare yukarıdadır. Bel genişliğini belirleyen noktaları birleştiren hat, testis altından yaklaşık 10 kare yukarıdadır. Teorik boy 7 modül kare ile ifade edildiğinde koltuk altı hizası

testis altı hizasına 2 modül kare yukarıda, teorik boy 42 kare iken omuz genişliğini belirleyen noktaları birleştiren hat, testis altından yaklaşık 13 kare yukarıdadır.

Kouros 1/21/03 için testis altı merkez olmak üzere, femur genişliğini belirleyen noktaları birleştiren hat, testis altı hizasıyla aynıdır. Teorik boy uzunluğu 6 modül kare iken bel genişliğini belirleyen noktaları birleştiren hat, testis altından bir modül kare yukarıdadır. Teorik boy 48 kare ile ifade edildiğinde omuz genişliğini belirleyen noktaları birleştiren hat, testis altından 14 kare yukarıdadır.

Kouros 3504 için testis altı merkez olmak üzere, femur genişliğini belirleyen noktaları birleştiren hat, testis altı hizasıyla aynıdır. Teorik boy uzunluğu 22 kare iken bel genişliğini belirleyen noktaları birleştiren hat, testis altından 4 kare yukarıdadır. Teorik boy 14 kare ile ifade edildiğinde omuz genişliğini belirleyen noktaları birleştiren hat, testis altından 4 kare yukarıdadır.

Kouros 19 için, boy uzunluğu 18 kare ile ifade edildiğinde, femur genişliğini belirleyen noktaları birleştiren hat, ayak tabanı hizasından 7 kare yukarıdadır. Teorik boy uzunluğu 42 kare iken bel genişliğini belirleyen noktaları birleştiren hat, atak tabanından 26 kare yukarıdadır. Teorik boy 36 kare ile ifade edildiğinde omuz genişliğini belirleyen noktaları birleştiren hat, ayak tabanından 27 kare yukarıdadır.

Sunion Kouros için boy uzunluğu 7 modül kareye bölündüğünde, femur genişliğini belirleyen noktaları birleştiren hat, ayak tabanından 3 modül kare kadar yukarıdadır. Boy uzunluğu 14 kare ile ifade edildiğinde, femur genişliğini belirleyen noktaları birleştiren hat, testis altından 1 kare aşağıdadır. Boy uzunluğu 7 kare ile ifade edildiğinde, bel genişliğini belirleyen noktaları birleştiren hat, testis altından 1 kare yukarıdadır. Testis altı merkez olmak üzere, teorik boy uzunluğu 8 modül kare iken, koltuk altı hizası, testis altı hizasından 2 modül kare yukarıdadır.

Anavysos Kouros döküm kopyası için teorik boy uzunluğu 42 kare iken, femur genişliğini belirleyen noktaları birleştiren hat, testis altı hizasından 1 kare aşağıdadır. Boy uzunluğu 8 kare olarak ifade edildiğinde bel genişliğini belirleyen noktaları birleştiren hat, ayak tabanından 5 kare yukarıda, koltuk altı hizası ayak tabanından 6 kare yukarıdadır. Boy uzunluğu 13 kare ile ifade edildiğinde omuz genişliğini düzenleyen noktaları birleştiren hat, ayak tabanından 10 kare yukarıdadır.

Kouros 3686 için testis altı merkez olmak üzere, femur genişliğini belirleyen noktaları birleştiren hat, testis altı hizasıyla aynıdır. Orantı çerçevesinin merkezi testis

altı ve çerçevenin boyu heykelin boyu iken, boy uzunluğu 9 modül kareye bölündüğünde, bel genişliğini belirleyen noktaları birleştiren hat, çerçevenin alt sınırından 6 kare yukarıdadır ve testis altı hizasına 1,5 modül kare uzaklıktadır.

Kouros 4890 için teorik boy uzunluğu 56 kare iken, femur genişliğini belirleyen noktaları birleştiren hat, testis altı hizasından 1 kare yukarıdadır ve bel genişliğini belirleyen noktaları birleştiren hat teorik ayak tabanından 36 kare yukarıdadır. Boy uzunluğu 42 kare iken ve testis altı merkez iken koltuk altı hizası, testis altı hizasından 12 kare yukarıdadır.

Bu bilgiler testis altı hizasıyla femur genişliğini düzenleyen noktaları birleştiren hat arasındaki ilişkiyi açığa çıkarmaktadır. *Sunion Kouros* için femur hattı testis altı hizasından boyun 1/14'ü kadar aşağıdadır ve *Anavysos kouros* için teorik boyun 1/42'si kadar aşağıdadır. Kouros 1/21/03, Kouros 3504 ve Kouros 3686 için femur hattı ile testis altı hatı aynıdır. Kouros 1/20/95 için femur hattı testis altı hizasından teorik boyun 1/56'sı kadar yukarıdadır, Kouros 4890 için 1/56'nın yarısı kadar yukarıdadır. Bu örnekler, femur ve testis altı hizası ilişkisi gibi orantı düzeni unsurlarının, heykellerin karşılaştırılmasını sağlayan bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anavysos Kouros için boy uzunluğu 8 modül kare iken, koltuk altı hizası, ayak tabanından 6 modül kare yukarıdadır. Bu kural *Sunion Kouros* için teorik boy üzerinden aynıdır. Kouros 4890 için koltuk altının konumu için boy üzerinden geçerli kural, Kouros 1/20/95 için teorik boy üzerinden sağlanmaktadır.

Heykeller arasında karşılaştırmalara da olanak sağlayan bu verilere göre, omuz, femur ve bel genişliğini belirleyen noktalar ile koltuk altları birer referans noktadır. Ayrıca, söz konusu genişlikler, yan sınırları düzenleyen artistik çizgilerin en geniş, en dar noktalarına karşılık geldiğinden, artistik çizgilerle orantı sistemi arasında bağlantı kurmaktadır.

3.5.7. Artistik Çizgiler

Frontal düzlemde, heykel gövdesini şekillendiren yaylar yukarından aşağıya, göğüs kafesi yan sınır yayları (thorax), karın yan sınır yayları (abdomenal), kalça yan

sınır yayları (hip) ve femur yaylarıdır. Thorax, abdomenal, hip ve femur olmak üzere dört yay söz konudur.

Sunion Kouros için abdomenal yay, üst tarafta thorax yayında gömülü, alt tarafta femur sınırında gömülü durumdadır ve bu yaylardan ayırt edilmemiştir. Göğüs kafesini kuşatan thorax yayı iç bükeydir. Klaros kourosları da bu özelliği sergilemektedir. *Anavysos Kouros*, Kouros 3686 ve Kouros 4890 göğüs kafesi yan sınırının doğrusal bir hat olarak sergilemektedir.

Femur sınırını düzenleyen çemberler testis altı hizasında veya yakın civarında merkezlenmektedir. Femur genişliğini belirleyen noktaların referans noktalar kümesine dâhil edilmesi konusu açıklanırken bu yakınlık durumları sayısal değerler olarak belirtilmiştir.

Femur çemberlerin çapı ile heykelin boyunun orantılı olması yan sınır düzenlemesinin orantı düzeniyle bağlantısı açısından değer taşımaktadır. Femur sınırlarını şekillendiren çemberin yarıçapı, *Sunion Kouros* için boyun yarısı kadar, *Anavysos Kouros* için femur genişliğinin iki katı kadar, Kouros 1/20/95 ve Kouros 1/21/03 için femur genişliğinin dört katı kadar, Kouros 3504 için teorik boyun yarısı kadar, Kouros 4890 için femur genişliğinin sekiz katı kadar, Kouros 3686 için boyun 4/7'si kadardır. Femur çemberlerin çapı ile heykelin femur genişliğinin, boyunun ya da teorik boyunun orantılı oluşu, yan sınır düzenlemesinin orantı düzeniyle bağlantısını kurmaktadır.

Femur sınırlarını düzenleyen çemberlerin diz kapağı dış yan sınırları, göğüs ön bölgesi, karın bölgesi veya saç organizasyonu yan sınırlarını düzenleme yeteneğini de gösteren örnekler elde edilmiştir. Bu durum, femur sınırı düzenlemelerine ilave roller yüklenmiş olabileceğini göstermektedir.

Abdomenal yayın, kendi başına varlık gösterebilmesi için üst tarafta thorax yayından, alt tarafta femurdan ayrılmasını gerektirmektedir. Kalça sınırları da femur sınırlarından ancak farklılaşarak ortaya çıkabilir.

Femur yayı, çapı femur çapından daha küçük bir yayla birleştirilerek kalça (hip) yayı oluşturulmuştur. Böylece, kalça sınırı femurdan belirgin olarak ayırt edilmiştir. Başlangıçta femur yayı göğüs bölgesine kadar olan sınırı tek parça halinde düzenlemekte iken, kalça yayının ayrılması ve abdomenal sınırın ayrılmasıyla gelişim göstererek parçalanmıştır. Bu durum aynı zamanda artistik çizginin, zaman içerisinde,

sade bir eğri olmaktan uzaklaşıp birden fazla yay ile ifade edilen hatlara dönüşmesinin örneğidir.

Frontal düzlemde, heykelin göğüs altı hatlarını, karın kaslarını, kasık bölgesini şekillendiren eğriler gelişimin bir parçasıdır. Bu çalışma orantı sisteminin ana hatlarının çözümüne yönelik olduğundan, heykelin göğüs, karın ve kasık bölgesini şekillendiren eğrilerin yalnızca örnek çözümlemesi yapılmıştır. Bu eğrilerin daha ileri seviyede çalışılması kaçınılmaz bir gereklilik olarak önerilmektedir.

Artistik çizgileri düzenleyen eğriler, tıpkı orantı sistemini organize eden karelerde olduğu gibi, sanatçının özgün yaklaşımına uyarlanabilen araçlardır. Bu nedenle, sabit bir kurala uymaları yerine geliştirmelere açık olmaları beklenmektedir.

Heykelin yan sınırlarını düzenleyen yaylar, bu yayların başlangıç ve bitiş noktalarının konumlarının orantı sistematiği içerisinde belirli oluşuna, yayların merkezlerinin konumunun belirli oluşuna ve çaplarının modüler düzenle ilişkili oluşuna dayalı olarak heykelin orantı düzeniyle ilişkilidir. Bu nedenle, artistik çizgilerin başlangıcını ve bitişini ifade eden noktalar, referans noktalara dâhildir.

3.5.8. Orantı Sisteminin Tanımı

Elde edilen bilgi ve bulgulara göre, heykellerin orantı sistemi beş bileşen üzerine kurulmaktadır. Bu bileşenler sırasıyla koordinat sistemi, referanslar, artistik çizgiler, orantı kuralları ve kareleme yöntemidir.

Testis altı hizasının *orta nokta veya teorik orta nokta* olarak belirlenmesi; bu noktanın yükseklik (*y*), genişlik (*x*) ve derinlik (*z*) eksenlerinin birleştiği orijin noktası olarak tanımlanmasını ve dolayısıyla heykellerin analizinde standart üç boyutlu bir koordinat sisteminin kurulmasını sağlamaktadır.

Frontal görünümde, başın tepesinden aşağıya doğru göğüs orta hattı boyunca uzanan ve göbek çukurundan geçerek heykeli yukarıdan aşağıya simetrik iki parçaya bölen eksen, *y* ekseni olarak belirlenmiştir. Düşey eksenin bu şekilde seçilmesi, Theodoros ve Telekles öyküsüne, *frontalite* kavramına ve bu kavramın en güçlü bileşeni olan bilateral simetri ilkesine dayanmaktadır. Orijinden geçen ve frontal görünümde, kaidenin üst yüzeyine (yere) paralel olarak sol ve sağ tarafa uzanan eksen, *x* ekseni olarak belirlenmiştir. Genişliği temsil eden *x* ekseninin doğrultusu *frontalite*

kavramının devamı olarak *frontal düzlem* tanımından kaynaklanmaktadır. Orijinden geçen ve frontal düzleme dik olan eksen de *z* ekseni olarak belirlenmiştir. Derinliği temsil eden *z* ekseni özel bir belirleme değildir. Orijin noktasının konumu ve diğer iki eksen belirliyken, doğal olarak yönü, konumu ve doğrultusu ortaya çıkmaktadır. Böylece, heykel sanatı konusunda yapılan ve yapılacak çalışmaların standart üç boyutlu heykel koordinat sistemi kurulmuştur.

Referans noktalar, vücut kısımlarını ayırt etmeye ve bu kısımların boyutlarının düzenlenebilmesi bakımından ölçüm yapılmasına olanak sağlayan noktaları ve hizaları içeren bir küme olarak görülebilir. Noktalar dışında hizalar da söz konusu olduğundan *referans noktalar* yerine daha kapsayıcı bir ifade olan *referanslar* ifadesi tercih edilmiştir. Yukarıdan aşağıya doğru başın tepesi, alnın üst tarafında saç köklerinin başladığı hat (hair line), kaşların arası, burun deliklerinin altı, çene altı, *göğüs üzeri*, göğüs uçları, *göğüs ortası*, koltuk altı, dirsekler, göbek çukuru, testis altı, diz üstü, diz altı, ayak tabanı gibi vücut üzerinde doğrudan tespit edilebilen referanslar bu kümenin doğal üyesidir. Omuz, bel ve kalça genişliklerini belirleyen ve ancak yan sınırlardan elde edilebilen referans noktalar ile artistik çizgilerin kesişim, dönüm ya da büküm noktaları gibi kritik noktalar da referanslar kümesine dâhildir. Planlamanın detay düzeyine ve artistik çizgilerin gelişim durumuna göre referansların sayısı da değişiklik gösterebilmektedir.

Artistik çizgiler, heykelin yan sınırlarını ve vücut hatlarını oluşturan çizgisel ve eğrisel hatların bir kümesidir. Bir bütün olarak vücudun sol ve sağ yan sınırları ile ön orta hat çizgisi; göğüs, karın, kalça ve femur bölgesi yan sınırları; göğüs, karın ve kasık bölgesi üzerindeki çizgiler, diz üstü ve diz yan sınırları gibi çizgisel olarak ayırt edilebilen hatlar bu kümede toplanmaktadır.

Orantı kuralları, heykelin bütünü ve kısımları arasında ölçü ve konum uygunluğunu sağlamaya yönelik kuralları içeren kümedir. Her kural bir eleman olarak düşünüldüğünde, Vitruvius ve Leonardo da Vinci tarafından ifade edilmiş olan kurallar, tarihin iki kesitinden, ortak ve farklı elemanları bulunan iki kümeyi temsil etmektedir.

Referansların ve artistik çizgilerin orantı kurallarına uygun olarak düzenlenebilmesi için, birer aritmetik değer olan oranların geometrik olarak görsel hale getirilmesi gerekmektedir. Bunun için kullanılan yöntem, kareleme yöntemdir.

Kareleme yönteminde, orantı konusu uzunluklar boyunca kareler oluşturularak heykel bütünü ve kısımları arasında ilişki kurulmaktadır. En genel haliyle, heykelin boyu ya da teorik boyu, simetri ekseni boyunca modül karelere bölünmekte, gerektiğinde modül kareler alt karelere parçalanmaktadır. Yani heykelin bütünü ve uzuvların konumu modül kare yardımıyla belirlenmektedir. Düzlemin karelenmesiyle ortaya çıkan yatay ve düşey doğrusal hatlar ve kesişim noktaları, referans noktaların konumunun belirlenmesinde ve artistik çizgilerin düzenlenmesinde oldukça kullanışlıdır.

Bu beş bileşene bağlı olarak heykeller için orantı sistemi, *koordinat sisteminde, referans noktaların ve artistik çizgilerin, kareleme yöntemiyle, orantı kurallarına uygun olarak organize edilmesini, heykelin ve kısımlarının planlanmasını sağlayan sistem* şeklinde tanımlanabilir. Bu tanım, heykellerin planlama içeriğinin, uzunluk ölçümü ve uzuvların heykelin boyuna oranı ile sınırlı olmadığını, vücut üzerinde belirgin özellik taşıyan, heykeli karakterize eden hatların ve referans noktaların konumunun önceden kurala bağlandığını, heykelin artistik çizgilerinin de orantı sisteminde düzenlendiğini ifade etmektedir.

Heykellerde boy uzunluğu değişkenlik göstermektedir. Uzuvlar, boy uzunluğuna orantılarla bağlı olduklarından, boy uzunluğu değişken iken, uzuvların ölçüleri de değişkendir. Standart bir boy uzunluğunun olmayışı, boy uzunluğu çeşitliliği karşısında bu çeşitliliği her durumda ve aynı orantı ilişkisiyle üretebilecek standart ölçüde bir uzuv bulunmadığı anlamına gelmektedir. Bu şartlar altında, *modül* kavramının, standart bir ölçü olmak yerine, değişken boy uzunluğuyla doğrudan ilişkili ve ondan türetilen bir uzunluk olması gerekmektedir.

Heykelin frontal düzlemde karelere bölünmesiyle yapılan testlere ve elde edilen sonuçlara dayalı olarak *modül* kavramının, heykelin boy uzunluğunu ya da teorik boy uzunluğunu tam bölen, orantı çerçevesinin kurulmasını, heykel bütünü ve uzuvların organize edilmesini sağlayan kare ağın bir karesine karşılık geldiği düşünülmektedir. Bu yaklaşım, mermer blokun ölçüleri değişse de planlamanın modül kare üzerinden, yeniden hesaplara yer bırakmadan bloka yansıtılabilmesine de olanak vermektedir.

3.5.9. Orantı Sistemi ve Heykeller

Çözümlemeler, standart bir orantı düzeni yerine, bir orantı sistemi repertuarıyla sonuçlanmıştır. Heykel sanatının gelişim çizgisi, orantı sistemi repertuarın modifiye örneklerle genişlemesi olarak ortaya çıkmaktadır. Kabaca yontulmuş heykellerden ustaca yontulmuş heykellere doğru gidildikçe, artistik çizgilerin çeşitlendiği ve detaylandığı, orantı kurallarının geliştirildiği, rafine edildiği ve modifiye edildiği görülmektedir. Anatomik özelliklerin geometrik gelişimle birlikte geliştiği görülmektedir.

Mısır Kanonu, düşey hatlardan daha çok yatay hatlara sadıktır.[1061] Bu uyarıdan, Yunan heykeltıraşların *Mısır Kanonu*'nu kullanıp kullanmadıkları konusunun değerlendirilmesinde, yatay hatlara sadakatin önemli bir yerinin olduğu anlaşılmaktadır.

Repertuara, erken dönemin temsilcisi olarak katılan *Sunion Kouros*'un 2 modül kare genişliğinde ve 7 modül kare yüksekliğindeki orantı düzeni, *Mısır Kanonu II*'nin 21 kare sistemine benzemektedir. Frontal düzlem karelere bölündüğünde, referans noktalar ve yatay hatlar arasındaki ilişki görülmektedir.

Sunion Kouros, ilave orantı kuralları olmaksızın, yalın olarak 21 kare sisteminin, heykeli karakterize eden referans noktaları organize etmede zayıf kaldığını göstermektedir. Ancak bu erken örnekte, artistik çizgilerin çember yapısıyla uyumlu olduğu, modül karenin üçe bölünmesinden farklı bölüntülere de başvurulduğu anlaşılmaktadır.

Mısır Kanonu'nun heykeltıraşlar tarafından iyi bilindiği, bununla beraber, bazı heykeltıraşlar tarafından kullanıldığı, bazı heykeltıraşlar tarafından kullanılmadığı sonucuna varılmakta, New York, Tenea, Melos, ve Athens 12 olmak üzere dört kouros, *Mısır Kanonu*'nun yakın varyasyonlarına örnek gösterilmekte, Arkaik dönem Yunan heykeltıraşları, birer kopyacı olmaktan ziyade, bağdaştırıcı, oluşturucu olarak tanıtılmaktadır.[1062]

[1061] Bu konuda bkz.: Carter ve Steinberg, Kouroi and Statistics, ss. 103-128.
[1062] Guralnick, Proportions of Kouroi, ss. 461-472. Guralnick, Yunan heykeltıraşların, orantıları kendi tercihlerine göre modifiye etmiş olabileceklerini değerlendirir. Bkz.: Guralnick, Korai, s. 279. Ayrıca bkz.: Guralnick, Profiles of Korai, ss. 173-182; Guralnick, Profiles of Kouroi, ss. 399-409.

Erken Arkaik Dönem'de oldukça sade bir yapıda olan orantı sistemi, zaman içerisinde, özgün katkılar sonucu şaşırtıcı değişiklikler gösterse de bu değişikliklerin fonunda, geleneğin ruhunu temsil eden bazı kritik özelliklerin korunduğu gözlemlenmiştir.

Klaros'tan Kouros 1/21/03, bir yandan omuz, bel ve femur genişiliği konusunda, *Sunion Kouros* ve *Anavysos Kouros* için de ayırt edici özellik olan ve 21 kare sistemiyle ilişkilendirilen 2x7 modüler orantı düzeninin izlerini taşımakta, bir yandan da simetri ekseni üzerinde bulunan referans noktaların 2x8 modüler düzeniyle belirlenişi yönünden yenilikçi özellikleri temsil etmektedir.

İncelenen heykellerin tümünde, diz bölgesinin boy ya da teorik boy uzunluğuyla ilişkisi, bazen diz altı, bazen diz kapağı, bazen de diz üstü konumunda somutlaşarak 1/7 değerinde karşılık bulmaktadır. Bu bakımdan dizler, geleneğe sadakat ve yenilikçi yaklaşımı birbirine bağlayan bir eklem gibi görünmektedir.

Geleneğe sadık ama gelişimi ve değişimi de merkezde tutan, özgün tercihlere göre gelişip çeşitlenen bir orantı sistemi repertuarı, heykelleri, biri diğerinin teknik kopyası olma durumundan kurtarıp her birinin özgün karakterini kazanmasına olanak sağlayabilecek durumdadır. Bu bakımdan, sanatçıların ya da okulların, kendi özgün geometri düzenini yaratmış olmaları ya da referans bir düzeni geliştirerek kullanmış olmaları olanaklar dâhilindedir.

Kouros 3686, Arkaik Dönem heykeltıraşlarının orantı düzeni konusunda yeteneklerinin ve yaratıcılıklarının çapını ele vermektedir. Bu heykelin analizinde, heykellerde orantı sisteminin araştırılmasında nerede hata yapılabileceği konusunda yapılan bir deney, oranların heykelin ait olduğu modül kare düzenine bağlı olarak değerlendirilmeleri gerektiği, paydalar orantı düzeniyle ilişkili olduğu için, genel değerlendirme amacı dışında sadeleştirme ya da yakın değerlere yuvarlama işlemi yapılmaması gerektiğini göstermiştir.

3.5.10. Geometrik Model ve Polykleitos'un *Kanon*'u

Heykellerin modüler orantı düzeni, artistik çizgilerle birleştirildiğinde heykellerin soyut geometrik çizimlerine ulaşılmaktadır. Bu sonuç, yontu sürecinin

başlangıcında, figürün bir ön çiziminin mevcut olması gerektiği düşüncesini[1063] desteklemektedir.

Heykellerin yapımında ön modellerin kullanılışı, Antik Dönem'de kopyalama teknikleri, oyma aletlerinin taş üzerine bıraktıkları izlerden örnekler ve oyma aletlerinin işlevleri ışığında tartışılmaktadır.[1064] Klasik Dönem'de, ön modellerin erken kullanımında, tam ölçekli ön modellerin giderek daha fazla kullanılmış olduğundan kuşkulanılmaktadır. Hareketli matkap tekniği, matkabı keskin bir açıyla hareket ettirilerek eğrisel bir kanal şeklindeki bir yivin kesilmesi olarak tanımlanmakta, bitmemiş bir heykelin sağ bacağının dış lateral sınırı eğrisel yiv hattının bir örneği olarak verilmektedir. İncelemeler, tamamlanmamış heykeller üzerinde rastlanan, kabartı şeklindeki işaretler ve ortası oyuk tümsek şeklindeki çıkıntı kalıntılarına kadar genişletilmektedir. Bu kalibrasyon noktalarının varlığına dayalı olarak geometri tekniğine vurgu yapılmaktadır.[1065]

Bir ön çizim seçeneği mevcut iken malzemenin sertliği ve avadanlık imkânları düşünüldüğünde, tasarımın mermere aktarılabilmesi için transfer olanakları gerekmektedir. Tasarımın gerçekleştirilmesi, doğru düşücesinin cetvele, çember düşüncesinin pergele yol açmasında olduğu gibi, yontu aletlerini tasarımını da etkilemiş olabilir. Çizimdeki eğrisel bileşenlerinin mermere transferi söz konusu olduğunda, tasarımda kullanılan çember bilgisinin, eğrisel hatları işleyecek oyma aletlerinin tasarımına da esin kaynağı olması kuvvetli bir olasılıktır.

Soyut geometrik çizim, heykelin, frontal düzlemde, modül kareler, referans noktalar ve artistik çizgilerden oluşan modelini temsil etmektedir. Polykleitos'un, sanatçıların artistik çizgileri çizmede kullandıkları, bu nedenle *Kanon* (κανών) ya da *model heykel* olarak isimlendirdikleri bir standart geliştirdiği göz önüne alınırsa,[1066] bu çalışmada elde edilen soyut geometrik çizimler, Klasik Dönem'de Poykleitos'un *Kanon*'*u*na yol açan, Arkaik Dönem *kanon* reperturarının bir kesiti olarak görülebilir.

Soyut geometrik çizimler, *Doryphoros*'un kontrapposto duruşu için yapılacak ileri çalışmalara yol göstermektedir. Arkaik Dönem heykellerinde frontal duruş

[1063] Boardman, Archaic, s. 20.
[1064] Heykeltıraşın alet kutusunun, matkap dâhil, gereken aletleri içerdiği bilinmektedir. Bkz.: Sheila Adam, The Technique, ss. 3-83.
[1065] Palagia, Olga (Ed.). **Greek Sculpture: Function, Materials, and Techniques in the Archaic and Classical Periods**, Cambridge, 2006, ss. 243-270, res. 88.
[1066] Pliny, Natural History, XXXIV. 55-57.

bilateral simetriyi ve heykellerdeki en büyük eğrilik olan femur sınırlarını düzenleyen çemberlerin çaplarının eşitliğini gerektirirken, *kontrapposto* duruş, femur sınırlarını düzenleyen çemberlerin çaplarının farklılığını gerektirerek çemberlerin simetri ekseni üzerinde kesişme zorunluluğunu kaldırmakta, simetri ekseninin tekliği yerine, femur sınırlarını düzenleyen çemberlerin kesişim noktalarından geçen iki eksene sahip bir yapıyı ortaya çıkarmaktadır **(EK 635)**.

Arkaik Dönem *kanon* repertuarının elde edilen kesitinin değişime açık yapısı dikkate alındığında, üstelik oldukça açık ve yöntemi de tahmin edilebilir şekilde, Lysippos, gerçekten Polykleitos'un *Kanon*'undan öğrenmiş[1067] ve onu daha önce görülmemiş bir tarzda modifiye etmiş[1068] olabilir.

3.5.11. Heykel Sanatı ve Matematik İlişkisi

Literatürde, MÖ 620 ile MÖ 500 aralığında yaklaşık 120 yıllık bir zaman aralığını, yirmişer yıl aralıklarla altı parçaya bölen, kourosları uyum sağladıkları farklı orantı konfigürasyonlarına göre sekiz gruba ayıran, kronolojik olarak çağdaş olan gruplar arasındaki benzerlikler hakkında çıkarımlarda bulunan bir çalışma mevcuttur.[1069]

Analizler, farklı orantı konfigürasyonlarının varlığını doğrulamaktadır ve detaylı açıklamalarla desteklemektedir. Farklı orantı konfigürasyonları, bu çalışmada bir kesit olarak sunulabilen orantı sistemi repertuarının, teknik evrimin aşamalarına karşılık gelen örnekler olarak düşünülebilir.

Antik Dönem yazarları tarafından aktarılan anekdotlar ve bilgiler; heykel sanatında simetri, ritim ve orantıya vurgu yapmaktadır. Bu vurgular ölçü ve düzene dair olduğundan, heykel sanatı, matematiğe bağlıdır.[1070]

[1067] Cicero, Brutus, 86. 296.
[1068] Pliny, Natural History, XXXIV. 65: Pliny, bu durumu "nova intactaque ratione quadratas veterum staturas permutando" ifadesiyle aktarır.
[1069] Guralnick, Analysis, ss. 161-164.
[1070] Descartes, matematiğin ve etimolojik anlamda "bilgi" (knowledge), "araştırma" (searching) ve "öğrenme" (learning) olarak görülen "matematik" kelimesinin sınırlarını sorgular ve matematiğin aritmetik ve geometri ile sınırlanamayacağını, "ölçü" (measure) ve "düzen" (order) araştırmasını amaç edinen bütün bilimlerin matematiğe bağlı olduğunu tespit eder. Bkz.: René Descartes, **Règles pour la direction de l'espirit**, **(Aklın Yönetimi İçin Kurallar)**, çev. Engin Sunar, Say Yayınları, İstanbul, 2013, s. 21.

Analiz sonuçları, heykelleri matematikle ilişkilendirmektedir. Çember yapısına uyumlu artistik çizgiler, heykelin pozunu ve estetiğini düzenleyen orantılı vücut hatları ve modül kareler, heykeli soyut matematik kavramları evreninden gerçek dünyaya aktarmaktadır. Bu yaklaşım ve uygulama Pythagorasçı düşünceye uygundur.[1071] Çünkü, elde edilen sonuçlar, heykellerde estetik ve güzelliğin matematik bilgisi üzerine inşa edildiğini göstermektedir.

Bu çalışma kapsamındaki örneklerden *Sunion Kouros*; geometrinin, Arkaik Dönem'in başlarından itibaren heykel sanatında kullanıldığını göstermektedir. Antik Dönem'in ölümsüz heykeltıraşlarının yaşadıkları dönem göz önünde bulundurulursa kullandıkları orantı sisteminin, Thales ve Pythagoras'ın sağ oldukları Arkaik Dönem'de matematiğin etkisi ve olanaklarıyla geliştiği düşünülebilir.[1072]

Gerçekçi heykellere doğru cetvelin adım adım terk edildiği yönündeki güçlü düşünceye karşılık,[1073] elde edilen repertuar, zaman ilerledikçe, heykelin orantı sisteminin ve artistik çizgilerin, giderek daha sıkı şekilde matematikle ilişki halinde olduğunu göstermektedir. Gerçekliğin birebir kopyalanması mümkün hale gelip rağbetin merkezi haline gelene kadar, heykel sanatının matematikle ilişkisinin devam ettiği düşünülmektedir.

Heykellerin çıplak olarak yontulması, matematiksel düşünce açısından, insan vücuduyla ilgili çıplak gerçeği kavrama eğilimiyle ilgili olabilir. Bu kavrama eğilimi adım adım gelişerek amacına ulaştığında, vücudun donuk frontal duruş pozundan kurtarılarak devinim halinin betimlenmesi, doğasını sezdirecek ve onunla çelişmeyecek bir tarzda, istenilen incelikte bir örtüyle örtülmesi de olanaklı hale gelmektedir.

[1071] Herman Diels, Pythagorasçı düşüncenin "irrasyonel" karşıtı çabasına vurgu yaptıktan sonra, rasyonalizmin tekniğe etkisi bağlamında, iki örnekten biri olarak Argoslu Polykleitos'un ismini verir. Bkz.: Hermann Diels, **Antike Technik,** Verlag B. G. Teubner, Leipzig und Berlin, 1914, ss. 12-15. J. E. Raven, "somut şeyleri sayılara eşitleme" gibi bir metodu benimseyen bir filozof bulunup bulunmadığı sorusunu cevaplamaya çalışır. Raven, Polykleitos'un *Kanon*u hakkındaki bilgilerin Vitruius'a ve Galen'e aynı Pythagorasçı kaynaktan ulaşma olasılığını değerlendirir. Bkz.: J. E. Raven, "Polyclitus and Pythagoreanism", **The Classical Quarterly**, Cilt: 1, Sayı: 3/4, 1951, ss. 147-152. Borbein'e göre, Polykleitos'un sanata objektifliği katmıştır. Bakınız: Borbein, Polykleitos, s. 69.

[1072] Gisela M. A. Richter ve I. A. Richter, Yunanların, bilimsel geometrinin kurucuları olarak soyutlama eğilimine dokunur. Bkz. Richter ve Richter, Apollo, ss. 20-56.

[1073] John Boardman, gerçekçi heykellere doğru cetvelin adım adım terk edildiği yönündeki güçlü düşünceyi ifade eder. Bkz.: Boardman, Archaic, s. 79.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması, matematik bilgisinin mozaik sanatına yansıması ve matematik bilgisinin heykel sanatına yansıması olmak üzere iki farklı sanat alanının matematik bilgisiyle ilişkisini ele almıştır. İki ayrı alanda yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar ve bu sonuçlar doğrultusunda geliştirilen öneriler; *Matematik ve Mozaik Sanatı* ile *Matematik ve Heykel Sanatı* konusunda *sonuç* ve ö*neriler* çerçevesinde sırasıyla aşağıda sunulmuştur.

Matematik ve Mozaik Sanatı İlişkisi

Tez çalışmasının mozaik sanatına ayrılan bölümü, matematik ve mozaik sanatının tarihsel ilişkisinin belirlenmesi, matematiksel düşüncenin mozaik sanatına yansımasının teorik çözümlemeler ve desen çözümlemeleriyle örneklendirilmesi ve matematiksel yaklaşımın gerçek malzeme üzerinde deneysel olarak uygulanması çerçevesinde yapılan çalışmaları içermektedir.

Matematik ve mozaik sanatı arasındaki tarihsel ilişkinin belirlenebilmesi için mozaik sanatı tarihi ve matematik tarihi kronolojik olarak karşılaştırılmıştır. Matematik tarihi ve mozaik sanatı tarihini yan yana getirildiğinde, matematiğin tarihsel gelişimiyle mozaik sanatının tarihsel gelişimi arasında, gelişim çizgisinin dinamiğini belirleyen ve yönünü tayin eden hâkim anlayış yönünden kronolojik olarak tutarlı bir karşılıklılık olduğu, buna karşılık matematikte yapılan çalışmaların, keşiflerin ve ileri sürülen cesur düşüncelerin ürünü olan matematiksel formların mozaik sanatında gecikmeli olarak karşılık bulduğu görülmektedir.

Matematiksel düşüncenin mozaik sanatına yansıması svastika, meander, spiral formlar, merkezî süslemeler, konsantrik (eş merkezli) çemberlerle üretilen desenler, Platon'un düzgün katıları, Arkhimedes'in yarı düzgün katıları, Khioslu Hippokrates'in *lunar alanları* hesabı, İskenderiyeli Pappus'un altıgenleri, teorik çözümlemeler ve desen çözümlemeleriyle örneklendirilmiştir.

Svastika, meander ve spiral formların çözümlenmesinde bir poligonun çevresinin, aritmetik işleme gerek kalmadan sadece cetvel ve pergel ile ölçülmesi düşüncesinden hareket edilmiştir. Bu düşünce düz doğrunun ölçümü ve kırık çizginin

ölçümüyle başlatılmış, üçgen ve kare için uygulanmış ve kenar sayısı artırılarak sürdürülmüştür. Poligonun kenar uzunluğunun cetvel ve pergelle başka doğrultulara transfer edilmesi, ardışık transferler nedeniyle döngülere yol açmakta, cetvelden kaynaklanan düz çizgiler kırık çizgilere ve pergelden kaynaklanan yaylar uç uca eklenen çember parçalarına dönüşüp spirali taklit eden eğrisel hatlardan oluşan bir yapıyla sonuçlanmaktadır. Svastika deseni, bu geometrik yapının asıl bileşeni ve asıl sonucu iken meander deseni, svastika yapısına karşılık gelen döngü çizgileri arasında kalan alanlardan oluşmaktadır ve bu nedenle meander deseni, uzunluk transferinin tali bileşeni ve ikincil sonucudur. Spiral formu ise pergelin hareketlerinden kaynaklanmaktadır. Svastika ve meander desenleri uzunluk transferinin doğrusal sonuçları iken, transferin eğrisel sonucu spiral formudur. Poligonun kenar sayısı sonsuza doğru artırılarak süreç devam ettirildiğinde eğrisel sonuç Arkhimedes'in spiraline yaklaşmaktadır.

Elde edilen grafikler svastika ve meander formlarının teorik arka planını açıklamakla birlikte ve Arkhimedes'in spiral tasarımına açıklık getirmekte, bu formlar arasında matematiksel olarak doğal, zorunlu ve kaçınılmaz bir ilişki bulunduğu göstermektedir. Meander ve svastika motiflerinin teorik çözümlemesi, bu motiflerin doğal özelliklerinin anlaşılmasını, tekrarlı kullanımda karşılaşacak güçlükleri ve bu güçlükler karşısında yapılabilecek manevraları aydınlatmaktadır. Çözümleme, meander ve svastika formlarının tekrarlı kullanımlarıyla oluşturulan karmaşık süslemeli yüzeyler için süslemeyi üreten ağ yapısı ve ağ hücrelerinde tekrarlama düzenini belirleme amacına yönelik algoritma önerileri için matematiksel bir altyapı ve bir teorik çerçeve sunmaktadır.

Poligon çevresinin cetvel ve pergelle ölçümü düşüncesi, sekiz kenarlı poligona uygulanmıştır. Uygulama, *Décor II*'de *Konsantrik Motif Kompozisyonları* başlıklı bölümde *çember içinde geçmeli kareler yıldızı ve kare döngüler (değişken bantlı)* şeklinde tarif edilen motifin çözümlenmesinin yanı sıra, ara işlem basamaklarında *ana hatları çizilmiş/geçmeli iki kare yıldızı* ve *sekiz eşkenar dörtgen yıldız* formlarının çözümlenmesiyle sonuçlanmıştır. Merkezî bir motifin üretim süreci adım adım tarif edilerek motifin geometrik modeline ulaşılmıştır. Elde edilen geometrik model, varyant motiflerin incelenmesinde ve üslup analizinde kullanılmıştır.

Yalnızca cetvel ve pergel kullanarak poligon çevresini ölçmeyi amaçlayan düşünce; svastika, meander ve spiral formlarına ilave olarak bir dizi konsantrik motifin çözümlenmesini, asıl form ile varyant formların objektif olarak ve somut gerekçelerle karşılaştırılabilmesini sağlamıştır. Ara işlem basamaklarında elde edilen motif çözümlemeleri de dikkate alındığında, bir matematiksel düşüncenin uygulanmasının desen üretme potansiyeli ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkışlarını sağlayan düşünce ya da sistematik yapı bakımından aynı kökten gelen ya da kısaca aynı düşüncenin ürünü olan desenler, doğal olarak aynı kategoriye ait olmalıdır. Bu sonuç, mozaik süsleme repertuarını oluşturan desenlerin, geometrik çözümlemeler temelinde, aynı veya farklı kökten gelme durumuna göre sınıflandırılabileceklerini ifade etmekte ve bu sınıflandırmanın gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Konsantrik (eş merkezli) çemberlerle üretilen desenler, *Décor II*'de *Kalkan Tipi Merkezî Desenler* kategorisinde yer almaktadır. Konsantrik yapılar, eş merkezli ve yarıçapları değişken çemberlerden ve çember çevresini eşit aralıklarla bölen ışınlardan oluşmaktadır. Çember çevresinin eşit aralıklara parçalanması, çember içine düzgün poligon çizme bilgisiyle ilgilidir. Bu desenler, matematiksel olarak dörtgen çerçeve içerisinde *kare ağ* ve *element desen* yaklaşımının çember çerçeve üzerine uygulamasını, kartezyen koordinat sisteminden kutupsal koordinat sistemine desen transferini temsil etmektedir.

Konsantrik çemberlerde, desenleri taşıyan hücreler kesik daire dilimi şeklindedir. Hücrenin yüksekliği ve genişliği birer boyut olarak ele alındığında, yüksekliği temsil eden boyut, çaptaki artış farkından kaynaklanırken, genişliği temsil eden boyut, hücrenin eğrisel sınırlarını belirleyen çemberlerin çevrelerinden kaynaklanmaktadır. Yarıçap unsuru belirleyici olduğundan konsantrik çemberler, yarıçapı sabit artan konsantrik çemberler ve yarıçapı artarak artan konsantrik çemberler olmak üzere iki kategoriye ayrılarak incelenmiş ve bu iki yapı arasındaki farklar analiz edilmiştir. Yarıçapı sabit artan konsantrik yapının desenlerde deformasyona yol açtığı ve süsleme organizasyonunda estetik ve perspektif yönünden kaliteyi düşürdüğü, bu problemin, yarıçapı artarak artan konsantrik yapıyla çözümlendiği gösterilmiştir.

Yarıçapı artarak artan konsantrik yapılarda çemberlerin yarıçaplarının artışı için bir kural belirlenmiş, bu kurala göre elde edilen ağ yapısı modellenmiş, ağ

hücrelerine yerleşebilecek temel süsleme formları üzerinden modelin üretebileceği süsleme repertuarı teorik olarak belirlenerek katalog karşılığı örneklerle somutlaştırılmıştır. Ortaya konan teorik model, konsantrik yapının bütün olarak yeniden üretilebilmesine olanak vermektedir. Yarıçap artış kuralının farklılaştırılmış olabileceği göz önünde bulundurulduğunda, konsantrik yapıların analitik olarak çalışılmasında belirlenen yöntem, analitik çalışmalara kapı açmaktadır.

Konsantrik çemberlerle ilgili teorik yaklaşım, kalkan tipi merkezî desenlerden bir örnekte, çember çevresinin ışınlarla bölünmesiyle bir yörüngede oluşturulan hücre sayısının süslemede kullanılan renk kombinasyonuna ait sıralı tekrarlama mantığıyla uyumlu olması bağlamında incelenmiş, mozaik sanatçısının bölünebilme kuralını gözden kaçırmasından kaynaklanan hatalı süsleme tespit edilmiştir. Bu hatalı süsleme örneği, geometrik süslemelerde üslup değerlendirmesinde aritmetik ve geometri kurallarının önemini çarpıcı şekilde göstermektedir.

Aristophanes'in, Anaksagoras'ın çemberin karelenmesi üzerine çalışmasıyla ilişkili olarak yarattığı *Kuşlar (The Birds)* isimli komedyasında betimlenen tasarım[1074] ve daha sonraki zamanlarda astronomiyle ilgili olarak konsantrik küre ve yörünge çalışmalarının iki boyuttaki karşılıkları, mozaik döşemelerde çemberi merkezinden dört dik açıyla bölen tasarımların ve konsantrik çember tasarımlarının olası kaynakları olabileceği düşünülmektedir.

Platon tarafından ortaya konan *Devlet* adlı eserin yedinci kitabında, iki boyuttan sonra yapılacak şeyin üç boyutu çalışmak olduğu belirtilmekte, iki boyuta üçüncü bir boyut eklenmesine, küpün boyutlarının ve derinliğe sahip olan şeylerin çalışılmasına ve incelenmesine karar verilmektedir.[1075] Platon, *Timaeus* diyaloğunda, ideal olarak soyut ve şekilsiz durumda bulunan dört temel elementi ve evreni somutlaştırıp maddi varlık olarak yaratma konusunu ele alır ve bunlar için birer ideal form belirler. Belirlemelere göre düzgün dört yüzlü (tetrahedron) ateşi, düzgün sekiz yüzlü (oktahedron) havayı, düzgün yirmi yüzlü (ikosihedron) suyu, düzgün altı yüzlü (heksahedron, küp) toprağı ve son olarak düzgün on iki yüzlü (dodekahedron) bir bütün olarak evreni temsil edecektir.[1076]

[1074] Aristophanes, **Birds**, p. 1005-1010: Whitney J. Oates ve Jr. Eugene O'Neill (Ed.), **The Complete Greek Drama**, Cilt: 2, Random House, New York, 1938.
[1075] Plato, Republic, VII. 525 a-529 e.
[1076] Platon, Timaeus, 31 b 4-32 c 4, 53 b 5-6, 55 c 4-6.

Pythagoras ve Pythagorasçılar ile ilgisi tartışmalı olmakla birlikte, beş katı cisimle ilgili en erken otorite, bu diyalog sebebiyle Platon'dur.[1077] Beş *düzgün katı* yerine *Platonik katılar* adlandırması da kullanılmaktadır. Matematik tarihi literatüründe *üç boyutlu geometrik form* şeklinde bir adlandırma yerine *katı* kelimesinin tercih edilmesinde de bu diyalog açıklayıcı durumdadır.

Platonik katıların mozaik sanatına yansıması bağlamında küp formları incelenmiştir. İskenderiyeli Pappus, Luca Pacioli ve Johannes Kepler'in katılarla ilgili çizimleri karşılaştırılmıştır. Düzlemde küp tasvirine olanak veren en sade ve en kullanışlı çizimlerin Pacioli ve Kepler tarafından kullanılan altıgen içinde küp formları olduğu sonucuna ulaşılmıştır. *Décor II*'de, *küp (üç eşkenar dörtgen altıgeni)* olarak tanımlanan formun Pacioli'nin altıgen içinde küp grafiğine karşılık geldiği, *altı eşkenar dörtgen yıldız* olarak tanımlanan formun ise Kepler'in küp modeline karşılık geldiği ve bu formun matematiksel olarak altı değil on iki dilimden oluştuğu tespit edilmiştir. Bu tespitler, mozaik yüzeylerde altıgen formlar ve küp yapımı arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır.

Pacioli ve Kepler formları, ideal kullanım durumunda, mozaik yüzeyin düzgün altıgen ağ hücrelerine parçalanmasını gerektirmektedir. Yüzeyin kare hücrelere parçalanması kolay uygulama iken düzgün altıgen hücrelere parçalanma oldukça güçtür. Doğal olarak beklenen şey, altıgen hücre yerine kare hücre kullanımına yani altıgen hücre içinde küp yerine kare hücre içinde küp formunun kullanılmasıdır. Bu çerçevede, altıgen içinde küp formunun kare ağ yapısında kullanılmasını sağlayan dejenere formlar elde edilmiştir. Bu dejenere formlar, altıgen ağ yapısının kurallı olarak bozulmasını ve küp yerine prizma formlarının betimlenmesini açıklamaktadır.

Küp formu örneği üzerinden, mozaik sanatçılarının kolay uygulanabilir formlara duydukları ihtiyacın, ideal formlar yerine dejenere formları teşvik ettiği, *altı eşkenar dörtgen yıldız* formunun küp üreteci olarak kullanılmasına, *sekiz eşkenar dörtgen yıldız* formunun da prizma üreteci olarak kullanılmasına yol açtığı gösterilmiş, dejenere kullanım şekline bağlı olarak varyant motiflerin yapısı çözümlenmiştir.

Platonik katılar, tüm yüzeylerin aynı poligondan yapılması bakımından *düzgün* olan ve uzayı doldurmak üzere yan yana getirildiklerinde arada boşluk bırakmayan katılar olarak düşünülmektedir. Arkhimedes, tekrarlı kullanımda aralarda boşluk

[1077] Heath, History I, s. 158.

kalmaması şartını ve tüm yüzeylerin aynı poligondan yapılması kısıtını kaldırarak 13 yarı düzgün katı inşa etmiştir. Arkhimedes'in yarı düzgün katılarından *Rhombici cuboktaedron* ve *Rhomb icosidodecaedron*'un kombine kullanımı, *Décor II*'de, *çember içinde ve altıgen etrafında merkezîleştirilmiş model* olarak ele alınan karmaşık geometrik süslemelerden Brescello'dan (İtalya) bir mozaik döşeme üzerinde teşhis edilmiş süsleme varyantları analiz edilmiştir.

Katıların mozaik sanatında karşılık bulduklarını gösteren bu örnekler, matematik bilgisinin mozaik sanatına yansımasında, yansımanın çapını ve derinliğini göstermekle birlikte matematiksel düşüncenin, döşemelerin planlama ve inşa süreçlerine etkisine de ışık tutmaktadır.

Khioslu Hippokrates, Ay'ın hilâlleri ve hilâllerin alanları (lunar alanları) üzerine çalışmalar yapmıştır. Çemberin karelenmesi probleminin uzantısı olarak ortaya çıktığı düşünülen ve çember yayları arasında kalan alanları hesaplamayı amaç edinen bu çalışmalar, eğrilerle sınırlanan alanların hesaplanmasının erken örneğini teşkil etmektedir. Lunar alan hesabıyla ilgili olarak kökleri MÖ 5. yüzyıla uzanan ve Khioslu Hippokrates'e atfedilen ispat grafiği, mevcut haliyle, çeyrek çember üzerinden bir betimleme sunmaktadır. Grafik bütün bir çembere genişletildiğinde ortaya çıkan *lunar dört yaprak* motifi, *Décor II*'de *dört iğ yaprak (quatrefoil)* olarak tanımlanan forma karşılık gelmektedir. Bu motif elemet desen olarak ele alınıp yatay ya da düşey eksende tekrarlı olarak kullanıldığında, *Décor II*'de *dört iğ çemberi (circle of four spindles)* olarak tanımlanan deseni ortaya çıkarmaktadır. *Lunar alanları* problemiyle ilgili olarak Aphrodisiaslı Aleksander tarafından aktarılan, yarım çember içerisine çizilmiş yarım altıgenden oluşan geometrik yapı bütüne tamamlandığında, elde edilen desen, konkav trapezoid (concave trapezoid), konkav altıgen (concave hexagon), altı lunar çemberi (circle of six spindles) ve *lunar üç yaprak* (trefoil) motiflerini açıklamaktadır. [1078]

Pappus, MS 320 dolaylarına atfedilen *Synagoge* adlı çalışmasında, çember içine yedi tane özdeş altıgen çizme problemini ele almıştır. Çemberin merkezinde bir altıgen ve bu altıgenin etrafında, birer kenarı merkezî altıgenin kenarıyla aynı olan ve köşeleriyle çembere dokunan altı altıgenden oluşan çizimi bu problemle ilgili olarak

[1078] Balmelle ve diğerleri, Décor II, *quatrefoil* için bkz. s. 42, *circle of four spindle* için bkz. s. 38; *concave trpezoid, concave hexagon, circle of six spindles* için bkz.: s. 36; *trefoil* için bkz.: s. 42.

ortaya koymuştur. *Décor II*'de, "çember içinde ve altıgen etrafında 6 bitişik altıgen ve 6 kesik altıgen (konkav tabanlı üçgenler olarak) çevre üzerinde …" şeklinde tanımlanan ve Gaul bölgesinin yanı sıra Tunus bölgesinden örnekleri bulunan bu süsleme,[1079] Pappus'un altıgenlerine karşılık gelmektedir.

Khioslu Hippokrates ve İskenderiyeli Pappus'un çalışmalarıyla ilgili bu örnekler, Antik Dönem'de matematiksel teori ya da ispat grafiklerin desen üretme potansiyelini ortaya koymakla birlikte, bir problemi ya da çözümünü temsil eden grafiklerin doğrudan doğruya süsleme olarak kullanılabildiğini göstermektedir.

Metropolis Antik Kenti'nden Resepsiyon Salonu mozaikleri, ağ ve element desen yaklaşımının uygulama örneği olarak çalışılmıştır. Mask Mozaiği olarak bilinen Orta Panel, karmaşık geometrik desenlerle bezelidir. Mask Mozaiği, tüm yüzeyi kaplayan karmaşık geometrik yüzey süslemesini temsil etmektedir. Doğu paneli ise geometrik bordür süslemeleriyle çevrelenen altı portreden oluşmaktadır ve geometrik bordür süslemeleriyle kısmî geometrik bir yapıya karşılık gelmektedir. Mask mozaiğinin ağ yapısı, satırlarında ve sütunlarında karesel hücreler bulunan, iki satır ve dört sütundan oluşan bir matris olarak ele alınmıştır. Elde edilen geometrik modele göre matrisi oluşturan kare hücrelerde element desen olarak kesişen kareler bulunmaktadır. Element desenin ağ yapısında tekrarlı kullanımının karmaşık bir süslemeyle sonuçlandığı ve panelde figürlere ayrılan alanlara doğal olarak yol açtığı gösterilmiştir. Mask Mozaiği'nin element deseni olan kesişen karelerin Pythagoras Teoremi'nin bir ispatında kullanılan şema ile bağlantısı, izleyicide üç boyut etkisi ve görsel yanılsama etkisine yol açan organizasyon ve renklendirme operasyonları değerlendirilmiştir. Döşemede ve döşemedeki geometrik desenler üzerinde yapılan ölçümler panelin geometrik modeliyle karşılaştırılmış, geometrik model ve gerçekleşen döşeme arasındaki ölçü farkları üzerinden panelde işçilikten kaynaklanan deformasyon hesaplanmıştır. Bu hesaplamaya dayalı olarak döşemenin ağ yapısı dâhilinde ağ bölümlerinin inşa süreci tahmin edilmiştir.

Mask Mozaiği, geometrik süslemelerin yanı sıra bitkisel motifler taşımaktadır. Karmaşık geometrik süslemeler arasında oluşan boşluklarda tekrarlanan *üçlü yaprak* motifi çözümlenmiş, *rozet* olarak bilinen *düzgün altı yaprak* motifinden *üçlü yaprak* motifine geçişin geometrik dokusu analiz edilerek *rozet* motifinden *üçlü yaprak*

[1079] Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 239, lev. 415, a, b, c, d.

motifinin nasıl türetildiği gösterilmiştir. *Üçlü yaprak* motifinin geometrik modeliyle gerçek motif karşılaştırılarak geometrik modelin, motifin renklendirilmesinde, ışık-gölge geçişlerinin belirlenmesinde ve tessera hatlarının döşenmesinde kılavuz olarak kullanıldığı anlaşılmıştır. Bu çözümleme, bitkisel motif olarak düşünülen *üçlü yaprak* motifinin esasen geometrik bir tasarımın ürünü olduğunu göstermekte, bitkisel motiflerin geometrik analizine model oluşturmaktadır.

Orta Panel, panel merkezinde portreler ve bu portreleri kuşatan geometrik bordür süslemelerini içermektedir. Bordür süslemesinin ağ yapısı çözümlenmiş, ağ yapısında tekrarlanan element desenin Khioslu Hippokrates'in lunar alanları hesabıyla ilgili ispat diyagramından kaynaklanan *dört lunar yaprak* motifi olduğu gösterilmiştir. Bu çözümleme, geometrik bordür süslemesi içeren figürlü mozaiklerin de ağ ve element desen yaklaşımıyla çözümlenebileceğini, figürlere ayrılan alanların ağ yapısı içerisinde anlamlı olabileceğini göstermektedir. Resepsiyon Salonu mozaikleri için elde edilen geometrik modeller, döşemelerin korunmamış bölümlerinin konservasyon çalışmalarında referans olarak kullanılabilecek bir altlık sağlamakta, analitik restorasyon uygulamaları için örnek teşkil etmektedir.

Analizlerin portrelere genişletilmesi ve portreler üzerinde çalışma olanaklarının belirlenmesi bağlamında Zeugma Antik Kenti'nin sembolü olan Çingene Kızı'nın bakışları incelenmiştir. Bu inceleme, figüre karakterini kazandıran yüz ve alın sınırlarının, kaşların, göz kapaklarının, göz çevresi hatlarının ve retina hatlarının ve figürün duruşunu düzenleyen perspektif kurallarının çözümlenebileceğini göstermektedir.

Matematik ve mozaik sanatı ilişkisinin incelenmesi kapsamında yapılan teorik incelemeler, çözümlemeler ve uygulama çalışmalarında elde edilen bulgulardan, mozaik eserlerde görülen geometrik süsleme repertuarının, matematik problemlerinden, ispatlarda kullanılan şemalardan ve orijinal matematiksel düşüncelerden beslendiği, mitolojik figürlerin ve öykülerinin mozaik sanatında betimlenen birer figürlü sahne haline gelmesine benzer olarak matematiğin ünlü problemlerinin, ispatlarda kullanılan diyagramların, sıra dışı matematiksel düşünceleri temsil eden formların geometrik mozaiklerde süslemelere dönüştüğü, bu süslemelere yol açtığı ya da onlara ilham verdiği anlaşılmaktadır.

MS 1. yüzyıl ile MS 6. yüzyıl arasında geometrik süsleme repertuarı sunan *Décor* kataloğunda düzgün beşgen ve düzgün yedigen formlarının yer almayışı, geometrik süsleme repertuarında üçgen, kare, altıgen ve sekizgen gibi poligonların yoğun olarak tüketilen formlar olmalarına karşılık düzgün beşgen ve düzgün yedigen formlarının aynı ilgiyi görmediğini göstermektedir. Teorik olarak inşası mümkün ancak pratik olarak inşası güç olan bu formlar, matematik bilgisinin mozaik sanatına yansımasında formların doğasından kaynaklanan güçlüklerin sınırlayıcı etkisini açıklamaktadır. Düzgün ve yarı düzgün katılardan, bileşiminde düzgün beşgen barındıranların mozaik yüzeylere yansıyamaması, katıları taklit eden kombine kullanımların ve dejenere formlar gibi inşası kolay formların tüketilmesi de bu güçlüklerin sonucu olarak görülmektedir.

Geometrik formların süsleme yaratacak şekilde organize edilmesi temel geometri bilgisi gerektirirken, süsleme planının döşeme yüzeyine transfer edilmesi ve inşa süreçlerindeki deformasyon unsuru, plana ve dolayısıyla organizasyonun geometrik dokusuna sadakatle bağlılık gerektirmektedir. Bu gereklilik, geometrik mozaiklerin tasarım sorumluluğunu üstlenen mozaik sanatçılarını geometri bilgisine sahip kişilere dönüştürmektedir. Matematiğin yazılı kaynaklarında yer alan grafiklerin mozaik sanatına yansımasını gösteren örnekler, matematiğin günümüze ulaşan yazılı kaynaklarının eksik ve yetersiz kalması karşısında geometrik mozaiklerin, matematik bilgisini taşıyan eserler olarak görülmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Merkezî süsleme çözümlemeleri, geometrik süslemenin bordürlere ya da döşeme yüzeyine yayılması durumunda ağ ve element desen yaklaşımı üzerinden yapılan çalışmalar, konservasyon çalışmalarında referans alınabilecek ve bu çalışmalarda altlık olarak kullanılabilecek geometrik modelleme yaklaşımını ortaya koymaktadır. Geometrik yaklaşım, geometrik mozaiklerde planlama ile gerçeklik arasındaki bağlantının deformasyon hesabıyla değerlendirilebilmesini, bütünlüğü zarar gören mozaik eserlerde süslemenin ya da süsleme bütününün yeniden elde edilmesini ya da yeniden üretilmesini (reintegrasyon) olanaklı hale getirmekte, analitik restorasyon yöntemini ön plana çıkarmaktadır.

Matematik ve Heykel Sanatı İlişkisi

Tez çalışmasının heykel sanatına ayrılan bölümü; Antik Dönem yazarlarından ve literatürden kaynaklanan bilgi ve bulgular ışığında, Yunan heykel sanatının kanon probleminin çözülmesi hedefine odaklanarak Arkaik Dönem heykel sanatının matematikle ilişkisini, Arkaik Dönem heykel sanatında kullanılan orantı sistemi repertuarının bir kesitini analitik olarak çözümlemeye ayrılmıştır.

Antik Dönem yazarlarından günümüze ulaşan anekdotlar içerisinde heykel sanatıyla ilgili olan ya da Antik Dönem'in ünlü heykeltıraşlarına gönderme yapan az sayıda fragman, ölümsüz heykeltıraşların simetri, orantı ve estetik kavramlarını eserlerinde somutlaştırmalarına vurgu yapmaktadır. Fragmanlardan hareketle, Argoslu Polykleitos'un, heykelin gövdesini şekillendiren artistik çizgiler ve oranlar konusunda *Kanon* olarak bilinen bir kitap yazdığı ve *Doryphoros* olarak adlandırılan heykeliyle prensiplerini ortaya koyduğu kabul edilmektedir. *Kanon*, kayıp kitaptır ve içeriği merak konusudur.

Heykel sanatında kullanılan oranlar konusunda Vitruvius tarafından aktarılan bilgiler; yüz, el, baş, *göğüs üzeri, göğüs ortası*, ayak, ön kol, göğüs genişliği, göbek çukuru, kollar ve boy uzunluğu arasındaki oranlara ilişkin kuralları listelemektedir.[1080] Önermelere dönüştürüldüğünde, listede 13 kural yer almaktadır. Bu kurallar içerisinde, testis altı hizasının konumu, heykelde omuz, bel ve femur genişlikleri ve diz bölgesi konusunda herhangi bir bilgi yer almamaktadır. Diğer taraftan Vitruvius'un orantı tariflerinde referans alınan *saç dipleri*, *göğüs üzeri* ve *göğüs ortası* noktalarının konumları belirsizdir. Leonardo da Vinci[1081] Vitruvius tarafından verilen kuralları bazen aynen, bazen değiştirerek, bazen de yeni kurallar ekleyerek ele almıştır.

Vitruvius oranları, heykel üzerindeki doğrusal oranları öne çıkarırken, Polykleitos'un *Kanon*'u ile ilgili bilinenler, artistik çizgileri de inceleme konusu haline getirmektedir. Tez çalışmasının heykel sanatı ve matematik ilişkisine ayrılan bölümünde, bir bütün olarak Yunan heykel sanatının standart prensiplerini temsil eden kayıp kitap *Kanon*'un içeriğine yönelik bir kavrayış geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu

[1080] Vitruvius, Ten Books, III. 1.
[1081] J. P. Richter (Ed.), Leonardo da Vinci, s. 343, lev. XVIII.

amaca yönelik olarak Vitruvius oranları ve heykellerin gövdesini şekillendiren artistik çizgiler analitik olarak incelenmiştir.

Bu çalışmanın orijinal yönü, heykellerde orantı incelemeleri için sistematik ve analitik bir yöntem belirlemesi, Vitruvius'un orantı kuralları içerisinde yer almayan kuralları açığa çıkarması, orantı tariflerinde belirsiz kalan ifadelerin netleştirmesi, artistik çizgilerle doğrusal oranlar arasında bağ kurmasıdır.

Heykel sanatında orantı kavramı ve orantı sistemi tartışmalarında öne çıkan ve temel oranların oluşturulmasında kullanılan ilk uzunluk heykelin boyudur. Heykelin boyu, düşeyde en büyük uzunluktur ve bu uzunluğun ortası, heykelin düşeyde orta noktası olarak düşünülse de üzerinde uzlaşılmış bir orta nokta tanımı bulunmamaktadır. Heykellerin analitik incelemesinde, "Heykelin düşeyde orta noktası veya teorik orta noktası testis altıdır." önermesi bir hipotez olarak ele alınmıştır. Çalışmaların başlangıcında, heykeller için koordinat sistemi tanımlamada bir orijin noktasına ihtiyaç duyulması üzerine ortaya çıkan bu varsayımın, çalışma kapsamında sekiz heykel ve bir tamamlanmamış yontunun analizinde tutarlılığı görülmüştür.

Heykellerde boy uzunluğu, ayak tabanıyla başın tepesi arasındaki uzaklık iken testis altı hizasının teorik orta nokta olarak ele alınmasının sonucu olarak testis altından başın tepesine kadar olan uzaklığın iki katı, heykelin teorik boy uzunluğuna karşılık gelmektedir. Dolayısıyla heykelin boy uzunluğu, planlamanın bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Planlama, teorik boy uzunluğu üzerinden gerçekleştirilmektedir. Testis altı hizasından başın tepesine kadar olan uzunluk korunurken ayak tabanından testis altına kadar olan kısımda kısaltma yapılabildiği, bu nedenle heykelin boyu ile teorik boyunun eşit olmasının bir zorunluluk olmadığı gösterilmiştir. Testis altı hizası için *orta nokta veya teorik orta nokta* deyiminin kullanılması, boy ile teorik boyun eşit olma zorunluluğu ortadan kaldırılmakla birlikte, boy ile teorik boyun birbirine oldukça yaklaşık olması ya da eşit olması seçeneklerine izin vermektedir.

Heykellerin orantı düzeni, Mısır sanatında kullanılan kareleme sistemi referans alınarak frontal görünümde heykelin yüksekliğini yükseklik ve genişliğini genişlik kabul eden düzlemin özdeş kare hücrelere bölünmesi şeklinde bir yapı içerisinde düşünülmektedir. Kare hücrenin ölçüsü, sistemin modülü olarak düşünülmektedir. *Modül* olarak ayak uzunluğu ve baş uzunluğu gibi iki temel uzunluk tartışılagelmiştir.

Vitruvius'a göre ayak uzunluğu, boy uzunluğunun altıda biridir. Leonardo da Vinci'ye göre "Ayak, insanın yedide biridir.".[1082] Ayak boyu, boy ve teorik boy arasındaki ilişkiler, incelenen heykeller içerisinde ayakları korunan dört heykelde araştırılmıştır.

Ayak uzunluğunun boy uzunluğuna oranı için, incelenen heykellerden en erken örnek olan *Sunion Kouros*, 1/7 oranıyla açılışı yapmaktadır. *Anavysos Kouros,* ayak uzunluğu oranı konusunda *Sunion Kouros*'u takip ederek 1/7 oranını vermektedir. Kouros 3686, boy uzunluğu üzerinden 1/6 oranını verirken teorik boy uzunluğu üzerinden 1/7 oranını vermektedir. Kouros 19 ise 1/6 oranıyla ayrılmaktadır.

Bulgular, ayak ve boy arasındaki ilişki konusunda Leonardo da Vinci tarafından ileri sürülen 1/7 oranını *Sunion Kouros* üzerinden Erken Arkaik Dönem'e atfetmektedir. *Anavysos Kouros*, bu oranın daha sonra kullanılmaya devam ettiğini gösterirken, Kouros 3686 orantı repertuarında çeşitlenmeyi işaret etmektedir. Ayak uzunluğunun boy uzunluğuna oranını 1/6 olarak gerçekleyen Kouros 19, heykel sanatında kullanılan oranlar konusunda Vitruvius'a ulaşan bilginin Arkaik Dönem'e uzanan kadim bir bilgi olduğunu belgelemektedir. Bu dört heykel, ayak uzunluğunun, boy ya da teorik boy ile orantılı olduğunu ve dolayısıyla heykelin kareleme sisteminde modül karelere uygunluğunu göstermektedir.

Modül adayı olan ikinci uzunluk, çene altından başın tepesine kadar olan baş uzunluğudur. Vitruvius ve Leonardo da Vinci, çene altından başın tepesine kadar boyun sekizde biri olduğu konusunda aynı görüştedir.[1083] İncelenen heykellerde baş için ifade edilen oranların kesir değerleri değişiklik gösterse de heykellerin 2 modül kare genişliğinde ve 6, 7, 8 ya da 9 modül kare yüksekliğinde olan düzlemlerde kareleme yöntemiyle planlanışları dikkate alındığında, baş için 1 modül kare tahsis edilmesi kadar yalın bir açıklamaya ulaşılmaktadır.

Çözümlemeler, başın orantı düzeniyle ilişkisinde, boy uzunluğu üzerinden orantı kurmanın her zaman anlamlı olmadığını, aritmetik olarak doğru görünen oranların geometrik karşılıkları olmaksızın anlamlı olamayacaklarını ve geometrik karşılığı olmayan oranların herhangi bir açıklama sağlamadıklarını göstermektedir.

[1082] Vitruvius, Ten Books, III. 1.
[1083] J. P. Richter (Ed.), Leonardo da Vinci, s. 343, lev. XVIII.

Kareleme yönteminde oranların geometrik karşılığı vardır. Örneğin başın boy ya da teorik boy uzunluğuna oranını gösteren kesirde pay başın kapladığı kare sayısına, payda ise heykelin boyunun ya da teorik boyunun kapladığı kare sayısına karşılık gelmektedir. Kesir yaklaşık değerlere yuvarlanırsa tasarım süreçlerini açıklayan modifiye operasyonları gözden kaçırılabilir. Bu nedenle oranlar, geometrik çözümleme yapılmadan, anlamsız ya da karmaşık oldukları düşüncesiyle, yaklaşık değerlere sadeleştirilmemelidir. Yapılan çalışmalar boyunca ağırlığını ortaya koyan ve çözümlemelere ciddi katkılar sağlayan ve ileri araştırmalara katkı sağlayacak kritik değere sahip sonuç budur.

Vitruvius, başın boy uzunluğuna orantılı olduğu gibi yüzün de boy uzunluğuna orantılı olduğunu ifade etmektedir. Vitruvius'a göre: "... yüzün, çeneden alın üstüne ve *saçların en dipteki köklerin*e kadar, boy uzunluğunun onda biri olması öngörülmüştür. ..."[1084] Leonardo da Vinci de bu kuralı ileri sürer.[1085]

Yüzün boy uzunluğuna oranı *Sunion Kouros* için 1/9, *Anavysos Kouros* (Kouros 3851) için 1/10, Kouros 3686 için 1/10 ve Kouros 19 için 1/8 değerlerini göstermektedir. Ekstremite eksikliği sebebiyle boy uzunluğu bilinmeyen diğer heykeller ve tamamlanmamış yontu için teorik boy uzunluğu üzerinden işlem yapılmıştır. Yüzün teorik boy uzunluğuna oranı, Klaros heykellerini (Kouros 1/20/95, Kouros 1/21/03 ve Kouros 3504) 3/32 oranı etrafında birleştirirken, Yontu 1/27/93 ile Kouros 4890 arasında 4/43 oranı üzerinden benzerlik kurmaktadır. Teorik boy uzunluğundan boy uzunluğuna geçişte bir kısaltma yapılmış olması seçeneği de mümkün olduğundan, yüzün boy uzunluğuna oranı konusunda 1/10 ya da 1/11 seçenekleri söz konusudur.

Yüzün boy uzunluğuna oranıyla ilgili oranları yüzün kendi içindeki oranlar izlemektedir. Yüz, çene altından buruna, oradan kaşlara ve oradan da alında saçların başladığı hatta kadar üç referans hat olarak düşünülmektedir ve bu hatlar arasında kalan kısımlar Vitruvius'a ve Leonardo da Vinci'ye göre yüzün üçte biridir.[1086] Başı mevcut olan Kouros 19, Kouros 3686 ve *Anavysos Kouros* için bu bilgiler doğruluk gösterirken, Kouros 4890 için yüzün kendi içinde dört kısma ayrılmasının daha uygun

[1084] Vitruvius, Ten Books, III. 1.
[1085] J. P. Richter (Ed.), Leonardo da Vinci, s. 343, lev. XVIII.
[1086] J. P. Richter (Ed.), Leonardo da Vinci, s. 343, lev. XVIII.

olduğu, *Sunion Kouros* için yüzün kendi içinde oranlarının kurgulanmasında kaşların arası yerine gözün köşesinin daha uygun bir seviye olduğu anlaşılmıştır.

Vitruvius, heykelde genişlikler konusunda çok az bilgi vermektedir. Vitruvius'a göre: "Göğüs genişliği boy uzunluğunun dörtte biridir."[1087] Göğüs genişliği, heykellerde boy veya teorik boy uzunluklarının dörtte biriyle karşılaştırılmıştır. Bu önerme incelenen heykeller içerisinde yalnızca Kouros 19 için doğrudur, diğer heykeller için geçersizdir. Diğer heykellerde göğüs genişliği ile boy ya da teorik boy arasındaki oran konusunda 1/5 değeri ön plana çıkmaktadır. Bu aykırılık Kouros 19'u, göğüs genişliği oranı bakımından diğerlerinden sert bir şekilde ayırt etmektedir.

Vitruvius omuz, bel ve femur genişlikleri konusunda bilgi vermemektedir. Yapılan çalışmalar omuz, bel ve femur genişliklerinin boy ya da teorik boy uzunluğuna orantılı olduğunu ortaya çıkarmıştır. İncelenen heykeller frontal düzlemde 2 kare genişliğinde ve 6, 7 veya 8 modül kare yüksekliğinde karelere bölündüğünde, omuz genişliğine iki kare ayrılarak omuz genişliğinin planlama çerçevesinin genişliğine eşitlendiği, bel genişliğine bir kare ayrılarak çerçeve genişliğinin yarısına eşitlendiği belirlenmiştir. Femur genişliğinin boy ya da teorik boy uzunluğuna oranı konusunda elde edilen değerler ise 1/5 civarına yığılmaktadır.

Diz bölgesi ve dizlerin konumu da Vitruvius tarafından değinilmeyen bir konudur. Leonardo da Vinci'nin "Ayak tabanından diz altına kadar insanın dörtte biridir."[1088] şeklindeki ifadesi, incelenen heykeller içerisinde, *Sunion Kouros*'tan *Anavysos Kouros*'un temsil ettiği değişim öncesine ait heykeller için geçersiz kalmakta, *Anavysos Kouros*'un temsil ettiği değişim çizgisini izleyen heykeller için karşılık bulmaktadır.

Diz bölgesini düzenleyen oranlar konusunda elde edilen bulgular, bir heykelde diz bölgesinin diz üstü, diz kapağı ve diz altı olmak üzere üç referans hat ile tanımlı olduğunu, diz bölgesinin boy ya da teorik boy uzunluğuyla ilişkisini ifade eden oranın 2/7 olduğunu göstermektedir. *Sunion Kouros*'ta diz altını düzenleyen 2/7 oranı, *Anavysos Kouros*'ta diz kapağını belirler duruma gelmektedir. Bu değişiklik, torso sabit kalırken bacak boyunun kısaltılmasını gerektirmektedir. Bu durumun bir diğer

[1087] Vitruvius, Ten Books, III. 1.
[1088] J. P. Richter (Ed.), Leonardo da Vinci, s. 343, lev. XVIII.

sonucu, teorik orta nokta sabit kalırken gerçek orta noktanın, kısaltma miktarının yarısı kadar yukarı kaymasıdır. Heykellerin kronolojisi dikkate alındığında, diz bölgesine ilişkin kuralların, Yunan heykel sanatında anıtsal heykellerin erken döneminden itibaren var olduğu, zaman içerisinde değişikliklere uğradığı anlaşılmaktadır. Diz bölgesini düzenleyen 2/7 oranı, Mısır sanatında kullanılan 21 kare sistemiyle *Sunion Kouros* arasında bağ kurarken, diz bölgesini düzenleyen kuralların karşılıklı ve sistematik ilgisi, *Anavysos Kouros* ve Klaros'tan Kouros 1/21/03 arasında bağ kurulmasını sağlamaktadır.

Omuz, bel, femur ve diz bölgesini düzenleyen kuralları açıklayan bu bulgular, Arkaik Dönem heykel sanatındaki orantıların, 13 kuralla sınırlandırılamayacağını, Vitruvius tarafından aktarılan kurallardan daha fazla orantı kuralı olduğunu göstermektedir.

Vitruvius'a göre "… *göğüs üzeri*nden boyun ve omuzlardan saç diplerine kadar altıda bir, *göğüs ortası*ndan başın tepesine kadar da dörtte bir oranındadır. …"[1089] Bu aktarımda *göğüs üzeri*, boyun ve omuzlarla ilişkilendirilen, ancak isabet edeceği konumu açıkça ele vermeyen belirsiz bir ifadedir. *Saç dipleri* ifadesi yoruma açıktır. *Göğüs ortası* da konumu belirli olmayan bir noktadır.

Leonardo da Vinci, "… *göğüs üstü*nden başın tepesine kadar insanın altıda biri olacaktır. *Göğüs üstü*nden *saç kökleri*ne kadar insanın yedide biri olacaktır. Göğüs uçlarından başın tepesine kadar insanın dörtte biri olacaktır. *Göğüs üstü*nden başın tepesine kadar insanın altıda biri olacaktır. …" şeklinde kurallar vermektedir.[1090] Da Vinci, *saç dipleri* yerine *başın tepesi* ifadesi kullanırken 1/6 oranını kurmaktadır ve *Vitruvius Adamı* çiziminde *göğüs üzeri* noktasının göğsün üst tarafında kısa bir doğrusal hatla ilişkilendirerek belirginleştirmiştir. Da Vinci, "*Göğüs üstü*nden *saç kökleri*ne kadar insanın yedide biri olacaktır." cümlesiyle Vitruvius'un *göğüs üstü* noktasının konumuyla ilgili olarak aktardığı kuralı değiştirmektedir. *Saç kökleri* ifadesinin de *alın-saç ayrımı* hizasına karşılık geldiği anlaşılmaktadır.

Yapılan analizlerde, *göğüs üzeri* ifadesinin, köprücük kemiklerinin (klavikula) göğüs kafesinin üst tarafında, aralarında bir çukur bırakarak karşı karşıya geldikleri ve boğazın başladığı yerde oluşturdukları çukur ya da çentik durumunda olan

[1089] Vitruvius, Ten Books, III. 1.
[1090] J. P. Richter (Ed.), Leonardo da Vinci, s. 343, lev. XVIII.

suprasternal notch noktasına karşılık geldiği, *saç dipleri* ifadesinin *başın tepesi* olarak ele alınması gerektiği tespit edilmiştir.

Göğüs üstü veya *göğüs üzeri* noktasının boy uzunluğuna oranı *Sunion Kouros* için 1/6'dır. Kouros 19, göğüs bölgesindeki örtü süslemesi nedeniyle değerlendirme dışı bırakılmıştır. İncelenen diğer heykellerde *göğüs üstü* noktasından başın tepesine kadar olan uzaklık, teorik boy uzunluğunun 1/6'sıdır. Bu tespitlere göre, *göğüs üzeri* noktasının konumu, testis altı noktasının teorik orta nokta seçilmesi ve teorik boy uzunluğunun tanımıyla tutarlıdır.

Göğüs üzeri noktasının konumu, Leonardo da Vinci'nin orantı kuralları içerisinde, Vitruvius'a göre daha doğru ifade edilmiş ve çizim ile görsel olarak desteklenmiş olmakla birlikte, Da Vinci'nin, *teorik boy uzunluğu* yerine boy uzunluğunu kullandığı, boy ve teorik boy arasındaki farkın sonucu olarak, teorik orta nokta olan testis altı noktası yerine, bu noktayı biraz daha yukarı kaydırarak "İnsanın orta noktası genitallerin başlangıcıdır." sonucuna ulaştığı anlaşılmaktadır. Da Vinci'nin *teorik boy* kavramını kendisine ulaşan kaynaklardan öğrenmiş olması ya da yazılı kaynaklardan öğrenmeyip kendi dehasıyla bu kavramın farkına varmış olması ve bu kavramı bilinçli olarak terk etmiş olması da olasılıklar dâhilindedir. Bu olasılık, çizimin adının *Vitruvius Adamı* olmasına karşılık Vitruvius'un orantı kuralları dışında kurallar vermesiyle tutarlıdır.

İncelenen heykellerin kronolojisi, *göğüs üzeri* noktasının, heykellerin orantı sisteminde, Arkaik Dönem heykel sanatının erken dönemlerinden itibaren bilinen, boy ya da teorik boy ile 1/6 oranını koruyan ve bu nedenlerle referans noktalar içerisinde kritik değere sahip bir nokta olduğunu göstermektedir.

Vitruvius'un orantı tariflerinde yer alan ve belirsiz durumda bulunan bir başka nokta, *göğüs ortası* noktasıdır. "*Göğüs ortası*ndan başın tepesine kadar, boy uzunluğunun dörtte biridir." şeklinde kural ileri sürülmektedir.[1091] *Göğüs ortası* ifadesiyle tarif edilen noktasının insan anatomisindeki karşılığı belirli değildir. Leonardo da Vinci ise "…Göğüs uçlarından başın tepesine kadar insanın dörtte biri olacaktır…"[1092] sözleriyle *göğüs ortası* noktasını *göğüs uçları* ile değiştirmektedir.

[1091] Vitruvius, Ten Books, III. 1.
[1092] J. P. Richter (Ed.), Leonardo da Vinci, s. 343, lev. XVIII.

Vitruvius Adamı çiziminde göğüs uçlarını birleştiren kısa bir doğrusal hat, kuralın insan anatomisindeki karşılığını vermektedir.

İnsan anatomisinde göğüs bölgesi, önde, yukarıda *göğüs üstü* noktasından aşağıya orta hattı oluşturan sternum kemik yapısı boyunca kavisli bir yapıda ilerleyerek karın üst bölgesinde önce bir çukur oluşturup bu çukuru bitiren bir çıkıntı (xiphoid çıkıntı) ile sona ermektedir. Analizlerde *göğüs ortası* noktasının, *xiphoid çıkıntı* ile göğüs uçlarını birleştiren hiza arasında bir noktaya karşılık geldiği tespit edilmiştir. Noktanın konumu, Vitruvius Adamı'nda göğüs uçlarını birleştiren hat ile örtüşmektedir. Bu tespit, kesin bir nokta tarifi ortaya koyamamakla birlikte, noktayı dar bir aralığa hapsedip belirsizliği azaltarak katkı sağlamaktadır.

Kouros 19 için *göğüs ortası* noktasının konumu gövde üzerindeki örtü organizasyonu sebebiyle değerlendirilememiştir. *Göğüs ortası* ile başın tepesi arasındaki uzaklık, *Sunion Kouros* için boy uzunluğunun 1/4'ü kadar iken incelenen diğer eserlerde teorik boy uzunluğunun 1/4'ü kadardır.

Göğüs ortası noktasının, heykel sanatının erken döneminde boy uzunluğuyla ilişkiliyken daha sonra teorik boy uzunluğuyla ilişkili olarak düzenleyici rolü 1/4 oranıyla korunan bir referans nokta olduğu anlaşılmaktadır.

Analizler, heykelde boy ile uzuvlar arasındaki ilişkilerin orantı sistemine bağlı oluşunun yanı sıra, heykelin gövde sınırlarının ve gövde üzerindeki hatların ifadesi olan artistik çizgilerin geometrik açıklamasının olup olmadığı da bu çalışma kapsamında incelenmiştir. Eğrisel hatların yapısı söz konusu olduğunda çember, en basit geometrik araçtır. Merkez ve çap olmak üzere iki parametreye bağlıdır ve bu parametreleri kontrol etmek oldukça kolaydır.

Artistik çizgiler içerisinde en uzun hat, diz üstünden femur sınırları boyunca ilerleyerek kalça üzerinden belin en ince olduğu noktaya kadar uzanan femur sınırıdır. Femur sınırını düzenleyen çemberler, femur genişliğini düzenleyen referans noktalar hizasında (femur hattı) veya yakın civarında merkezlenmektedir ve femur hattı, testis altı hizasıyla yakından ilişkilidir.

İncelenen heykellerde, femur sınırlarını düzenleyen çemberlerin yarıçapının, heykelin boyu, teorik boyu, orantı düzeninin modülüne orantılı olabileceği gibi, modülden türetilebilen bir uzunluğa, örneğin femur genişliğine de orantılı olabileceği belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre femur sınırı; eğrilik, femur genişliği ve referans

noktalar üzerinden heykelin boyu ya da teorik boyu ile ilişki içerisindedir ve yan sınır düzenlemesi olarak heykelin genel orantı düzeniyle bağlantılıdır.

Anıtsal heykel sanatının başlangıcında yan sınırlar, thorax ve femur olmak üzere iki yaydan ibarettir. Başlangıçta, abdomenal yay, üst tarafta thorax yayında gömülü iken alt tarafta femur sınırında gömülü olarak mevcuttur ve bu yaylardan ayırt edilmemiştir. *Sunion Kouros* buna örnektir. Göğüs kafesini kuşatan thorax yayının, başlangıç döneminde, heykelin göğüs bölgesinin iki yandan çemberlerle sıkıştırılmasıyla karakterize olarak iç bükey olduğu görülmektedir. *Sunion Kouros* bu durumun örneğidir ve Klaros kouroslarında da bu özellik görülmektedir. Bir dönem, göğüs kafesi yan sınırının doğrusal bir hat olarak test edildiği anlaşılmaktadır. *Anavysos Kouros*, Kouros 3686 ve Kouros 4890 bu durumun örnekleridir. Artistik çizgilerin giderek göğüs kafesini dış bükey olarak düzenleme eğiliminde olduğu anlaşılmaktadır.

Kouros 3686 üzerinde bir örnek çözümlemede, yalnızca femur ve thorax sınırlarının değil, gövde üzerindeki hatları düzenleyen artistik çizgilerin orantı sisteminin bir parçası olduğu tespit edilmiştir. Bu çözümleme, kasık bölgesini düzenleyen pubik çemberleri hattının karın kaslarının sınırlarını da düzenlediğini, kalça ile karın bölgesini karnın iki yanından içeri doğru çengel benzeri bir bükümle ayıran hattı (crook) düzenleyen çemberin *göğüs ortası*na merkezlendiğini göstermektedir. Kouros 3686, femur sınırını saç organizasyonuyla ilişkilendiren şaşırtıcı bir sınır düzenlemesini repertuara kazandırmaktadır.

Elde edilen bilgi ve bulgulara göre heykeller için orantı sistemi, *koordinat sisteminde, referans noktaların ve artistik çizgilerin, kareleme yöntemiyle, orantı kurallarına uygun olarak organize edilmesini, heykelin ve kısımlarının planlanmasını sağlayan sistem* olarak tanımlanabilir. Bu tanım, heykellerin planlama içeriğinin, uzunluk ölçümü ve uzuvların heykelin boyuna oranı ile sınırlı olmadığını, vücut üzerinde belirgin özellik taşıyan, heykeli karakterize eden hatların ve referans noktaların konumunun önceden kurala bağlandığını, heykelin artistik çizgilerinin de orantı sisteminde düzenlendiğini ifade etmektedir.

Heykellerde boy uzunluğu değişkenlik göstermektedir. Uzuvlar, boy uzunluğuna orantılarla bağlı olduklarından, boy uzunluğu değişken iken uzuvların ölçüleri de değişkendir. Standart bir boy uzunluğunun olmayışı, boy uzunluğu

çeşitliliği karşısında bu çeşitliliği her durumda ve aynı orantı ilişkisiyle üretebilecek standart ölçüde bir uzuv bulunmadığı anlamına gelmektedir. Bu şartlar altında, *modül* kavramının, standart bir ölçü olmak yerine, değişken boy uzunluğuyla doğrudan ilişkili ve ondan türetilen bir uzunluk olması gerekmektedir.

Heykelin frontal düzlemde karelere bölünmesiyle yapılan testlere ve elde edilen sonuçlara dayalı olarak *modül* kavramının, heykelin boy uzunluğunu ya da teorik boy uzunluğunu tam bölen, orantı çerçevesinin kurulmasını, heykel bütünü ve uzuvların organize edilmesini sağlayan kare ağın bir karesine karşılık geldiği düşünülmektedir. Bu yaklaşım, mermer blokun ölçüleri değişse de planlamanın modül kare üzerinden, yeniden hesaplara yer bırakmadan blok üzerine yansıtılabilmesine de olanak vermektedir.

Heykel sanatında kareleme yönteminin mozaik sanatında karşılığı ağ ve element desen yöntemidir. Geometrik mozaiklerin planlanmasında, ağ hücreleri farklı poligonlardan oluşabilirken esasen kare ağ yapısının bağlayıcı ve belirleyici durumda oluşu, bu yapının, Mısır kökenli bir uygulama olarak yalnızca heykel sanatını değil mozaik sanatını da etkilediğini göstermektedir.

Öneriler

Matematiğin yazılı kaynaklarında yer alan grafiklerle mozaik eserlerdeki süslemenin ilişkilendirilmesi, bu süslemeleri taşıyan kentlerin ilişkilendirilmesinde, ilişkiyi doğrulayan birer kanıt olarak değer taşımaktadır ve bu bakımdan geometrik mozaiklerin çözümlemelerinde, çözümlenen yapının matematik tarihiyle ve matematiğin yazılı kaynaklarıyla ilişkili olarak değerlendirilmesi önerilmektedir.

Geometrik süsleme repertuarının incelenmesinde varyant formların incelenmesi, benzer formların karşılaştırılması atölyeler arası üslup farklarının değerlendirilmesi önemli bir yer tutmaktadır. Orijinal formlar belirlenmeksizin varyant formların değerlendirilmesi yanılgılara açık bir alan yaratmaktadır. Varyant formlar, orijinal formun unsurlarının eksiltilmesi ya da zenginleştirilmesi yoluyla ortaya çıktığından, orijinal formların tespit edilmesi durumunda varyantlarda hangi unsurların değiştiğini de belirlemek mümkün olmaktadır. Orijinal formların belirlenmesinde formun matematikle ilişkisinin belirleyici olduğu gösterilmiştir. Bu

nedenle, orijinal ve varyant formların incelenmesinde bu formlara kaynaklık eden matematiksel yapıların esas alınması önerilmektedir.

İlişkisiz gibi görünen formların aynı teorinin doğrudan sonucu olduğunu gösteren örnekler, formların, bu formları doğuran matematiksel düşünce ya da diyagramlara göre sınıflandırılması gerektiğini göstermektedir. Bu tür bir sınıflandırma, geometrik form repertuarının matematiksel arka plan yönünden kapsamlı ve bütüncül bir çözümlemesiyle mümkün olacaktır. Bu durum, Yunan ve Roma mozaiklerinin geometrik desen repertuarına genişletilmiş kapsamlı bir çalışmanın gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bu tez çalışmasında incelenen örnekler; geometrik motifler doğaları gereği geometrik inceleme konusuyken, bitkisel motiflerin ve figürlerin de geometrik olarak açıklanabileceğini ve yorumlanabileceğini göstererek bitkisel motifleri ve figürleri analiz sahasına çekmektedir.

Tez çalışmasının heykel sanatı ve matematik ilişkisine ayrılan bölümü, heykellerin incelenmesi için analitik yöntem önermekte, orantı sisteminin bileşenlerini açıkça tanımlamakta, ileri çalışmalar için bir perspektif sunmaktadır.

Önerilen yöntemin uygulamasının, Arkaik Dönem kouroslarının tümüne genişletilmesi halinde, Arkaik Dönem heykel sanatının matematiksel kurallarının daha kapsamlı şekilde kavranabileceği, Klasik Dönem heykel sanatı eserleri de çalışmalara dâhil edildiğinde, Yunan heykel sanatına dair yeni bir bakış açısı kazandıracağı düşünülmektedir. Yunan heykel sanatının başlangıcı Mısır ve Yakın Doğu etkisi çerçevesinde ele alındığından, çalışmanın bir bütün olarak Mısır heykel sanatı ve Yakın Doğu sanatıyla ilgili araştırmalara da katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Leonardo da Vinci'nin, Vitruvius'un orantı kurallarındaki eksikliklerin ve tariflerindeki belirsizliklerin farkında olduğu ve kurallardaki eksiklikleri tamamladığı, referans noktaların konum belirsizliklerine açıklık getirdiği, orantı sistemini geliştirerek daha ileri bir noktaya taşıdığı anlaşılmaktadır. Bulgular, Antik Dönem heykel sanatındaki orantı kurallarının Rönesans Dönemi'ne nasıl aktarıldığı konusuna somut örnekler kazandırmaktadır.

Heykelin geometrik modeli, heykelin teorik boyunu ve femur çemberlerini de içermesi nedeniyle, gerek fotoğrafta gerek algı düzeyinde, heykelin kendisinden daha fazla alan kaplamaktadır. Bu alan, teorik olarak heykelin tüm yönleriyle bileşenlerini

içermektedir. Bu düşünceye, algının, bir bütünün kayıp parçalarını tamamlama eğilimi eklendiğinde, geometrik planın kapladığı alan, heykelin bir bakıma algı alanı ya da özel alanı olarak düşünülebilir. Bu düşüncenin, uygulama sahasında karşılığı vardır. Örneğin, femur sınırlarını ifade eden çemberler, femur sınırına temas ettikleri hat boyunca somutlaşarak kendilerini göstermekte, daha sonra sergi alanı uzayında tekrar gözden kaybolmaktadır. Ölçüleri sebebiyle, bu çemberler, heykelin ayak tabanı hizasından aşağıya kadar uzanabilmektedir. Kaide yeteri kadar yüksek değilse bu çemberler sergi alanı zeminine gömülerek yok olmaktadır. Heykel etrafında, femur çemberlerin doldurması gereken hacim içerisinde bulunan nesneler de benzer bir engelleme etkisine sahiptir. Bu durumlarda heykelin özel alanı fiziki engellere takılmaktadır. Heykelin sergilendiği alanda, heykelin geometrik planıyla uyumlu şekilde boş alan bırakılması gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Kouros 1/20/95'in tahmini boyu, kaynaklarda 2,15 m olarak ifade edilmekte iken deneysel çalışmalar sonucunda aynı sonuca ulaşılmıştır. Kouros 1/21/03'ün tahmini boyu, kaynaklarda 2,50 m olarak ifade edilmekteyken deneysel sonuçlarda heykelin boyunun 2,34 m olması gerektiği tespit edilmiştir. Ortaya çıkarılan geometrik modeller, ekstremite eksiği olan heykellerin incelenmesine ve teorik boyun hesaplanmasına imkân sağlamaktadır. Örnek uygulama olarak Kouros 1/21/03'ün kaidesi, yazılım ortamında, olması gereken konuma taşınmıştır. Bu örnek uygulama, heykelin olası boy uzunluğunun hesaplanabileceğini, heykeli kaideye sabitleyecek metal çubukların sahip olması gereken özelliklerin belirlenebileceğini, heykelin kaideye yerleştirilmesi öncesinde, uygulamanın yazılım ortamında test edilebileceğini göstermektedir.

Elde edilen bilgi ve bulguların, Arkaik Dönem ve Klasik Dönem heykellerinin özgün niteliklerinin tespitine, belgelenmesine ve değerlendirilmesine; geometri kavramlarının sanata uygulanmasında somut örnekler sunması bakımından matematik tarihi çalışmalarına ve heykeltıraşlık eğitimine, konservasyon uygulamalarına ve müzeciliğe katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Abadie-Reynal, Catherine ve Rifat Ergeç. "Mission de Zeugma-Moyenne Vallée de l'Euphrate", **Anatolia Antiqua**, Cilt: 5, Sayı: 1, 1997, ss. 349-370.

Abadie-Reynal, Catherine Rifat Ergeç. "Zeugma-Moyenne Vallée de l'Euphrate: Rapport préliminaire de la campagne de fouilles de 1997", **Anatolia Antiqua**, Cilt: 6, Sayı: 1, 1998, ss. 379-406.

Abadie-Reynal, Catherine, Rifat Ergeç ve Eyüp Bucak. "Zeugma-Moyenne Vallée de l'Euphrate: Rapport préliminaire de la campagne de fouilles de 1998", **Anatolia Antiqua**, Cilt: 7, Sayı: 1, 1999, ss. 311-366.

Adam, Sheila. **The Technique of Greek Sculpture in the Archaic and Classical Periods**, Thames and Hudson, 1966.

Adler, Friedrich, Richard Borrmann, Wilhelm Dörpfeld, Friedrich Graeber ve Paul Graef. **Die Baudenkmäler von Olympia**, Text Band II, Verlag von A. Asher & Co., Berlin, 1892.

Agisoft PhotoScan User Manual, http://www.agisoft.com/pdf/photoscan-pro_1_4_en.pdf, (09.12.2018).

Aiken, Jane Andrews. "Leon Battista Alberti's System of Human Proportions", **Journal of the Warburg and Courtauld Institutes**, Cilt: 43, 1980, ss. 68-96.

Akar Tanrıver, Duygu Sevil. **The Cult of Apollon Klarios, Oracle Practices and Votive Offerings,** (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi, İzmir, 2009.

Akurgal, Ekrem. "Çandarlı (Pitane Kazısı)", **Türk Arkeoloji Dergisi**, Sayı: 10-1, Milli Eğitim Basımevi, 1960, ss. 5-6.

Akurgal, Ekrem. **Die Kunst Anatoliens von Homer bis Alexander**, Berlin, 1961.

Akurgal, Ekrem. "Kyzikos'ta Bulunan İki Arkaik Eser", **İstanbul Arkeoloji Müzesi Yıllığı**, Cilt: 11-12, İstanbul, 1964, ss. 225-231.

Alberti, Leon Battista. **Della Pittura E Della Statua Di Leonbattista Alberti**, Milano, 1804.

Alberti, Leone Battista. "Of Pavements According to the Opinion of Pliny and Vitruvius, and the Works of the Ancients", **The Architecture of Leon Batista Alberti in Ten Books**, Edvard Oven, London, 1755.

Alexander, Margaret A., Mongi Ennaïfer, Jerrold Gretzinger, Guy P. R. Métraux, David Soren ve Marie Spiro. **Corpus des Mosaïques de Tunisie,** Cilt: 1, Utique, Insulae I-II-III, Tunis, 1973.

Andreae, Bernard. **Das Alexandermosaik aus Pompeji**, Verlag Aurel Bongers, Recklinghausen, 1977.

Ανδρόνικος, Μ., Χ. Μακαρόνας, Ν. Μουτσόπουλος, Γ. Μπακαλάκης, **Τό ανάκτορο της Βεργίνας**, Άθήναι, 1961 (Andronikos, M., Kh. Makaronas, N. Moutsopoulos ve G. Bakalakis, **Vergina Sarayı**, Atina, 1961).

Anthes, Rudolf. "Affinity and Difference between Egyptian and Greek Sculpture and Thought in the Seventh and Sixth Centuries B.C.", **Proceedings of the American Philosophical Society**, Cilt: 107, 1963, ss. 60-81.

Appianus. **Historia Romana**, (Ed. P. Viereck ve A. G. Roos), Bibliotheca Scriptorum Graecorum et Romanorum Teubneriana, Leipzig, 1962.

Arbeiter, Achim ve Dieter Korol. “Der Mosaikschmuck des Grabbaues von Centcelles und der Machtwechsel von Constans zu Magnentius”, **Madrider Mitteilungen**, Cilt: 30, 1989, ss. 289-331.

Archibald, Raymond Clare. **Euclid’s Book on Division of Figures**, **with a Restoration Based on Woepcke’s Text and on the Ptactica Geometriae of Leonardo Pisano**, Cambridge, 1915.

Aristotle. **The Works of Aristotle**, Translated Into English Under the Editorship of W. D. Ross, Cilt: 7: Problemata by E. S. Forster, Oxford, 1927.

Aristotle. **Aristotle’s Posterior Analytics**, çev. E. S. Bouchier, Oxford: B. H. Blackwell, London, 1901.

Aristotle. **Minor Works**: **On Colours, On Things Heard, Physiognomics, On Plants, On Marvellous Things Heard, Mechanical Problems, On Indivisable Lines, Situations and Names of Winds, On Melissus, Xenophones and Gorgias**, çev. W. S. Hett, Cambridge, Massachusetts, London, 1955.

Aruz, Joan ve Ronald Wallenfels (Ed.). **Art of the First Cities: The Third Millennium BC from the Mediterranean to the Indus**, New York, 2003.

Ασημακοπούλου-Ατζακά, Π. **Η τεχνική opus sectile στην εντοίχια διακόσμηση**, Θεσσαλονίκη, 1980 (P. Asimakopoulou-Atksaka, P. **Duvar Dekorasyonunda Opus Sectile Tekniği**, Selanik, 1980).

Åström, Alexander ve Christoffer Åström. “A Mathematical Approach to the Analysis of Interlaced Patterns in Roman Mosaic”, **Journal of Archaeological Science: Reports**, Cilt: 28 (102013), 2019, ss. 1-7.

Atlan, Sabahat. **Roma Tarihi’nin Ana Hatları: 1. Kısım Cumhuriyet Devri**, İstanbul, 1970.

Autolyci. **Autolyci De Sphaera quae movetur liber, De ortibus et occasibus libri duo editis**, (Ed. Friedrich Otto Hultsch), In Aedibus B. G.Teubneri, Lipsiae, 1885.

Avi-Yonah, Michael. **The Quarterly of the Department of Antiquities in Palestine**, Cilt: II, London, 1933.

Aybek, Serdar, Aygün Ekin Meriç ve Ali Kazım Öz. **A Mother Goddess City in Ionia: Metropolis**, Homer Books, İstanbul, 2009.

Aydoğdu, Erhan. "Zeugma Çingene Kızı Mozaiğinin Geometrik Çözümlemesi", **Kubaba Arkeoloji-Sanat Tarihi-Tarih Dergisi**, Yıl 12, Sayı: 24, 2015, ss. 59-63.

Aydoğdu, Erhan ve Ali Kazım Öz, "Geometrical Analysis of the Triple Leaf Pattern in Metropolis", **Proceedings of the 19th International Congress of Classical Archaeology Volume 22: Archaeology and Economy in the Ancient World: Local Styles or Common Pattern Books in Roman Wall Painting and Mosaics (Panel 3.22)**, (Ed. Renate Thomas), Propylaeum, Heidelberg University Library, 2021, ss. 81-90.

Babbitt, Frank Cole (çev.). **Plutarch's Moralia In Sixteen Volumes**, I: 1 A - 86 A, Cambridge-Massachusetts: Harvard University Press, London: William Heinemann Ltd, 1969.

Baldassare, Ida. "Mosaici ellenistici a Cirene e a Delo: rapporti e differenze", **Quaderni di archeologia della Libia**, Cilt: 8, 1976, ss. 193-221.

Balmelle, Catherine, Michèle Blanchard-Lemée, Jeanine Christophe, Jean-Pierre Darmon, Anne-Maria Guimier-Sorbets, Henri Lavagne, Richard Prudhomme ve Henri Stern. **Le décor géométrique de la mosaïque romaine, Répertoire graphique et descriptif des compositions linéaires et isotropes,** Paris, 1985.

Balmelle, Catherine, Michèle Blanchard-Lemée, Jean-Pierre Darmon, Suzanne Gozlan and Marie-Pat Raynaud. **Le décor géométrique de la mosaïque romaine II, Répertoire graphique et descriptif des décors centrés**, Paris, 2002.

Balmelle, Catherine ve Jean-Pier Darmon. "L'artisan-mosaïste dans l'Antiquité tardive. Réflexion à partir des signatures", Colloque international, Artistes, artisans et production artistique au Moyen-Age, Rennes, **Centre national de la recherche scientifique, Université de Rennes II, Haute-Bretagne, 2-6 mai 1983, (**organisé et édité par Xavier Barral i Alte), Vol. I: Les Hommes, Picard, Paris, 1986, ss. 235-253.

Balty, Janine. "La mosaïque gréco-romaine II, Actes du II^{e} colloque international pour l'étude de la mosaïque antique", **L'Antiquité Classique**, Cilt: 46, Sayı: 1, 1977, ss. 357-360.

Balty, Janine. **Mosaïques antiques de Syrie**, Centre belge de recherches archéologiques à Apamée de Syrie, Brussels, 1977.

Barbaro, Daniel. **La Pratica Della Perspettiva**, Venetia, 1568.

Barbet, A. ve Anne-Marie Guimier-Sorbets. "Le motif de caissons dans la mosaique du IVe siecle avant J.-C. A la fin de la Republique romaine: ses repport avec l'architecture, le stuc et la peinture", **La mosaïque Gréco-romaine IV**, **(IVe colloque international pour l'étude de la mosaïque antique)**, **(CMGR IV)**, Trèves/Trier, 8-14 août 1984, (Ed. J.-P. Darmon ve A. Rebourg), Paris, 1994, ss. 23-37.

Barbet, Alix. "La mosaïque gréco-romaine", **Revue Archéologique**, Nouvelle Série, Fasikül: 1, 1966, ss. 151-158.

Barker, Levellys F. **A Laboratory of Human Anathomy**, J. B. Lippincott Company, Philedelphia and London, 1904.

Barletta, Barbara A. “The Draped Kouros Type and the Workshop of the Syracuse Youth”, **American Journal of Archaeology**, Cilt: 91, Sayı: 2, 1987, ss. 233-246.

Barnes, Jonathan (Ed.). **Complete Works of Aristotle: The Revised Oxford Translation**, Princeton University Press, New Jersey, 1991.

Bar-Shay, Avraham. “Méthode d’analyse des labyrinthes en mosaïque romaine. O mosaico romano no centro e nas periferias: originalidades, influências e identidades”, **Actas do X Colloquio internacional da AIEMA. Conímbriga: Instituto dos Museos e das Conservações**, 2011, ss. 353-366.

Başgelen, Nezih. “İstanbul Belediye Sarayı’nın Temel kazısında Bulunan Mozaikler ve Semuh Adil”, **Arkeoloji ve Sanat**, Sayı: 124, 2007, ss. IV, 149-151.

Başgelen, Nezih ve Rıfat Ergeç. **Belkıs/Zeugma-Halfeti-Rumkale, Tarihe Son Bakış**, Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul, 2000.

Başgelen, Nezih. “Birecik Barajı Tufanından Yeni Gaziantep Müzesi’ne Belkıs-Zeugma”, **Seramik Türkiye Dergisi**, Cilt: 12, 2005, ss. 110-119.

Baud, Marcelle. **Les Dessins Ébauchés de la Nécropole Thébaine (au Temps du Nouvel Empire), [Les Mémoires publiés par les membres de l’Institut français d’archéologie orientale (MIFAO), Cilt: 63]**, Le Caire Imprimerie de l’Institut français d’archéologie orientale, 1935.

Baum-vom Felde, Petra C. **Die geometrischen Mosaiken der Villa bei Piazza Armerina. Analyse und Werkstattfrage**, Cilt: I-II, Verlag Dr. Kovač, Hamburg, 2003.

Beaumont, Peter B. “Border Cave-A Progress Report”, **South African Journal of Science**, Cilt: 69, 1973, ss. 41-46.

Beaumont Peter B. ve Robert G. Bednarik. "Tracing the Emergence of Paleoart in Sub-Saharan Africa", **Rock Art Research**, Cilt: 30, Sayı: 1, 2013, ss. 33-54.

Becatti, Giovanni. **Scavi di Ostia 4: Mosaici e Pavimenti Marmorei**, Istituto poligrafico dello stato, Libreria dello stato, Roma, 1961.

Becatti, G. "Alcune carratteristiche del mosaico policromo in itallia", **La mosaïque Gréco-romaine II, (II^{e} colloque international pour l'étude de la mosaïque antique)**, **(CMGR II)**, **Vienne, 30 Août-4 Septembre 1971**, (Ed. Henry Stern ve Marcel Le Glay), A. et J. Picard, Editions du CNRS, Paris, 1975, ss. 175-179.

Bell, Eric Temple. **The Development of Mathematics**, McGraw-Hill, New York, 1940.

Berti, Fede. "I mosaici di Iasos", **III. Colloquio Internazionale sul mosaico antico**, (=Actes du IIIe colloque international pour l'étude de la mosaïque antique, Ravenna, 6-10 septembre 1980), (Éd. Raffaella Farioli Campanati), Ravenna, 1983, ss. 235-246.

Bingöl, Orhan. **Malerei und Mosaik der Antike in der Turkei**, Philipp von Zabern, Mainz, 1997.

Björnbo, Axel Anthon. **Studien über Menelaos' Sphärik: Beiträge zur Geschichte der Sphärik und Trigonometrie der Griechen**, Druck und Werlag von B. G. Teubner, Leipzig, 1902.

Blackman, Aylward M. **The Rock Tombs of Meir, Part II, The Tomb-Chapel of Senbi's Son Ukh-Hotp (B, No. 2), with Two Appendices on Hieroglyphs and Other Details in B, Nos. 1, 2, 4.**, **(=Archaeological Survey of Egypt, [Ed. F. LL. Griffith], Twenty-Third Memory)**, Sold at the Offices of the Egypt Exploration Fund, London, 1915.

Blake, Marion Elizabeth. “The Pavements of the Roman Buildings of the Republic and Early Empire”, **Memoirs of the American Academy in Rome**, Cilt: 8, 1930, ss. 7-160.

Blake, Marion Elizabeth. “Roman Mosaics of the Second Century in Italy”, **Memoirs of the American Academy in Rome**, Cilt: 13, 1936, ss. 67-214.

Blake, Marion Elizabeth. “Mosaics of the Late Empire in Rome and Vicinity”, **Memoirs of the American Academy in Rome**, Cilt: 17, 1940, ss. 81-130.

Blanchet, Adrien. **La mosaïque**, Payot, Paris, 1928.

Blanck, Nicole ve Bernard Parzysz. “A Puzzling Set of Stucco Coffers From Portici: Archaeology and Mathematics Working Together”, **Nexus Network Journal**, Cilt: 15, Sayı: 2, 2013, ss. 209-225.

Blazquez, J. Martinez, G. Lopez Monteagudo, M. L. Neira Jimenez ve M. P. San Nicolas Pedraz. **Corpus de mosaicos de España, Fasciculo VIII, Mosaicos romanos de Lerida y Albacete**, Madrid, 1989.

Boardman, John. **Greek Sculpture the Archaic Period**, Oxford University Press, New York and Toronto, 1978.

Boardman, John. **Greek Art**, çev. Yasemin İlseven, Thames and Hudson Ltd, London, 1996.

Boehringer Erich. **Neue deutsche Ausgrabungen im Mittelmeergebiet und im Vordern Orient**, Berlin, 1959.

Borbein A. H. “Polykleitos”, (Ed. Olga Palagia ve J. J. Pollitt), **Personal Styles in Greek Sculpture,** Cambridge University Press, 1996, ss. 66-90.

Borchardt, Ludwig. “Sphinxzeichnung eines ägyptischen Bildhauers”, **Amtliche Berichte aus den Königlichen Kunstsammlungen**, Cilt: 39, Sayı: 5, 1918, ss. 106-110.

Bossert, Helmuth Theodor. **Altkreta: Kunst und Kunstgewerbe im ägäischen kulturkreise**, Verlag Ernst Wasmuth A.G., Berlin, 1921.

Boyer, Carl B. **A History of Mathematics**, John Wiley & Sons, USA, 1968.

Brandes, Mark A. “Unterschungen zur Komposition der Stiftmosaiken an der Pfeilerhalle der Schicht IVa in Uruk-Warka”, **Baghdader Mitteilungen/Beiheft 1**, Berlin, 1968, ss. 9-164.

Brett, Gerard. “The Mosaic of the Great Palace in Constantinople”, **Jornal of the Walburg and Courtauld Institutes**, Cilt: 5, 1942, ss. 33-43.

Brown, Blanche R. **Ptolemaic Paintings and Mosaics and the Alexandrian Style**, Cambridge, Mass., Archaeological Institute of America, 1957.

Brown, Blanche R. **Ptolemaic Paintings and Mosaics and the Alexandrian Style**, (Doktora Tezi), New York University, Department of Fine Arts, 1967.

Bruneau, Philippe. **Exploration archéologique de Délos: Les mosaïques**, Fasikül 29, de Boccard, Paris, 1972.

Bruneau, Philippe. “Pavimenta poenica”, **Mélanges de l’école française de Rome**, Cilt: 94, Sayı: 2, 1982, ss. 639-655.

Bruneau, Philippe. “Perspectives sur un domaine encore mal exploré de l’art antique: A propos des Actes du Colloque International sur la mosaïque gréco-romaine”, **Revue des Études Grecques**, Cilt: 79, Sayı: 376/378, 1966, ss. 704-726.

Bruneau, Philippe. **La mosaïque antique, [Lectures en Sorbonne],** Presses de l'Université Paris-Sorbonne, Paris, 1987.

Budd, Christopher ve Christopher Sangwin. **Mathematics Galore! Masterclasses, Workshops and Team Projects in Mathematics and its Applications,** Oxford University Press, 2001.

Bulard, Marcel. "Peintures murales et mosaïques de Délos", **Monuments et mémoires: Fondation E. Piot,** Cilt: 14, E. Leroux, 1908, ss. 199-203.

Burnet, John. **Early Greek Philosophy**, 2. Baskı, Adam and Charles Black, London, 1908.

Burnouf, M. Eugène. **Le Lotus de la bonne loi traduit du sanscrit, accompagne d'un commentaire et de vingt et un memoires relatifs au buddhisme**, Imprimerie nationale, Paris, 1852.

Cajori, Florian. "Pierre Laurent Wantzel", **Bulletin of the American Mathematical Society**, Cilt: 24, Sayı: 7, 1918, ss. 339-347.

Cameron, Alan. "The last days of the Academy at Athens", **Proceedings of the Cambridge Philological Society**, New Series, Sayı: 15 (195), Cambridge University Press, 1969, ss. 7-29.

Campbell, Joseph. **The Flight of the Wild Gander**, Harper Perennial, New York, 1990.

Campbell, Sheila D. "A Hellenistic Mosaic in Erythrae", **Anatolia**, Cilt: 17, 1973, ss. 207-209.

Campbell, Sheila D. "Roman Mosaic Workshops in Turkey", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 83, Sayı: 3, 1979, ss. 287-292.

Campbell, Sheila D. **The Mosaics of Antioch**, **Subsidia Mediaevalia 15**, Pontifical Institute of Mediaeval Studies, Toronto, 1988.

Campbell, Sheila D. **The Mosaics of Aphrodisias in Caria, Subsidia Mediaevalia 18**, Pontifical Institute of Mediaeval Studies (PIMS), Toronto, 1991.

Cantor, Moritz Benedict. **Vorlesungen über Geschichte der Mathematic**, Cilt: 1, Teubner, Leipzig, 1894.

Carpenter, Rhys. **Greek Sculpture: A Critical Review,** University of Chicago Press, Chikago,1960.

Carter, Jane B., ve Laura J. Steinberg. "Kouroi and Statistics", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 114, Sayı: 1, 2010, ss. 103-128.

Caskey, L. D. "The Proportions of the Apollo of Tenea", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 28, Sayı: 4, 1924, ss. 358-367.

Chace, Arnold Buffum, Henry Parker Manning ve Raymond Clare Archibald. **The Rhind Mathematical Papyrus: British Museum 10057 and 10058**, **In Two Volumes**, Cilt: 1, Mathematical Association of America, Oberlin, Ohio, U.S.A, 1927.

Chace, Arnold Buffum, Henry Parker Manning, Ludlow Bull, Raymond Clare Archibald ve Stephan Randolph Kingdon Glanville. **The Rhind Mathematical Papyrus**, Cilt: 2, Mathematical Association of America, Oberlin, Ohio, U.S.A, 1929.

Chamonard, Joseph ve Philippe Érnest Legrand. "Inscriptions de Notion", **Bulletin de Correspondance Hellénique**, Cilt: 18, 1894, ss. 216-221.

Cherniss, Harold ve William C. Helmbold (çev.). **Plutarch's Moralia In Fifteen Volumes**, XII: 920 A-999B, Cambridge-Massachusetts: Harvard University Press, London: William Heinemann Ltd, 1957.

Cherniss Harold (çev.). **Plutarch**, **Moralia**, VIII/II, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, 1976.

Cicero, Marcus Tullius. **Brutus**, 3. Baskı, (Ed. C. Beck), John Bartlett, Book Seller to the University, Cambridge, 1853.

Clarke, John R. **Roman Black-and-White Figural Mosaics**, College Art Association of America, New York University Press, New York, 1979.

Clement, Paul A. ve Herbert B. Hoffleit (çev.). **Plutarch's Moralia In Sixteen Volumes**, VIII: 612 B - 697 C, Cambridge-Massachusetts: Harvard University Press, London: William Heinemann Ltd, 1969.

Cohen, Ada. **The Alexander Mosaic: Stories of Victory and Defeat**, Cambridge University Press, Cambridge, 1997.

Comfort, Anthony, Catherine Abadie-Reynal ve Rifat Ergeç. "Crossing the Euphrates in Antiquity: Zeugma Seen From Space", **Anatolian Studies**, Cilt: 50, 2000, ss. 99-126.

Conant, Levi Leonard. **The Number Concept, Its Origin and Development**, Macmillan and Company, New York and London,1896.

Cook, R. M. "Origins of Greek Sculpture", **The Journal of Hellenic Studies**, Cilt: 87, 1967, ss. 24-32.

Cook J. M. ve D. J. Blackman. "Archaeology in Western Asia Minor 1965-1970", **Archaeological Reports**, Cilt: 17, 1971, ss. 33-62.

Cookson, Neil Andrew. **Romano-British Mosaics: A Reassessment and Critique of some Notable Stylistic Affinities**, B. A. R. British Series 135, Oxford, 1984.

Cooper, John M. ve D. S. Hutchinson (Ed.). **Plato: Complete Works,** Hackett Publishing Company, Cambridge, 1997.

Cornford, Francis Macdonald. **Plato and Parmenides**, Parmenides' "Way of Truth and" and Plato's "Parmenides" Translated with an Introduction and a Running Commentary, London, 1939.

Cotton, M. Aylwin ve Guy P. R. Métraux. **The San Rocco Villa at Francolise**, Hertford: British School at Rome and Institute of Fine Arts, New York University, 1985.

D'Agostino, Anacleto. "A Mosaic Floor from the Late Bronze Age building II of Uşaklı Höyük, Central Turkey", **Antiquity**, Cilt: 93, Sayı: 372, e. 36, 2019, ss. 1-8.

D'Alviella, Goblet. **La migration des symboles**, Ernest Leroux, Editeur, Paris, 1891.

Davis, Whitney M. "Egypt, Samos, and the Archaic Style in Greek Sculpture", **The Journal of Egyptian Archaeology**, Cilt: 67, 1981, ss. 61-81.

Daszewski, Wiktor Andrzej. **Corpus of Mosaics from Egypt I, Hellenistic and Early Roman Period**, Philipp von Zabern, Mainz, 1985.

Daszewski, Wiktor Andrzej. **Nea Paphos II: La mosaïque de Thésée. Étude sur les mosaïques avec représentations du Labyrinthe, de Thésée et du Minotaure**, çev. Z. Kiss, Éditions scientifiques de Pologne, Varsovie, 1977.

Daszewski, Wiktor Andrzej ve Demetrios Michaelides. **Guide des mosaïques de Paphos,** Bank of Cyprus Cultural Foundation, Nicosia, 1989.

Dawkins, Richard McGillivray (Ed.). **The Sanctuary of Artemis Orthia at Sparta**, Macmillan and Co. Limited, London, 1929.

De Franceschini, Marina. **Villa Adriana: Mosaici-Pavimenti-Edifici**, L'Erma di Bretschneider, Roma, 1991.

Dedeoğlu, J. Öz. **İzmir Archaeological Museum,** İstanbul, 1993.

De Grazia, C. ve Charles Kaufman Williams. "Corinth 1976: Forum Southwest", **Hesperia: The Journal of the American School of Classical Studies at Athens**, Cilt: 46, Sayı: 1, 1977, ss. 40-81.

De Heinzelin, Jean. "Ishango", **Scientific American**, Cilt: 206, Sayı: 6, 1962, ss. 105-118.

De Lacy, Philip H. ve Benedict Einarson (çev.). **Plutarch's Moralia In Fifteen Volumes**, VII: 523 C-612 B, Cambridge-Massachusetts: Harvard University Press, London: William Heinemann Ltd, 1959.

De Loos-Dietz, Elizabeth Petronella. "Les mosaiques à Khirbat al-Mafjar près de Jéricho", **Babesch**, Cilt: 65, 1990, ss. 123-138.

D'Errico Francesco, Lucinda Backwell, Paola Villa, Ilaria Degano, Jeannette J. Lucejko, Marion K. Bamford, Thomas F. G. Higham, Maria Perla Colombini ve Peter B. Beaumont. "Early Evidence of San Material Culture Represented by Organic Artifacts From Border Cave, South Africa", **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Cilt: 109, Sayı: 33, 2012, ss. 13214-13219.

Demangel, Robert. "Les Temples de Tuf", **École Française d'Athènes, Fouilles de Delphes, Cilt: 2, (Fasikül: 3), Topographie et architecture, Le sanctuaire d'Athéna Pronaia**, Premier Fascisule (Texte), E. de Boccard, Paris, 1923, ss. 1-41.

Descartes, René. **Règles pour la direction de l'espirit**, **(Aklın Yönetimi İçin Kurallar)**, çev. Engin Sunar, Say Yayınları, İstanbul, 2013.

De Vos, Mariette. “Paving Techniques at Pompeii”, Archaeological News, Cilt: 16, 1991, ss. 36-60.

De Vos, Mariette. **Settefinestre: Una villa schiavistica nell’Etruria romana**, (Ed. Andrea Carandini), Modena, 1985.

Dewailly, Martine, Marianne Pécasse ve Stéphane Verger. “Les sculptures archaïques de Claros”, **Monuments et mémoires de la Fondation Eugène Piot**, Cilt: 83, Paris, 2004, ss. 5-59.

Dewailly, Martine ve Stéphane Verger. “Les sculptures archaïques de Claros, La Disposition des statues archaïques dans le sanctuaire de Claros”, **Monuments et mémoires de la Fondation Eugène Piot**, Cilt: 83, Paris, 2004, ss. 7-20.

Diels, Hermann. **Die Fragmente Der Vorsokratiker**, Griechisch und Deutsch, Zweite Auflage, Erster Band, Weidmannsche Buchhandlung, Berlin, 1906.

Diels, Hermann. **Antike Technik,** Verlag B. G. Teubner, Leipzig und Berlin, 1914.

Dimand, Maurice Sven. **A Handbook of Mohammedan Decorative Arts**, Metropolitan Museum of Art, New York, 1930.

Dio, Cassius. **Historia Romana**, **(Dio’s Roman History), With an English Translation by Earnest Carry, On the Basis of the Version of Herbert Baldwin Foster**, **In Nine Volumes**, Cilt: 3 (XXXIV-XL), London: William Heinemann, New York Macmillan & Co., 1914.

Diodoros. **Diodorus of Sicily**, In Ten Volumes, Cilt: I: Kitap I ve Kitap II, 1-34, çev. C. H. Oldfather, London: William Heineman Ltd, Cambridge-Massachusetts: Harvard University Press, 1946.

Diogenes Laertius. **Lives of Eminent Philosophers**, çev. Robert Drew Hicks, Harvard University Press, Cambridge, 1925.

Diogenes Laertius. **Lives of Eminent Philosophers,** R. D. Hicks, Cambridge, Harvard University Press, 1925.

Diller, Aubrey. "The Ancient Measurements of the Earth", **Isis**, Cilt: 40, Sayı: 1, 1949, ss. 6-9.

Doğancı, Kamil. "Roma Eyaletlerinde Adli Uygulamalar: Bthynia et Pontus Örneği", **The Journal of Social Researh**, Cilt: 12, Sayı: 64, 2019, ss. 212-223.

Donderer, Michael. **Die Mosaizisten der Antike und ihre wirtschaftliche und soziale Stellung: Eine Quellenstudie**, Universitätsbund Erlangen-Nürnberg, Erlangen, 1989.

Donderer, Michael. "Das kapitolinische Taubenmosaik - Original des Sosos?", **Römische Mitteilungen**, Cilt: 98, 1991, ss. 189-197.

Donderer, Michael. **Die Mosaizisten der Antike II, Epigraphische Quellen-Neufunde und Nachträge**, Universitätsbund Erlangen-Nürnberg, Erlangen, 2008.

Dubova, Nadezhda A., Natalia A. Kovaleva, Galina E. Veresotskaya ve Anatolij M. Yuminov. "Mosaics from the Bronze Age Necropolis in Gonur Depe, Turkmenistan", **Journal of Mosaic Research**, Cilt: 12, 2019, ss. 17-35.

Ducrey, Pierre, Ingrid R. Metzger ve Karl Reber. **Eretria VIII: Le Quartier de la Maison aux mosaïques**, Editions Payot Lausanne, 1993.

Dumoutier, Gustave. "Svastika et la roue solarie dans les symboles et dans les caractères Chinois", **Revue d'ethnographie**, Cilt: 4, Ernest Leroux, Editeur, Paris, 1885, ss. 319-350.

Dunbabin, Katherine M. D. **Mosaics of the Greek and Roman World,** Cambridge University Press, Cambridge, 1999.

Dunbabin, Katherine M. D. "Technique and Materials of Hellenistic Mosaics", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 83, Sayı: 3, 1979, ss. 265-277.

Dunbabin, Katherine M. D. "Early Pavement Types in the West and the Invention of Tessellation", **La mosaïque gréco-romaine, Fifth Interneational Colloquium on Ancient Mosaics**, **1 - 2**, (Actes du V^{e} colloque international pour l'étude de la mosaïque antique), (Ed. Peter Johnson, Roger Ling ve David J. Smith), Bath, 5-12 septembre 1987, University of Michigan, Ann Arbor, 1994, ss. 26-40.

Dupuis, Jean. **Théon de Smyrne: Philosophe Platonicien, Exposition des Connaissances Mathématiques Utiles pour la Lecture de Platon**, Paris, 1892.

Duran-Kremer, Maria de Jesus. "Mosaicos romanos em Portugal, Expressão de uma cultura Universal no extremo ocidental do Império Romano", **Abelterium**, Cilt: 2, Sayı: 1, 2015, ss. 26-38, s. 31-32.

Duran-Kremer, Maria de Jesus. "Floral and Geometrical Motives of the Pavement Mosaics in East and West. The Example of the Roman Villa of Abicada", **Journal of Mosaic Research**, Cilt: 5, 2012, ss. 59-70.

Duyuran, Rüstem. "Belediye Sarayı Mozaikleri", **Arkitekt**, 1954, Cilt: 9-12, ss. 166-170.

Duyuran, Rüstem. "İstanbul Vilayet Konağı Karşısındaki Mozaikler", **İstanbul Arkeoloji Müzeleri Yıllığı**, Sayı: 9, 1960, ss. 18-21.

Dürer, Albrecht. **Vnderweysung der Messung/mit dem Zirckel vn[d] Richtscheyt/in Linien Ebnen vnnd gantzen Corporen/durch Albrecht Dürer zůsamen getzoge[n]/vnd zů Nutz alle[n] Kunstlieb habenden mit zů gehörigen Figuren/in Truck gebracht/im Jar M.D.XXv.**, Nuremberg, 1525.

Dürer, Albrecht. **Vier Bücher von menschlicher Proportion**, Nürnberg, 1528.

Edgar, C. C. **Catalogue général des antiquités égyptiennes du Musée du Caire, Sculptors' Studies and Unfinished Works**, Le Caire Imprimerie de l'Institut français d'archéologie orientale, 1906.

Edwell, Peter M. **Between Rome and Persia: The Middle Euphrates, Mesopotamia and Palmyra Under Roman Control**, New York and London: Routledge, 2007.

Eichholz, D. E. **Pliny: Natural History With An English Translation In Ten Volumes**, Volume X, Libri: XXXVI-XXXVII, (Loeb Classical Library No. 419), Cambridge-Massachusetts: Harvard University Press, London: Willam Heineman LTD, 1971.

Erdoğan, Saffet (Ed.). **Fotogrametri,** Anadolu Üniversitesi Web-Ofset, 2011.

Ergeç, Rifat. "Fırat Seleukeia'sı Yahut Zeugma", **Anadolu Araştırmaları**, Cilt: 16, 2002, ss. 201-226.

Erol, Ayşe F. "Opus Musivum Tekniği", **III. Uluslararası Türkiye Mozaik Korpusu Sempozyumu Bildirileri, 8-10 Haziran 2006, Bursa**, (Ed. Mustafa Şahin), Uludağ Üniversitesi Mozaik Arastırmaları Merkezi, Bursa, 2007, ss. 93-100.

Ettinghausen, Richard. "The Throne and Banquet Hall of Khirbat al-Mafjar", **From Byzantium to Sasanian Iran and the Islamic World: Three Modes of Artistic Influence**, Brill, Leiden, 1972, ss. 17-65.

Euclid. **The Thirteen Books of Euclid's Elements**, Cilt: 1 (Kitap I-II), çev. Thomas Little Heath, Cambridge, 1968.

Euclid. **The Thirteen Books of Euclid's Elements**, Cilt: 2 (Kitap III-IX), çev. Thomas Little Heath, Cambridge, 1968.

Euclid. **The Thirteen Books of Euclid's Elements**, Cilt: 3 (Kitap X-XIII), çev. Thomas Little Heath, Cambridge, 1968.

Evans, Arthur. **The Palace of Minos at Knossos**, Cilt: 1, Macmillan, London, 1921.

Evans, Arthur. **The Palace of Minos at Knossos**, Cilt: 2, Macmillan, London, 1928.

Evans, Arthur J. "The Palace of Knossos", **The Annual of the British School at Athens**, Cilt: 8, 1901/1902, ss.1-124.

Fendri, Mohamed. "Évolution chronologique et stylistique d'un ensemble de mosaïques dans une station thermal à Djebel Oust (Tunisie)", **Colloque international sur la mosaïque gréco-romaine. Paris, 29 août - 3 septembre 1963, Paris, Éditions du CNRS, 1965**, **(CMGR I)**, ss. 157-171.

Fernández-Galiano, Dimas. "New Light on the Origins of Floor Mosaics", **The Antiquaries Journal**, Cilt: 62, Sayı: 2, 1982, ss. 235-244.

Field, J. V. "Rediscovering the Archimedean Polyhedra: Piero della Francesca, Luca Pacioli, Leonardo da Vinci, Albrecht Dürer, Daniele Barbaro, and Johannes Kepler", **Archive for History of Exact Sciences**, Cilt: 50, Sayı: 3, 1997, ss. 241-289.

Fischer, Peter. **Das Mosaik: Entwicklung, Technik, Eigenart**, Verlag Anton Schroll, Wien, 1969.

Fischer, Peter. **Mosaic: History and Technique**, Thames and Hudosn, London, 1971.

Foat, F. W. G. “Anthropometry of Greek Statues”, **The Journal of Hellenic Studies**, Cilt: 35, 1915, ss. 225-259.

Fontrier, A. **Le Mouseion kai bibliothèkè tès Euangelikès de Smyrne 3**, 1878/1880.

Foucher, Louis. **Découvertes archéologiques à Thysdrus en 1961**, **(=Istitut d’Archaeologie Tunis, Notes et Documents, Nouvelle Série, Cilt: 5)**, Imp. du Secrétariat d’Etat aux Affaires Culturelles et à l’Information, Tunis, 1961.

Freeman, Kathleen. **The Pre-Socratic Philosophers**, Oxford, Blackwell, 1946.

Freyer-Schauenburg, Brigitt. **Bildwerke Der Archaischen Zeit und des Strengen Stils, (SAMOS 11)**, Verlag Rodolf Habelt, Bonn, 1974.

Fuhrmann, Heinrich. **Philoxenos von Eretria: Archäologische Untersuchungen über zwei Alexandermosaike**, Göttingen, 1931.

Furthwängler, Adolf. **Beschreibung der Glyptothek,** 2. Baskı, München,1910.

Gardiner, Alan. **Egyptian Grammar: Being an Introduction to the Study of Hieroglyphs**, 3. Baskı, Oxford, Griffith Institute Asmolean Museum, 1957.

Gauckler, Paul. “Musivum Opus”, **Dictionnaire des antiquités grecques et romaines**, Cilt: 3 (2), (Ed. Ch. Daremberg, E. Saglio ve E. Pottier), Hachette, Paris, 1904, ss. 2088-2129.

Gauss, Carl Friedrich. **Disquisitiones Generales Circa Superficies Curvas**, [Eğri Yüzeyler Üzerine Genel Araştırmalar], Çev. Gülnihal Yücel, Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi, 2012.

Genç, Adem. “Bizans ve Roma’da Mozaik Sanatı”, **Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Dergisi**, Cilt: 8-9, 1994, ss. 87-93.

Germain, Suzanne. **Les mosaïques de Timgad: Étude descriptive et analytique**, Éditions du Centre national de la recherche scientifique (CNRS), Paris, 1969.

Ghetti, Bruno Maria Apollonj, Antonio Ferrua, E. Josi ve E. Kirschbaum (Ed.). **Esplorazioni sotto la confessione di San Pietro in Vaticano eseguite negli anni 1940-1949**, Città del Vaticano, 1951.

Giannoulli, Vassiliki ve Anne-Marie Guimier-Sorbets. "Deux mosaïques hellénistiques à Samos", **Bulletin de correspondance hellénique**, Cilt: 112, Sayı: 2, 1988, ss. 545-568.

Gillings, Richard J. "The Area of the Curved Surface of a Hemisphere in Ancient Egypt", **The Australlian Journal of Science**, Cilt: 30, Sayı: 4, 1967, ss. 113-116.

Girard, Paul. **La peinture antique,** Paris Librairies imprimeries réun, 1892.

Giuliani, Cairoli Fulvio ve Marcello Guaitoli. "Il ninefo minore della villa detta di Cicerone a Formia", **Mitteilungen des deutschen archäologischen Instituts, Römische Abteilung 79, [**RömMitt 79], 1972, ss. 191-219.

Goldman, Hetty. **Excavations at Gözlükule-Tarsus I, The Hellenistic and Roman Periods,** Princeton University Press, Princeton, 1950.

Golvin, Jean Calude. "L'architecture romaine et ses créateurs", **Le Point, Hors-série: L'spirit des civilizations**, Cilt: 2, 2008, ss. 92-101.

Goodyear, William Henry. **The Grammar Of The Lotus, A New History Of Classic Ornament As A Development Of Sun Worship**, Sampson Low, Marston & Company, London, 1891.

Gozlan, Suzanne. “Quelques décors ornementaux de la mosaïque africaine”, **Mélanges de l’école française de Rome (MEFRA)**, Cilt: 102, Sayı: 2, 1990, ss. 983-1029.

Gozlan, Suzanne. “Le décor géométrique de la mosaïque romaine, Répertoire graphique et descriptif des compositions linéaires et isotropes”, **Revue Archéologique**, Nouvelle Série, Fasikül: 2, 1988, ss. 416-420.

Gozlan, Suzanne. “Deux motifs de bordures sur des mosaïques de Byzacène”, **Karthago**, Cilt: 17, 1976, ss. 153-184.

Gow, James. **A Short History of Greek Mathematics**, Cambridge, 1884.

Görkay, Kutalmış. **Belkıs-Zeugma Mozaikleri**, T.C. Gaziantep Valiliği İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, Gaziantep, 2015.

Greg, Robert Phillips. **On the Meaning and Origin of the Fylfot and Swastika**, Nicholas and Sons, Westminster, 1884.

Greg, Robert Phillips. “The Fylfot and Swastika”, **Archaeologia**, Cilt: 48, Part: II, 1885, s. 298.

Grünbaum, Branko ve Geoffrey C. Shephard. “Tilings with Congruent Tiles”, **Bulletin of the American Mathematical Society**, Cilt: 3, Sayı: 3, 1980, ss. 951-973.

Gullini, Giorgio. **I Mosaici di Palestrina**, Archeologia classica, Supp. 1, Roma, 1956.

Guralnick, Eleanor. “The Proportions of Some Archaic Greek Sculptured Figures: A Computer Analysis”, **Computers and the Humanities**, Cilt: 10, 1976, ss. 153-169.

Guralnick, Eleanor. “Proportions of Kouroi”, **American Journal of Archaeology**, Cilt: 82, 1978, ss. 461-472.

Guralnick, Eleanor. “Proportions of Korai”, **American Journal of Archaeology**, Cilt: 85, 1981, ss. 269-280.

Guralnick, Eleanor. “Profiles of Korai”, **American Journal of Archaeology**, Cilt: 86, 1982, ss. 173-182.

Guralnick, Eleanor. “Profiles of Kouroi”, **American Journal of Archaeology**, Cilt: 89, 1985, ss. 399-409.

Hagenow, Gerd. “Der nichtausgekehrte Speisesaal”, **Rheinisches Museum für Philologie**, Cilt: 121 (H. 3/4), 1978, ss. 260-275.

Hall, Harry Raginald, C. Leonard Wooley, C. J. Gadd ve Arthur Keith. **Ur Excavations, Cilt: 1, Al-‘Ubaid**, Oxford University Press, 1927.

Hall, Harry Reginald. “Excavations at Ur”, **The British Museum Quaryertly**, December, 1928, Cilt: 3, Sayı: 3, ss. 65-69.

Hall, Harry Reginald. **A Season’s Work at Ur**, London, 1930.

Hamilton, R. W. ve Oleg Grabar. **Khirbat al Mafjar, An Arabian Mansion in the Jordan Valley**, Clarendon Press, Oxford, 1959.

Harrison, R. M. ve G. R. J. Lawson. “The Mosaics In Front of The Vilayet Building in Istanbul”, **İstanbul Arkeoloji Müzeleri Yıllığı**, Sayı: 13-14, 1967, ss. 216-218.

Hatay Valiliği. **Hatay: Konuşan Mozaikler**, Yayın Numarası: 8, Yayın Kurulu: Hüseyin Şahin ve M. Nalan Yastı, Pozitif Matbaa, 2011.

Hauschild, Theodor ve Achim Arbeiter. **La Villa romana de centcelles**, Barcelona, 1993.

Haussoullier, Bernard. “L’Oracle d’Apollon à Claros”, **Revue de philologie**, Cilt: 22, 1898, ss. 257-273.

Haynes, I. E. “Antioch Mosaic Pavements by Doro Levi”, **Antiquity**, Cilt: 25, Sayı: 98, 1951, ss. 111-112.

Heath, Thomas. **Apollonius of Perga: Treatise on Conic Sections**, Cambridge, 1896.

Heath, Thomas Little. **The Works of Archimedes**, Cambridge University Press, 1897.

Heath, Thomas Little. **Diophantus of Alexandria: A Study in the History of Greel Algebra,** 2. Baskı, Cambridge, 1910.

Heath, Thomas. **Aristarhus of Samos: The Ancient Copernicus**, Oxford, 1913.

Heath, Thomas. **A Hisyory of Greek Mathematics**, **Volume I, From Thales to Euclid**, Oxford, England, 1921.

Heath, Thomas. **A History of Greek Mathematics**, **Volume II, From Aristarchus to Diophantus**, Oxford, 1921.

Heiberg, J. L. (Ed.). **Archimedis opera omnia cure commentariis Eutocii**, Cilt: 3, In Aedibus B. G. Teubneri, Lipsiae, 1881.

Heiberg, Johan Ludwig (Ed.). **Euclidis Opera Omnia, Vol. VII, Euclidis Optica, Opticorum Recensio Theonis Catoptrica Cum Scholiis Antiquis**, Lipsiae In Aedibus B.G. Teubneri, 1895.

Heiberg, Johan Ludwig ve Henricus Menge (Ed.). **Euclidis Opera Omnia, Vol. VIII, Euclidis Phaenomena et Scripta Musica Editid Henricus Menge**, **Fragmenta Collegit et Diposuit Johan Ludwig Heiberg**, Lipsiae In Aedibus B.G. Teubneri, 1916.

Helbig, Wolfgang. **Führer durch die öffentlichen Sammlungen klassischer Alterthümer in Rom**, Cilt: 1, Verlag Von Karl Bedeker, Leipzig, 1891.

Hellenkemper-Salies, Gisela. "Werner Jobst, Römische Mosaiken aus Ephesos 1. Die Hanghäuser des Embolos (mit einem Beitrag von H. Vetters)", **Bonner Jahrbücher des rheinischen Landesmuseums in Bonn und des Vereins von Altertumsfreunden im Rheinlande**, Cilt: 180, 1980, ss. 772-778.

Hellenkemper-Salies, Gisela. "Irritations optiques dans l'ornementation pavimentale romaine", **VI Colloquio Internacional sobre Mosaico antiquo, Palencia-Mérida. Octubre 1990, (VIe colloque international pour l'étude de la mosaïque, antique, Palencia-Mérida, octobre 1990)**, (CMGR VI), (Ed. D. Fernandez Galıano), Guadalajara, 1994, ss. 423-430.

Herodotos. **Herodot Tarihi**, çev. Müntekim Ökmen, Yunanca Aslıyla Karşılaştıran ve Sunan Azra Erhat, Remzi Kitabevi, İstanbul, Aralık 1973.

Herodotos. **The History of Herodotus**, 8. Baskı, 2 Cilt, çev. G. Rawlinson, New York, 1910.

Hertzberg, Hans Theodore Edeward, Edmund Churchill, C. W. Dupertius, R. M. White ve A. Damon. **Anthropometric Survey of Turkey, Greece and Italy**, The MacMillan Company, New York, 1963.

Higgins, Godfrey. **Anacalypsis, An Attempt To Draw Aside The Veil Of The Saitic Isis; Or, An Inquiry Into The Origin Of Languages, Nation, And Religions**, Cilt: 1, Longman, Rees, Orme, Brown, Green, and Longman, Paternoster Row, London, 1836.

Hinks, Roger Packman. **Catalogue of the Greek, Etruscan and Roman paintings and mosaics in the British Museum,** British Museum, Printed by Order of the Trustees, London, United Kingdom, 1933.

Hoepfner, Wolfram ve Ernst-Ludwig Schwandner. **Haus und Stadt im klassischen Griechenland**, **[=Wohnen in der klassischen polis, Band I]**, Deutscher Kunstverlag, München, 1986, ss. 99, 103-105.

Hoepfner, Wolfram. **Arsameia am Nymphaios II (IstForsch 33)**, Berlin, 1983.

Hogendıjk, Jan P. "Greek and Arabic Constructions of the Regular Heptagon", **Archive for History of Exact Sciences**, Cilt: 30, Sayı: 3-4, 1984, ss. 197-330.

Holtzmann Bernard. "Les sculptures de Claros", **Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres**, Cilt: 137, Sayı: 4, 1993, ss. 801-817.

Hopkins, Clarke. "Antioch Mosaic Pavements", **Journal of Near Eastern Studies**, Cilt: 7, No.2, 1948, ss. 91-97.

Hölscher, Tonio. **Griechische Historienbilder des 5. und 4. Jahrhunderts v.Chr.**, Würzburg, 1973.

Hultsch, Friedrich Otto. "Autolykos und Euklid", **Berichte über die Verhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften, Philologisch-Historische Klasse**, Cilt: 38, 1886, ss. 128-55.

Hyde, Walter Woodburn. **Olympic Victor Monuments and Greek Athletic Art**, The Carnegie Institution of Washington, Washington, 1921.

Iamblichus. **Iamblichi, De vita pythagorica, Liber, Ad Fidem Codicis Florentini**, Recensuit, Augustus Nauck, Accedit Epimetrum, De Pythagorae Aureo Carmine, Petropoli: Eggers & S. et I. Glasunof, Lipsiae: Voss' Sortiment (G. Haessel), 1884.

Iamblichus. **Iamblichus' Life of Pythagoras, or Pythagoric Life**, çev. Tomas Taylor, London: J. M. Watkins, 1818.

IP67 ABSOLUTE Coolant Proof Calliper User Guide, https://www.mitutoyo.com/wp-content/uploads/2016/03/CoolantProofCalipers.pdf, (09.12.2018).

Işıklıkaya, Işıl Rabia. **Perge Mozaikleri: Macellum Güney Hamam ve Geç Dönem Meydanı Doğu Portiği**, (Doktora Tezi), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2010.

Iversen, Erik. "Diodorus' Account of the Egyptian Canon", **The Journal of Egyptian Archaeology**, Cilt: 54, 1968, ss. 215-218.

Iversen, Erik. **Canon and Proportions in Eyptian Art,** 2. Baskı, Aris and Phillips, Warminster, 1975.

İbrahim, Leila, Robert Scranton ve Robert Brill. **Kenchreai: Eastern Port of Corinth II: The Panels of Opus Sectile in Glass**, E. J. Brill, Leiden, 1976.

Joannes Stobaeus. **Anthologium**, (Ed. Curt Wachsmuth ve Otto Hense), Weidmann, Berlin, 1884-1912.

Jobst, Werner. **Römische Mosaiken aus Ephesos 1. Die Hänghäuser des Embolos. Mit einem Beitrag von H. Vetters**, (**Forschungen in Ephesos 8.2)**, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, 1977.

Jobst, Werner. **Antike Mosaikkunst in Österreich**, Wien: Österreichischer Bundesverlag, 1985.

Jobst, Werner, Behçet Erdal ve Christian Gurtner. **İstanbul Büyük Saray Mozayiği: Arastırmalar, Onarım ve Sergileme, 1983-1997**, Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul, 1997.

Jobst, Werner, Rimund Kastler ve Veronika Scheibelreiter (Ed.). **Mosaikenforschung im Kaiserpalast von Konstantinopel, Neue Forschungen und Restaurierungen im byzantinischen Kaiserpalast von Istanbul: Akten der Internationalen Fachtagung vom 6.-8. November 1991 in Istanbul, (Denkschriften, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-Historische Klasse 273)**, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, 1999.

Jones, Henry Stuart (Ed.-Çev.). **Select Passages From Ancient Writers Illustrative of the History of Greek Sculpture**, London: Macmillan and CO., New York, 1895.

Jordan, Julius. **Erster vorläufiger Bericht über die von der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft in Uruk-Warka unternommenen Ausgrabungen in Uruk-Warka**, **[Abhandlungen der Preussichen Akademie der Wissenschaften, 1929, Philosophisch-historische Klasse 7]**, 1930.

Jordan, Julius. **Zweitter vorläufiger Bericht über die von der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft in Uruk-Warka unternommenen Ausgrabungen in Uruk-Warka**, **[Abhandlungen der Preussichen Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-historische Klasse 4]**, Berllin, 1931.

Jordan, Julius. **Dritter vorläufiger Bericht über die von der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft in Uruk-Warka unternommenen Ausgrabungen in Uruk-Warka**, **[Abhandlungen der Preussichen Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-historische Klasse 2]**, Berlin, 1932.

Kalmus, H. "Animals as Mathematicians", **Nature**, Cilt: 202, 1964, ss. 1156-1160.

Kawerau, Georg ve Theodor Wiegand. **Altertümer von Pergamon V.1: Die Paläste der Hochburg,** Berlin und Leipzig, 1930.

Kennedy, David, J. Bunbury, K. Butcher, S. Campbell, E. Csapo, H. Devijver, R. Ergeç, P. Freeman, D. Graf, J. Kennedy, M. A. Speidel, M. P. Speidel, M. C. Bishop, R. Burgess, J. Dobbins ve D. French. **The TwinTowns of Zeugma on the Euphrates: Rescue Work and Historical Studies**, (**Journal of Roman Archaeology, Supplementary Series, Cilt: 27)**, Portsmouth, RI, 1998.

Keppleri, Ioannis. **Harmonices Mundi**, Libri V Quorum, sumptibus Godofredi Tampachii Bibl. Francof. Excudebat Ioannes Plancus, Lincii Austriae, 1619.

Kepleri, Johannis. **Astronomi, Opera Omnia**, Cilt: 5, (Ed. Ch. Frisch), Francofurti A.M. et Erlangae, Heyder & Zimmer, 1864.

Kirk, Geoffrey Stephen, John Earle Raven ve Malcolm Schofield. **The Presocratic Philosophers: A Critical History with a Selection of Texts**, Cambridge University Press, 1983.

Kiss, Akos. **Roman Mosaics in Hungary**, Budapest, Akadémiai Kiadó, 1973.

Kitzinger, Ernst. "Stylistic Developments in Pavement Mosaics in the Greek East from the Age of Constantine to the Age of Justinian", **La mosaïque gréco-romaine, Actes du I^{er} colloque international pour l'étude de la mosaïque antique, Paris, 29 août-3 septembre 1963**, (Ed. Henry Stern ve Gilbert Charles Picard), Paris, 1965, s. 341-352.

Kitzinger, Ernst. "Mosaic Pavements in the Greek East and the Question of a 'Renaissance' under Justinian", **Actes du VIe Congrès International d'Études Byzantines, Paris, 27 juillet - 2 août 1948**, Comité français des Etudes Byzantines, Paris, 1951, ss. 209-223.

Klein, Felix. **Famous Problems of Elementary Geometry: The Duplication of the Cube, The Trisection of an Angle, The Quadrature of the Circle**, çev. W. W. Beman ve D. E. Smith, Ginn, Boston, 1897.

Knorr, Wilbur Richard. **Textual Studies in Ancient and Mediaeval Geometry**, Birkhäuser, Boston, 1989.

Kokkorou, G. ve G. Alewras. "Ionia Sculptures of the Archaic Period on Dorian Rhodes", **Sculptors and Sculpture of Caria and the Dodecanese**, (Ed. I. Jenkins ve G. B. Waywell), London, 1995, ss. 150-155.

Konstantinopoulos, Gr. "New Finds from Rhodes and Astypalaia", **Athens Annals of Archaeology**, Cilt: 6, 1973, ss. 114-124.

Kostov, Ruslan I. "Pentagon-Dodecahedral and Icosahedral Artifacts in Antiquity: 3D Five-Fold Symmetry Applied to Cultural Heritage", **Annual of the University of Mining and Geology**, Cilt: 57, 2014, ss. 23-27.

Kramer, Samuel Noah. **The Sumerians: Their History, Culture and Character**, London, 1963.

Kühn, Carolus Gottlob (Ed.). **Claudii Galeni, Opera Omnia**, Cilt: 1, Prostat In Officina Libraria Car. Cnoblichii, Lipsiae, 1821.

Kühn, Carolus Gottlob (Ed.). **Claudii Galeni, Opera Omnia**, Cilt: 5, Prostat In Officina Libraria Car. Cnoblichii, Lipsiae, 1823.

La Genière, Juliette de. "1988 Yılı Eylül Ayında Claros'da Yapılan Çalışmanın Raporu", **Türk Arkeoloji Dergisi**, Cilt: 28, 1988, ss. 293-306.

La Genière, Juliette de. "Le sanctuaire d'Apollon à Claros", **Anatolia Antiqua**, Cilt: 1, 1989, ss. 31-35.

La Genière, Juliette de. "Le sanctuaire d'Apollon à Claros, nouvelles découvertes", **Revue des Études Grecques**, Cilt: 103, 1990, ss. 95-110.

La Genière, Juliette de. “Claros Kazıları 1990”, **13. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 2, Ankara, 1991, ss. 69-78.

La Genière, Juliette de, M. Amandry, L. Delattre, J. Rougetet, N. Şahin ve M. Schwaller, **Cahiers de Claros I**, Paris, 1992.

La Genière, Juliette de. “Le sanctuaire d’Apollon à Claros, découvertes récentes”, **Comptes rendus des séances de l’Académie des inscriptions et belles-lettres**, Cilt: 130, Sayı: 1, 1992, ss. 195-210.

La Genière, Juliette de. “Claros 1992. Bilan provisoire des fouilles dans le sanctuaire d’Apollon”, **Revue des études anciennes**, Cilt: 95, Sayı: 3, 1993, ss. 383-397.

La Genière, Juliette de. “Sanctuaire d’Apollon à Claros, fouille de 1994”, **17. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 2, Ankara, 1995, ss. 47-51.

La Genière, Juliette de. “Bilan sommaire des découvertes récentes à Claros”, **Anatolia Antiqua**, Cilt: 4, 1996, ss. 303-309.

La Genière, Juliette de. “Claros, Bilan Provisoire de dix campagnes de fouilles”, **Revue des études anciennes**, Vol. 100, 1998, ss. 235-268.

La Genière, Juliette de. “Hécatombe à Claros”, **Architettura, Urbanistica, Societá nel Mondo Antico**. Fondazione Paestum Tekmeria 2, 1998, ss. 79-84.

La Genière, Juliette de, V. Jolivet, E. Collas-Heddeland, M. Dewailly, P. Gauthier, R. Robert, N. Şahin ve S. Verger. **Cahiers de Claros II. L’aire des sacrifices**, Paris, 2003.

Lancha, Janine. **Mosaïques géométriques: les ateliers de Vienne (Isère): leurs modèles et leur originalité dans l’Empire romain**, Roma, 1977.

Lang-Auinger, Claudia. **Das Hanghaus 1 in Ephesos. Der Baubefund**, (**Forschungen in Ephesos VIII/3)**, Vienna, 1996.

Lange, Julius Henrik. **Darstellung des Menschen in der Älteren Griechischen Kunst**, çev. Mathilde Mann, Heitz, Strassburg, 1899.

Lassus, Jean. "Remarques sur les mosaïques de Vaison-la-Romaine (I)", **Gallia**, Cilt: 28, Sayı: 1, 1970, ss. 35-66.

Lassus, Jean. "Remarques sur les mosaïques de Vaison-la-Romaine", **Gallia**, Cilt: 29, Sayı: 1, 1971, ss. 45-72.

Lauffer, Siegfried (Ed.). **Diokletians Preisedikt**, **Texte und Kommentare 5**, Walter de Gruyter, Berlin, 1971.

Lavagne, Henri. **Operosa Antra: recherches sur la grotte à Rome de Sylla à Hadrien**, Ecole française de Rome, Roma, 1988.

Lavagne, Henri. "Le Nymphée au Polyphème de la Domus Aurea", **Mélanges de l'École Française de Rome**, Cilt: 82, Sayı: 2, 1970, ss. 673-721.

Lavin, Irving. "Die Mosaikfussböden in Aresameia am Nymphaios", **Arsameia am Nymphaios: Die Ausgrabungen im Hierothesion des Mithradates Kallinikos von 1953-1956 (IstForsch 23)**, (Ed. F. Karl Dörner ve Theresa Goell), Berlin, 1963, ss. 191-196.

Legon, John A. R. "The Cubit and the Egyptian Canon of Art", **Discussions in Egyptology**, Cilt: 35,1996, ss. 61-76.

Lejeune, Michel ve Laurent Dubois. "Dédicaces archaïques de Claros", **Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres**, Cilt: 142, Sayı: 4, 1998, ss. 1141-1152.

Lepsius, Richard. **Die längenmasse der alten**, Wilhelm Hertz, Berlin, 1884.

Lepsius, Richard. **Denkmäler aus Ägypten und Äthiopien: nach den Zeichnungen der von seiner Majestaet dem Könige von Preussen Friedrich Wilhelm IV, nach diesen Ländern gesendeten und in den Jahren 1842-1845 ausgeführten wissenschaftlichen Expedition**, Biblio Verlag, Osnabrück, 1970.

Leventhal, Max. "Eratosthenes' Letter to Ptolemy: The Literary Mechanics of Empire", **American Journal of Philology**, Cilt: 138, Sayı: 1, 2017, ss. 43-84.

Levi, Doro. **Antioch Mosaic Pavements**, Princeton University Press, Princeton, 1947.

Lévy, Edmond ve Jean Marcadé. "Au musée de Lycosoura", **Bulletin de correspondance hellénique**, Cilt: 96, 1972, ss. 967-1004.

Lichter, Clemens. "Western Anatolia in the Late Neolithic and Early Chalcolithic: the Actual State of Research, How Did Farming Reach Europe?", **Byzas**, Cilt: 2, 2005, ss. 59-74.

Lietzmann, Walther. **Der pyhthagoreische Lehrsatz: mit einem Ausblick auf das Fermatsche Problem**, Cilt: 3, Druck und Verlag von B. G. Teubner, Leipzig, Berlin, 1912.

Lindemann, Ferdinand. "Zur Geschichte der Polyeder und Zahlzeichen", **Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der K. B. Akademie der Wissenschaften**, Cilt: 26, 1896, ss. 625-758.

Ling, Roger. **Ancient Mosaics**, Princeton University Press, Princeton, 1998.

Ling, Roger. "Roman Mosaics: A Success Story of Classical Archaeology", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 105, Sayı: 2, 2001, ss. 325-329.

Ling, Roger. “Against the Reverse Technique”, **Fifth International Colloquium on Ancient Mosaics, Bath 1987**, Part 1, (Journal of Roman Archaeology Supplementary Series 9.1), 1994, 1995, (CMGR V.1), ss.77-88.

Liu, Yang ve Godfried Toussaint. “Unravelling Roman Mosaic Meander Patterns: A Simple Algorithm for Their Generation”, **Journal of Mathematics and the Arts**, Cilt: 4, 2010 B, ss. 1-11.

Liu, Yang ve Godfried Toussaint. “Categories of Repetition in the Geometric Meander art of Greek and Roman Mosaics”, **Hyperseeing**, 2010 A, ss. 25-38.

Loewy, Emanuel. **The Rendering of Nature in Early Greek Art**, çev. John Fothergill, Duckworth & Co., London, 1907.

Loftus, William Kennett. **Travels and Researches in Chaldaea and Susiana**, New York, 1857.

Loria, Gino. **Le scienze esatte nell’antica Grecia**, 2. Baskı, Ulrico Hoepli, Milano, 1914.

Lowenstein, John Prince. “The swastika: Its History and Meaning”, **Man**, Cilt: 41, 1941, ss. 49-55.

Luhmann, T., S. Robson, S. Kyle ve J. Boehm. **Close-Range Photogrammetry and 3D Imaging**, Walter de Gruyter Gmbh, Berlin, 2014.

Lux, Ute. “Die Apostel-Kirche in Mādeba”, **Zeitschrift des Deutschen Palästina-Vereins (ZDPV)**, Cilt: 84, 1968, ss. 106-129.

Mackay, Ernest. “Proportion Squares on Tomb Walls in the Theban Necropolis”, **The Journal of Egyptian Archaeology**, Cilt: 4, Sayı: 2/3, 1917, ss. 74-85.

Macridy, Theodor. “Altertümer von Notion”, **Jahreshefte des Österreichischen Archäologischen Institutes**, Cilt: 8, Wien, 1905, ss. 161-173.

Macridy, Theodor. “Antiquités de Notion II”, **Jahreshefte des Österreichischen Archäologischen Institutes**, Cilt: 15, Wien, 1912, ss. 36-67.

Macridy, Theodor ve Charlaes Picard. “Fouilles du hiéron d’Apollon Clarios à Colophon”, **Bulletin de Correspondance Hellénique**, Cilt: 39, 1915, ss. 33-52.

Made form the original image of Nevit Dilmen (talk) by Manco Capac. **The Gypsy Girl Mosaic of Zeugma with bg.jpg**, 12.11.2009, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:The_Gypsy_Girl_Mosaic_of_Zeugma_with_bg.jpg, (08.06.2015).

Μακαρόνας, ΧΑΡ. “Ανασκαφαί Πέλλης 1957-1960: Συνοδευτικοί Πίνακες”, **Αρχαιολογικόν Δελτίον** 16 (1960), 73-75 (Makaronas, Khar. “Pella Kazıları 1957-1960: Panolar Eşliğinde”, **Arkeoloji Bülteni [Arkhaologikon Deltion]**, Cilt: 16, 1960, ss. 73- 75.

Μακαρόνας, Χ. Ι. “Αρχαιότητες και μνημεία Κεντρικής Μακεδονίας: Ανασκαφαί Πέλλης 1961 (Τα νέα ψηφιδωτά δάπεδα, Έργα συντηρήσεως και αναστηλώσεως)”, **Αρχαιολογικόν Δελτίον** 17 (1961/2), 209-213, (Makaronas, Kh. I. “Orta Makedonya Antik Eserleri: Pella Kazısı 1961 [Yeni Mozaik Zeminler, Bakım ver Restorasyon Çalışmaları]”, **Arkeoloji Bülteni** [Arkhaologikon Deltion], Cilt: 17, 1961/2, ss. 209-213).

Makaronas, Ch. J. “Pella: Capital of Ancient Macedonia”, **Scientific American**, Cilt: 215, Sayı: 6, 1966, ss. 98-105.

Mansel, Arif Müfid. **Ege ve Yunan Tarihi**, 10. Baskı, Türk Tarih Kurumu, Ankara, 2014.

Masià, Ramon. “On Dating Hero of Alexandria”, **Archive for History of Exact Sciences**, Cilt: 69, Sayı: 3, 2015, ss. 231-255.

Μαστροκώστας, Ε. “Η κόρη Φρασίκλεια Αριστίωνος του Παρίου και κούρος μαρμάρινος ανεκαλύφθησαν εν Μυρρινούντι”, **Ἀρχαιολογικὰ ἀνάλετκα ἐξ Ἀθηνω̂ν**, 5, 1972 (Mastrokostas, E. “Pariou’dan Kore Phrasikleia Aristionos ve kouros mermer Myrrinounti’de keşfedildi”, **Arkhaiologika analetka eks Athinôn**, Cilt: 5, 1972), ss. 298-324.

Matini, M. Morricone. “Mosaici romani a cassetoni del I secolo a.C”, **Archeologia Classica**, Cilt: 18, 1965, ss. 75-91.

MATLAB. https://www.mathworks.com/products/matlab.html, (09.06.2019).

Matney, Timothy ve Lynn Rainville. “Seventh Preliminary Report on Excavations at Ziyarettepe (Diyarbakır Province), 2003 Season”, **26. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 1, 24-28 Mayıs 2004, Konya, Kültür ve Turizm Bakanlığı DÖSİMM Basımevi, Ankara, 2005, ss. 63-74.

Matney, Timothy ve Lynn Rainville. “Eighth Preliminary Report on Excavations at Ziyarettepe (Diyarbakır Province), 2004 Season”, **27. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 1, 30 Mayıs-03 Haziran 2005, Antalya, Kültür ve Turizm Bakanlığı DÖSİMM Basımevi, Ankara, 2006, ss. 117-130.

Matney, Timothy, Lynn Rainville, Timothy Demko, Sara Kayser, Kemalettin Köroğlu, Helen McDonald, John MacGinnis, Kathleen Nicoll, Simo Parpola, Mandy Reimann, Michael Roaf, Philipp Schmidt ve Jeffrey Szuchman. “Archaeological Investigations at Ziyaret Tepe, 2003-2004”, **Anatolica**, Cilt: 31, 2005, ss. 19-68.

Matney, Timothy, Tina Greenfield, Britt Hartenberger, Chelsea Jalbrzikowski, Kemalettin Köroğlu, John MacGinnis, Anke Marsh, Martin Willis Monroe, Melissa Rosenzweig, Kristina Sauer ve Dirk Wicke. "Excavations at Ziyaret Tepe, Diyarbakir Province, Turkey, 2009-2010 Seasons", **Anatolica**, Cilt: 37, 2011, ss. 67-114.

Matthiae, Guglielmo. **Mosaici medioevali delle chiese di Roma**, Istituto poligrafico dello Stato, Roma, 1967.

Mellinc, Machteld J. "Archaeology in Asia Minor", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 65, Sayı: 1, 1961, ss. 37-52.

Meriç, Recep. "Metropolis 1997 Yılı Kazı Raporu", **20. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 2, Kültür Bakanlığı Milli Kütüphane Basım Evi, Ankara, 1999, ss. 335-352.

Meriç, Recep. **Metropolis: City of the Mother Goddess**, Meseder Publications, İstanbul, 2004.

Métraux, Guy P. R. "Patronage and Style in the Mosaics of the Villa San Rocco, Francolise", **Bulletin d'information de l'Association internationale pour l'étude de la mosaïque antique**, Cilt: 10, Sayı: 1, 1985, ss. 139-149.

Metropolitan Museum of Art. **The Tomb of Perneb,** (…presented to Metropolitan Museum of Art by Edward S. Harkness), (Chapter I by Albert M. Lythgoe, Chapter II by Caroline Ransom Williams), New York, 1916, ss. 70-75.

Metzger, Henri. "Fouilles du Létoon de Xanthos (1962-1965)", **Revue Archéologique**, Fasikül: 1, 1966, ss. 101-112.

Metzger, Henri. "Fouilles du Létoon et de Ksanthos (1962-1972)" **The proceedings of the Xth International Congress of Classical Archaeology, Ankara-İzmir 23-30.09.1973**, Türk Tarih Kurumu, Ankara, 1978, ss. 789-803.

Meyboom, Paul G. P. **The Nile Mosaic of Palestrina: Early Evidence of Egyptian Religion in Italy**, (Religions in the Graeco-Roman World, Cilt: 121), Brill, 1995.

Meyer, Hugo. "Zu neuer Deutung von Asarotos Oikos und Kapitolinischem Taubenmosaik", **Archäologischer Anzeiger**, 1977, ss. 104-110.

Minar, Edwin L., F. H. Sandbach ve W. C. Helmbold (çev.). **Plutarch's Moralia In Fifteen Volumes**, IX: 697 C-771 E, Cambridge-Massachusetts: Harvard University Press, London: William Heinemann LTD, 1961.

Momigliano, Nicoletta, Laura Phillips, Michela Spataro, Nigel Meeks ve Andrew Meek. "A Newly Discovered Minoan Faiance Plaque from the Knossos Town Mosaic in the Bristol City Musaeum and Art Gallery: A Technological Insight", **The Annual of the British School at Athens**, Cilt: 109, Sayı: 1, 2014, ss. 97-110.

Monteagudo, Guadalupe López ve Luz Neira. "Mosaico", **Arte Romano de la Bética III, Mosaico, Pintura, Manufacturas**, (Coord. Pilar León), Fundación Focus-Abengoa, Sevilla, 2010, ss. 17-189.

Moretti, Mario ve Anna Maria Sgubini Moretti. **La villa dei Volusii a Lucus Feroniae**, Autostrade, Roma, 1977.

Morholt, Rebecca. "Roman Labyrinth Mosaics and the Experience of Motion", **The Art Bulletin**, Cilt: 93, Sayı: 3, 2011, ss. 287-305.

Morricone, Maria Luisa. **Scutulata pavimenta: I pavimenti con inserti di marmo o di pietra trovati a Roma e nei dintorni**, Studi e materiali del Museo della Civiltà Romana 9, Roma, 1980.

Mosca, Fabio. “Come evitare di perdersi nel labirinto: lo schema grafico usato in due mosaici con Teseo e il Minotauro”, **Atti del XXIII Colloquio dell’Associazone italiana per lo Studio e la Conservazione del Mosaico, eds. Claudia Angelelli, Chiara Cecalupo, Marco Emilio Erba, Daniela Massara, Federica Rinaldi**, Quasar, Roma, 2018, ss. 691-698.

Muss, Ulrike ve Mustafa Büyükkolancı. “Neue archaishe Skulpturen aus der Umgebung von Ephesos”, **Jahreshefte des Österreichischen Archäologischen Institutes in Wien**, Cilt: 68, 1999, ss. 32-40.

Müller, Max. **Chips From a German Workshop, II, Essays on Mythology, Traditions, and Customs**, 2. Baskı, Longmans, Green, and Co., 1868.

Nassar, Mohammad ve Zeidoun Al-Muheisen. “Geometric Mosaic Pavements of Yasileh in Jordan”, **Palestine Exploration Quarterly**, Cilt: 142, Sayı: 3, 2010, ss. 182-198.

Nassar, Mohammad ve Nizar Turshan. “Geometrical Mosaic Pavements of the Church of Bishop Leontios at Ya’amun (Northern Jordan)”, **Palestine Exploration Quarterly**, Cilt: 143, Sayı: 1, 2011, ss. 41-62.

Nassar, Mohammad ve Abdolmajeed Sabbagh. “The Geometric Mosaics at Khirbat Mar Elyas: A Comparative Study”, **Greek, Roman and Byzantine Studies,** Cilt: 56, Sayı: 3, 2016, ss. 528-555.

Nassar, Mohammad, Mazen Asfour ve Nizar Turshan. “Geometrical Mosaic Decorations at Qasr Alhallabat: A Comparative Study”, **Mediterranean Archaeology and Archaeometry**, Cilt: 17, Sayı: 3, 2017, ss. 84-96.

Nelsen, Roger B. **Proofs Without Words: Exercises in Visual Thinking**, Mathematical Association of America, Washington, 1993.

Neugebauer, Otto. “Über die Approximation irrationaler Quadratwurzeln in der babylonischen Mathematik”, **Archiv für Orientforschung/Istitut für Orientalistik**, Cilt: 7, 1931-1932, ss. 90-99.

Neugebauer, Otto. **Über eine Methode zur Distanzbestimmung Alexandria - Rom bei Heron**, **[Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter, Historik-Filologiske Meddelelser. XXVI, 2]**, Levin & Munksgaard, 1938.

Neugebauer, Otto. **The Exact Sciences in Antiquity**, 2. Baskı, Providence, Brown University Press, 1957.

Nogara, Bartolomeo. **I Mosaici antichi conservati nei Palazzi Pontifici del Vaticano e del Laterano**, Collezioni archeologiche, artistiche e numismatiche dei Palazzi apostolici 4, Milano, 1910.

Oates, Whitney J. ve Jr. Eugene O’Neill (Ed.), **The Complete Greek Drama**, Cilt: 2, Random House, New York, 1938.

Oliveira, Marcos L.S., Bernardo F. Tutikian, Celene Milanes ve Luis F.O. Silva. “Atmospheric Contaminations and Bad Conservation Effects in Roman Mosaics and Mortars of Italica”, **Journal of Cleaner Production**, Cilt: 248: 119250, 2020, ss. 1-7.

Ovadiah, Asher. “The Origin and Development of Mosaics to the time of Agustus: In Memory of my Teacher Michael Avi-Yonah”, **Scripta Classica Israelica**, Cilt: 2, 1975, ss. 124-149.

Ovadiah, Ruth ve Asher Ovadiah, **Mosaic Pavements in Israel: Hellenistic, Roman, and Early Byzantine**, **[Bibliotheca archaeologica 6]**, “L’ERMA” di Bretschneider, Rome, 1987.

Ovadiah, Asher. **Geometric and Floral Patterns in Ancient Mosaics: A Study of Their Origin in the Mosaics from the Classical Period to the Age of Augustus**, L'Erma di Bretscheider, Rome, 1980.

Önal, Mehmet. **Zeugma mosaics: A corpus**, A Turizm Yayınları, İstanbul, 2009.

Önal, Mehmet, Fatma Bulgan, Hamza Güllüce, Ahmet Beyazlar, Burhan Balcıoğlu ve Taner Atalay. **Belkıs-Zeugma ve Mozaikleri**, (Ed. Rifat Ergeç), Promat, İstanbul, 2007.

Önal, Mehmet. "Herakles'in On İki İşi Betimli Mozaik Hakkında Tespitler", **Journal of Mosaic Research**, Cilt: 5, 2012, ss. 131-143.

Öz, Ali Kazım. "The Mosaics of Metropolis in Ionia", **The Proceedings of V. International Mosaic Corpus of Türkiye, 11th International Colloquium on Ancient Mosaics**, (Ed. Mustafa Şahin), Ege Publications, İstanbul, 2012, ss. 701-708.

Öz, Ali Kazım. "The Research and Conservation Study of the Mosaics of the Roman Bath at Metropolis", **Journal of Mosaic Research**, Cilt: 5, 2012, ss. 145-162.

Öz, Ali Kazım ve Erhan Aydoğdu. "Geometric Analysis of the Mask Mosaic in Metropolis", **Journal of Mosaic Research**, 2016, Cilt: 9, ss. 39-46.

Özgüç, Nimet. "Samsat 1984 Yılı Kazıları", **7. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Ankara, 1985, ss. 221-227.

Özgüç, Nimet. "1985 Yılında Yapılmış Olan Samsat Kazılarının Sonuçları", **8. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 1, Ankara, 1986, ss. 297-304.

Özgüç, Tahsin. **Altıntepe: Mimarlık Anıtları ve Duvar Resimleri**, Türk Tarih Kurumu, Ankara, 1966.

Özgüç, Tahsin. “Ancient Ararat”, **Scientific American**, Cilt: 216, Sayı: 3, 1967, ss. 38-47.

Pacioli, Luca. **Divina proportione opera a tutti glingegni perspicaci e curiosi necessaria oue ciascun studioso di philosophia: prospectiua pictura sculptura: architectura: musica: e altre mathematice: suavissima: sottile: e admirabile doctrina consequira: e delectarassi: co [n] varie questione de secretissima scientia**, A. Paganius Paganinus characteribus elegantissimis accuratissime imprimebat, Venice, 1509.

Palagia, Olga (Ed.). **Greek Sculpture: Function, Materials, and Techniques in the Archaic and Classical Periods**, Cambridge, 2006.

Pande, Neeraj Anant. “Numeral Systems of Great Ancient Human Civilizations”, **Journal of Science and Arts**, Cilt: 2, Sayı: 13, 2010, ss. 209-222.

Papadopoulos, Evangelos. “Heron of Alexandria (c. 10-85 AD)", **Distinguished Figures in Mechanism and Machine Science**, (Ed. Marco Ceccarelli), Springer, Dordrecht, 2007, ss. 217-245.

Pappus. **Pappi Alexandrini Colectionis**, **Volumen I: Insunt Librorum II, III, IV, V Reliquiae**, (Ed. Friedricus Hultsch), Berlin, 1876.

Parrish, David. **Season Mosaics of Roman North Africa**, Bretschneider Giorgio, Rome, 1984.

Parrish, David. “The General State of Mosaic Research in Turkey in 2005”, **The Proceedings of III. International Symposium of the Mosaic of Turkey**, (Ed. Mustafa Şahin), Uludağ University Press, Bursa, 2007, ss. 17-26.

Parlasca, Klaus. “Das pergamenische Taubenmosaik”, **Jahrbuch des Deutschen Archäologischen Instituts**, Cilt: 78, 1963, ss. 259-293.

Parlasca, Klaus. **Die römischen Mosaiken in Deutschland**, Berlin, De Gruyter, 1959.

Parrot, André. **Sumer**, London/New York, 1960.

Parzysz, Bernard. "Analyse des tracés régulateurs des motifs géométriques des mosaïques", **Au collège Lumière à Besançon (Doubs) (sous la direction de Claudine Munier)**, **II: Éléments d'architecture**, INRAP Direction interrégionale Grand-Est-Sud (Dijon), 2007, ss. 267-346.

Parzysz, Bernard ve Claudine Munier. "Les mosaïques géométriques romaines du collège Lumière de Besançon: une richesse et des talents insoupçonnés", **le Bulletin Vert**, **l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public (APMEP)**, Sayı: 476, 2008, ss. 294-300.

Parzysz, Bernard. "Des ellipses … sans ellipses: les amphithéâtres romains", **le Bulletin Vert**, **l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public (APMEP)**, Sayı: 479, 2008, ss. 772-780.

Parzysz, Bernard. "Using Key Diagrams to Design and Construct Roman Geometric Mosaics?", **Nexus Network Journal**, Cilt: 11, Sayı: 2, 2009, ss. 273-288.

Parzysz, Bernard. "La construction des mosaïques géométriques romaines: des modèles pour l'éternité", **le Bulletin Vert**, **l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public (APMEP)**, Sayı: 483, 2009, ss. 522-533.

Parzysz, Bernard. "La géométrie de la mosaïque de Penthée (Nîmes)", **le Bulletin Vert**, **l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public (APMEP)**, Sayı: 500, 2012, ss. 420-428.

Parzysz, Bernard. "La géométrie de la mosaïque de grand", **le Petit Vert**: **Bulletin de la regionale lorraine de l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public (APMEP)**, Sayı: 115, 2013, ss. 29-43.

Parzysz, Bernard. “La géométrie de la mosaïque de grand (2e Partie)”, **le Petit Vert**: **Bulletin de la regionale lorraine de l’Association des Professeurs de Mathématiques de l’Enseignement Public (APMEP)**, Sayı: 116, 2013, ss. 27-33.

Parzysz, Bernard ve Amina-Aïcha Malek. “Les mosaïques «kaléidoscopiques» de Numidie”, **le Bulletin Vert**, **l’Association des Professeurs de Mathématiques de l’Enseignement Public (APMEP)**, Sayı: 521, 2016, ss. 554-561.

Parzysz, Bernard. “De la nécessité d’identifier précisément le décor géométrique d’une mosaïque. Une étude de cas”, **Journal of Mosaic Research**, Cilt: 9, 2016, ss. 47-58.

Parzysz, Bernard. “La géométrie des mosaïques de Neptune et de Méduse: thèmes, variations, adaptations”, **Le quartier antique du Palatium et ses domus, Archéologie au collège Lumière à Besançon (Doubs)**, (Ed. Presses Universitaires de Franche-Comté), 2017, ss. 289-297.

Parzysz, Bernard. “Le talent discret des mosaïstes antiques. Une étude de cas relative aux méandres de svastikas”, **Journal of Mosaic Research**, Cilt: 13, 2020, ss. 239-256.

Parzysz, Bernard. “Geometry of Ancient Mazes, Part I: ‘Cretan’ Mazes”, **Nexus Network Journal,** Cilt: 23, 2021, ss. 247-266.

Parzysz, Bernard. “Geometry of Ancient Mazes: A Synthesis Part II: ‘Roman’ Mazes”, **Nexus Network Journal**, Cilt: 23, 2021, ss. 267-298.

Parzysz, Bernard. “Geometry of Ancient Mazes: A Synthesis. Part III: ‘Church’ Mazes”, **Nexus Network Journal**, Cilt: 23, 2021, ss. 299-318.

Pécasse, Marianne. “Les sculptures archaïques de Claros, L’étude des sculptures”, **Monuments et Memoires de la Fondation Eugene Piot**, Cilt: 83, Paris, 2004, ss. 21-59.

Peet, Thomas Eric. **The Rhind Mathematical Papyrus: British Museum 10057 and 10058**, The University Press of Liverpool Limited, Hodder & Stoughton Limited, London, 1923, Kraus Reprint, Nendeln / Liechtenstein, 1970.

Pendlebury, J. D. S. **The Archaeology of Crete: An Introduction**, Methuen & Co. LTD., London, 1939.

Penedo, Mercedes Durán. **Iconografía de los mosaicos romanos en la Hispania alto-imperial**, Univesitat Rovira i Virgili, Barcelona, 1993.

Perler, Othmar. **Die Mosaiken der Juliergruft im Vatikan: Rektoratsrede zur feierlichen Eröffnung des Studienjahres am 15. Nov. 1952**, Freiburger Universitätsreden, 1953.

Pernice, Erich. **Pavimente und figürliche Mosaiken, (Die hellenistische Kunst in Pompeji 6)**, de Gruyter, Berlin, 1938.

Perrin, Bernadotte (çev.). **Plutarch's Lives In Ten Volumes**, **I**: **Theseus and Romulus**, **Lycurgus and Numa**, **Solon and Publicola**, London: William Heinemann, New York: The Mac Millan Co., 1914.

Perrin, Bernadotte (çev.). **Plutarch's Lives In Ten Volumes**, **III: Pericles and Fabius, Nicias and Crassus Maximus**, London: William Heinemann LTD, New York: G. P. Putnam's Sons, First Printed 1916, Reprinted 1932.

Perrot, Georges ve Charles Chipiez. **Histoire de l'art dans l'Antiquité**, Cilt: 2, Paris, 1884.

Petsas, Photios. "Ten Years at Pella", **Archaeology**, Cilt: 17, Sayı: 2, 1964, ss. 74-74.

Petsas, Phoitos. “Mosaics from Pella”, (Ed. Henry Stern ve Gilbert Charles Picard), **La mosaïque gréco-romaine, Actes du I^er^ colloque international pour l’étude de la mosaïque antique, Paris, 29 août-3 septembre 1963**, Paris, 1965, (CMGR I), ss. 41-56.

Phillips, Anthony. “The Topology of Roman Mosaic Mazes”, **Leonardo**, Cilt: 25, Sayı: 3-4, Visual Mathematics: Special Double Issue, MIT Press, 1992, ss. 321-329.

Phillips Jr., Kyle M. “Subject and Technique in Hellenistic-Roman Mosaics: A Ganymede Mosaic from Sicily”, **The Art Bulletin**, Cilt: 42, Sayı: 4, 1960, ss. 243-262.

Philon Mechanicus. **Philons Belopoiika**, (Viertes Buch Der Mechanik), Griechisch und Deutsh, çev. H. Diels ve E. Schramm, Verlag Der Akademie Der Wissenschaften, Berlin, 1919.

Picard, Charles. **Ephèse et Claros. Recerches sur les sanctuaires et les cultes de l’Ionie du Nord I-III, Paris, IIIC Settlement at Xeropolis, Supp. Cilt: 39**, Oxford, 2006.

Piccirillo, Michele. **Chiese e mosaici di Madaba, Publications of the Studium Biblicum Franciscanum, Collectio maior 34**, Franciscan Printing Press, Jerusalem, 1989.

Piccirillo, Michele. **The Mosaics of Jordan, American Center of Oriental Research publications 1, American Center of Oriental Research**, Amman, 1997.

Pisapia, Maria Stella. **Mosaici Antichi in Italia, Regione prima: Stabiae**, Rome, 1989.

Plato. **Plato in Twelve Volumes**, Cilt: 8, çev. Harold North Fowler, Cambridge-Massachusetts: Harvard University Press, London: William Heinemann LTD, 1914.

Plato. **Plato's Euthypro**, With Introduction and Notes By William Arthur Heidel, New York: Cincinnati, Chikago: American Book Company, 1902.

Plato. **The Theaetetus of Plato**, çev. Lewis Campbell, London, 1875.

Plato. **The Laws of Plato**, çev. Alfred Edward Taylor, J. M. Dent and Sons, London, 1934.

Plato. **The Protogoras of Plato**, (Ed. B. D. Turner), Percival and Co., London, 1891.

Plato. **The Philebus of Plato**, (Ed. R. G. Bury), Cambridge University Press, 1897.

Pletser, Vladimir ve Dirk Huylebrouck. "The Ishango Artefact: The Missing Base 12 Link", **Forma**, Cilt: 14, Sayı: 4, 1999, ss. 339-346.

Plutarch. **Moralia**, Cilt: 5, çev. Frank Cole Babbitt, (Ed. Jeffrey Henderson), Harvard University Press, Cambridge, London, Massachusetts, England, 1936.

Podzuweit, Christian ve Dieter Salzmann. "Ein mykenischer Kieselmosaik-fussboden aus Tiryns", **Archäologischer Anzeiger**, Cilt: 92, 1977, ss. 123-137.

Pollitt, J. J. **The Art of Ancient Greece: Sources and Documents**, Cambridge University Press, 1990.

Pollitt, J. J. "The *Canon* of Polykleitos and Other Canons", **Polykleitos, The Doryphoros, and Tradition**, (Ed. Warren G. Moon), The University of Wisconsin Press, Madison, 1995, ss. 19-24.

Poulsen, Birte. "The New Excavations in Halikarnassos. A Preliminary Report (1990-1991)", **Hekatomnid Caria and the Ionian Renaissance**, (Ed. Jakob Isager), Odense University Press, Odense, 1994, ss. 115-133.

Proclus. **A Commentary on the First Book of Euclid's Elements**, çev. Galen Raymond Morrow, Princeton Univcersity Press, Princeton, New Jersey, 1970.

Proclus. **Procli Diadoch In Primum Euclidis Elementoru Librum Commentarii,** Ex Recognitione Godfredi Friedlein, Lipsiae, In Aedibus B. G. Teubneri, 1873.

Prudhomme, Richard. "Recherche des principes de construction des mosaiques géométriques romaines", **La mosaïque gréco-romaine, IIe Colloque international pour l'etude de la mosaique antique, Vienne, 30 août - 4 septembre 1971, (CMGR II)**, Paris, Picard, 1975, ss. 339-346.

Ptolemy. **Ptolemy's Almagest**, çev. G. J. Tomer, Gerald Duckworth, London, 1984.

Rackham, H. **Pliny: Natural History With An English Translation In Ten Volumes**, Volume II: Libri III-VII, (Loeb Classical Library No. 352), Cambridge-Massachusetts: Harvard University Press, London: William Heinemann LTD, 1947.

Rackham, H. **Pliny: Natural History With An English Translation In Ten Volumes**, Volume IX: Libri XXXIII-XXXV, (Loeb Classical Library No. 394), Cambridge-Massuchusetts: Harvard University Press, London: William Heinemann LTD, 1961.

Radt, Wolfrang. **Pergamon: Geschichte und Bauten einer antiken Metropole**, DuMont Buchverlag, Köln, 1988.

Raven, J. E. "Polyclitus and Pythagoreanism", **The Classical Quarterly**, Cilt: 1, Sayı: 3/4, 1951, ss. 147-152.

Rice, David Talbot. "The Mosaics", **The Great Palace of the Byzantine Emperors: Second Report**, (Ed. David Talbot Rice), The University Press, Edinburg, 1958, ss.121-160.

Richter, Jean Paul (Ed.). **Scritti Letterari di Leonardo da Vinci**, Cilt: 1, Londra: Sampson Low, Marston, Searle & Rivington, 1883.

Richter, Gisela M. A. **The Sculpture and Sculptors of the Greeks**, 5. Baskı, Yale University Press, New Heaven and London, 1967.

Richter, Gisela M. A. ve I. A. Richter. "The Archaic *Apollo* in the Metropolitan Museum", **Metropolitan Museum Studies**, Cilt: 5, 1934, ss. 20-56.

Richter, Gisela M. A. **Kouroi: A Study of the Development of the Greek Kouros**, Oxford University Press, New York, 1942.

Richter, Gisela M. A. **A Hand Book of Greek Art**, 6. Baskı, çev. B. Madra, London, 1959.

Richter, Gisela. **Yunan Sanatı**, çev. Beral Madra, Cem Yayınevi, 1984.

Ridgway, Brunilde Sismondo. "Greek Kouroi and Egyptian Methods", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 70, Sayı: 1, 1966, ss. 68-70.

Ridgway, Brunilde S. ve R. Tobin. "Reviev of *Polyklet*, by Thuri Lorenz; *Der Kanon des Polyklet: Doryphoros und Amazone*, by Hans von Stauben", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 79, 1975, ss. 100-102.

Robert, Jeanne ve Luis Robert. **Claros I. Décrets Hellénistiques**, Paris, 1989.

Robert, Jeanne ve Luis Robert. "Décret de Colophon pour un chresmologue de Smyrne appelé à diriger l'oracle de Claros", **Bulletin de Correspondance Hellénique**, Cilt: 116, 1992, ss. 279-291.

Robert, Luis ve P. Devambez. "Tete Archaique trouvée à Keramos", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 39, 1935, ss. 341-351.

Robert, Luis. “Les Fouilles de Claros”, **conférence donnée à l’ université d’Ankara le 26 Octobre 1953**, Ankara, 1954, ss. 5-27.

Robert, Luis. “Rapport sur les fouilles de Claros en 1958”, **Türk Arkeoloji Dergisi**, Cilt: 9/1, 1959, ss. 35-36.

Robert, Luis. “Fouilles de Claros 1959”, **Türk Arkeoloji Dergisi**, Cilt: 10/1, 1960, ss. 58-59.

Robert, Luis. **Opera Minora Selecta**, Amsterdam, 1974.

Roberti, M. Mirabella. “Nuovi mosaici dalla Villa romana di Desenzano”, **La mosaïque Gréco-romaine IV, Trèves/Trier, 8-14 août 1984, (IVe colloque international pour l’étude de la mosaïque antique, Trèves/Trier, 8-14 août 1984)**, (CMGR IV), (Ed. J.-P. Darmon ve A. Rebourg), Paris, 1994, ss. 107-114.

Robertson, Martin. “La mosaïque gréco-romaine”, **Gnomon**, Cilt: 38, Sayı: 8, 1966, ss. 823-826.

Robertson, Martin. “Greek Mosaics”, **The Journal of Hellenic Studies**, Cilt: 85, 1965, ss. 72-89.

Robins, Gay. “Standing Figures in the Late Grid System of the 26th Dynasty”, **Studien zur Altägyptischen Kultur**, Cilt: 12, 1985, ss. 101-116.

Robins, Gay. **Proportions and Style in Ancient Egyptian Art,** University of Texas Press, Austin, 1994.

Robinson David M. (Ed.). **Excavation at Olynthus, Part 5: Mosaics, Vases and Lamps of Olynthus Found in 1928 and 1931**, Baltimore: The Johns Hopkins Press, London: Humprey Milford, Oxford University Press, 1933.

Robinson David M. ve J. Walter Graham. **Excavation at Olynthus, Part 8: The Hellenistic House: A Study of the Houses Found at Olynthus with a Detailed Account of those Excavated in 1931 and 1934**, Baltimore: The Johns Hopkins Press, London: Humprey Milford, Oxford University Press, 1938.

Robotti, Ciro. **Mosaico e Architettura: Disegni, Sinopie, Cartoni,** Editrice Ferraro, Naples, 1983.

Robotti, Ciro. "Una Sinopia Musiva Pavimentale a Stabia", **Bollettino d'Arte**, Cilt: 58, Sayı: 1, 1973, ss. 42-44.

Rolfe, John C. (çev.). **The Attic Nights of Aulus Gellius**, Cambridge: Harvard University Press, London: William Heinemann, 1927.

Russell, Bertrand. **The Principles of Mathematics**, W.W. Norton & Company, Inc, New York, 1903.

Rumpf, Andreas. "Zum Alexander-Mosaik", **Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Athenische Abteilung**, Cilt: 77, 1962, ss. 229-241.

Salies, Gisela. "Untersuchungen zu den geometrischen Gliederungsschemata römischer Mosaiken", **Bonner Jahrbücher**, Cilt: 174, 1974, ss. 1-178.

Salzmann, Dieter. **Untersuchungen zu den antiken Kieselmosaiken von den Anfangen bis zum Beginn der Tesseratechnik**, Gebr. Mann Verlag, Berlin, 1982.

Salzmann, Dieter. "Mosaiken und Pavimente in Pergamon: Vorbericht der Kampagnen 1989 und 1990", **Archäologischer Anzeiger**, Cilt: 3, 1991, ss. 433-456.

Salzmann, Dieter. "Mosaiken und Pavimente in Pergamon: Vorbericht der Kampagnen 1991 und 1992", **Archäologischer Anzeiger**, Cilt: 3, 1993, ss. 389-400.

Salzmann, Dieter. “Zu den Mosaiken in den Palästen IV und V von Pergamon”, **Studien zum antiken Kleinasien**, Cilt: 3, 1995, s. 101.

Sarianidi, Victor Ivanovich. **Zoroastrianism: a New Motherland for an Old Religion**, Thessal on iki, 2008.

Sarianidi, Victor Ivanovich. **Mystery and True of the Great Culture**, Turkmendöwlethabarlary, Ashgabat, 2009.

Sarianidi, Victor Ivanovich ve Nadezhda A. Dubova. “Mozaika III tys. do n.e. v Gonur Depe (Turkmenistan) [Mozaics of the Third Mill. BC at Gonur Depe (Turkmenistan)]”, **Poslednij entsiklopedist, K jubileju so dnya rozhdenija B. A. Litvinskogo [The Last Encyclopedist, Volume in Honor of the 90th Anniversary of Boris Litvinskij]**, (Ed. G. Yu. Kolganova, A. A. Petrov ve S. V. Kullanda), Moscow, 2013, ss. 379-413.

Sarton, George. **Introduction to the History of the Science, Volume I: From Homer to Omer Khayyam**, Carnegie Institution of Washington, The Williams & Wilkins Company, Baltimore, 1927.

Sartre, Maurice. **The Middle East Under Rome**, çev. Catherine Porter ve Elizabeth Rawlings ile Jeanine Routier-Pucci, MA: Harvard University Press, Cambridge, 2005.

Scheibelreiter, Veronika. “Zu den römischen Mosaiken Westkleinasiens”, **Forum Archaelogiae**, 12/IX/99, 1999, ss. 1-5.

Scheibelreiter, Veronika. “Studien zu den kaiserzeitlichen Mosaiken Westkleinasiens”, **La mosaïque gréco-romaine IX**, (Actes du IX^{e} colloque international pour l’étude de la mosaïque antique et médiévale, Rome, École française/ Palazzo Altemps, 5-10 novembre 2001), (Ed. Hélène Morlier), Collection de l’École française de Rome (CEFR) 352.2, Rome, 2005, ss. 761-773.

Scheibelreiter, Veronika. “Römische Mosaiken in Westkleinasien”, **Neue Zeiten-Neue Sitten: Zu Rezeption und Integration römischen und italischen Kulturguts in Kleinasiens**, (Ed. Marion Meyer), (Wiener Forschungen zur Archäologie 12), Phoibos, Wien, 2007, ss. 155-170.

Scheibelreiter, Veronika. “Mosaics in Roman and Late Antique Western Asia Minor”, **III. Uluslararası Türkiye Mozaik Korpusu Sempozyumu Bildirileri**, 8-10 Haziran 2006, Bursa, (Ed. M. Şahin), Uludağ Üniversitesi Mozaik Arastırmaları Merkezi, Bursa, 2007, ss. 63-77.

Scherrer, Peter. **Ephesos, Der Neue Führer: 100 Jahre Österreichische Ausgrabungen, 1895-1995**, Österreichische Archäologisches Institut, Vienna, 1995.

Schlunk, Helmut. **Die Mosaikkuppel von Centcelles, Madrider Beiträge 13**, Mainz am Rhein, 1988.

Schmid, Debora. **Die römischen Mosaiken aus Augst und Kaiseraugst**, **[Forschungen in Augst 17]**, Augst: Römermuseum, 1993.

Schoene, Richardus (Ed.). **Philonis, Mechanicae Syntaxis, Libri Quartus et Quintus**, Typis et Impensis, Georgii Reimeri, 1893.

Schöne, Hermann (Ed.), **Heronis Alexandrini Opera Quae Supersunt Omnia Vol. III: Tarionis Dimetimendi et Commentatio Dioptrica**, Teubneri, Lipsiae, 1903.

Sear, Frank B. **Roman Wall and Vault Mosaics**, **(Mitteilungen des deutschen archäologischen Instituts, Römische Abteilung**, **Ergänzungsheft 23)**, F. H. Kerle, Heidelberg, 1977.

Schuchhardt, C. “Kolophon, Notion und Claros”, **Mittheilungen Des Kaiserlich Deutschen Archäologischen Instituts Athenische Abtheilung**, Cilt: 11, Verlag Von Karl Wilberg, Athen, 1886, ss. 398-434.

Serenus. **Sereni Antionoensis Opuscula**, (Ed. I. L. Heiberg), Teubneri, Lipsiae, 1896.

Siebert, M. Gerard. "La Salle la Mosaique", **Fouilles de Ksanthos**, Cilt: 9, Sayı: 1, 1992, ss. 57-73.

Simson, Robert. **The Elements of Euclid Also The Book of Euclid's Data**, Philadelphia, 1806.

Smith, David John. "Three Fourth-Century Schools of Mosaic", **La mosaïque gréco-romaine, Actes du I^{er} colloque international pour l'étude de la mosaïque antique, Paris, 29 août-3 septembre 1963**, (CMGR I), Paris, 1965, ss. 95-116.

Smith, David John. "The Mosaic Pavements"**, The Roman Villa in Britain**, (Ed. A. L. F. Rivet), Routledge and Kegan Paul, London, 1969, ss. 71-125.

Smith, David John. "Roman Mosaics in Britain: A Synthesis", **III. Colloquio internazionale sul mosaico antico: Ravenna 6- 10 settembre 1980, (Ed. R. Farioli Campanati)**, Ravenna: Girasole, 1984, (CMGR III), ss. 357-80.

Smith, Robert Houston. "Decorative Geometric Designs in Stone: the Rediscovery of a Technique of Roman-Byzantine Craftsmen", **The Biblical Archaeologist**, Cilt: 46, Sayı: 3, 1983, ss. 175-177.

Speidel, Michael Alexander. "Early Roman Rule in Commagene", **Scripta Classica Israelica**, Cilt: 24, 2005, ss. 85-100.

Starinieri, Vincenzo. **Study of Materials and Technology of Ancient Floor Mosaics' Substrate,** (Doctoral Dissertation), Bologna University, Alma, 2009.

Steinmeyer-Schareika, Angela. **Das Nilmosaik von Palestrina und eine ptolemäische Expedition nach Äthiopien**, (Habelts Dissertationsdrucke, Reihe klassische Archäologie 10), Habelt, Bonn, 1978.

Stern, Henry. “Les mosaïques de l’église de Sainte-Constance à Rome”, **Dumbarton Oaks Papers**, Cilt: 12, 1958, ss. 157-218.

Stewart, Andrew ve A. F. S. “The Canon of Polykleitos: A Question of Evidence”, **The Journal of Hellenic Studies**, Cilt: 98, 1978, ss. 122-131.

Strabon. **Geographika, (The Geography of Strabo)**, 8 Cilt, (Ed.-Çev. Horace Leonard Jones), çev. John Robert Sitlington Sterrett, William Heinemann, London, 1957.

Struve, W. W. ve B. Turajeff, **Mathematischer Papyrus des Staatlichen Museums der Schönen Künste in Moskau**, **[Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Abteilung A: Quellen Cilt: 1]**, Springer, Berlin, 1930.

Squarciapino, Maria Floriani. “Nuovi mosaici ostiensi”, **Atti della Pontificia Accademia Romana di Archeologia (Serie III), Rendiconti**, Cilt: 58, Anno Academico, 1985-1986, Tipografia Poliglotta Vaticana, 1987, ss. 87-114.

Şahin, Nuran. “Nouvelles fouilles de Claros: les terres cuites du sondage 1 (1988)”, **Anatolia Antiqua**, Cilt: 1, 1991, ss. 23-32.

Şahin, Nuran. “Les terres cuites du sondage 1a”, **Cahiers de Claros I**, (Ed. J. de La Genière, M. Amandry, L. Delattre, J. Rougetet, N. Şahin ve M. Schwaller), Paris, 1992, ss. 51-64.

Şahin, Nuran. **Klaros. Apollon Klarios Bilicilik Merkezi**, İstanbul, 1998.

Şahin, Nuran. “Yeni Buluntular Işığında Lyra’lı Apollon Klarios İkonografisi”, **Anatolian and Thracian Studies in Honour of Zafer Taşlıklıoğlu 1**, (Ed. N. Başgelen ve G. Çelgin), 1999, ss. 199-212.

Şahin, Nuran, A. Ersoy, C. Tanrıver, I. Şahin ve S. Akat. "Claros 2001 Kazıları", **24. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 2, Ankara, 2003, ss. 81-90.

Şahin, Nuran, C. Tanrıver, I. Şahin, A. Ersoy, D. S. Akar, S. Akat, Ş. Ful. "Claros 2002 Yılı Kazı, Restorasyon ve Restorasyon ve Epigrafi Çalışmaları", **25. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 2, Ankara, 2004, ss. 73-86.

Şahin, Nuran, C. Tanrıver, I. Şahin, A. Ersoy. "Claros 2003", **26. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 1, Ankara, 2005, ss. 291-299.

Şahin, Nuran, C. Tanrıver, D. S. Akar, E. Taştemur, Ö. Ürkmez, İ. Önol. "Claros 2005 (5. Yıl)", **28. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 1, Ankara, 2007, ss. 589-602.

Şahin, Nuran. "Notion-Claros-Kolophon Üçgeninde Myken Sorunu", **Patronvs, Coşkun Özgünel'e 65 Yaş Armağanı / Festschrift Für Coşkun Özgünel Zum 65. Geburtstag**, (Ed. E. Öztepe ve M. Kadıoğlu), Istanbul, 2007, ss. 329-338.

Şahin, Nuran, C. Tanrıver, D. S. Akar Tanrıver, E. Taştemur, İ. Önol, E. Doğan ve Ö. Ürkmez. "Claros 2006", **29. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 3, Ankara, 2008, ss. 427-441.

Şahin, Nuran. "A la lumière des découvertes récentes: Relations de Claros avec Notion et Oracles de Manto", **1. Symposion International of the Oracle in Ancient Times and the Cult of Apollo in Asia Minor, 17-20 August 2005**, (Ed. A. Erdoğan, M. N. Aytaçlar, F. Dedeoğlu ve M. B. Baştürk), Ege University Izmir, **Arkeoloji Dergisi**, Sayı: 12, 2008-2, ss. 213-226.

Şahin, Nuran, E. Taştemur, G. Dallık, İ. Önol. "Claros 2007", **30. Kazı Sonuçları Toplantısı**, Cilt: 2, Ankara, 2009, ss. 113-128.

Şahin, Nuran. "Apollon Klarios Bilicilik Merkezi", **Ege Üniversitesi Arkeoloji Kazıları**, İzmir, 2012, ss. 248-272.

Tanaka, Eisuke. “Heritage Destruction in Context: The Case of Roman Mosaics from Zeugma, Turkey”, **International Journal of Heritage Studies**, Cilt: 21, Sayı: 4, 2015, ss. 336-353.

Tannery, Paul. **Recherches sur l’histoire de l’astronomie ancienne,** Georg Olms Verlag, 1893.

Tavares, Hugo ve Pedro J. Freitas. “Dividing the Circle”, **The College Mathematics Journal**, Cilt: 49, Sayı: 3, 2018, ss. 187-194.

Taylor, Robert Emmett. **No Royal Road: Luca Pacioli and His Times**, University of North Carolina Press, 1942.

Taylor, Thomas. **The Philosophical and Mathematical Commentaries of Proclus; Plato’s Succesor, First Book of Euclid’s Elements, and His Life by Marinus, Translated from the Greek with a Preliminary Dissertation on the Platonic Doctrine of Ideas, &c.**, Cilt: 1, London, 1788.

Tebby, Susan. “Geometric Mosaics of Roman Britain”, **Fifth International Colloquium on Ancient Mosaics, Bath 1987**, **Part 1, (Journal of Roman Archaeology Supplementary Series 9.1)**, 1994, 1995, (CMGR V.1), ss. 273-294.

Tebby, Suzanne. “Geometric Mosaics of Roman Britain”, (CMGR 5) **Fifth International Colloquium on Ancient Mosaics, Held at Bath, England, September 5-12, 1987**, **Part 1, Peter Johnson, Roger Ling and David J. Smith (eds.)**, **(Journal of Roman Archaeology Supplementary Series 9.1)**, 1994, ss. 273-294.

The Getty Conservation Institute, and the Israel Antiquities Authorities. **Illustrated Glossary: Mosaics in Situ Project: Definitions of Terms Used for the Graphic Documentation of in Situ Floor Mosaics**, Los Angeles, CA: Getty Conservation Institute, 2003.
http://hdl.handle.net/10020/gci_pubs/glossary_mosaics_situ, (24.01.2021).

Themistius. **Themistii In Aristotelis Physica Paraphrasis, [Commentaria In Aristotelem Graeca Voluminis V, Pars II: Themistii In Pysica Paraphrasis]**, (Ed. Henricus Schenkl), Berlin, 1900.

Thompson, D'arcy Wentworth. "On the Thirteen Semi-Regular Solids of Archimedes, and on Their Development by the Transformation of Certain Plane Configurations", **Proceedings of the Royal Society of London**, Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character, Cilt: 107 Sayı: 742, 1925, ss. 181-188.

Thureau-Dangin, F., A. Barrois, G. Dossin ve Maurice Dunand. **Arslan-Tash**, Librairie Orientaliste Paul Geuthner, Paris, 1931.

Thureau-Dangin, F. ve Maurice Dunand. **Til-Barsib**, Librairie Orientaliste Paul Geuthner, Paris, 1936.

Tobin, Richard. "The Canon of Polykleitos", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 79, Sayı: 4, 1975, ss. 307-321.

Tobin, Richard. "The Pose of the Doryphoros", **Polykleitos, the Doryphoros, and Tradition**, (Ed. Warren G. Moon), The University of Wisconsin Press, Madison, 1995, ss. 52-64.

Topan Hüseyin, Murat Oruç ve Mehmet Güven Koçak. "Ortogörüntü Üretiminde Hedef Yer Kontrol Noktası Seçimi ve Sonuçlara Etkisi", **TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı**, 2007.

Toynbee, Jocelyn ve John Ward Perkins. **Shrine of St. Peter and the Vatican Excavations**, Longmans, Green, London, 1956.

Tsakirgis, Barbara. "The Decorated Pavements of Morgantina I: The Mosaics", **American Journal of Archaeology**, Cilt: 93, Sayı: 3, 1989, ss. 395-416.

Tuchelt, Klaus. **Die Archaischen Sculpturen von Didyma,** Berlin, 1970.

Turnheim, Yehudit ve Asher Ovadiah. "A New Look at the Geometric Mosaic in the Promontory Palace at Caesarea Maritima", **Studies in Art History**, Cilt: 4, 1999, ss. 21-34.

Tusa, Vincenzo. "Segni di Tanit a Selinunte", **Revista de la Universidad Complutense**, Cilt: 25, Sayı: 104, 1976, ss. 29-36.

Ürkmez, Özden. **Klaros'ta Bulunmuş Olan Kouroslar,** (Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 2006.

Ürkmez, Özden. "Klaros'da Bulunmuş Olan 'Selçuk KL. 03' Kourosu (Selçuk KL.03 Kouros from Klaros)", **Arkeoloji Dergisi**, Sayı: 15, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, 2010, ss. 27-40.

Üstüner, Ali Cengiz. **Mozaik Sanatı**, İstanbul, 2002.

Valenti, Massimiliano. "Il «Ninfeo Ponari» di Cassino (Fr): analisi stilistica e cronologica delle decorazioni", **Archeologia Classica**, Cilt: 44, 1992, ss. 51-80;

Valenti, Massimiliano. "Il mosaico rustico a conchiglie ed il ninfeo Ponari di Cassino. Riflessioni su una moda decorativa di età tardo-repubblicana", **Atti del II colloquio dell'As-sociazione Italiana per lo Studio e la Conservazione del Mosaico (Roma, 5-7 dicembre 1994)**, Bordighera, 1995, ss. 49-60.

Van Buren, E. Douglas. "Archaic Mosaic Wall Decoration", **Artibus Asiae**, Cilt: 9, No. 4, ss. 323-345.

Van der Waerden, Bartel L. **Science Awakening**, çev. Arnold Dresden, Oxford, New York, 1961.

Vassal, Véronique. “Iconographie et relecture d’une mosaïque gallo-romaine à décor multiple de Vienne (Narbonnaise)”, **Journal of Mosaic Research**, Cilt: 11, 2018, ss. 333-347.

Vázquez, Sebastián Vargas. **Diseños Geométricos En Los Mosaicos de Écija (Sevilla)**, Archaeopress Archaeology, Oxford, United Kingdom, 2014.

Vázquez, Sebastián Vargas. **Diseños Geometricos En Los Mosaicos Del Conventus Astigitanus**, Archaeopress Archaeology, Oxford, United Kingdom, 2016.

Vázquez, Sebastián Vargas. “Geometric Mosaics of Baetica”, **Journal of Mosaic Research**, Cilt: 10, 2017, ss. 347-364.

Vázquez, Sebastián Vargas. “Cube Designs in Roman Baetica Mosaics”, **Journal of Mosaic Research**, Cilt: 11, 2018, ss. 315-331.

Veljan, Darko. “The 2500 Year-Old Pythagorean Theorem”, **Mathematics Magazine**, Cilt: 73, Sayı: 4, 2000, ss. 259-272.

Vitruvius. **Ten Books on Architecture**, çev. M. H. Morgan, Oxford University Press, London, 1914.

Vitruvius. **The Ten Books on Architecture**, **(Mimarlık Üzerine On Kitap)**, 15. Baskı, çev. Suna Güven, (Ed. Fikret Yeğül ve Bülent Artamlı), Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları, Mimarlığın Uluslararası Kaynakları: 1, Matsa Baskı, 2013.

Vogel, Kurt. **Vorgriechische Mathematik, Teil II: Die Mathematik der Babylonier**, Hannover: Scroedel Verlag, Paderborn: Verlag Schöningh, 1959.

Von Boeselager, Dela. **Antike Mosaiken in Sizilien: Hellenismus und r*ö*mische Kaiserzeit, 3. Jahrhundert v. Chr.-3. Jahrhundert n. Chr.**, G. Bretschneider, Roma, 1983.

Von Fritz, Kurt. “The Discovery of lncommensurability by Hippasus of Metapontum”, **Annals of Mathematics**, Cilt: 46, Sayı: 2, 1945, ss. 242-264.

Von Gonzenbach, Victorine. **Die römischen Mosaiken der Schweiz, [=Monographien zur Ur- und Frühgeschichte der Schweiz 13]**, Basel, Birkhäuser, 1961.

Von Lindemann, Ferdinand. “Über die Zahl π”, **Mathematische Annalen**, Cilt: 20, Sayı: 2, 1882, ss. 213-225.

Von Wilamowitz-Moellendorff, Ulrich. “Ein Weihgeschenk des Eratosthenes”, **Kleine Schriften**, Cilt: 2, (Ed. Paul Mass), Akademie-Verlag, Berlin, 1971, ss. 48-70.

Wagner, Jörg. **Seleukeia am Euphrat/Zeugma**, Dr. Ludwig Reichert Verlag, Wiesbaden, 1976.

Wantzel, Pierre-Laurent. “Recherches sur les moyens de reconnaître si un problème de géométrie peut se résoudre avec la règle et le compas”, **Journal de Mathématiques Pures et Appliquées**, Cilt: 1, Sayı: 2, 1837, ss. 366-372.

Waywell, S. E. “Roman Mosaics in Greece”, **American Journal of Archaeology**, Cilt: 83, Sayı: 3, 1979, ss. 293-321.

Wheeler, Mortimer. **Roman Art and Architecture**, New York, 1964.

Whitney, William Dwight (Ed.). **The Century Dictionary: An Enclopedic Liexicon of the English Language**, Cilt: 7, The Century Co., New York, 1895.

Wilkinson, John Gardner. **A Popular Account of the Ancient Egyptians**, Cilt: 2, John Murray, London, 1871.

William, Berry. **Encylopaedia Heraldica, or, Complete Dictionary of Heraldry**, Cilt: 1, Published for the Author by Sherwood, Gilbert, and Piper, London, 1828-1840.

William, Berry. **Encylopaedia Heraldica, or, Complete Dictionary of Heraldry**, Cilt: 3, Published for the Author by Sherwood, Gilbert, and Piper, London, 1828-1840.

Williams, Caroline Ransom. **The Decoration of the Tomb of Per-neb,** New York, New York, 1932.

Williams, Charles K. ve Joan E. Fisher. "Corinth, 1975: Forum Southwest", **Hesperia: The Journal of the American School of Classical Studies at Athens**, Cilt: 45, Sayı: 2, 1976, ss. 99-162.

Wilson, Thomas. **The Swastika: The Earliest Known Symbol, And Its Migrations; With Observations on The Migration of Certain Industries in Prehistoric Times**, From the Report of the U.S. National Museum for 1894, Pages 757-1011, With Plates 1-25 and Figures 1-374, Government Printing Office, Washington, 1896.

Wooley, C. Leonard. "Excavations at Ur, 1927-1928", **The Antiquaries Journal**, Cilt: 8, 1928, ss. 415-448.

Wooley, C. Leonard. "Excavation at Ur, 1931-32", **The Museum Journal**, Cilt: 23, Sayı: 3, Philedelphia, 1933, ss. 193-248.

Wooley, C. Leonard. **Excavation at Ur: a Record of Twelve Years Work**, London, 1955.

Yalouris, Nicholas. "The Mosaic Pavement of the Temple of Zeus at Olympia", **Athens Annals of Archaeology**, Cilt: 1, 1968, ss. 78-82.

Young, Rodney S. "Early Mosaics at Gordion", **Expedition,** Cilt: 7, Sayı: 3, 1965, ss. 4-13.

Young, Rodney S. “Gordion 1956: Preliminary Report”, **American Journal of Archaeology**, Cilt: 61, Sayı: 4, 1957, ss. 319-331.

Young, Rodney, Tahsin Özgüç, K. Bittel, Arif Müfit Mansel ve C. Weickert. “Summary of Archaeological Work in Turkey in 1956”, **Anatolian Studies**, Cilt: 7, 1957, ss. 15-25.

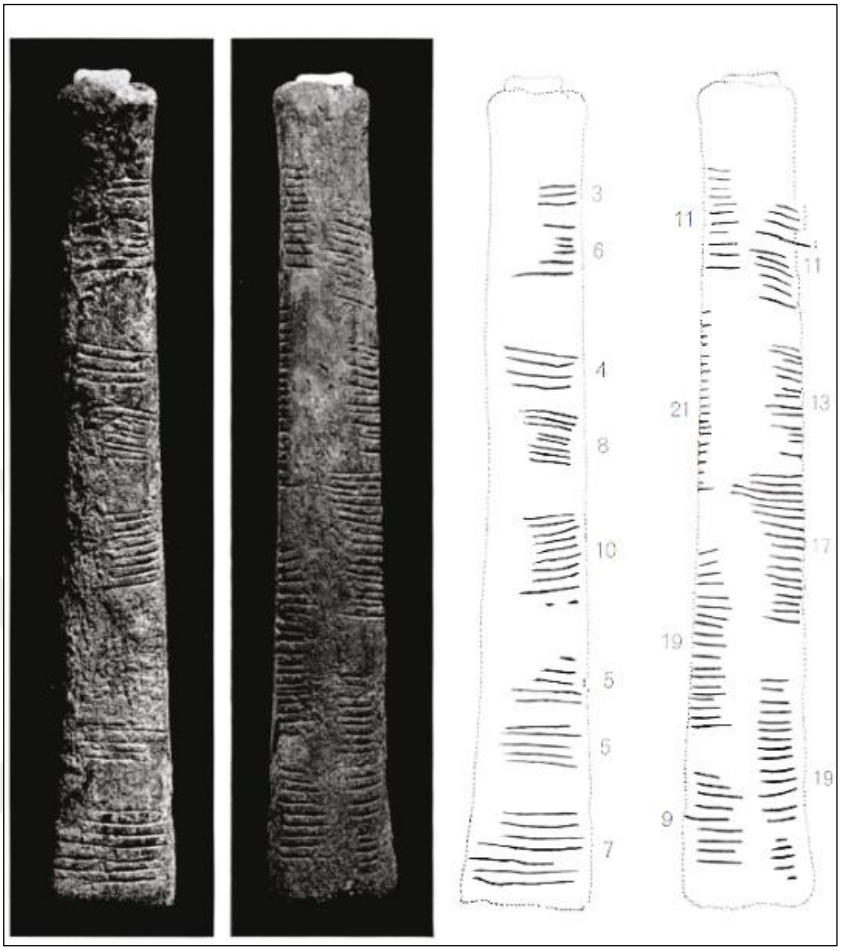
Young, Rodney Stuart. “Gordion on the Royal Road”, **Proceedings of the American Philosophical Society**, Cilt: 7, Sayı: 4, 1963, ss. 348-364.

Zmigrodzki, Michael V. “Zur Geschichte der Suastika”, **Archiv Für Anthropologie**, Cilt: 19, (Ed. L. Lindenschmit ve J. Ranke), Mit Vier Figuren im Text und Vier Tafeln, Druck und Verlag von Friederich Vieweg und Sohn, Braunschweig, 1890, ss. 173-184.

Zmigrodski, M. “Histoire Du Svastika”, **Congrès International d’Anthropologie et d’Archéologie Préhistoriques, Compte rendu de la dixième session à Paris, 1889**, Ernest Leroux Éditeur, 1891, ss. 473-490.

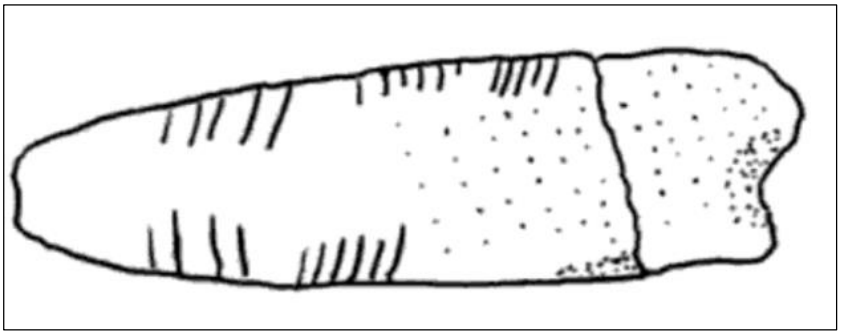
EKLER

EK 1: Ishango Kemiği



Kaynak: De Heinzelin, s. 114.

EK 2: Çekoslovakya'dan Kurt Kemiği



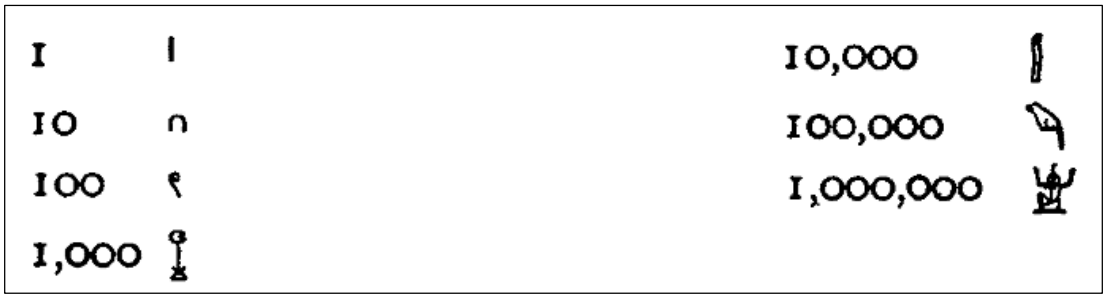
Kaynak: Budd ve Sangwin, res. 7.1

EK 3: Lebombo Kemikleri



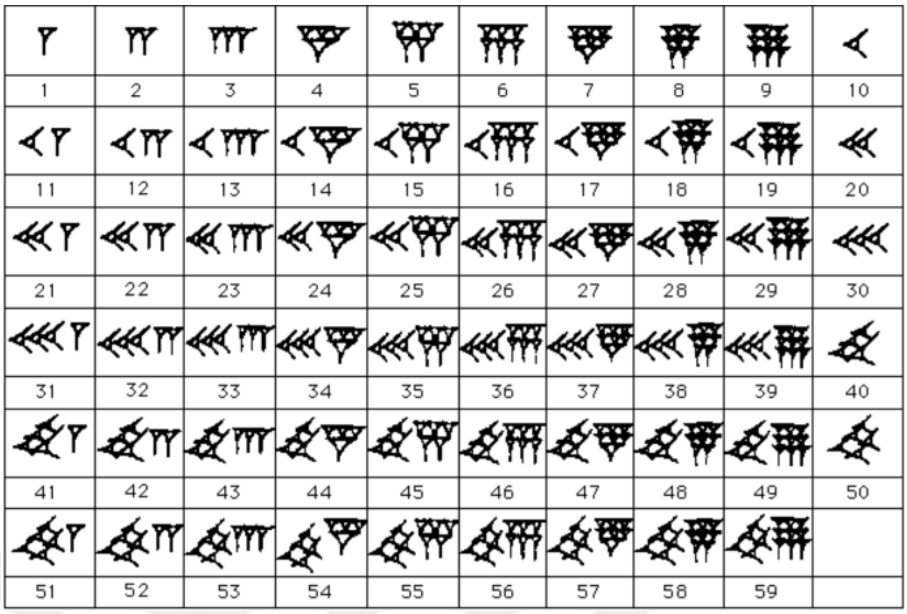
Kaynak: d'Errico ve diğerleri, resim 1.12.

EK 4: Antik Mısır'da Sayılar



Kaynak: Gardiner, ss. 259-266.

EK 5: Babil'in 60 Tabanlı Sayı Sistemi



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	

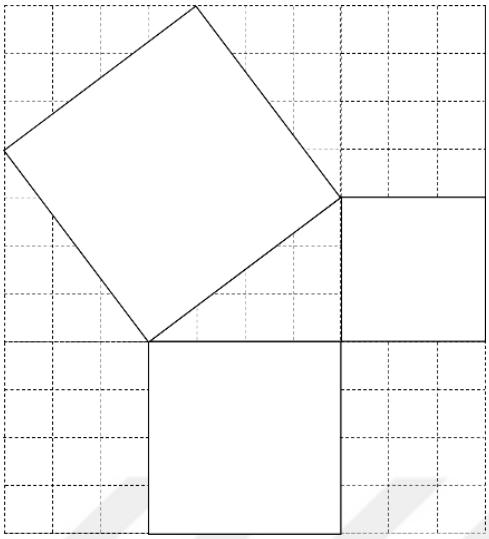
Kaynak Pande, ss. 209-222, res.3.

EK 6: Yunan Matematiği ve Kentler

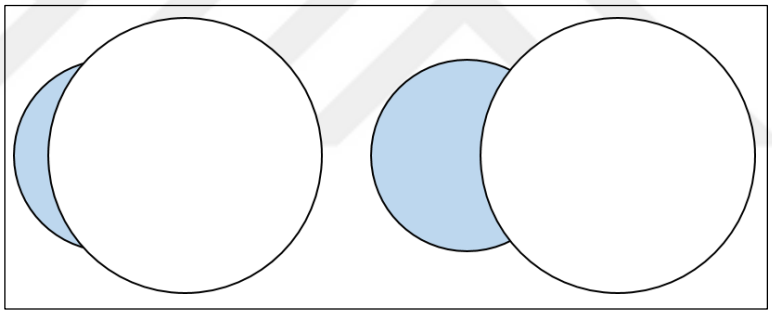


Kaynak: Boyer, 1968.

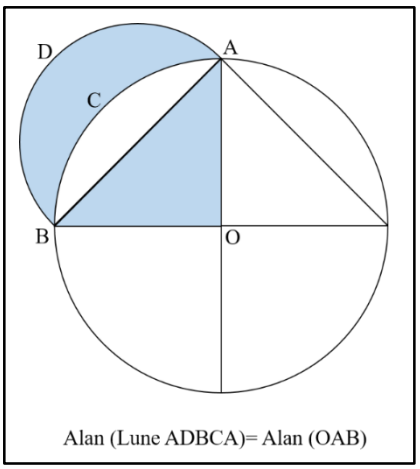
EK 7: Pythagoras Teoremi



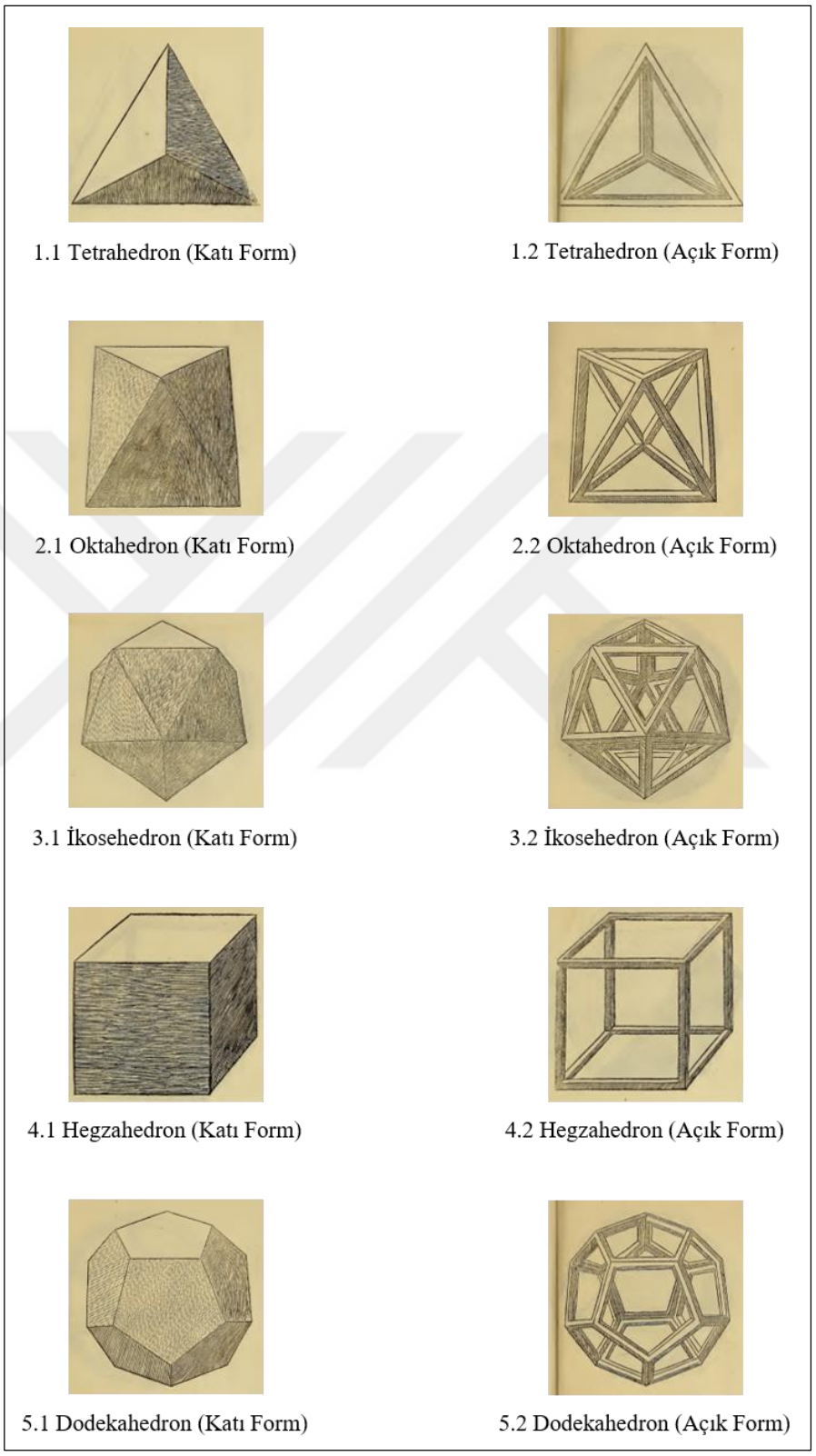
EK 8: Lunar Alanlar



EK 9: Lunar Alan ve Quadrant (Çeyrek Daire) Alanı



EK 10: Platonik Katılar



1.1 Tetrahedron (Katı Form)

1.2 Tetrahedron (Açık Form)

2.1 Oktahedron (Katı Form)

2.2 Oktahedron (Açık Form)

3.1 İkosehedron (Katı Form)

3.2 İkosehedron (Açık Form)

4.1 Hegzahedron (Katı Form)

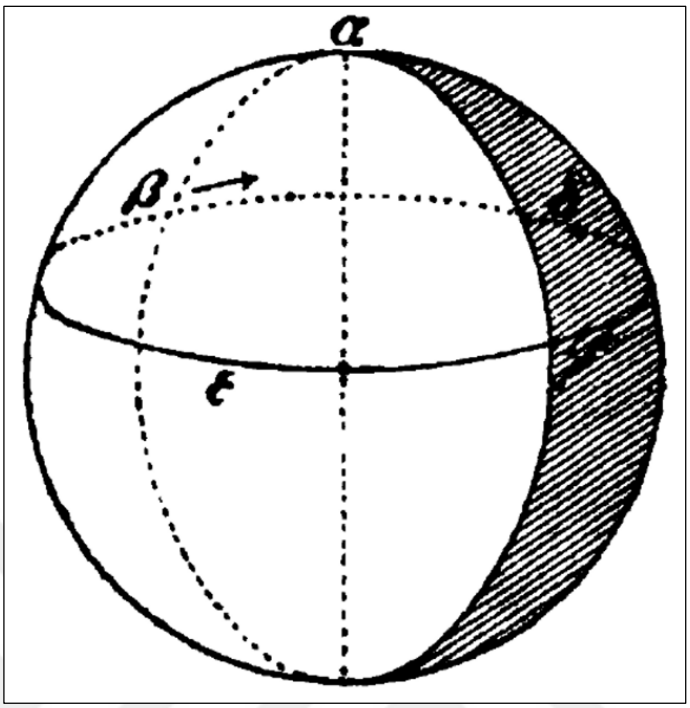
4.2 Hegzahedron (Açık Form)

5.1 Dodekahedron (Katı Form)

5.2 Dodekahedron (Açık Form)

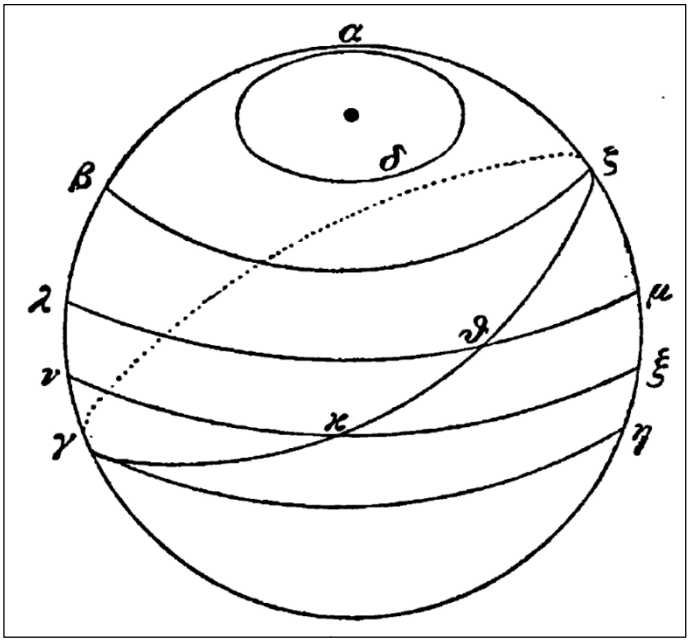
Kaynak: Pacioli, Lev. 1, 2, 7, 8, 15, 16, 21, 22, 27, 28.

EK 11: Pitaneli Autolykos'un Küresi



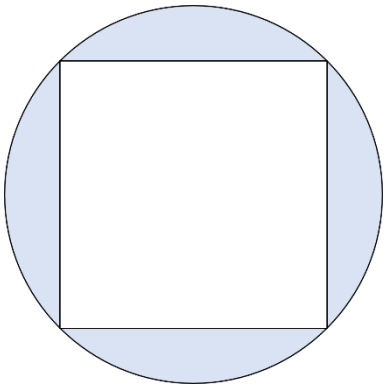
Kaynak: Autolyci, Resim: De Sphaera quae movetur, s. 6.

EK 12: Autolykos'un Küresinde Ekliptik Yapı

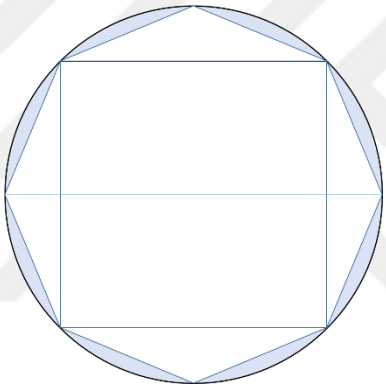


Kaynak: Autolyci, Resim: De Sphaera quae movetur, s. 11.

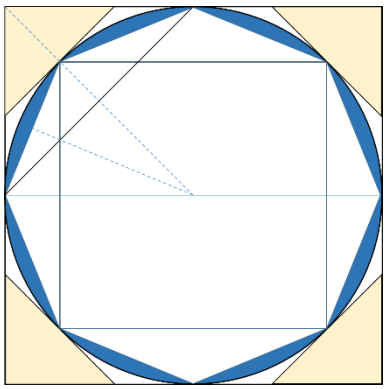
EK 13: Çember İçinde Kare (Antiphon)



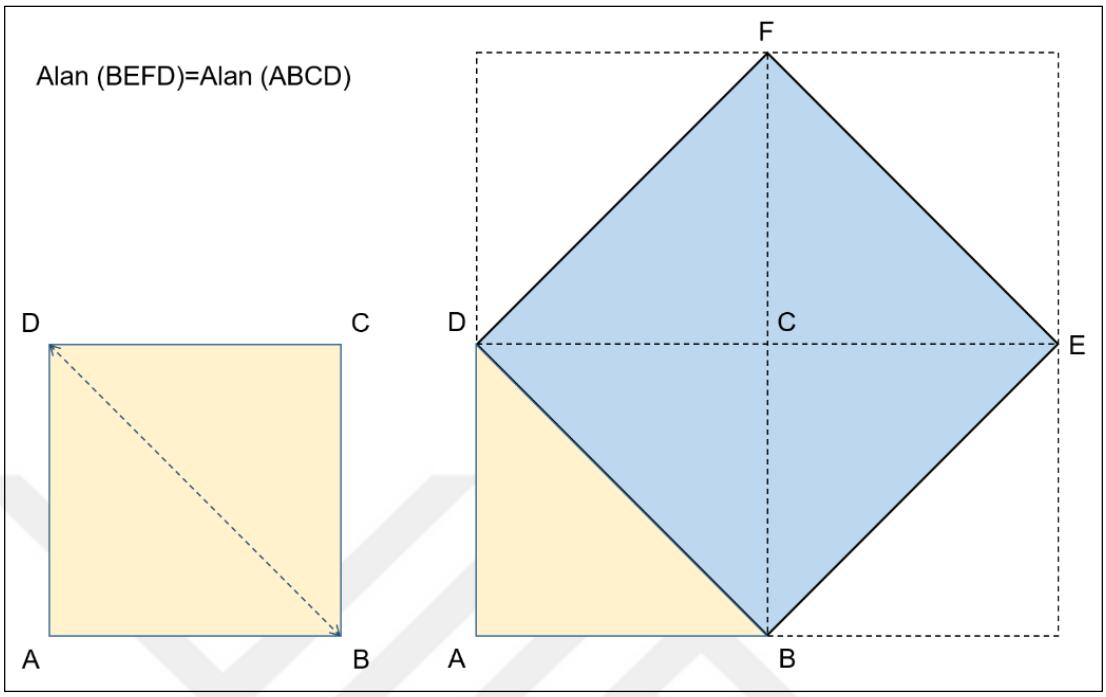
EK 14: Antiphon'un Çembere Yaklaşımı



EK 15: Arkhimedes'in Çembere Yaklaşımı

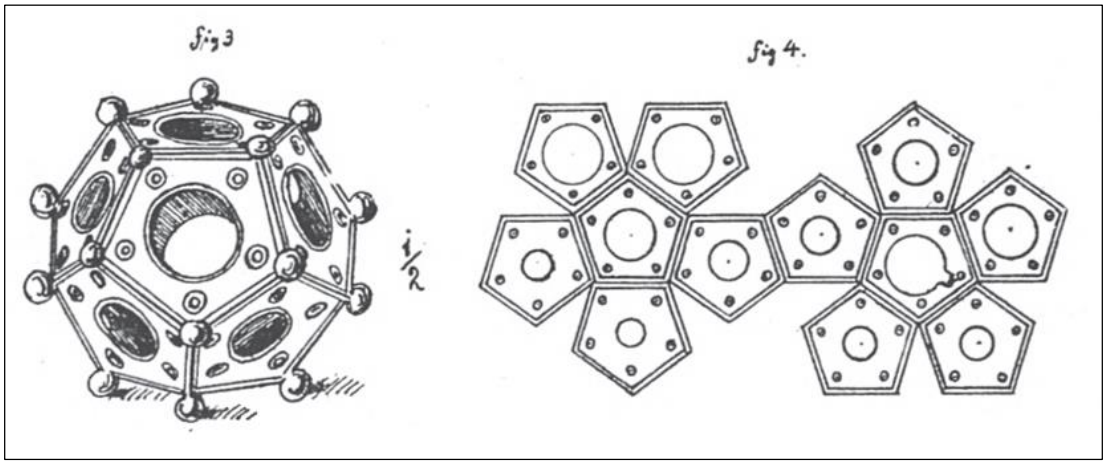


EK 16: Karenin İki Katına Çıkarılmasında Sokrates'in Yaklaşımı



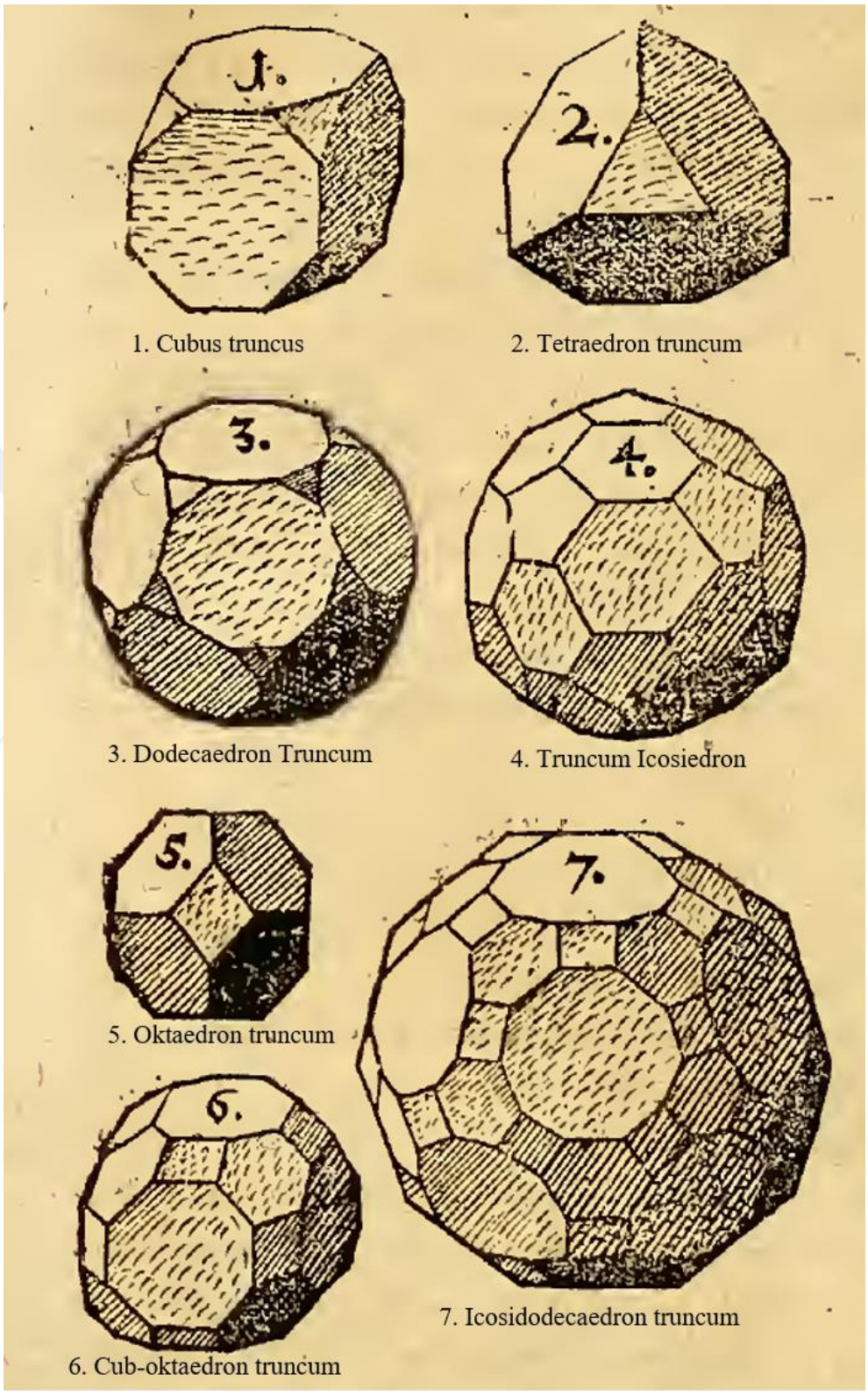
Kaynak: Plato, Meno, 82 c - 85 b.

EK 17: Dodekahedron (Monte Loffa)



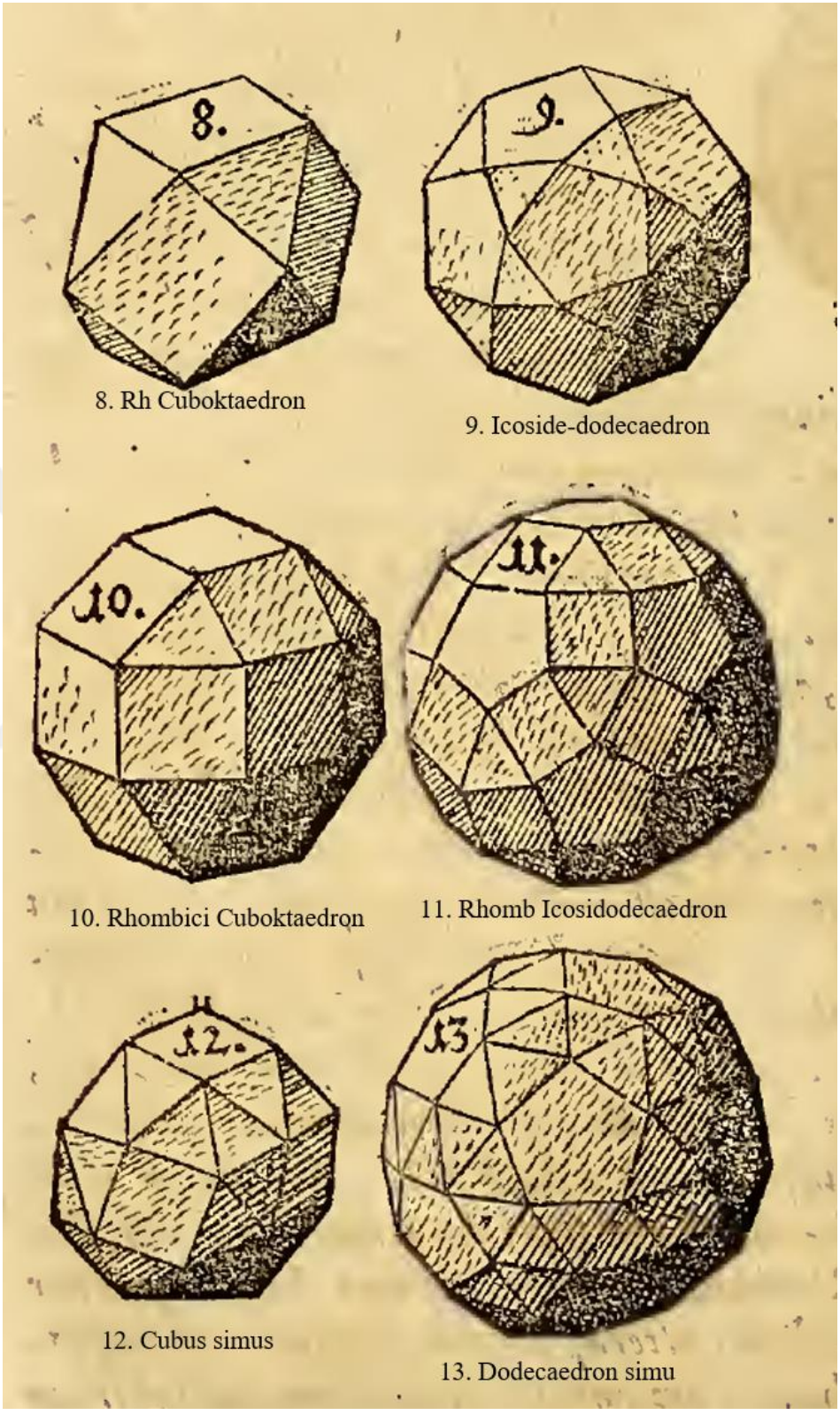
Kaynak: Lindemann, ss. 625-758, lev. I, res. 3-4.

EK 18: Arkhimedes'in Yarı Düzgün Katıları (Katı 1-7, Kepler)



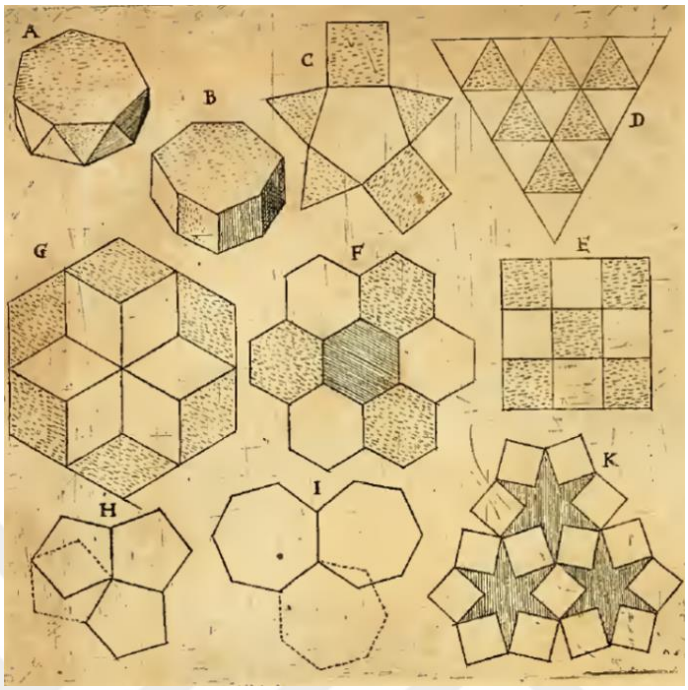
Kaynak: Keppleri, Harmonices Mundi, Libri II, s. 64.

EK 19: Arkhimedes'in Yarı Düzgün Katıları (Katı 8-13, Kepler)



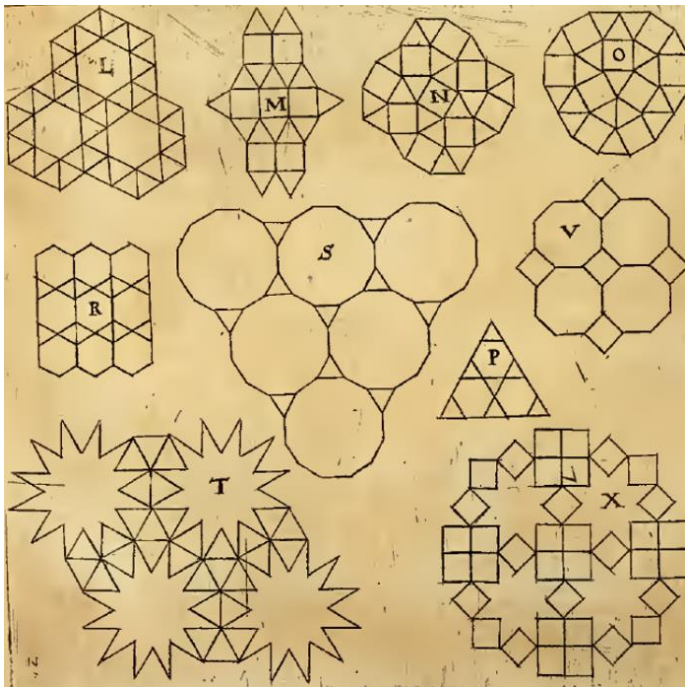
Kaynak: Keppleri, Harmonices Mundi, Libri II, s. 62.

EK 20: Katıların Düzlemde Geliştirilmesi (A-K, Kepler)



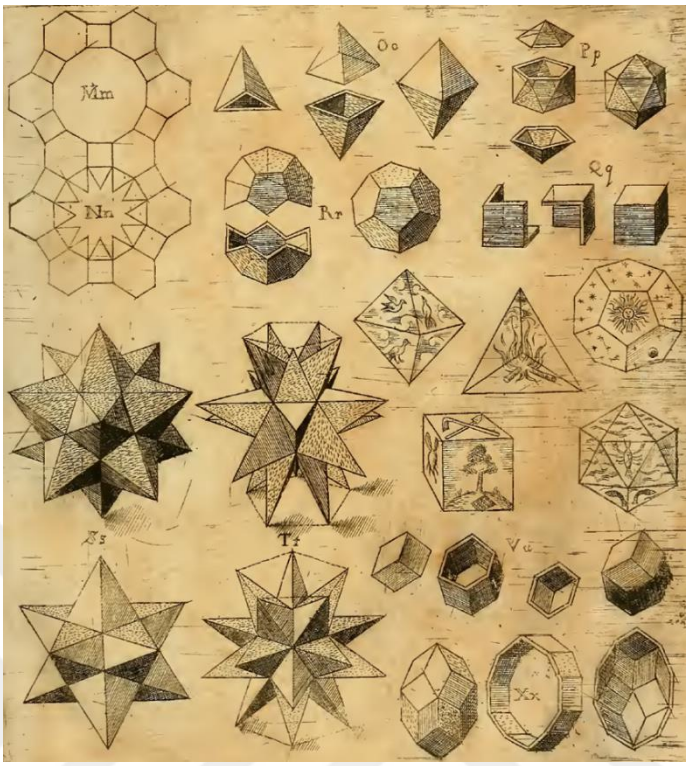
Kaynak: Keppleri, Harmonices Mundi, Libri II, ss. 58-59.

EK 21: Katıların Düzlemde Geliştirilmesi (L-X, Kepler)



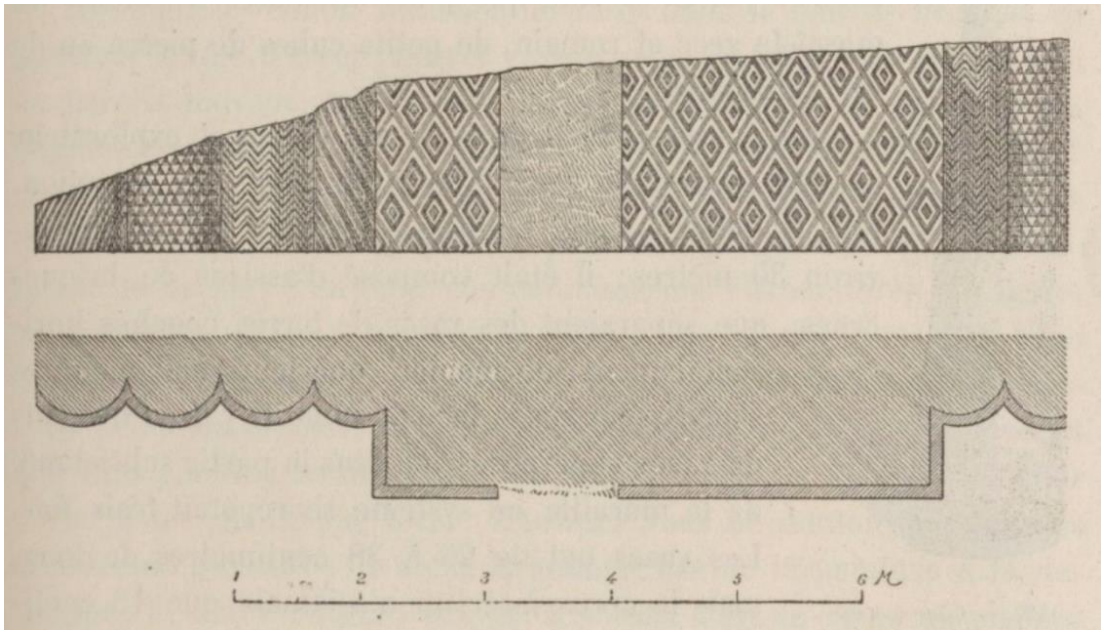
Kaynak: Keppleri, Harmonices Mundi, Libri II, ss. 58-59.

EK 22: Çok Yüzlüler (Kepler)



Kaynak: Keppleri, Harmonices Mundi, Libri II, ss. 58-59.

EK 23: Pişmiş Toprak Koni Duvarın Yüksekliği ve Planı (Warka)



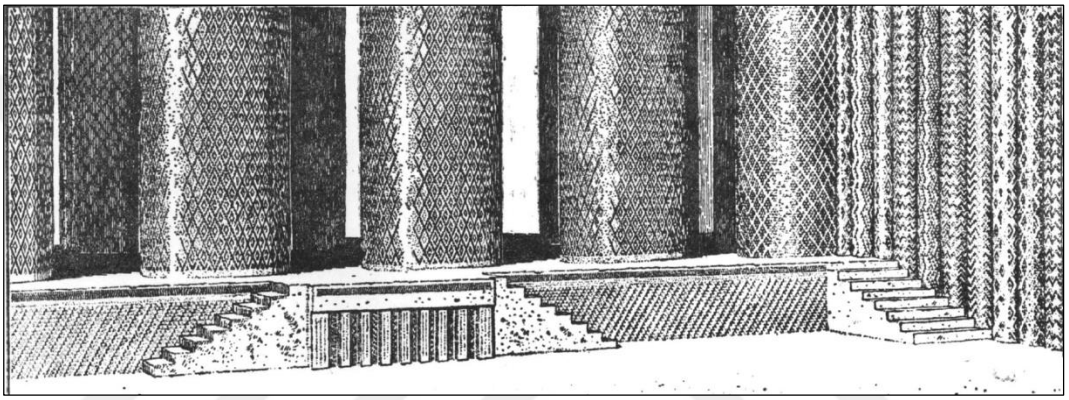
Kaynak: Perrot ve Chipiez, s. 293, res. 119.

EK 24: Terrakotta Koni



Kaynak: Perrot ve Chipiez, s. 294, res. 120.

EK 25: Uruk IVb-Sütunlu Teras



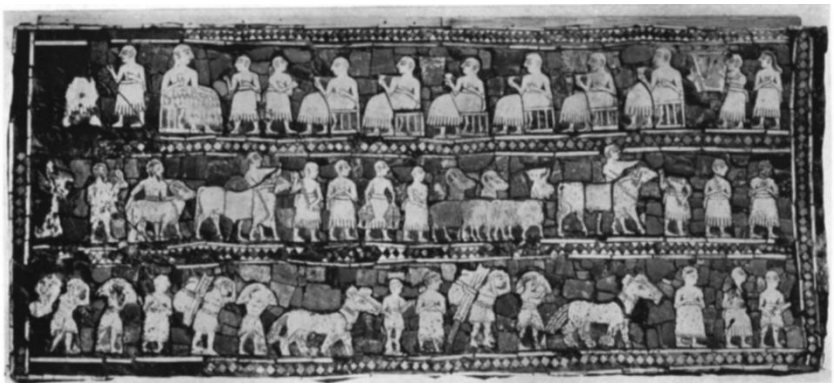
Kaynak: Van Buren, s. 327, res. 1.

EK 26: Ur Kenti Ninkhursag Tapınağı'ndan Mozaik Sütun



Kaynak: Hall ve diğerleri, 1927, Lev. XXXV(6).

EK 27: Ur Kentinden Kakma İşlenmiş Figürlü Pano



Kaynak: Hall, 1928, ss. 65-69, lev. XXXIII.

EK 28: Royal Nekropol Mozaiklerinden Görünüm (Gonur Depe)



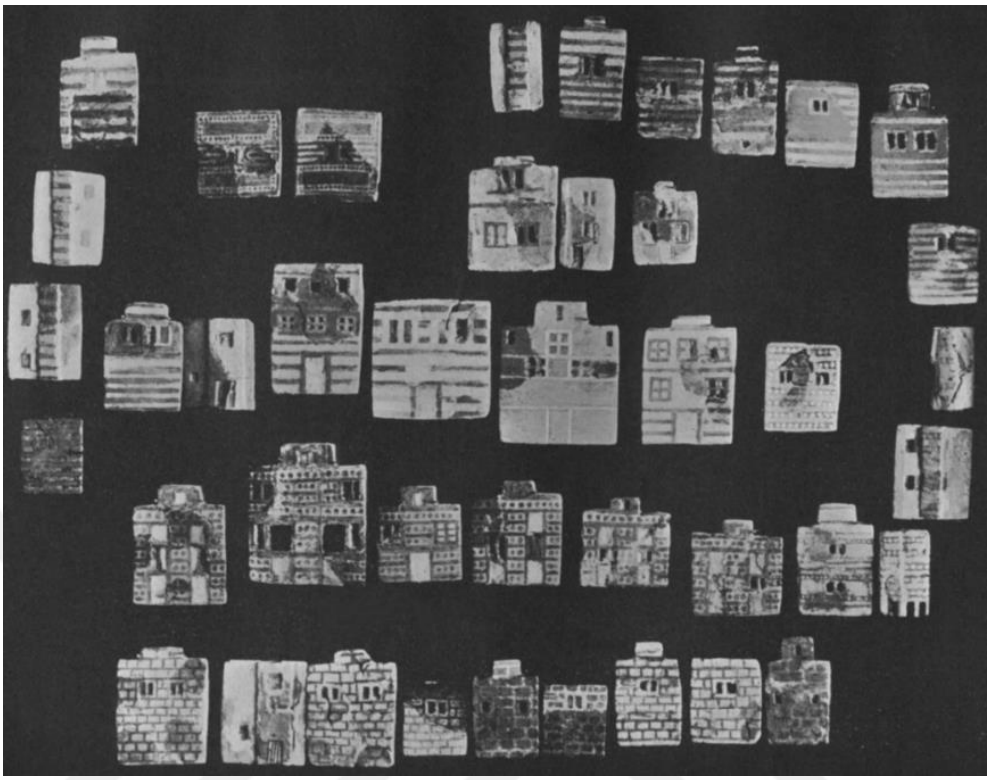
Kaynak: Dubova ve diğerleri, res. 20 a.

EK 29: Kakma İşi (Gonur Depe)



Kaynak: Dubova ve diğerleri, res. 24 a.

EK 30: Ev ve Kule Şeklinde Porselen Tabletler (Knossos)



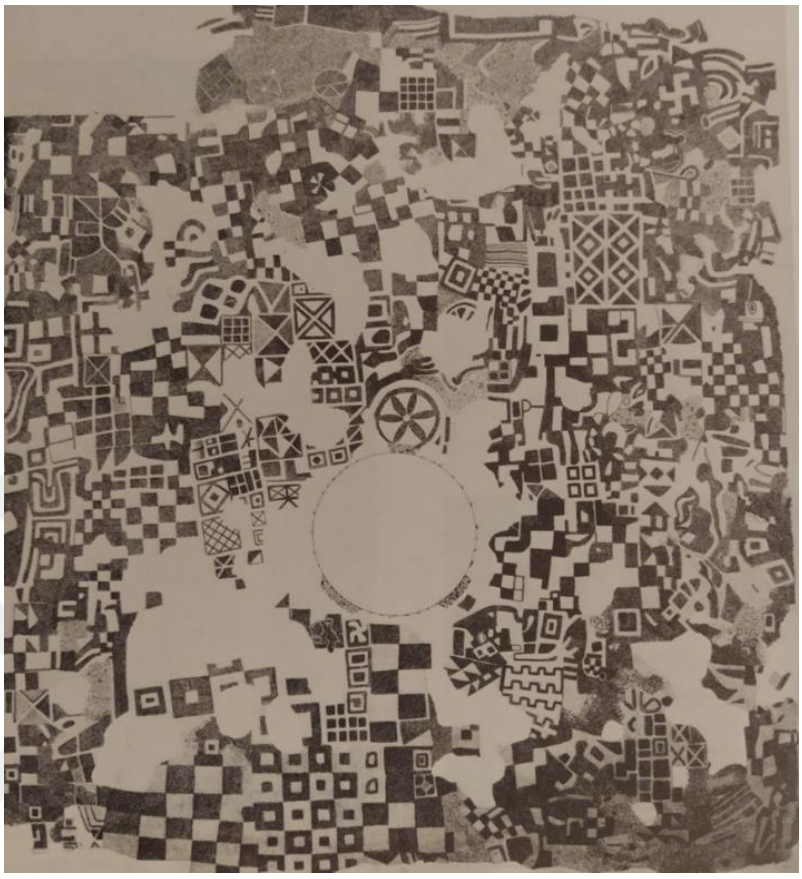
Kaynak: Evans, 1901/1902, res. 8.

EK 31: Uşaklı Höyük Mozaiğinden Görünüm



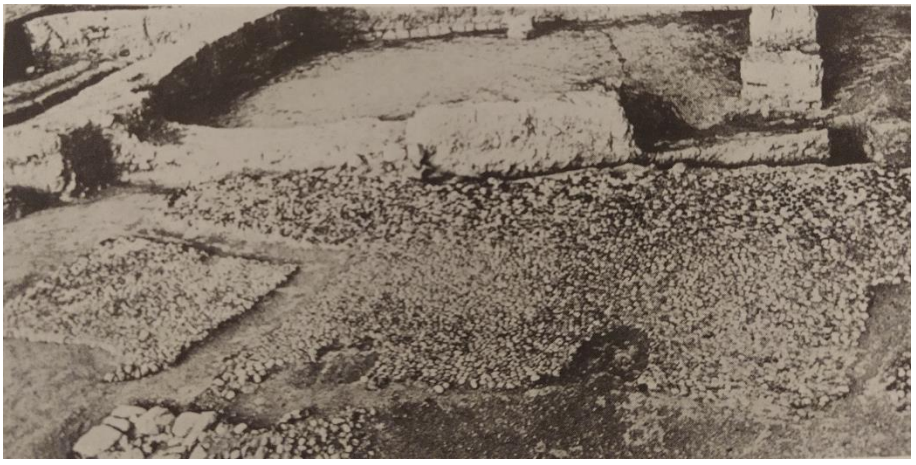
Kaynak: D'Agostino, res. 5.

EK 32: Frig Evi Mozaiği (Gordion)



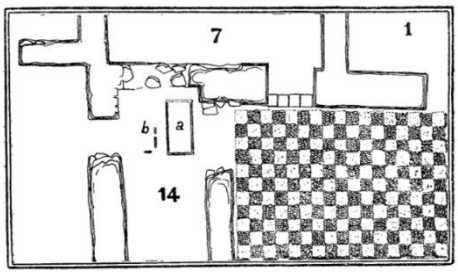
Kaynak: Young, Early, ss. 4-13.

EK 33: Altıntepe Mozaiği



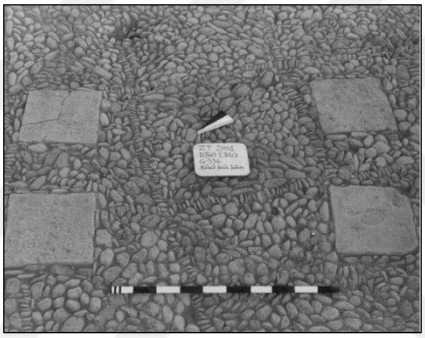
Kaynak: Özgüç, 1966, lev. 16, 1.

EK 34: Arslantaş Mozaiği Çizimi



Kaynak: Thureau-Dangin ve diğerleri, s. 88, res. 31.

EK 35: Ziyarettepe Mozaiği



Kaynak: Matney ve Rainville, 2006, res. 6.

EK 36: Til-Barship Mozaiği



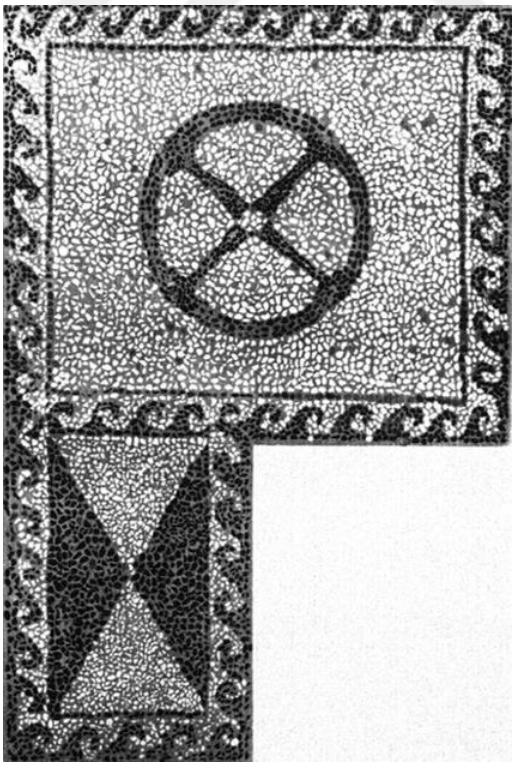
Kaynak: Thureau-Dangin ve Dunand, lev. XLII.1.

EK 37: Centaur Hamamı Mozaiği



Kaynak: De Grazia ve Williams, Corinth 1976, lev. 19.

EK 38: Komedyen Evi Mozaiği



Kaynak: Robinson, Olynthus 5, lev. VII.

EK 39: Aslan Avı (Pella)



Kaynak: Makaronas, Pella 1966, s. 98.

EK 40: Dionysos ve Leopar (Pella)



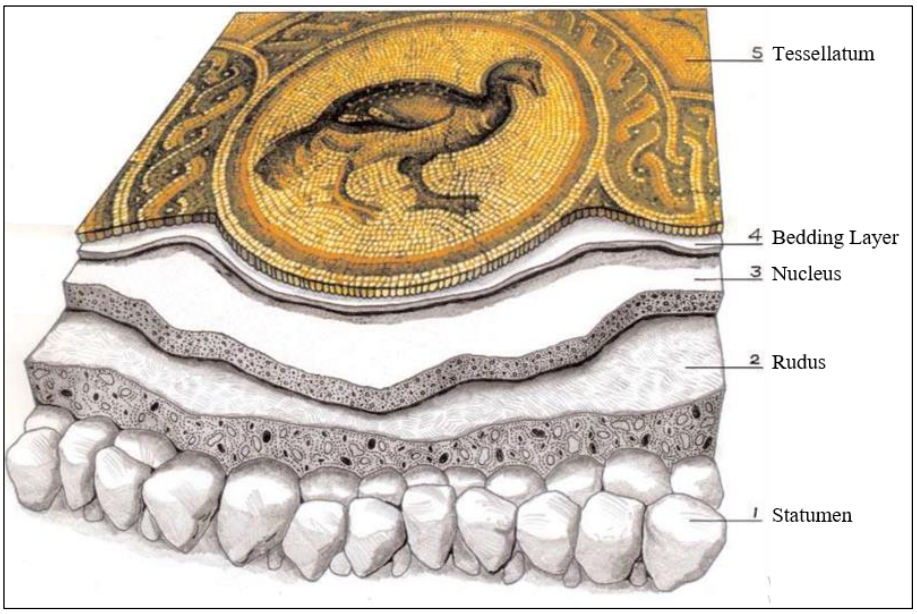
Kaynak: Makaronas, Pella 1966, s. 98.

EK 41: Geyik Avı (Pella)



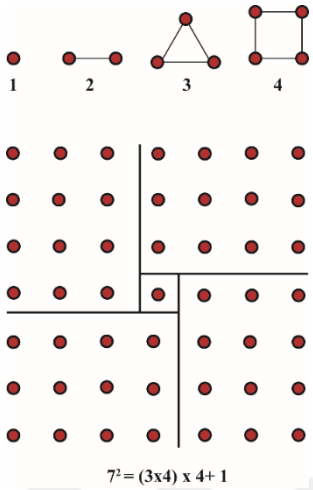
Kaynak: Makaronas, Pella 1961, lev. 244.

EK 42: Mozaik Döşemede Katmanlar

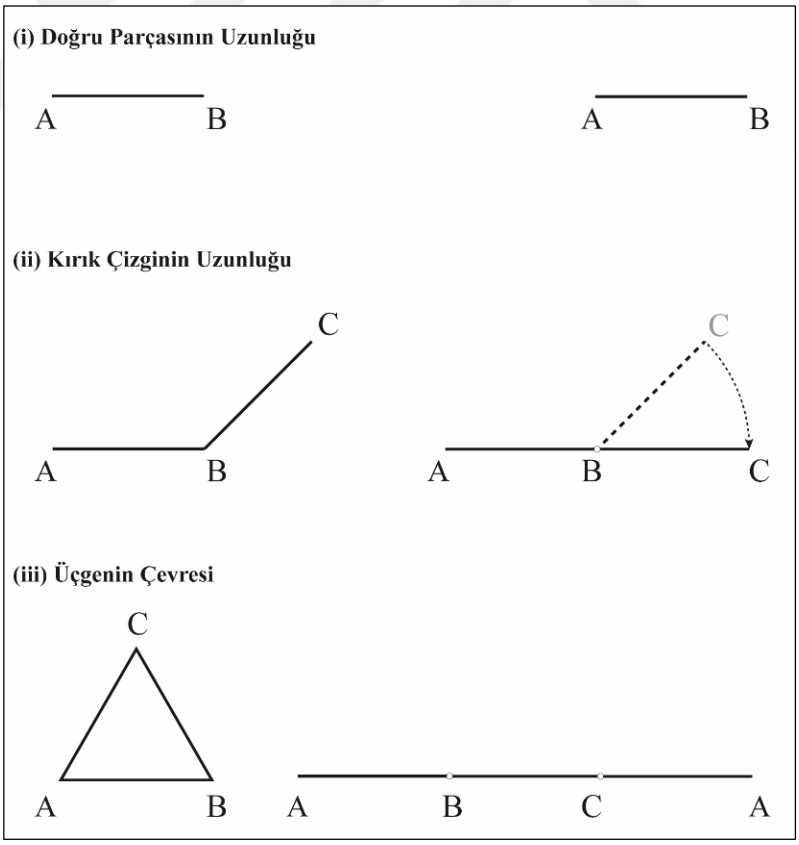


Kaynak: The Getty Conservation Institute, and the Israel Antiquities Authorities, s.3.

EK 43: Sayıların Şematize Edilmesi

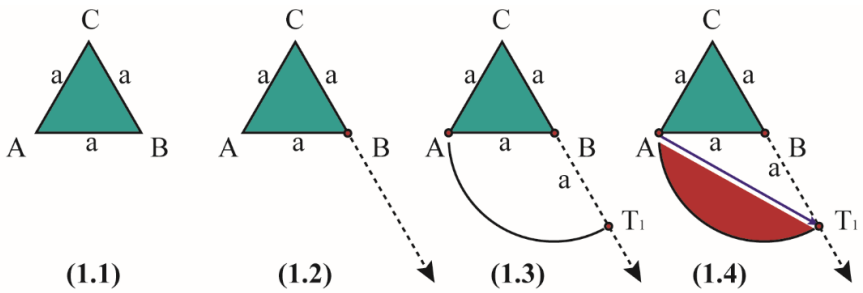


EK 44: Uzunluk Transferi



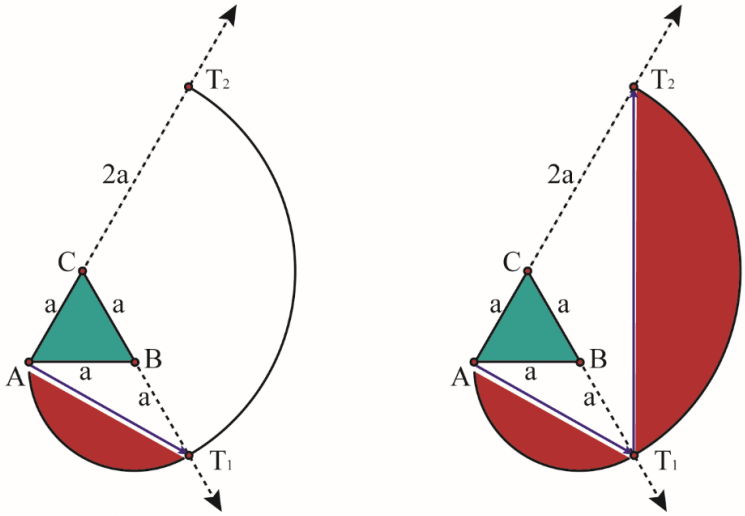
EK 45: Eşkenar Üçgenin Çevresi

(1)



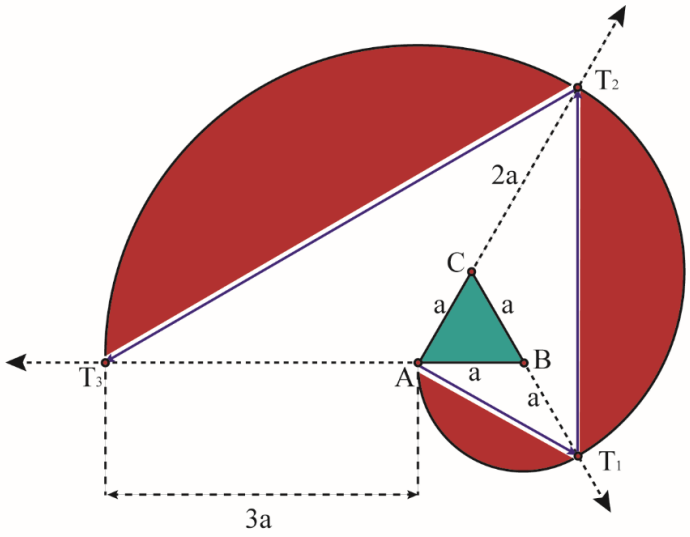
(1.1) (1.2) (1.3) (1.4)

(2)

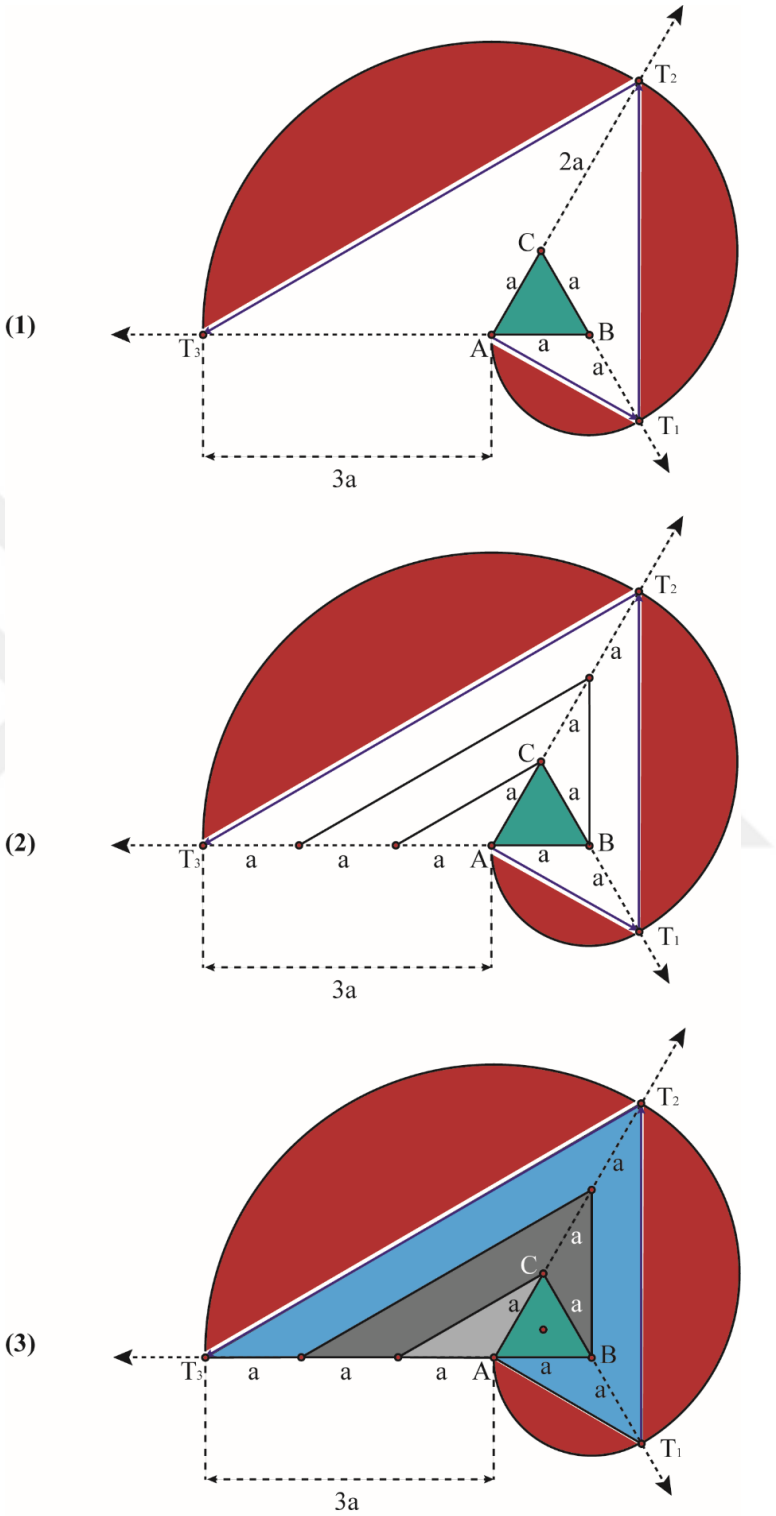


(2.1) (2.2)

(3)

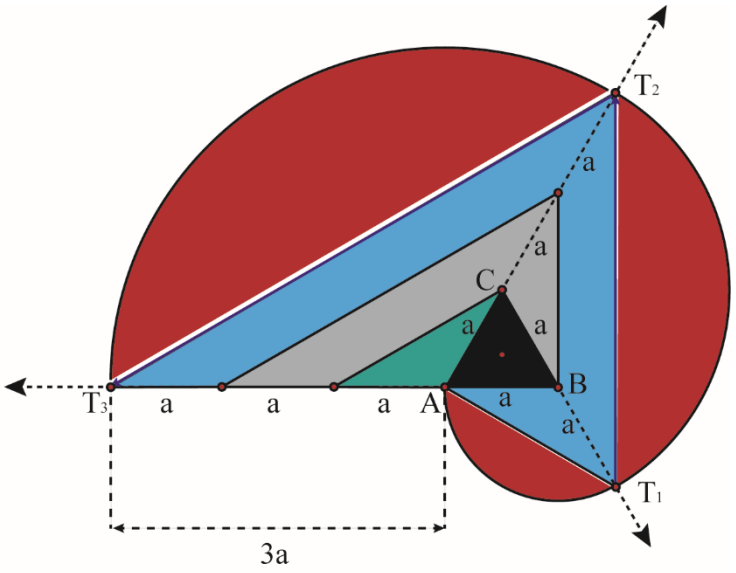


EK 46: Eşkenar Üçgenin Kenar Uzunluklarının Transferi

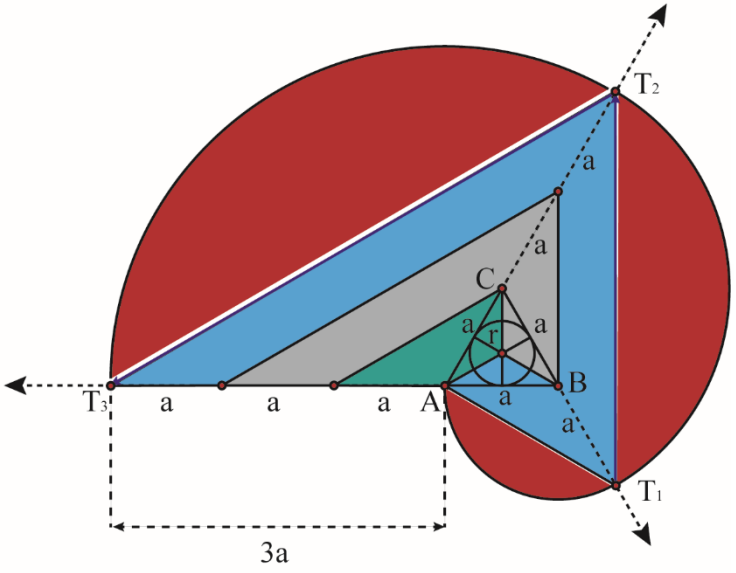


EK 47: İç Teğet Çember ve Alan İlişkisi

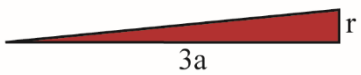
(1)



(2)

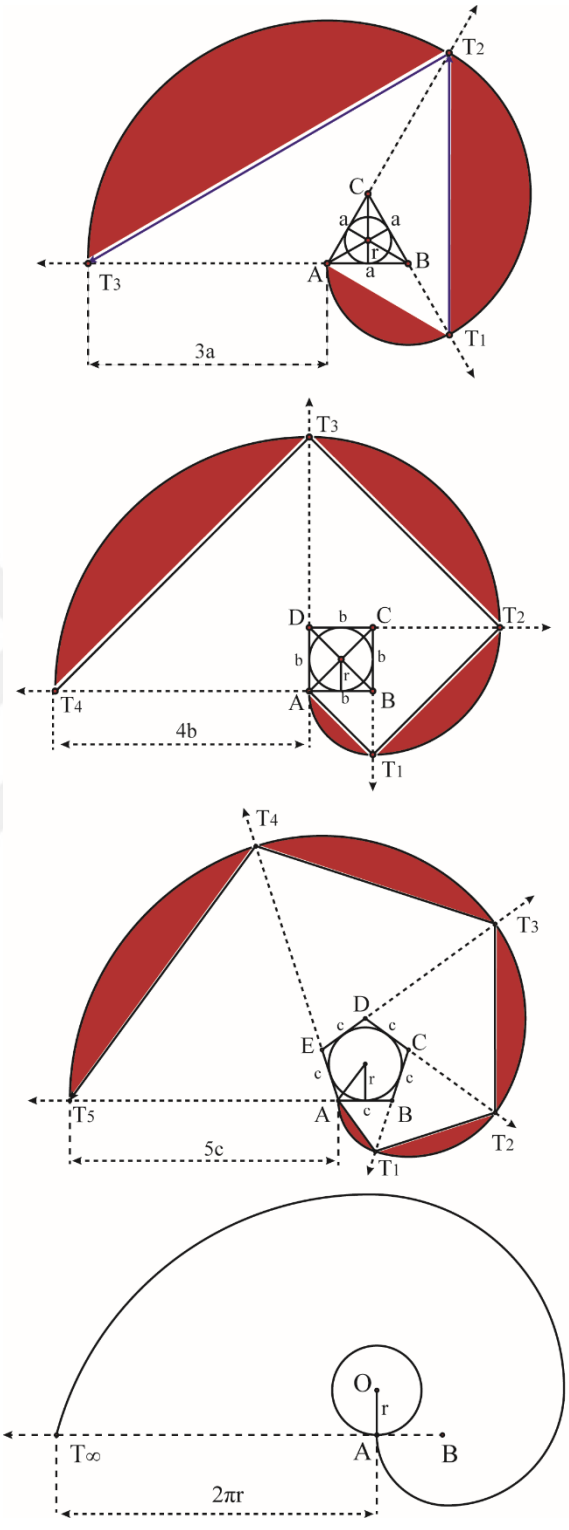


(3)

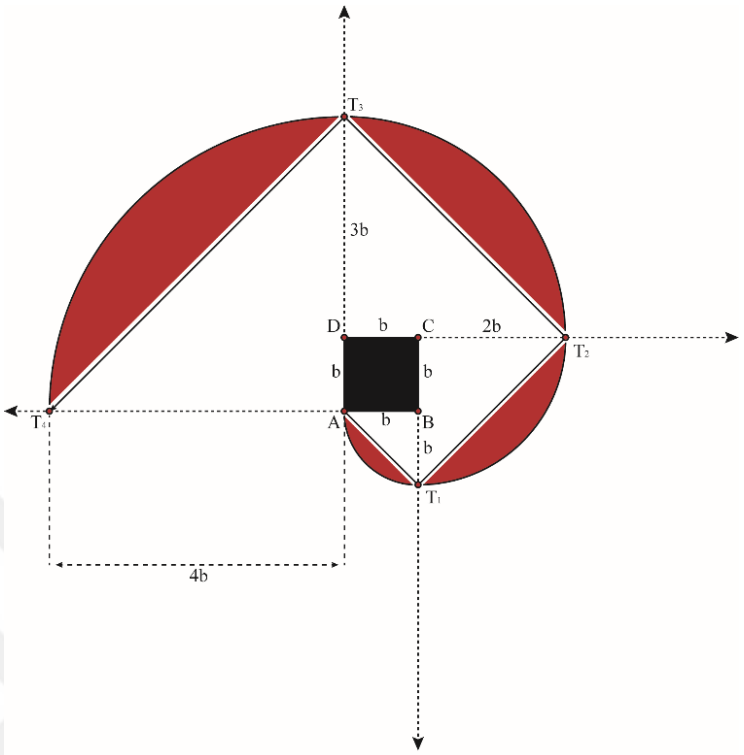


Alan (ABC)=(3.a.r):2

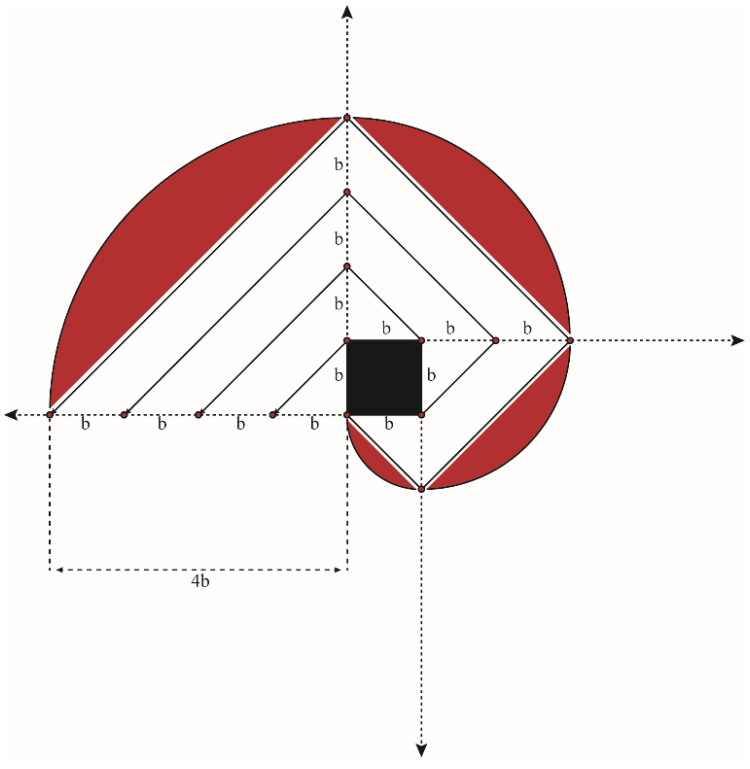
EK 48: Poligon Çevresi Ölçümü ve Spiral İlişkisi



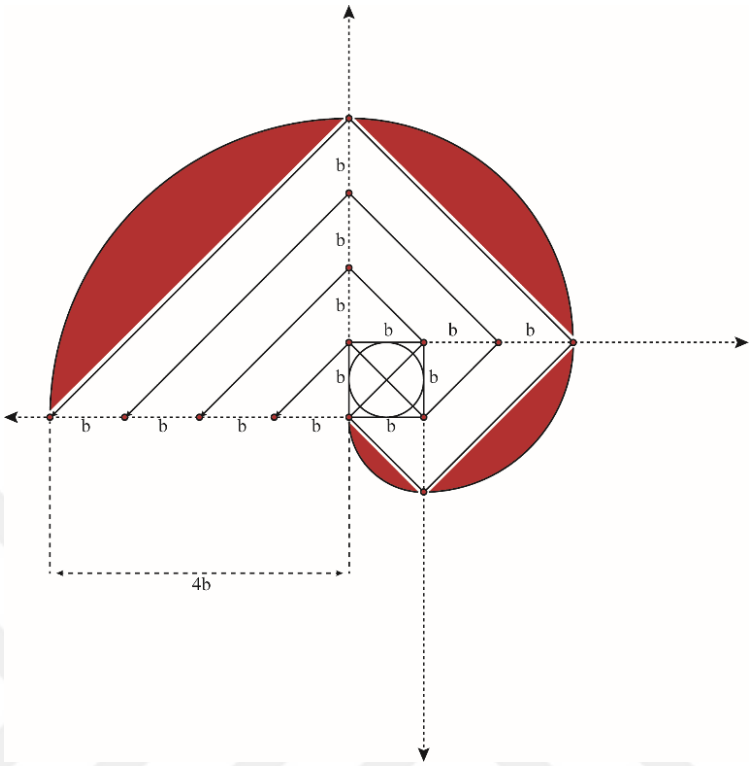
EK 49: Karenin Çevresi



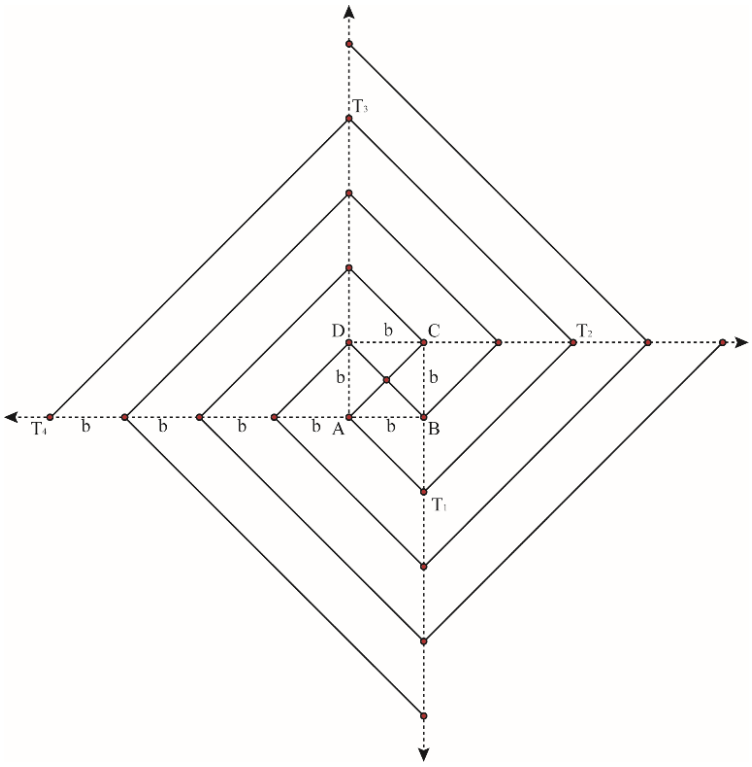
EK 50: Kare Kenarlarının Transferi



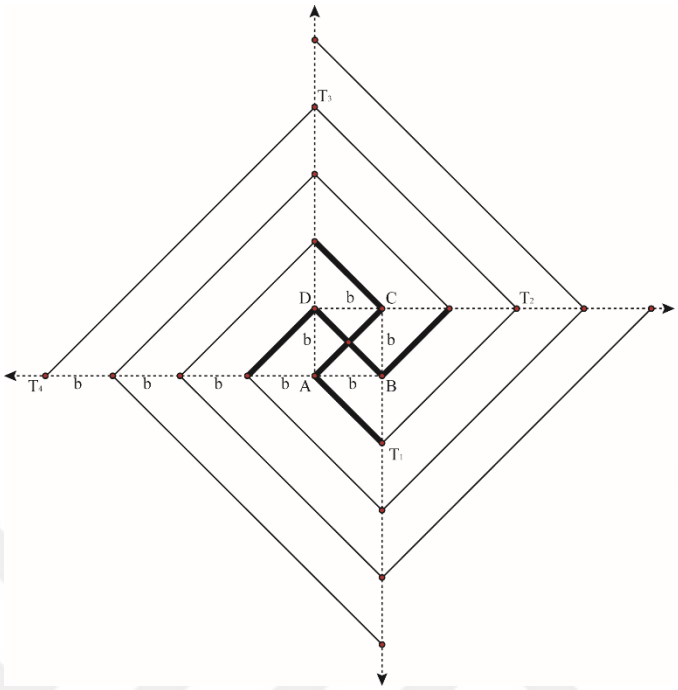
EK 51: Karenin İç Teğet Çemberi ve Çevresi



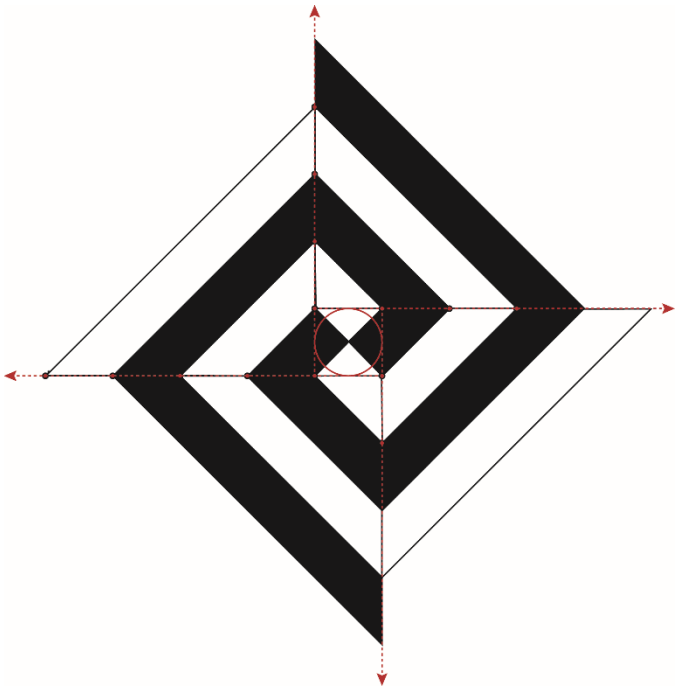
EK 52: Kare Kenarlarının Transferi ve Meander



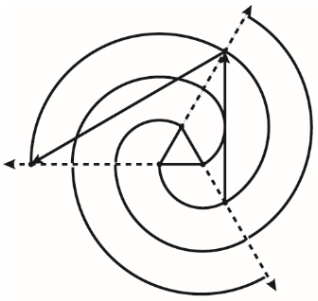
EK 53: Kare Kenarlarının Transferi ve Svastika



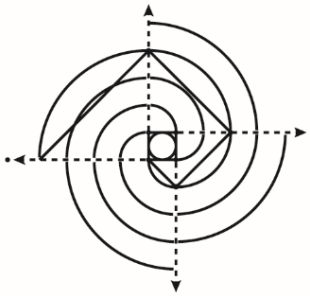
EK 54: Karenin Çevresi, Meander ve Svastika



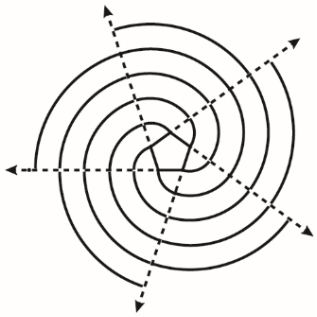
EK 55: Spiral Formlar



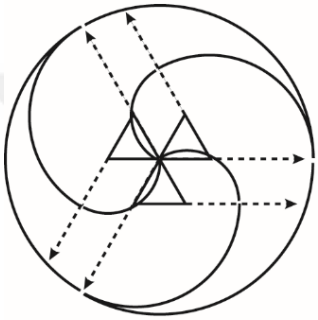
(a) Üçgen Spiral



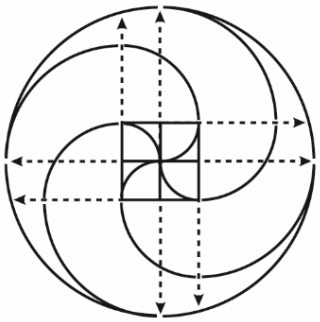
(b) Kare Spiral



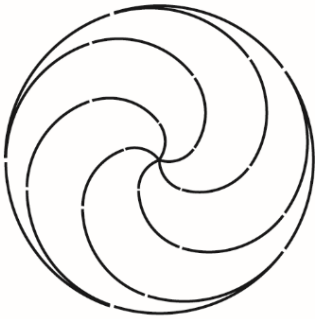
(c) Pentagon Spiral



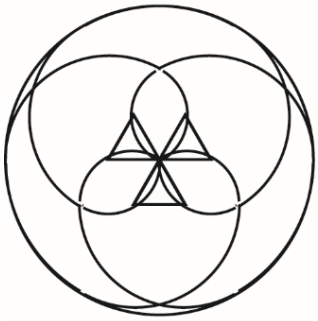
(ç) Merkezi Üçgen Spiral



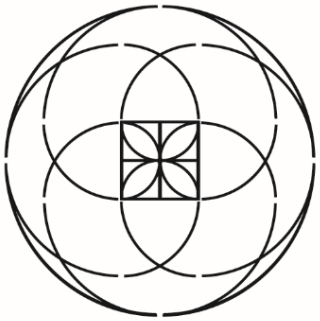
(d) Merkezi Kare Spiral



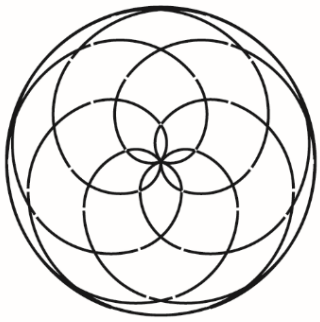
(e) Merkezi Pentagon Spiral



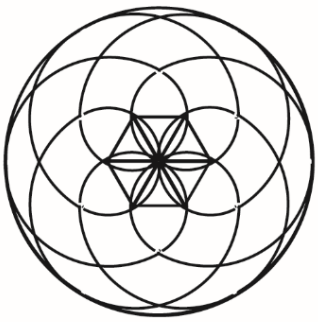
(f) Simetrik Merkezi Üçgen Spiral



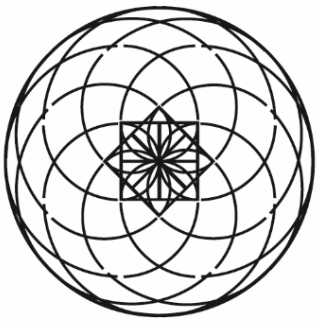
(g) Simetrik Merkezi Kare Spiral



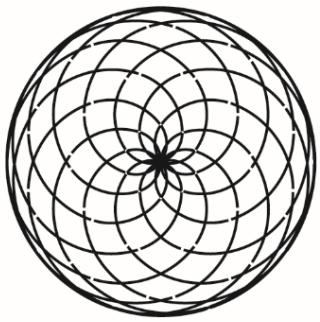
(ğ) Simetrik Merkezi Pentagon Spiral



(h) Simetrik Merkezi Hexagon Spiral

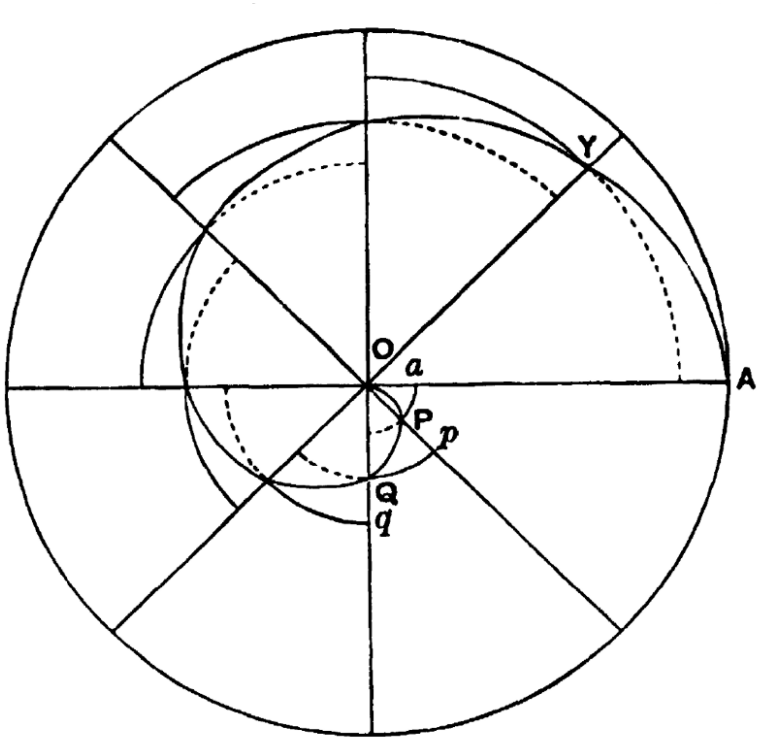


(ı) Simetrik Merkezi Oktagon Spiral



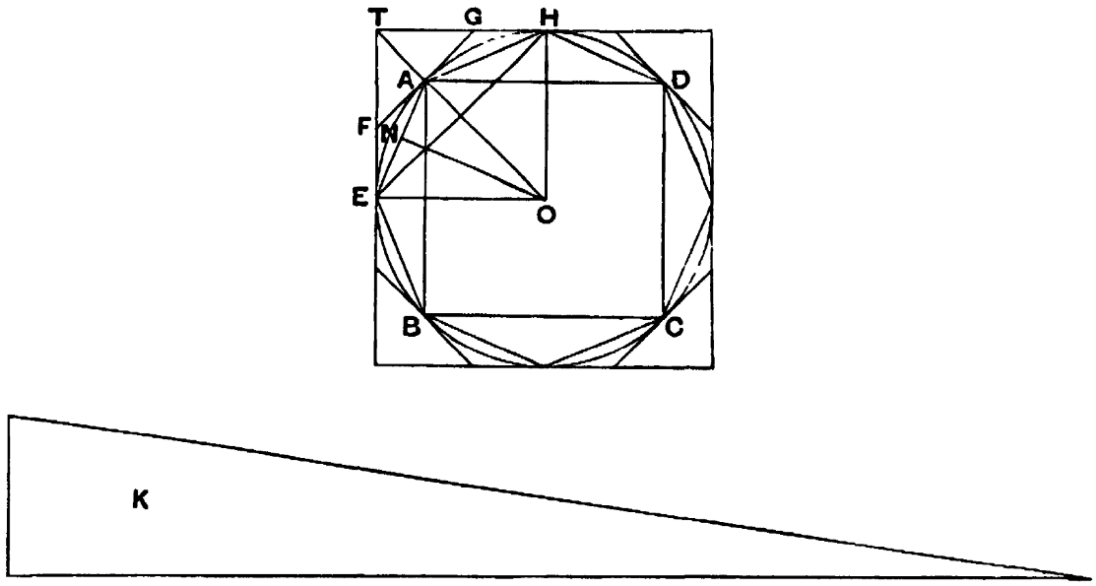
(i) Simetrik Merkezi Dekagon Spiral

EK 56: Arkhimedes Spirali



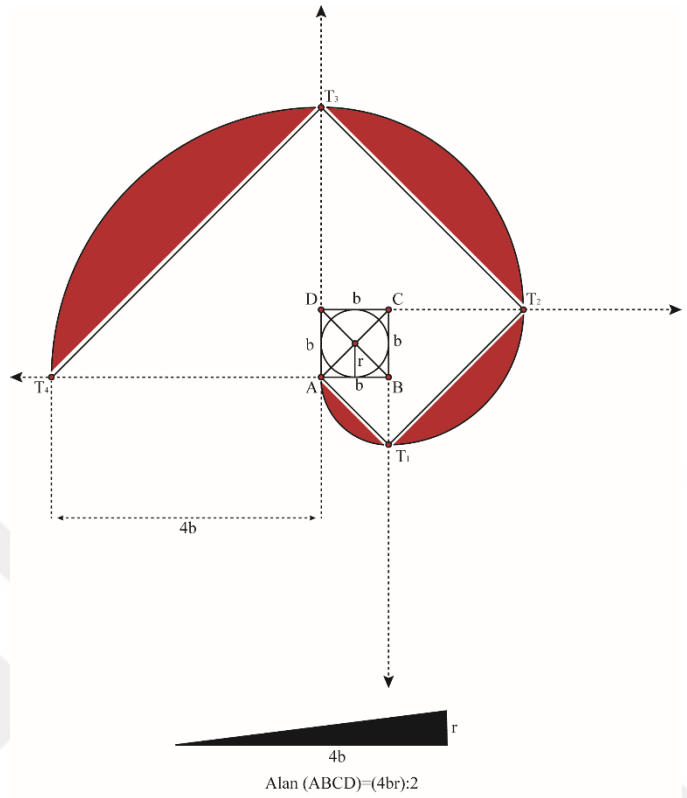
Kaynak: Archimedes, on Spirals, s. 179.

EK 57: Dairenin Alanının Dik Üçgenin Alanına Eşitliği



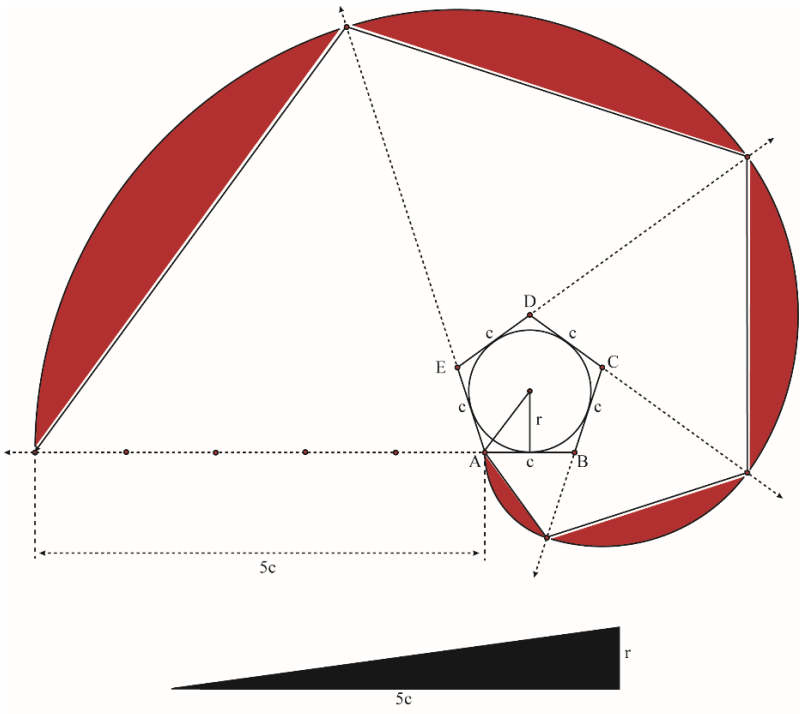
Kaynak: Archimedes, Measurement of a Circle, s. 91

EK 58: Karenin Alanı (Sade Form)



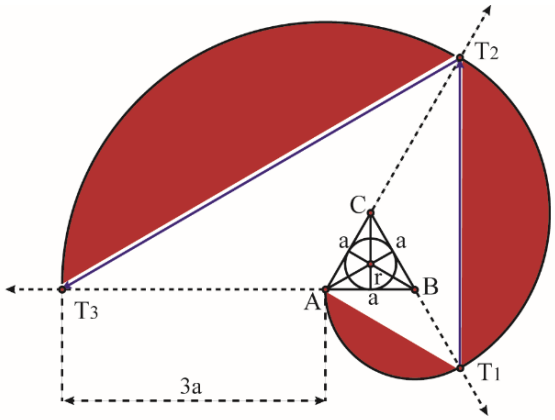
Alan (ABCD)=(4br):2

EK 59: Pentagon (Düzgün Beşgen) Alanı

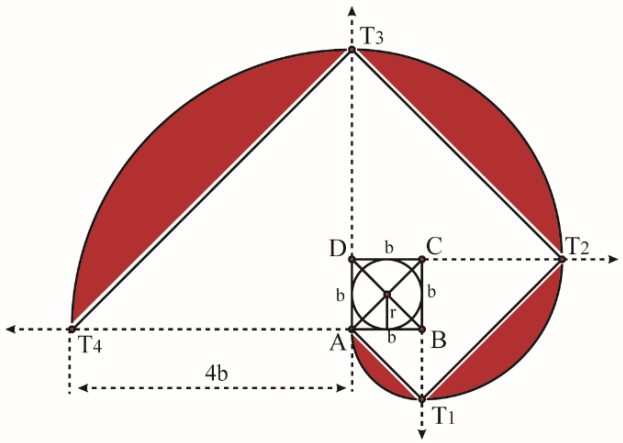


Alan (ABCDE)=(5cr):2

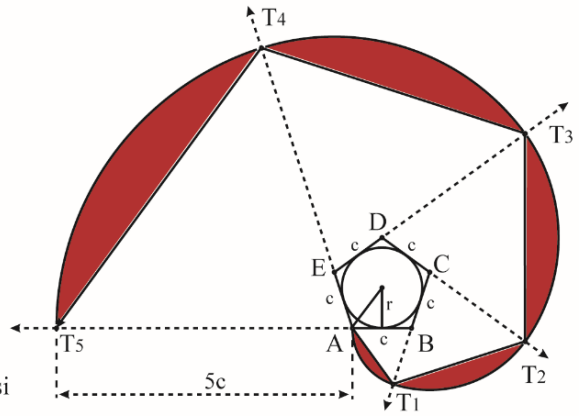
EK 60: Poligon Çevresi ve Çemberin Çevresi



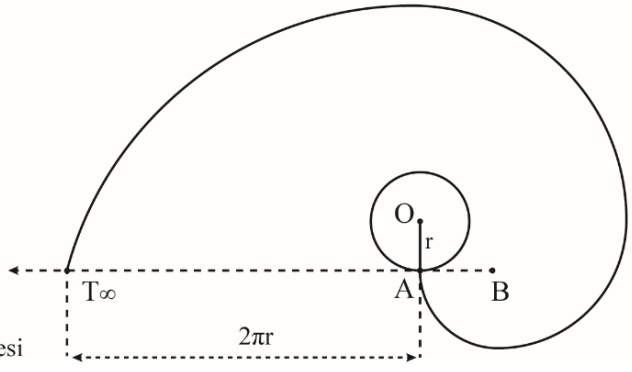
(a) Üçgen Çevresi



(b) Kare Çevresi

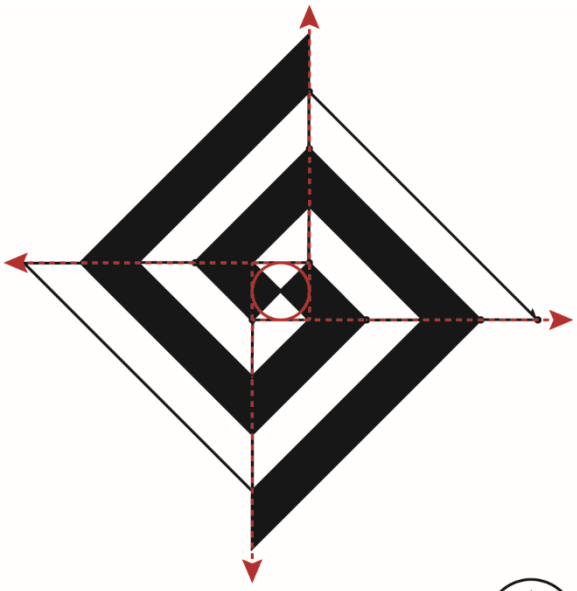


(c) Pentagon Çevresi

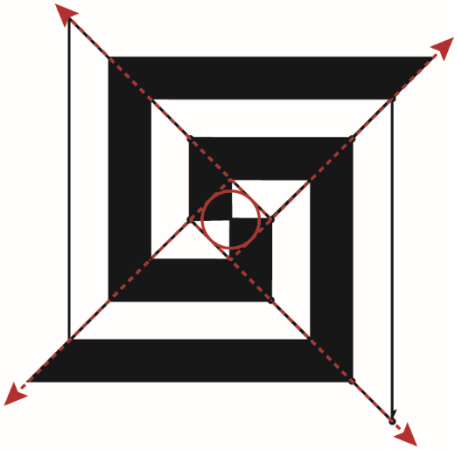


(ç) Çember Çevresi

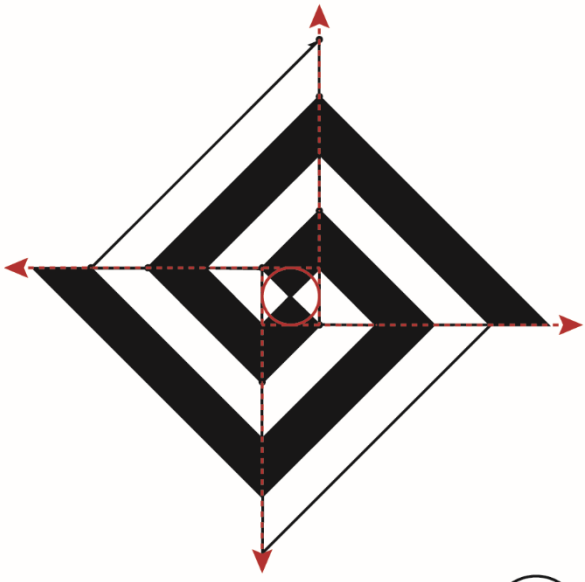
EK 61: Meander (Saat Yönünde Döngü)



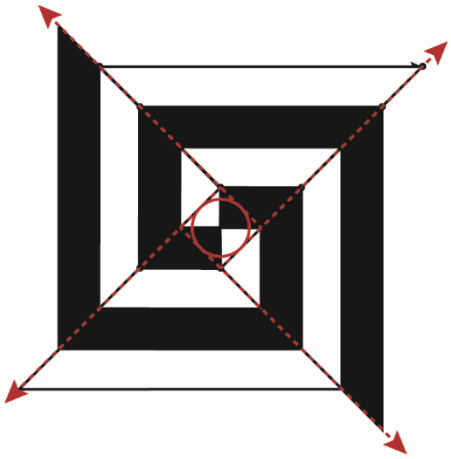
(a) Meander (0^0)



(b) Meander (45^0)

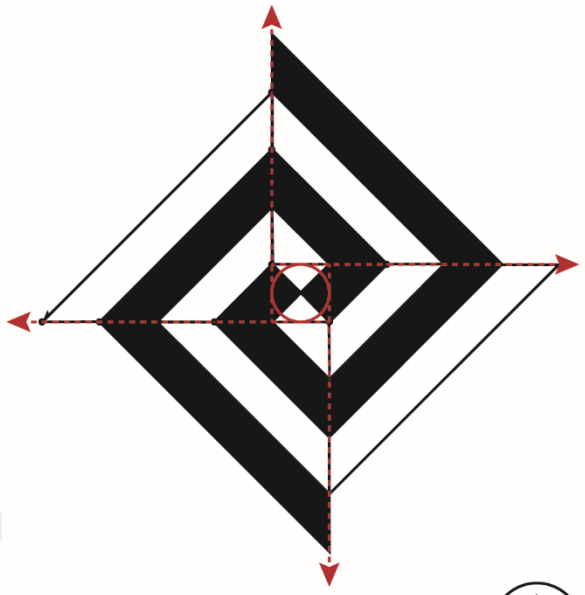


(c) Meander (90^0)

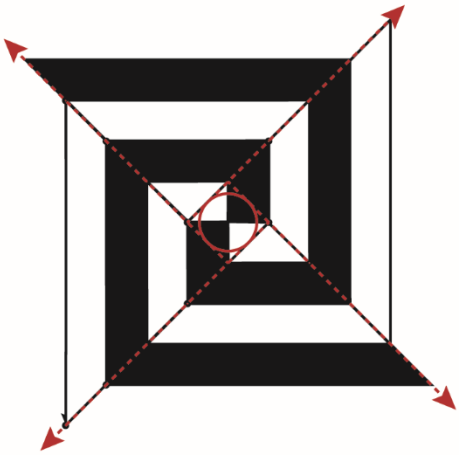


(ç) Meander (135^0)

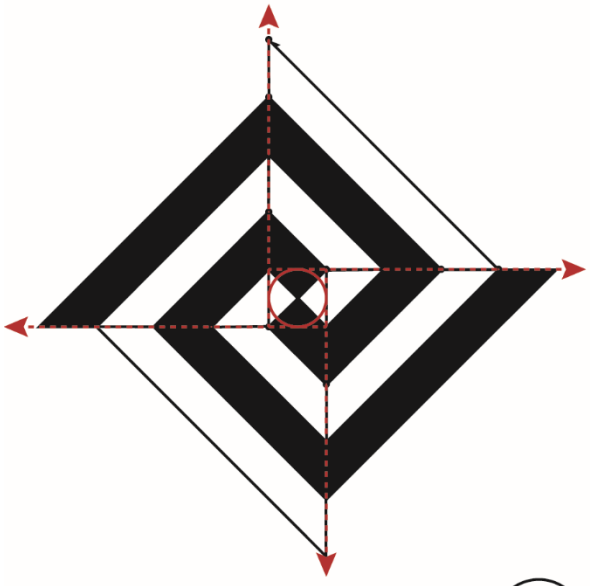
EK 62: Meander (Saat Yönüne Ters Yönde Döngü)



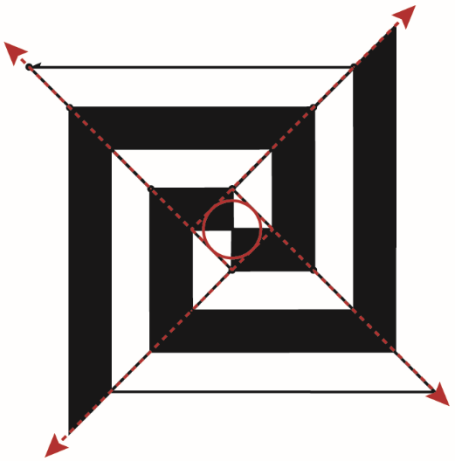
(a) Meander (0^0)



(b) Meander (45^0)

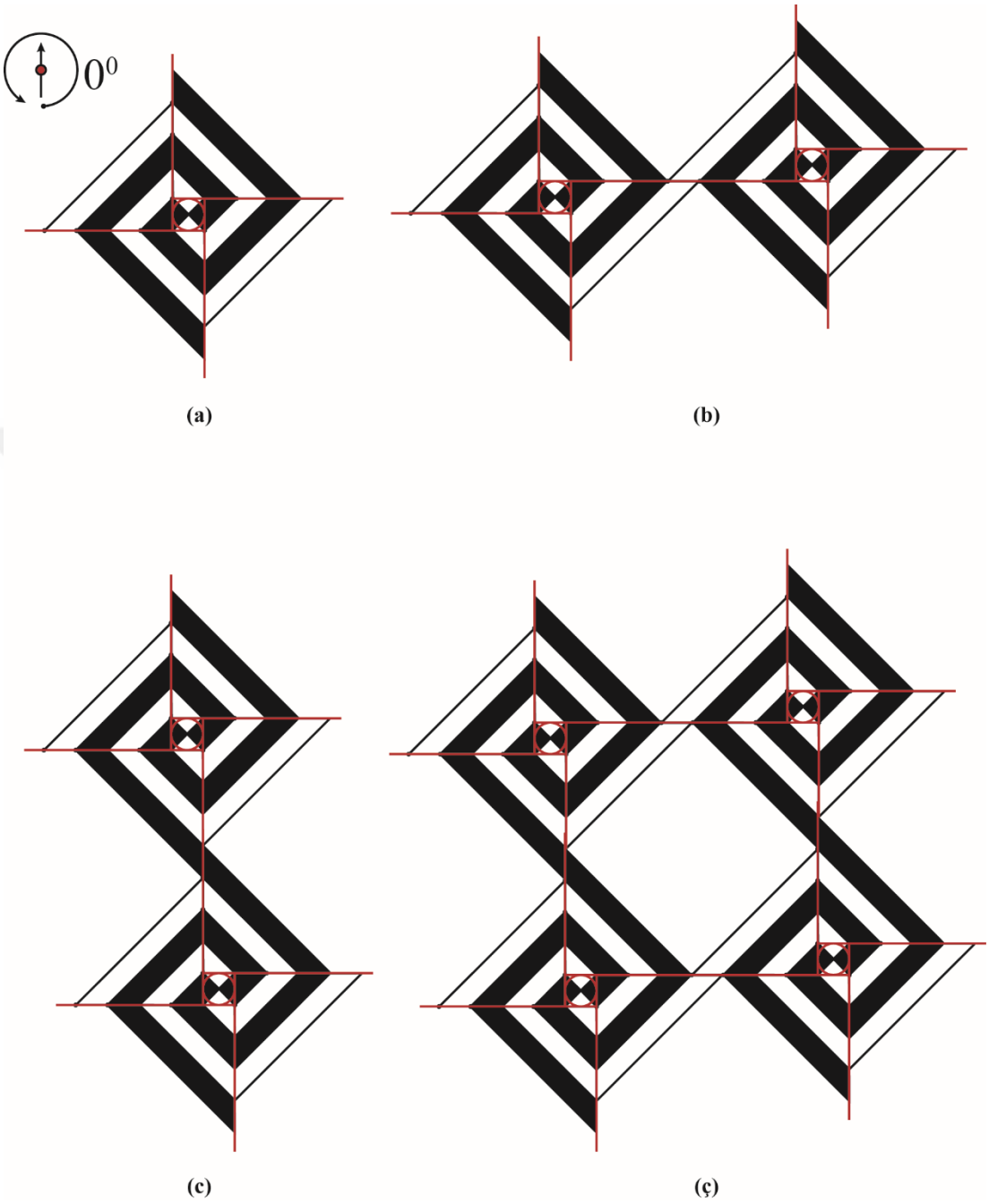


(c) Meander (90^0)

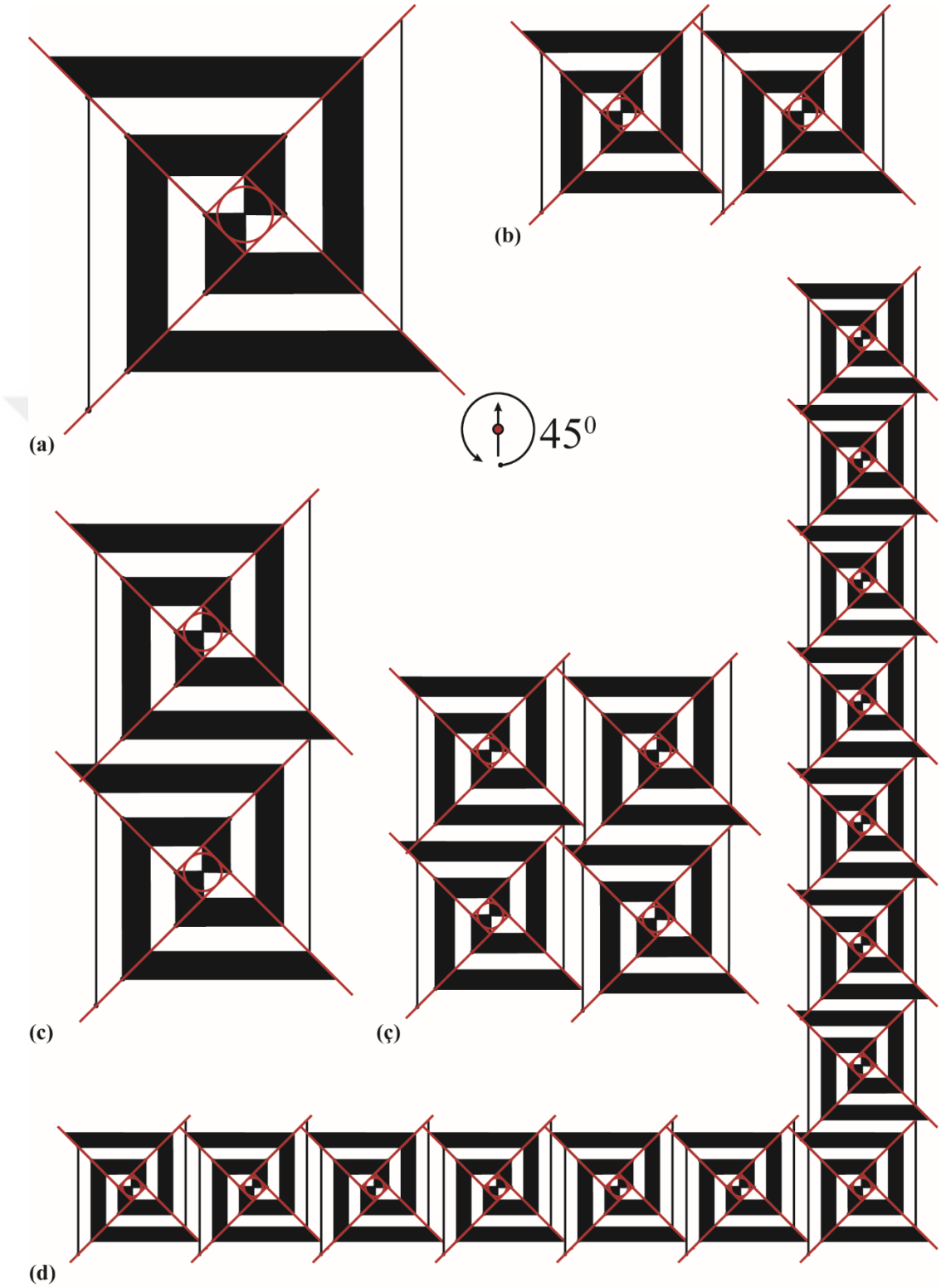


(ç) Meander (135^0)

EK 63: Meander Formu Tekrarlı Kullanımında Sapma

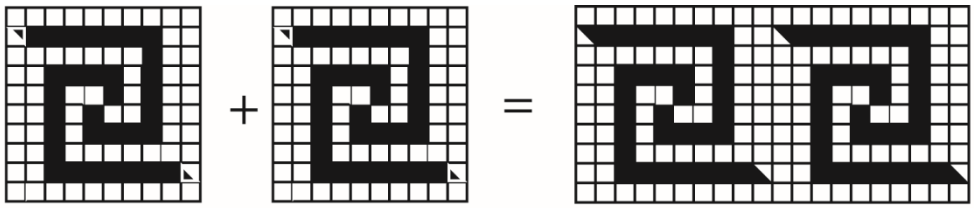


EK 64: Meander Saat Yönü Tersi Döngü Tekrarlı Kullanımı



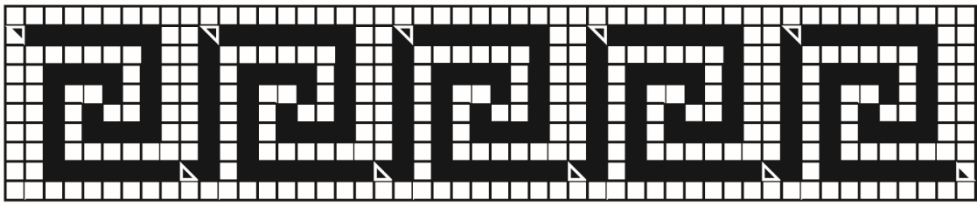
EK 65: Meander 10x10 Matris Düzeni Tekrarlı Kullanımı

(A)



(10x10) (10x10) (20x10)

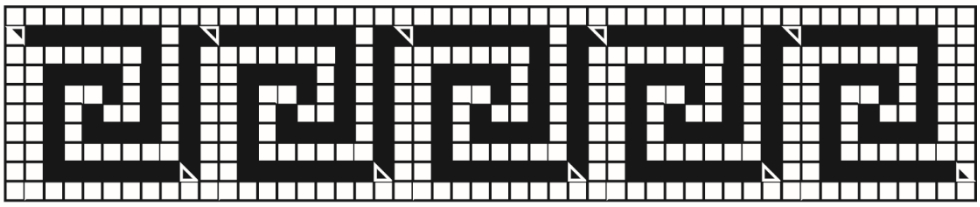
(A.1.1)



(A.1.2)



(A.2.1)

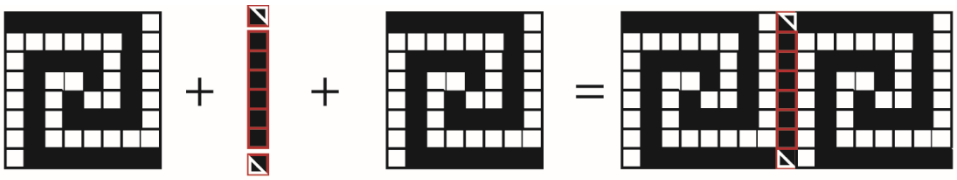


(A.2.2)



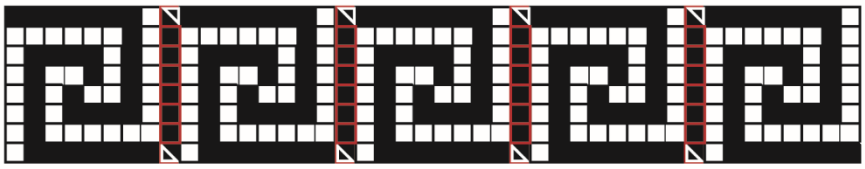
EK 66: Meander 8x8 Matris Düzeni Tekrarlı Kullanımı

(B)

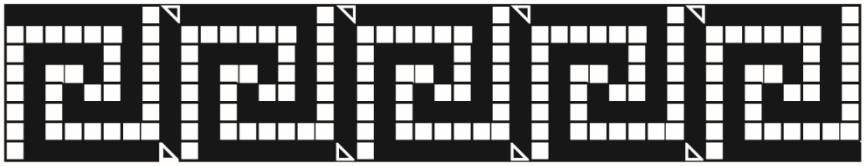


(8x8) (1x10) (8x8) (17x8)

(B.1)



(B.2)

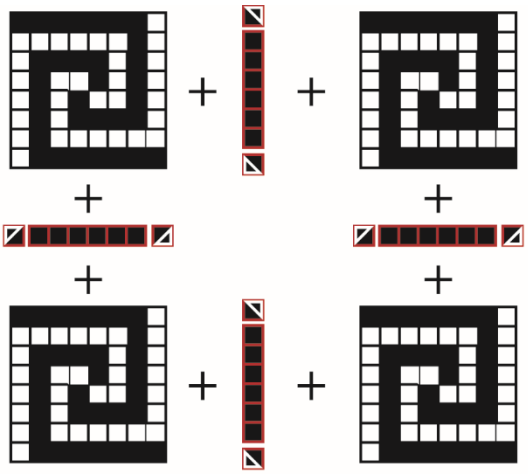


(B.3)

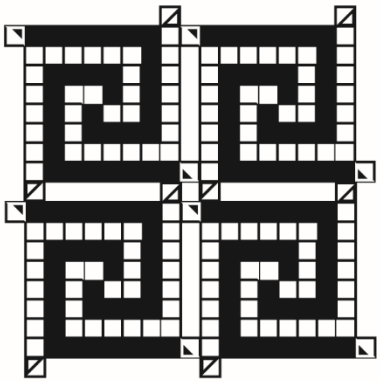


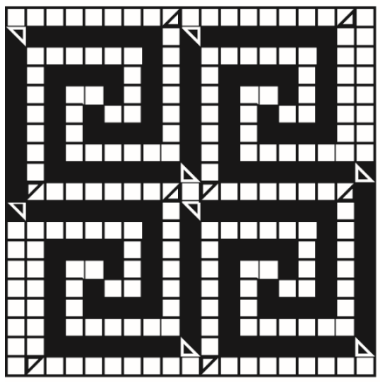
EK 67: Meander Deseni Yatay ve Düşey Tekrarlı Kullanımı

(1)

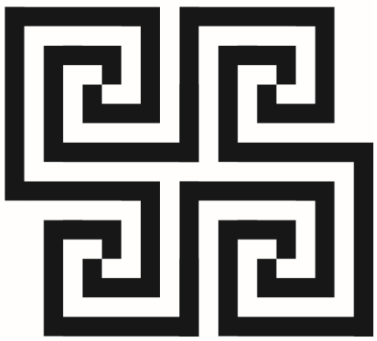


(2)



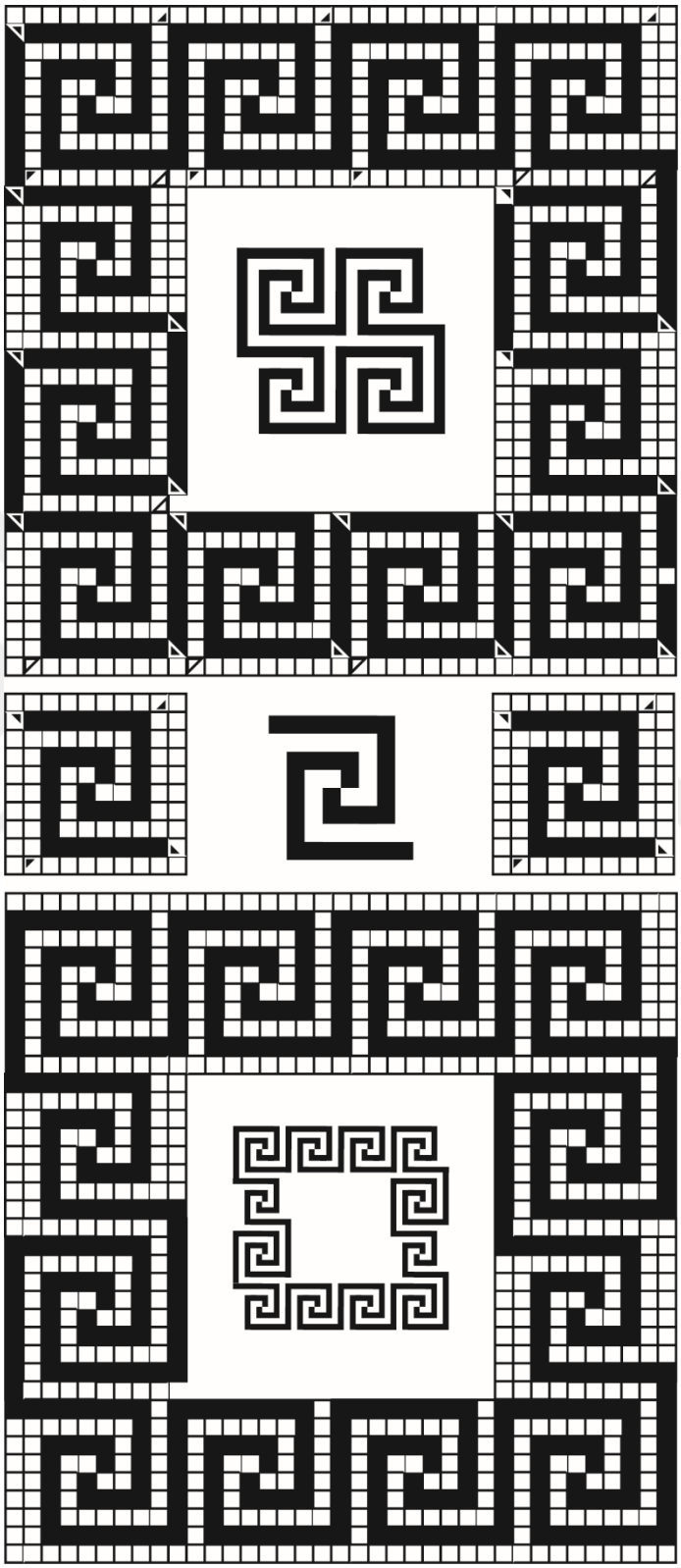


(3)

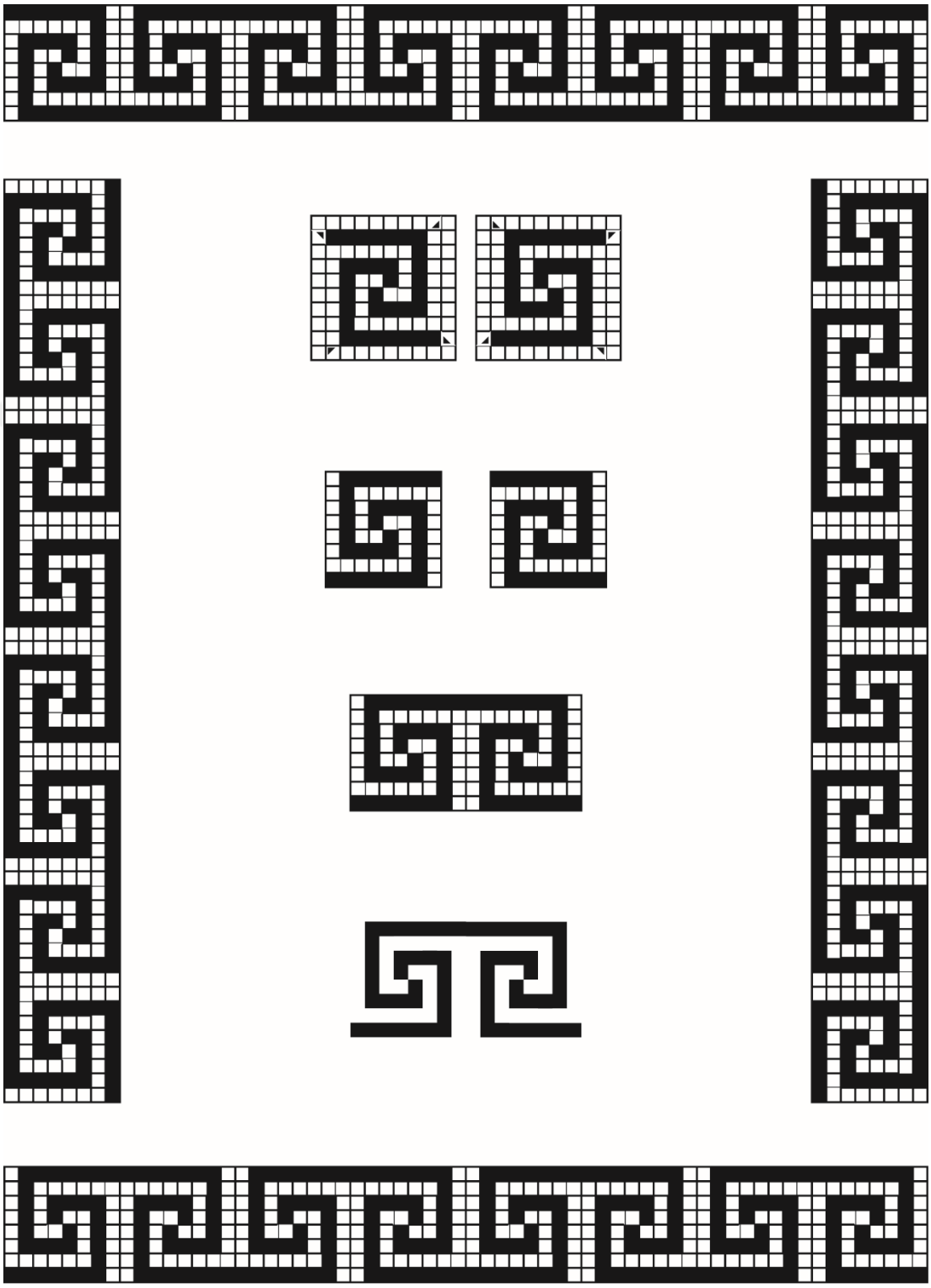


(4)

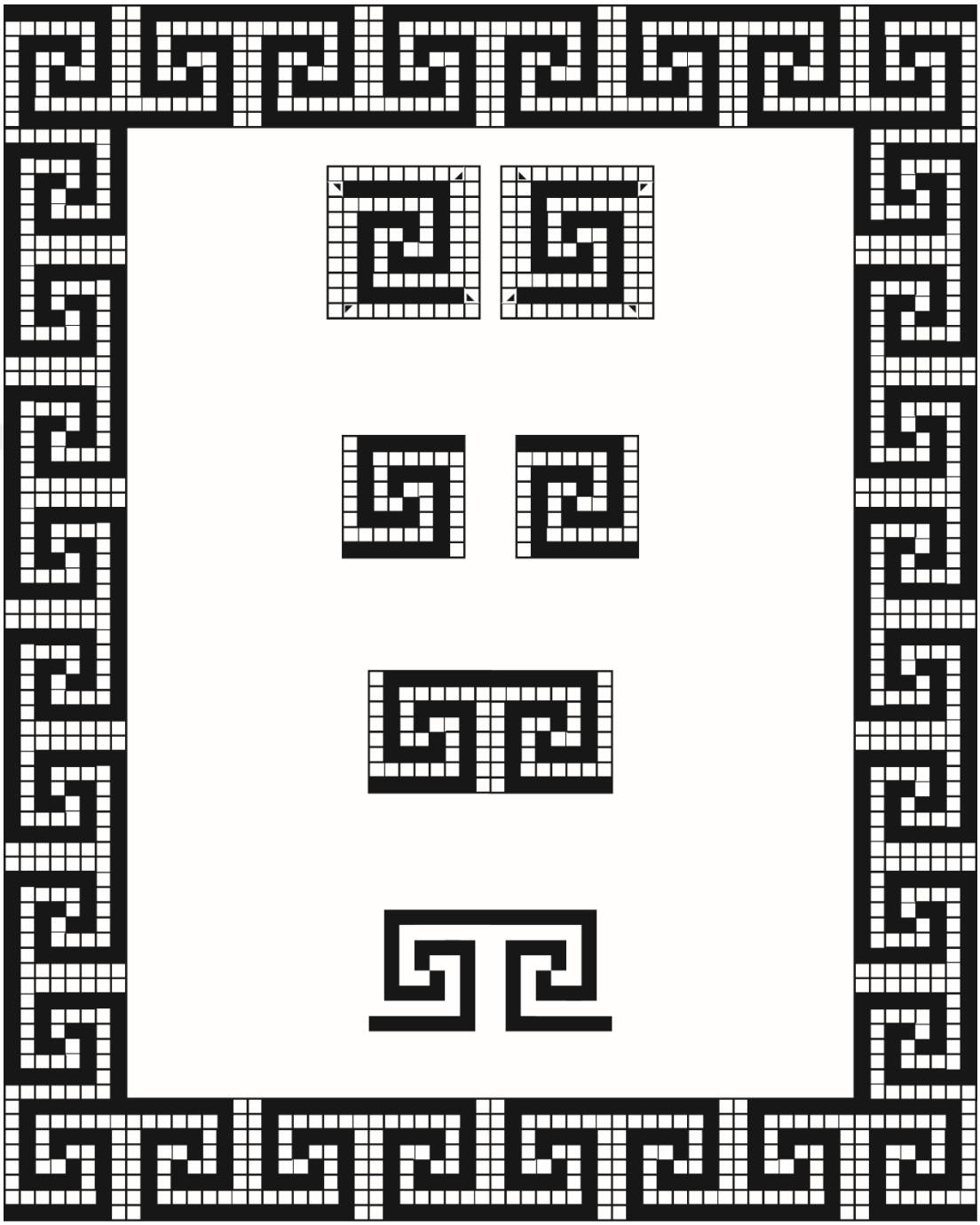
EK 68: Meander Deseni Tekrarlı Kullanım Örnekleri



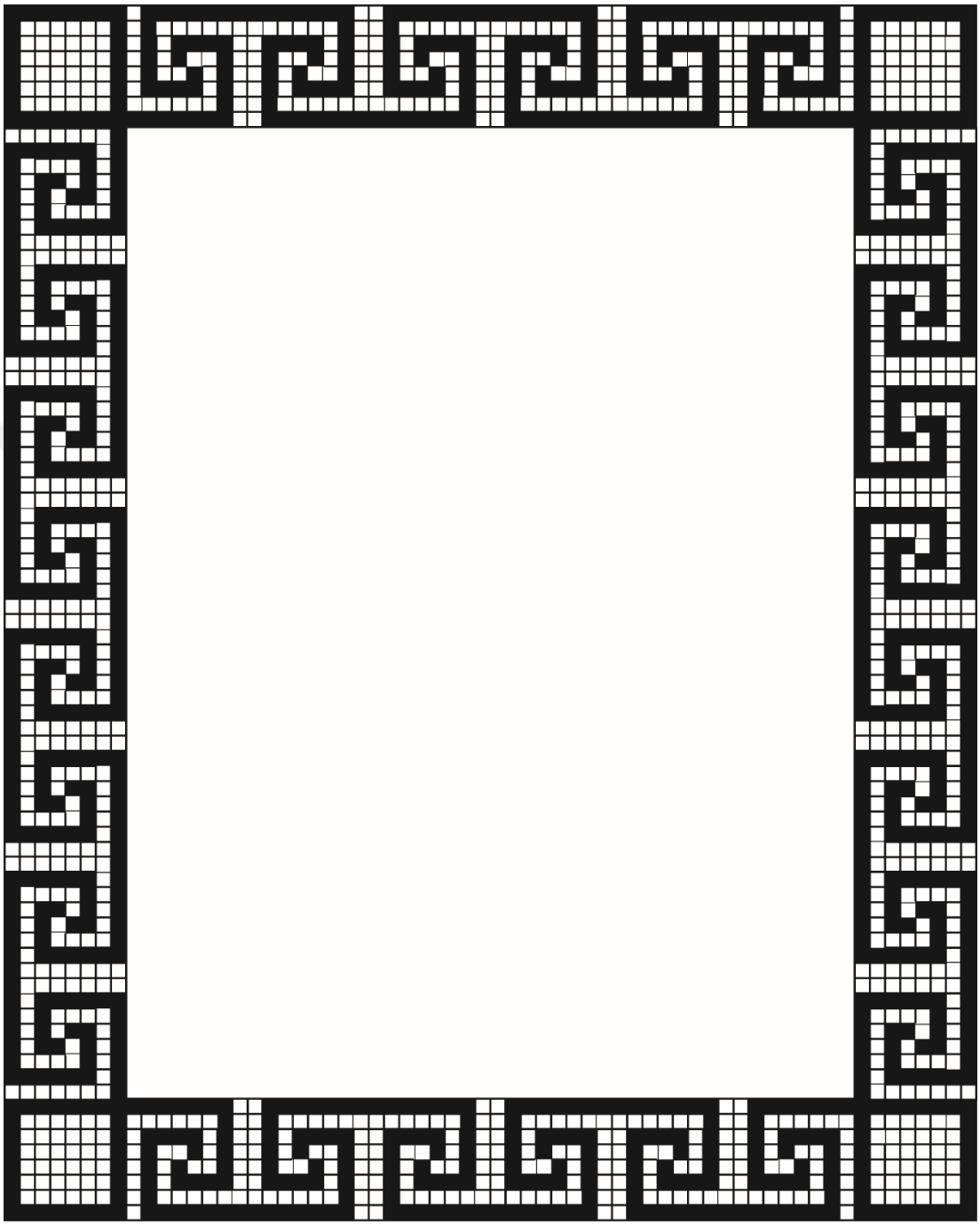
EK 69: Meander Deseni Ayna Simetrisinde Tekrarlı Kullanımı



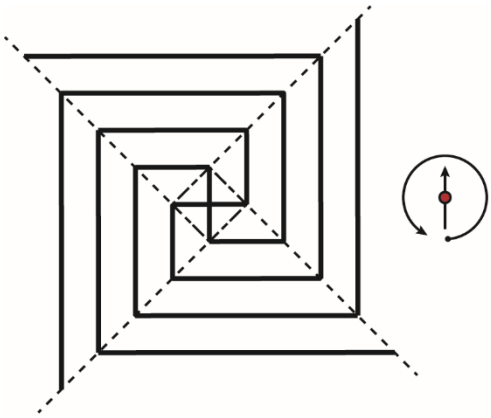
EK 70: Meander Bordürde Köşe Problemi



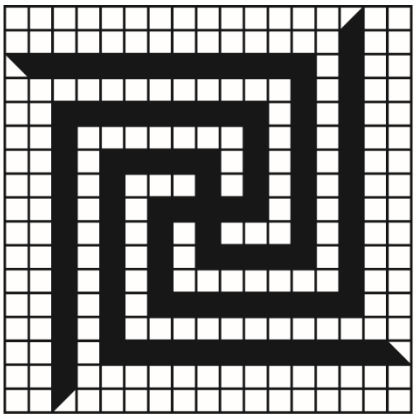
EK 71: Meander Bordürde Köşe Probleminin Çözümü



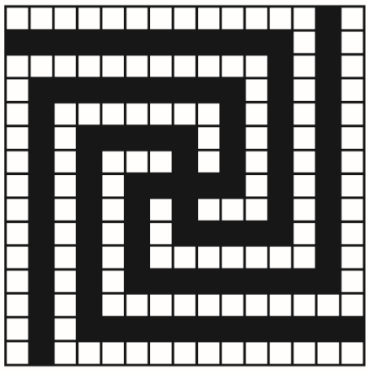
EK 72: Svastika (Saat Yönü Tersi) Teorik Form ve Matris Formu



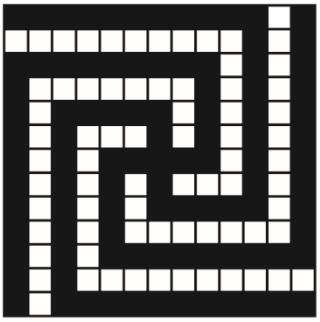
(a) Svastika Teorik Form



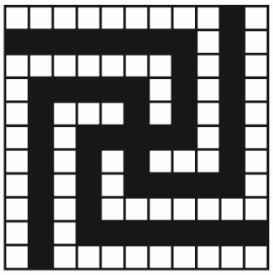
(b) Svastika Matris (17x17)



(c) Svastika Matris (15x15)



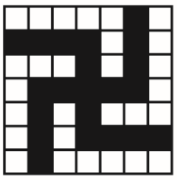
(ç) Svastika Matris (13x13)



(d) Svastika Matris (11x11)



(e) Svastika Matris (9x9)

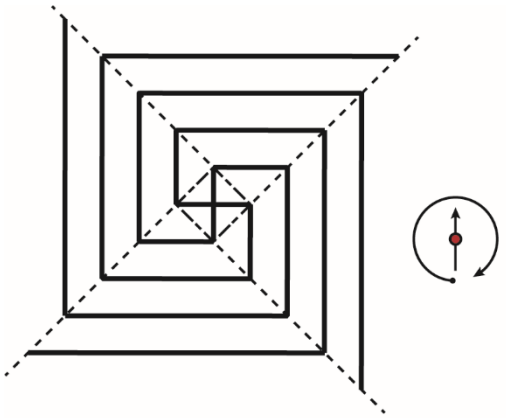


(f) Svastika Matris (7x7)

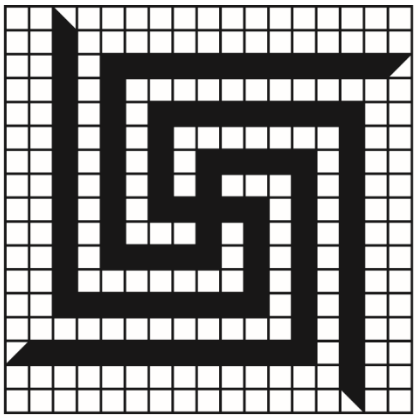


(g) Svastika Matris (5x5)

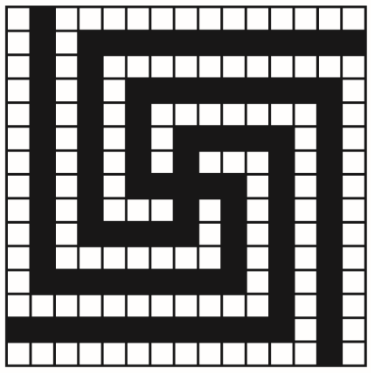
EK 73: Svastika (Saat Yönü) Teorik Formu ve Matris Formları



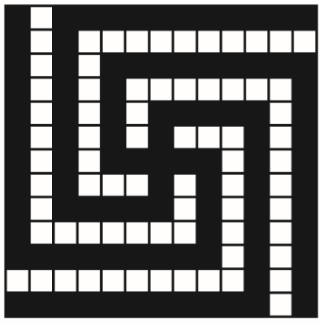
(a) Svastika Teorik Form



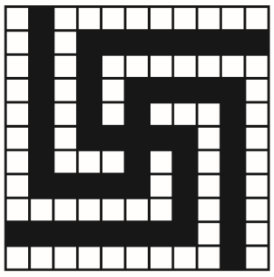
(b) Svastika Matris (17x17)



(c) Svastika Matris (15x15)



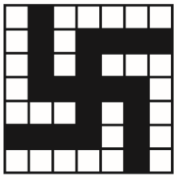
(ç) Svastika Matris (13x13)



(d) Svastika Matris (11x11)



(e) Svastika Matris (9x9)

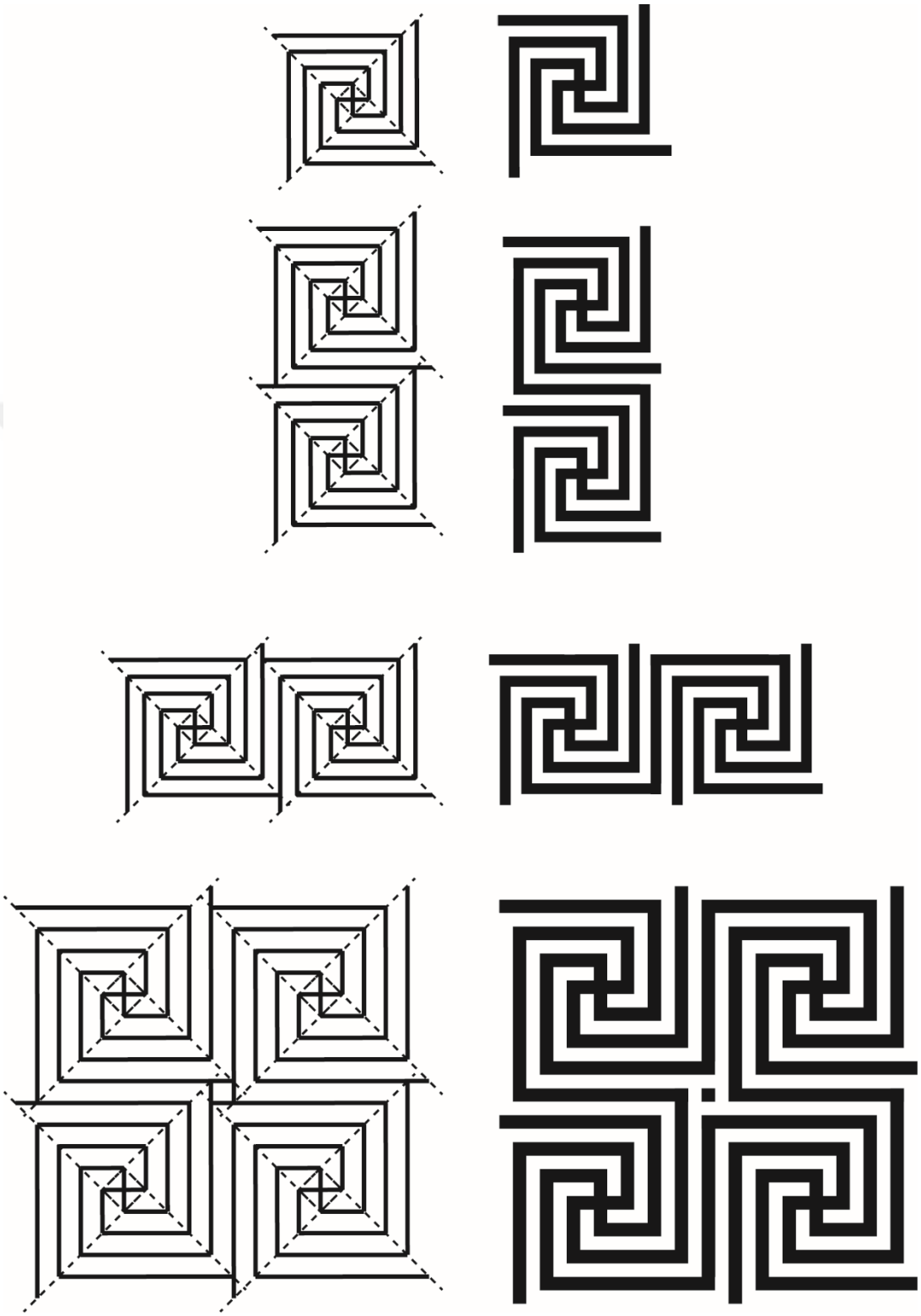


(f) Svastika Matris (7x7)

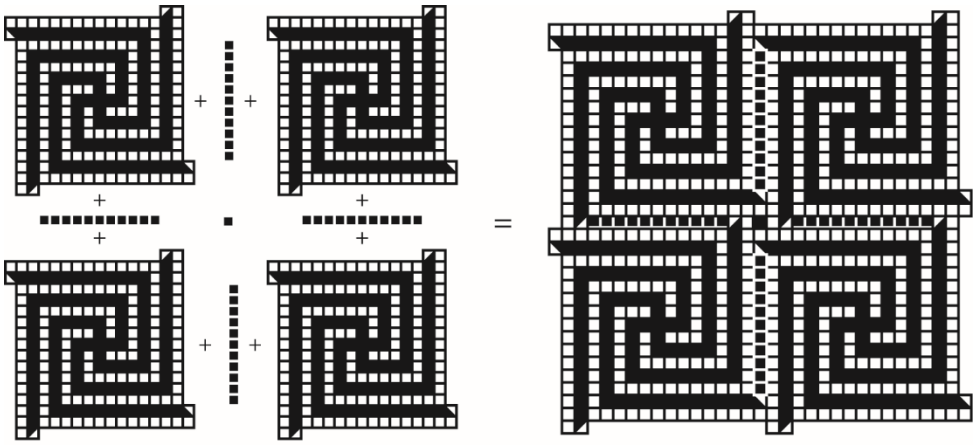


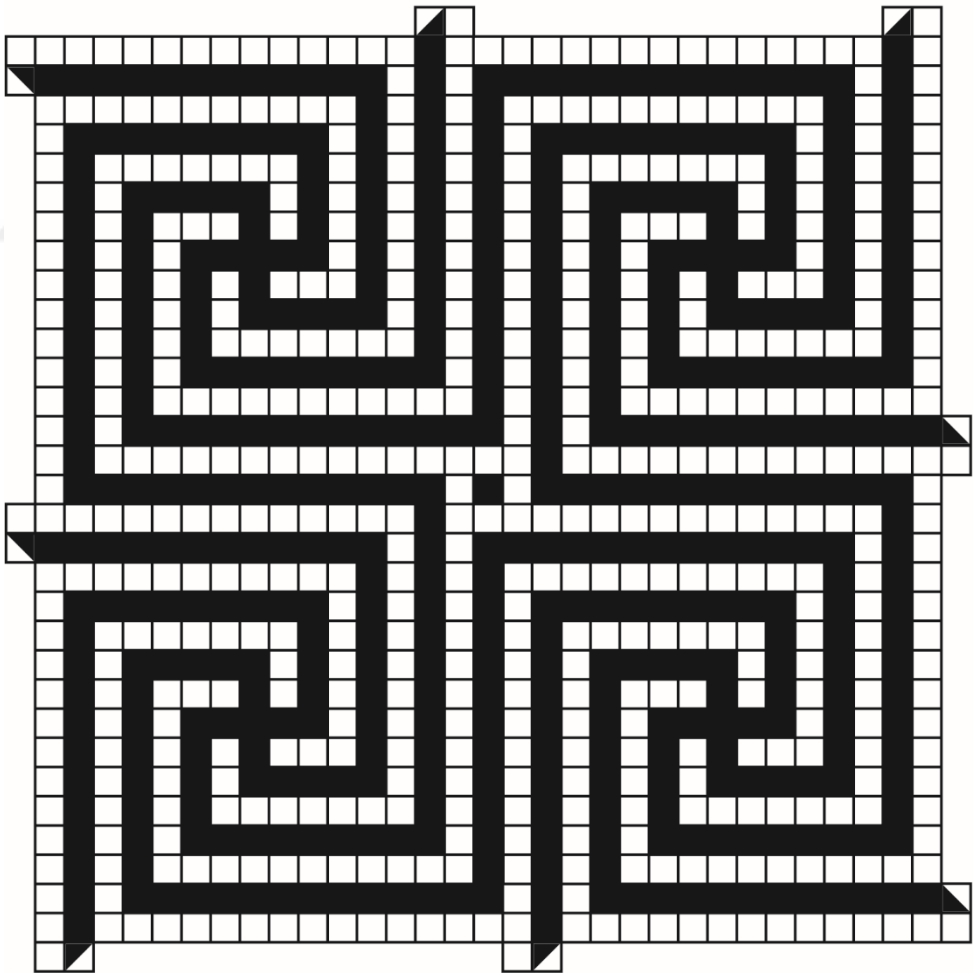
(g) Svastika Matris (5x5)

EK 74: Svastika Teorik Formu Tekrarlı Kullanımı

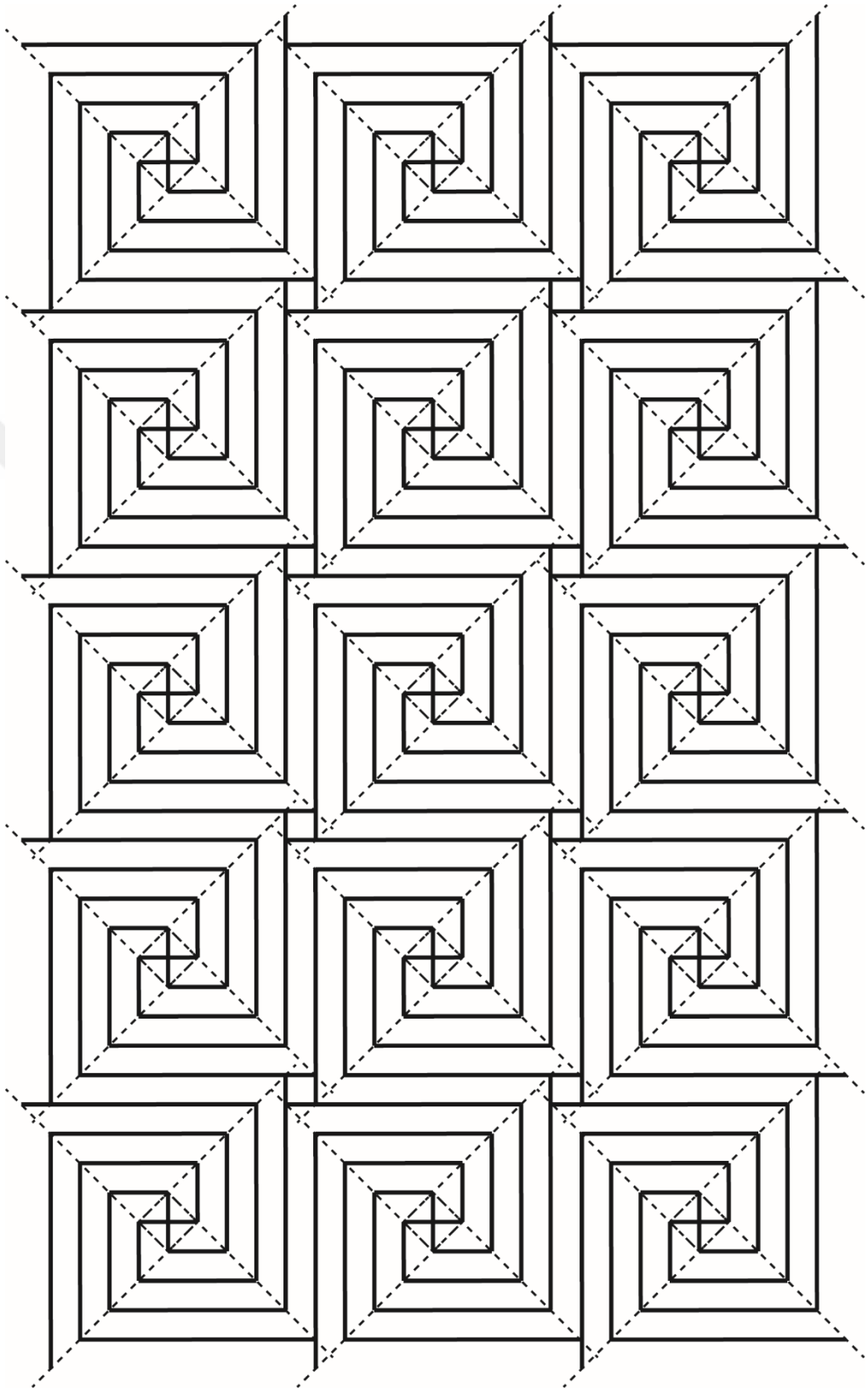


EK 75: Svastika Formunun Matris Düzeninde Tekrarlı Kullanımı



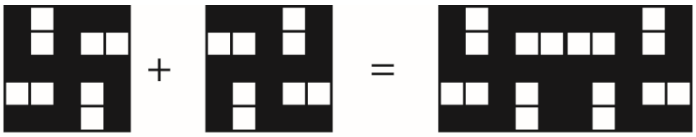


EK 76: Svastika Yüzey Süslemesi Örneği

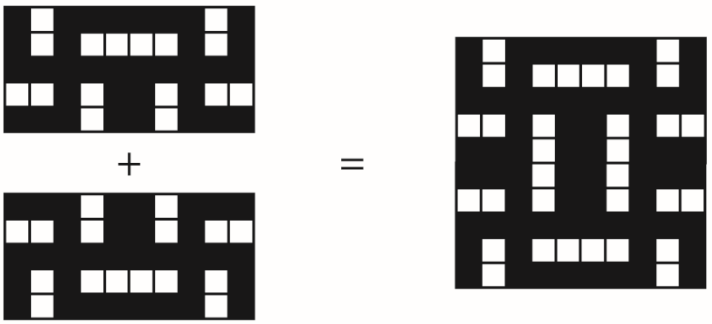


EK 77: Svastika ve Anahtar-Kilit Yapısı

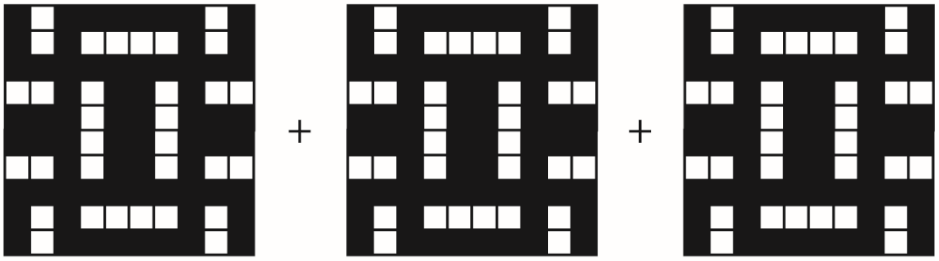
(1)



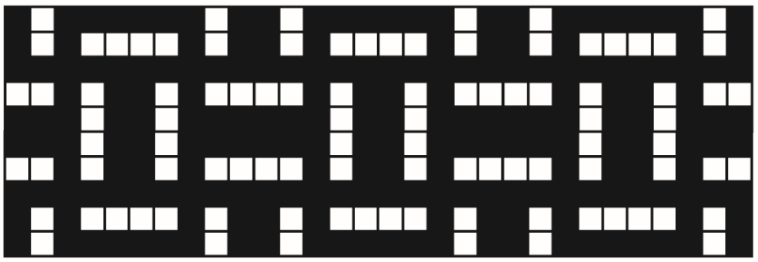
(2)



(3)



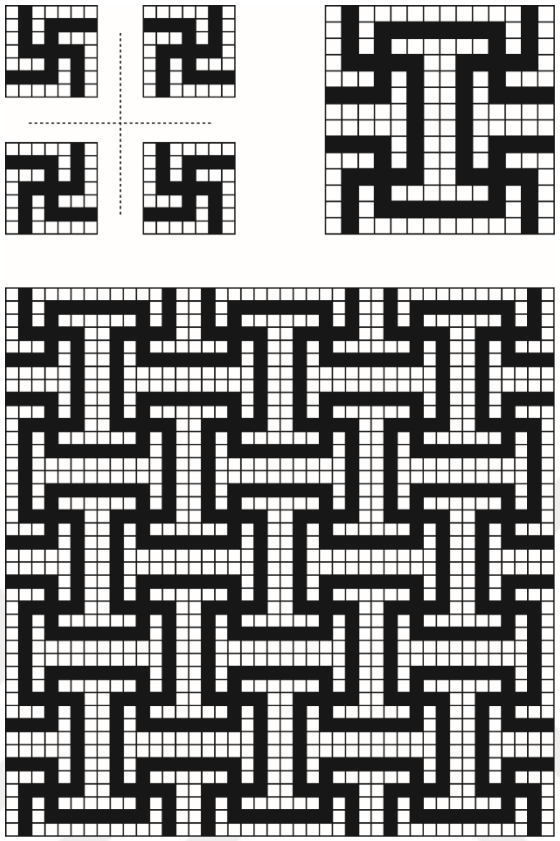
(4)



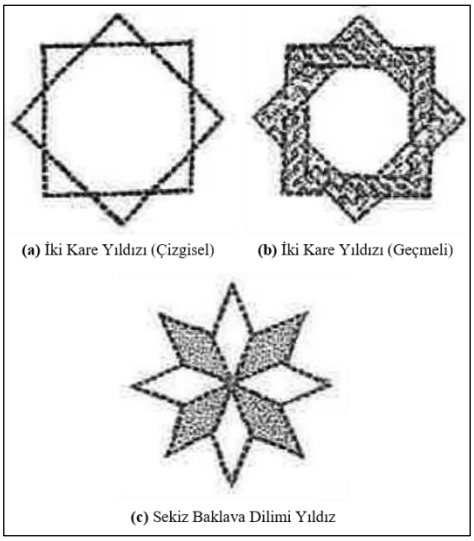
(5)



EK 78: Anahtar-Kilit Deseni

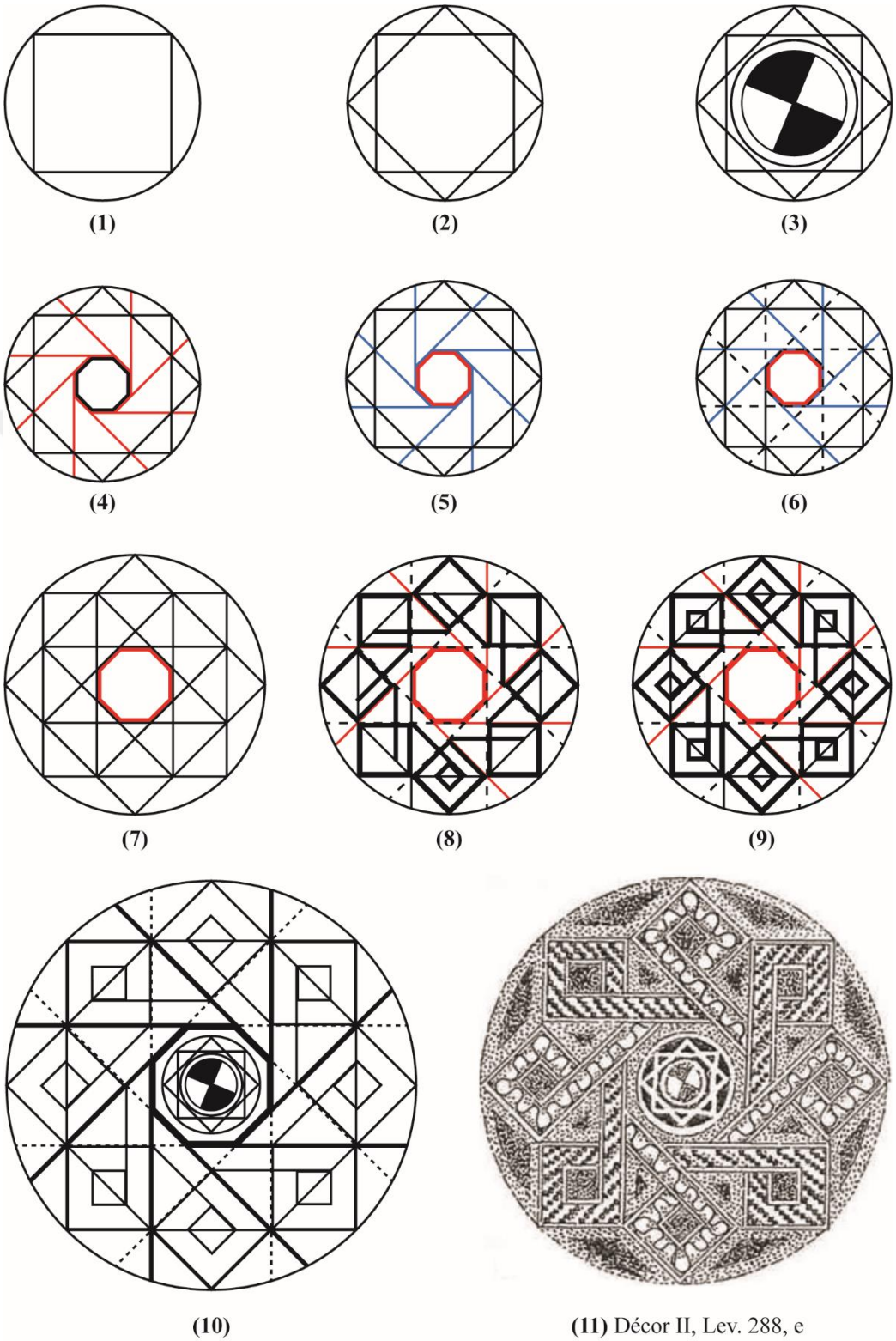


EK 79: İki Kare Yıldızı



Kaynak: Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 41.

EK 80: Çember İçinde Oktagonal Süsleme



(1) (2) (3)

(4) (5) (6)

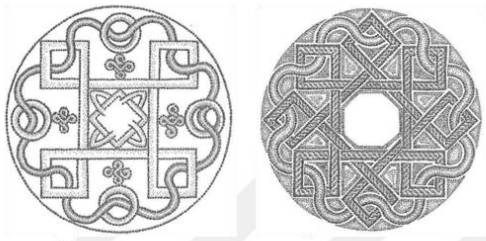
(7) (8) (9)

(10) **(11)** Décor II, Lev. 288, e

EK 81: Çember İçinde Oktagonal Süsleme Varyantları

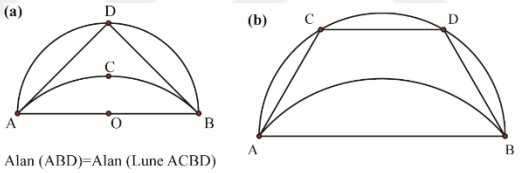


(a) Décor II, 398, a. **(b)** Décor II, 398, b. **(c)** Décor II, 398, c.

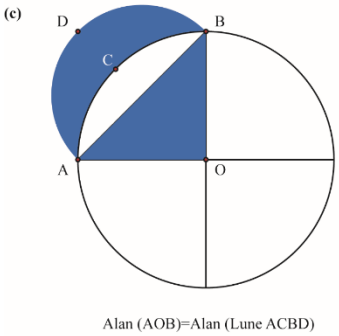


(ç) Décor II, 399, b. **(d)** Décor II, 399, c.

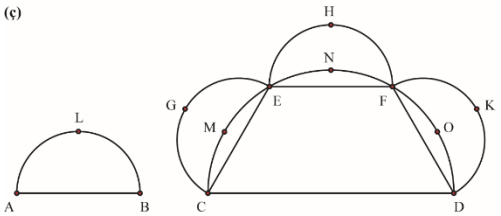
EK 82: Lunar (Hilal) Alan Hesabı



Alan (ABD)=Alan (Lune ACBD)



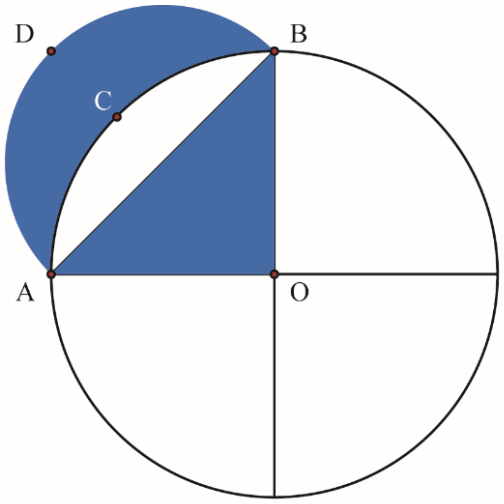
Alan (AOB)=Alan (Lune ACBD)



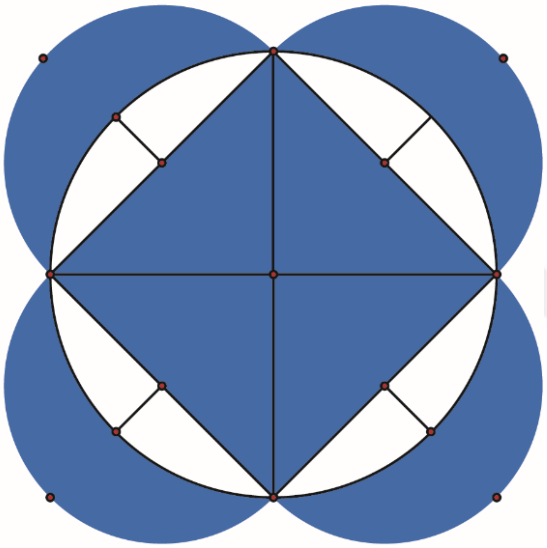
Kaynak: Heath, History I, ss. 185-187; Boyer, s. 74, Fig. 5.1, 5.2, 5.3, 5.4.

EK 83: Lunar Alan Hesabının Çembere Genişlemesi

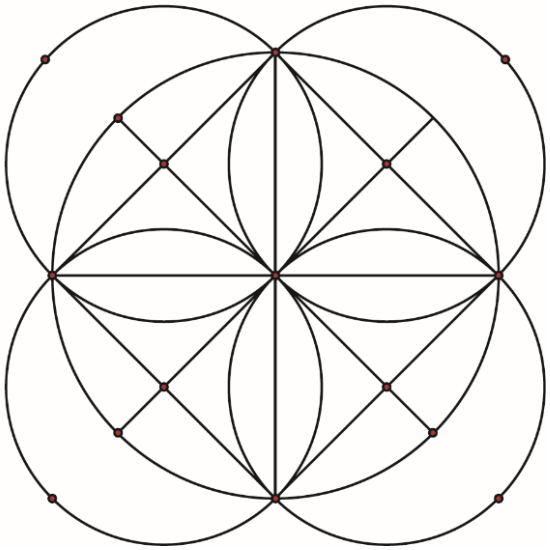
(a)



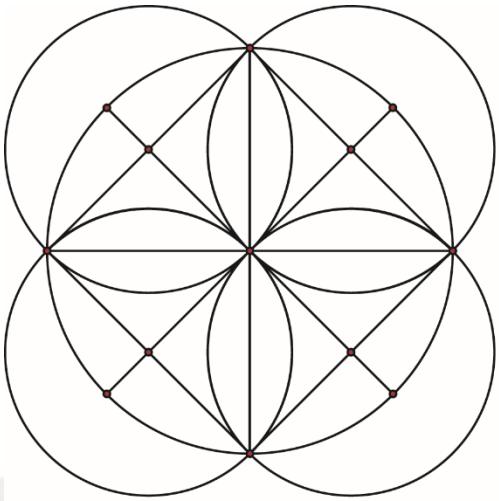
(b)



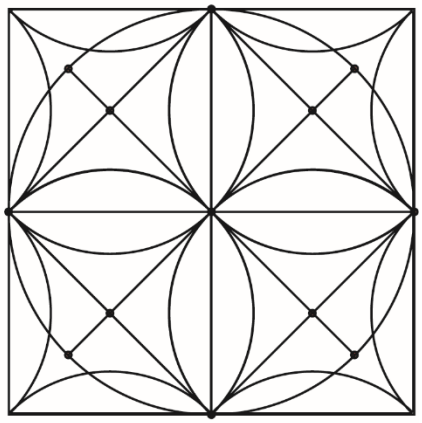
(c)



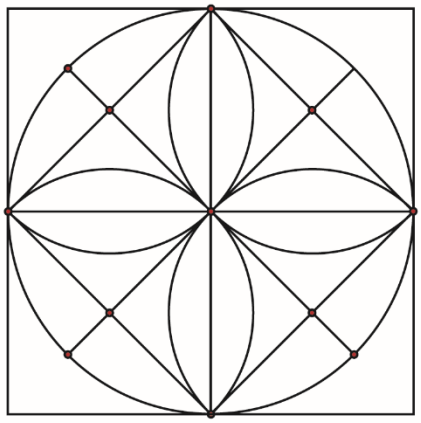
EK 84: Lunar Dört Yaprak Motifi ve Parçalanışı



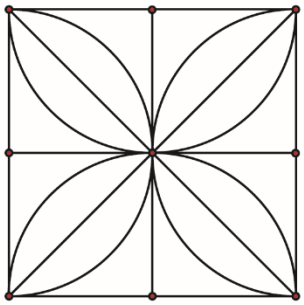
(a)



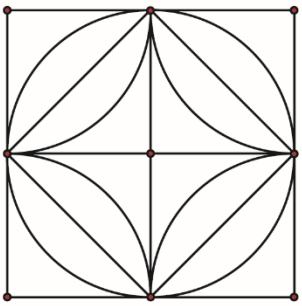
(b)



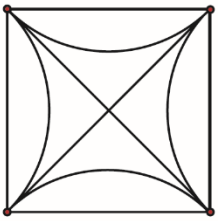
(c)



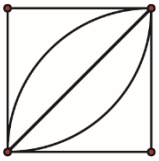
(ç)



(d)



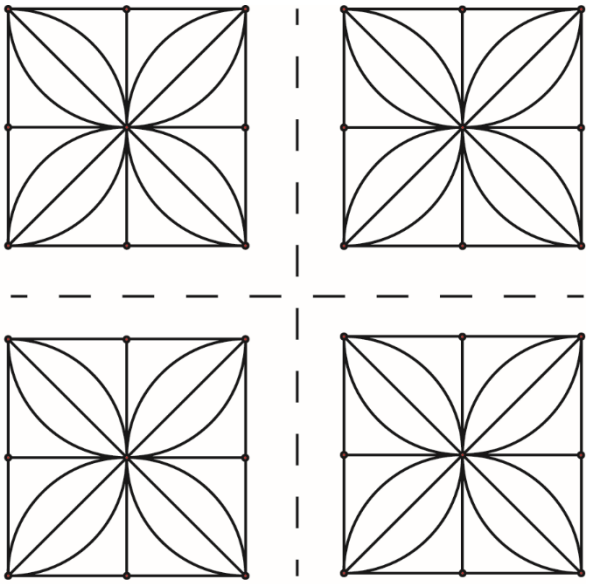
(e)



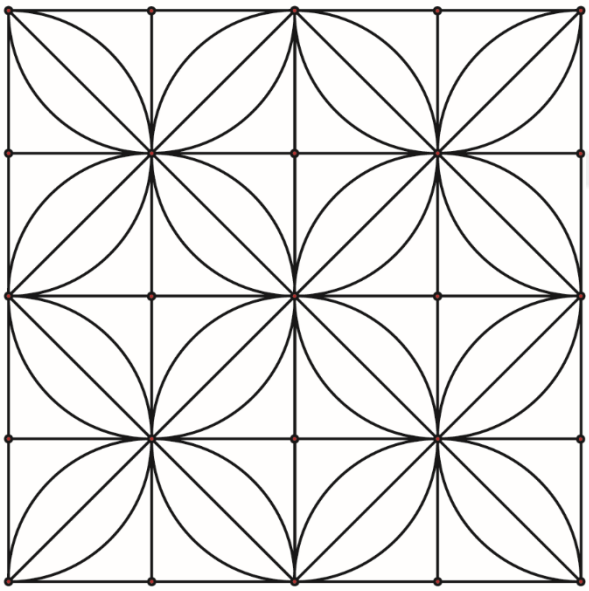
(f)

EK 85: Lunar Dört Yaprak Motifi Tekrarlı Kullanımı

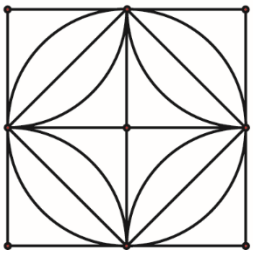
(a)



(b)

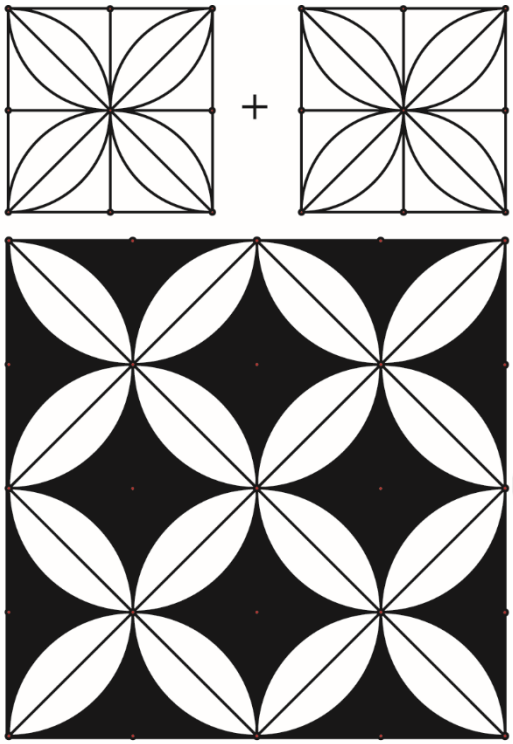


(c)

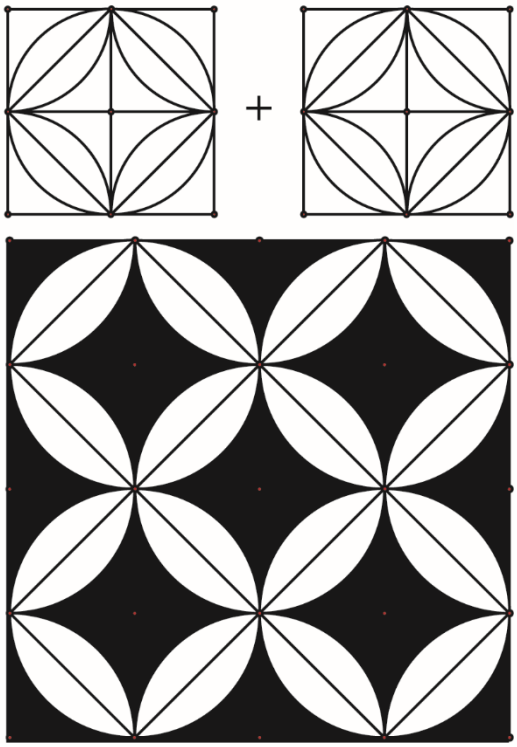


EK 86: Lunar Dört Yaprak ve Lunar Dört Yaprak Karesi

(a)

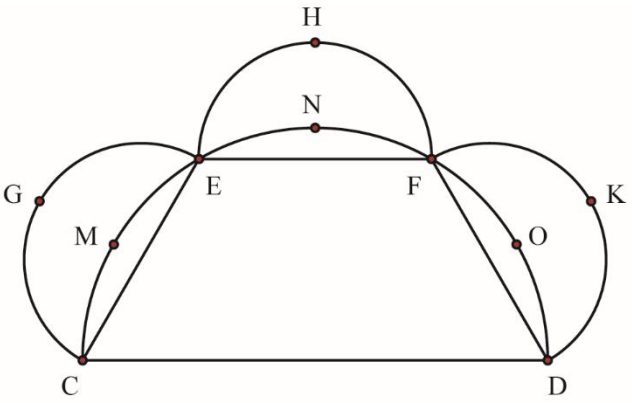


(b)

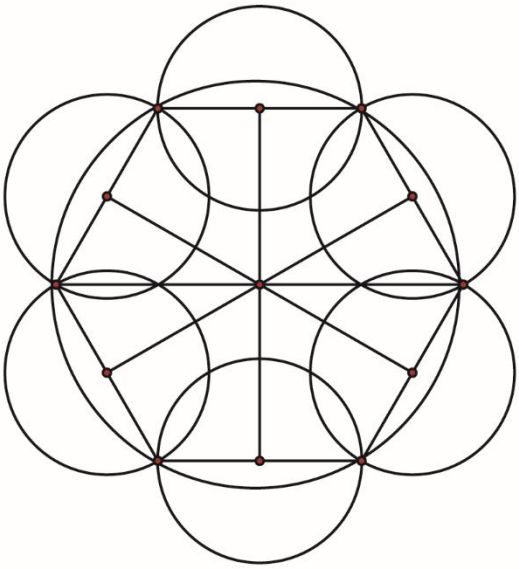


EK 87: Trapezoid ve Altıgen Üzerinde Lunar Alan

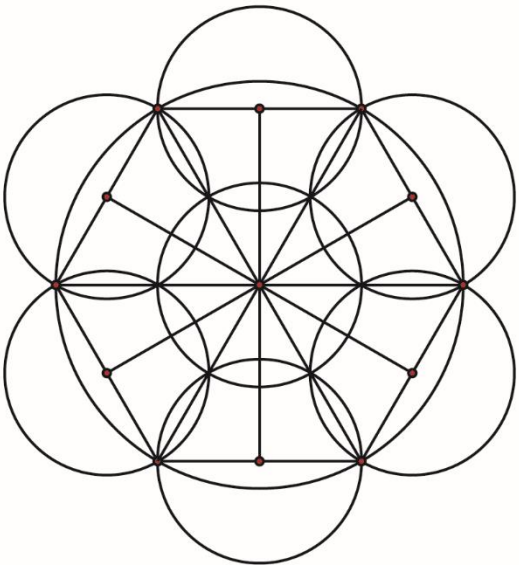
(a)



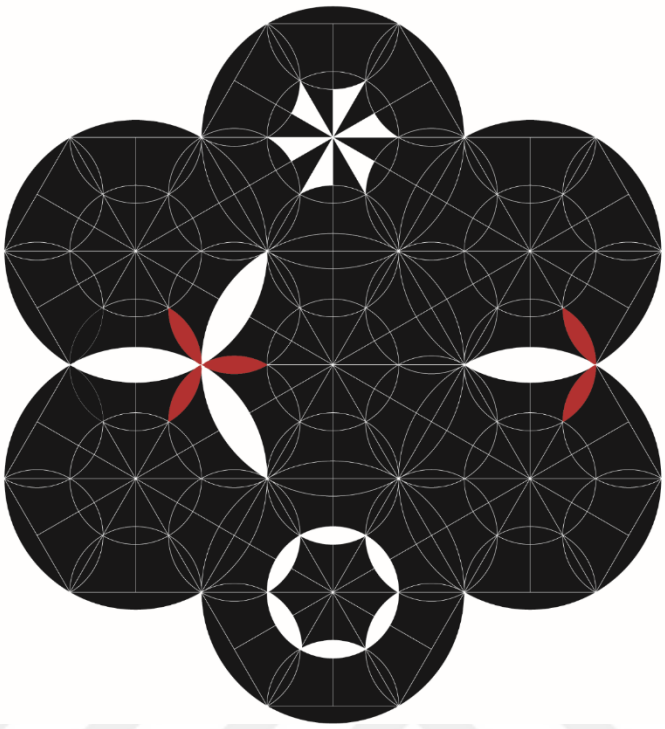
(b)



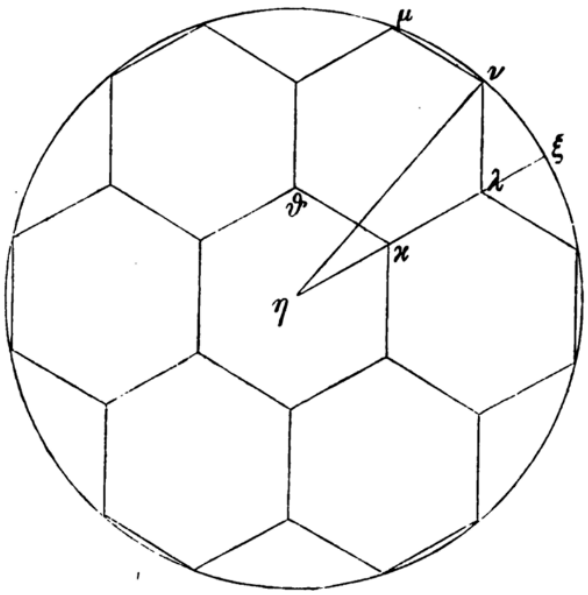
(c)



EK 88: Lunar Alan Hesabından Kaynaklanan Formlar

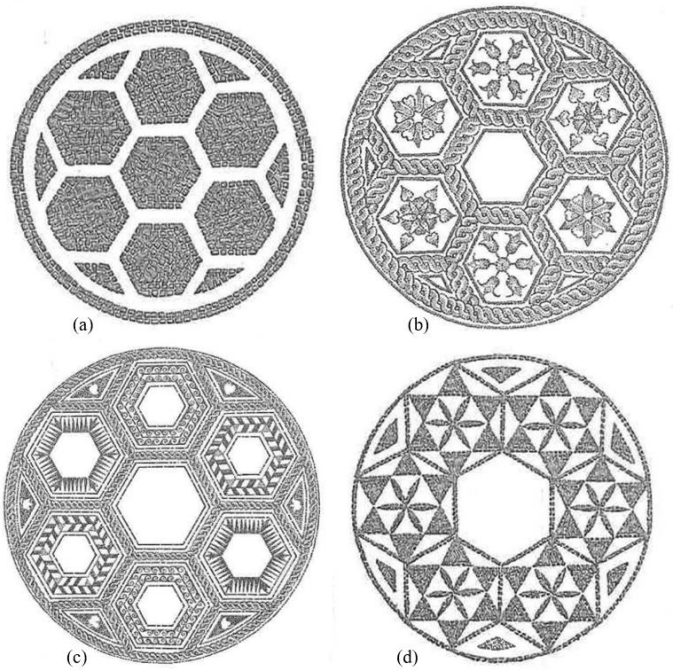


EK 89: Pappus Altıgenleri



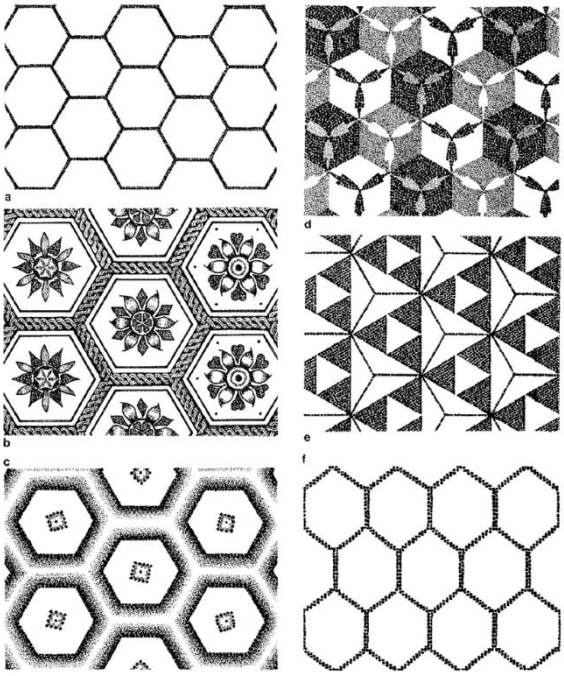
Kaynak: Pappus, Synagog, VIII, c. 23, Propos. 19.

EK 90: Pappus Altıgenlerinin Süsleme Olarak Kullanımı



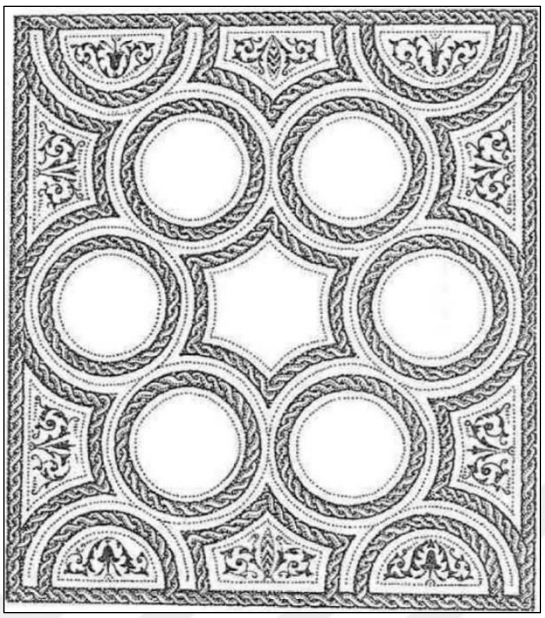
Kaynak: Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 239, lev. 415, a, b, c, d.

EK 91: Altıgen (Bal Peteği) Formlar



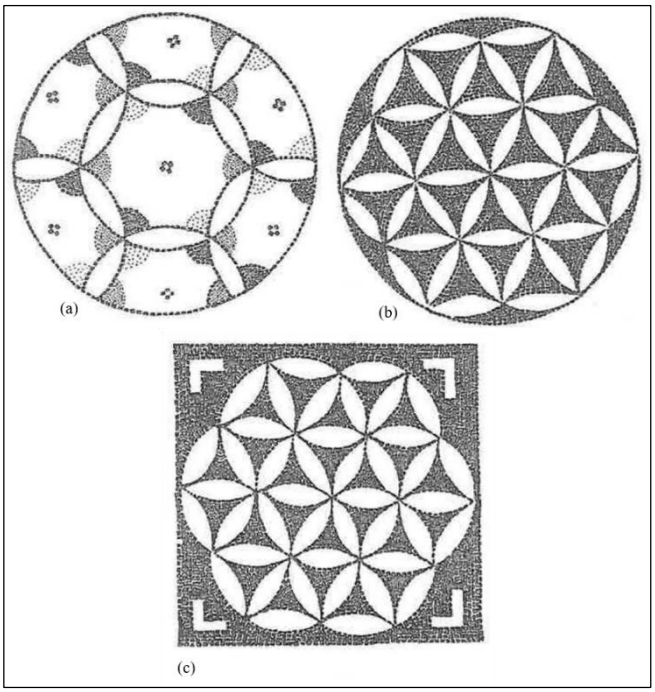
Kaynak: Balmelle ve diğerleri, Décor I, s. 321, lev. 204, a.

EK 92: Konkav Altıgen Etrafında Çemberler



Kaynak: Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 241, lev. 417, a.

EK 93: Konkav Altıgen Uygulamaları



Kaynak: Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 240, lev. 416, a, b, c.

EK 94: Planeterium Evi Mozaiği (İtalica)



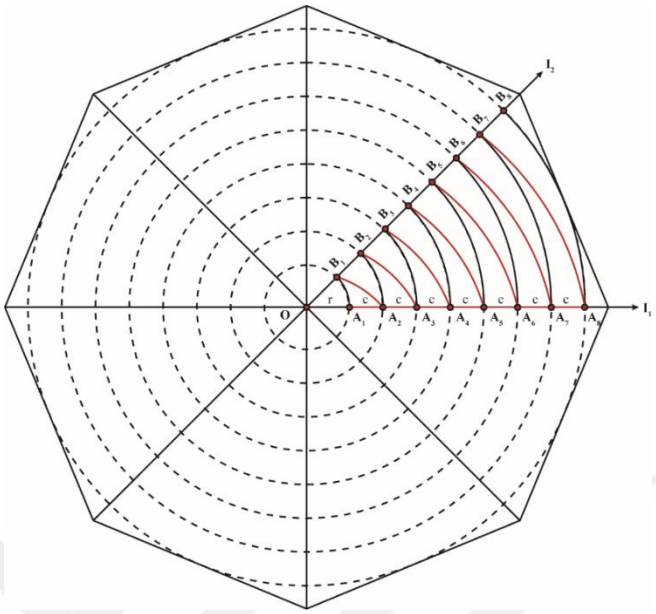
Kaynak: Oliveira ve diğerleri, Bad Conservation, res. 1B.

EK 95: Pompeii'den Pappus Altıgenleri

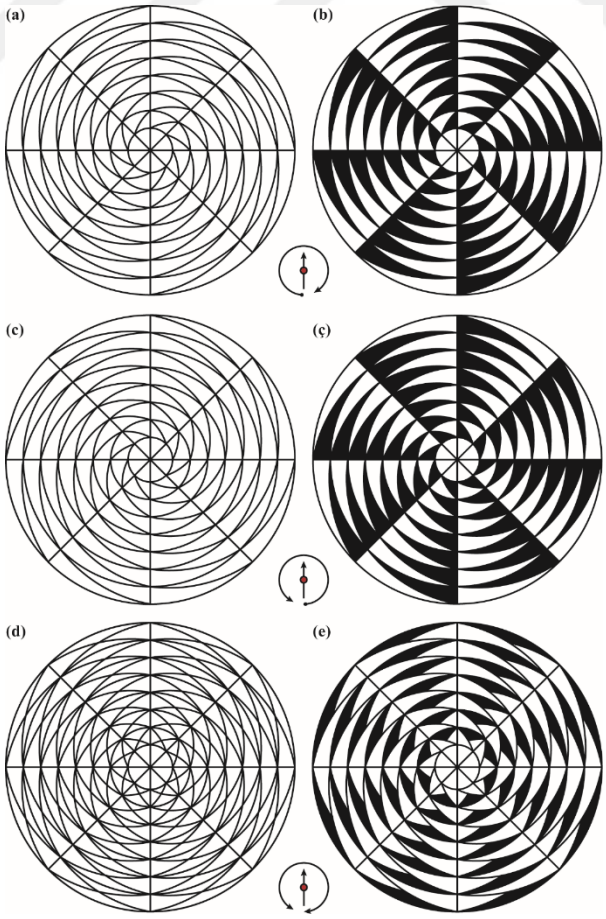


Kaynak: De Vos, Paving, ss. 36-60, res. 27.

EK 96: Arkhimedes Spiralinin Canlandırılması

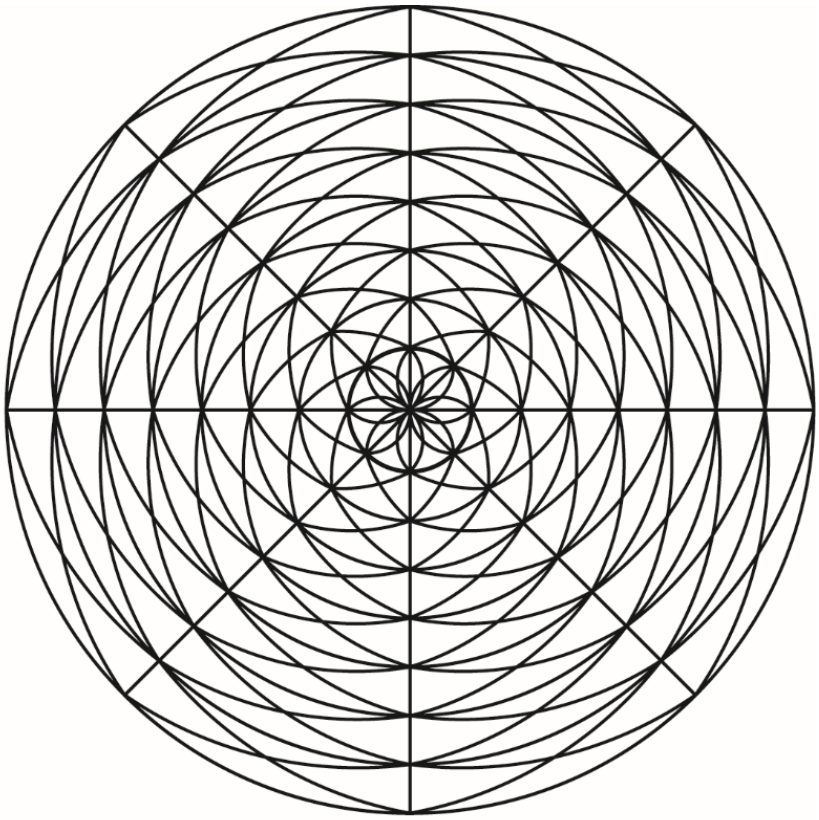


EK 97: Yarıçapı Sabit Artan Konsantrik Yapı ve Arkhimedes Spirali

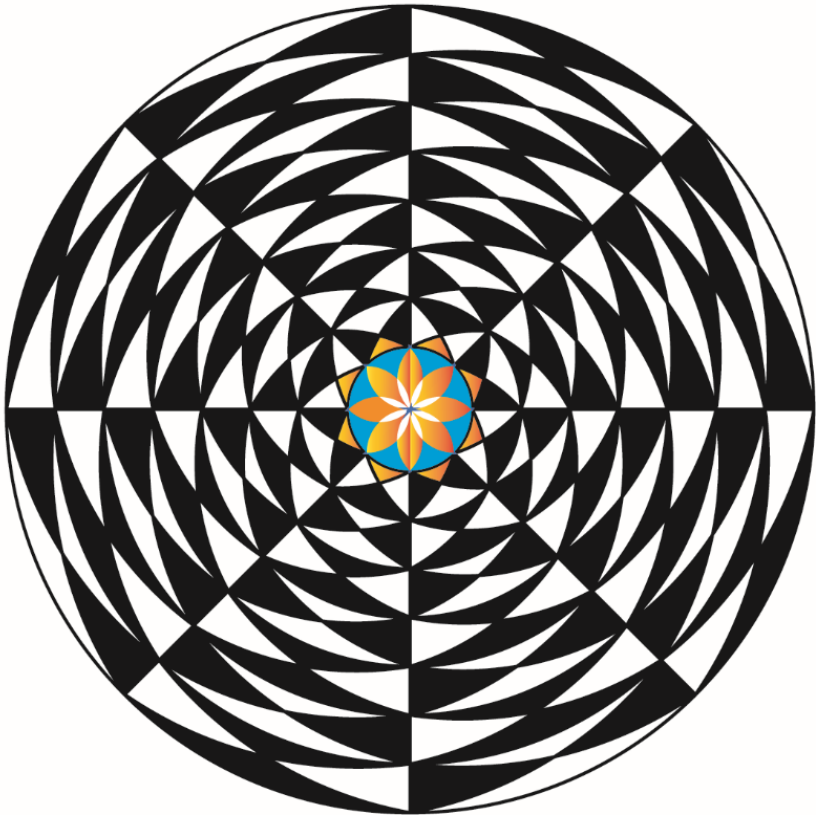


EK 98: Yarıçapı Sabit Artan Konsantrik Yapı, Spiral ve Çiçek

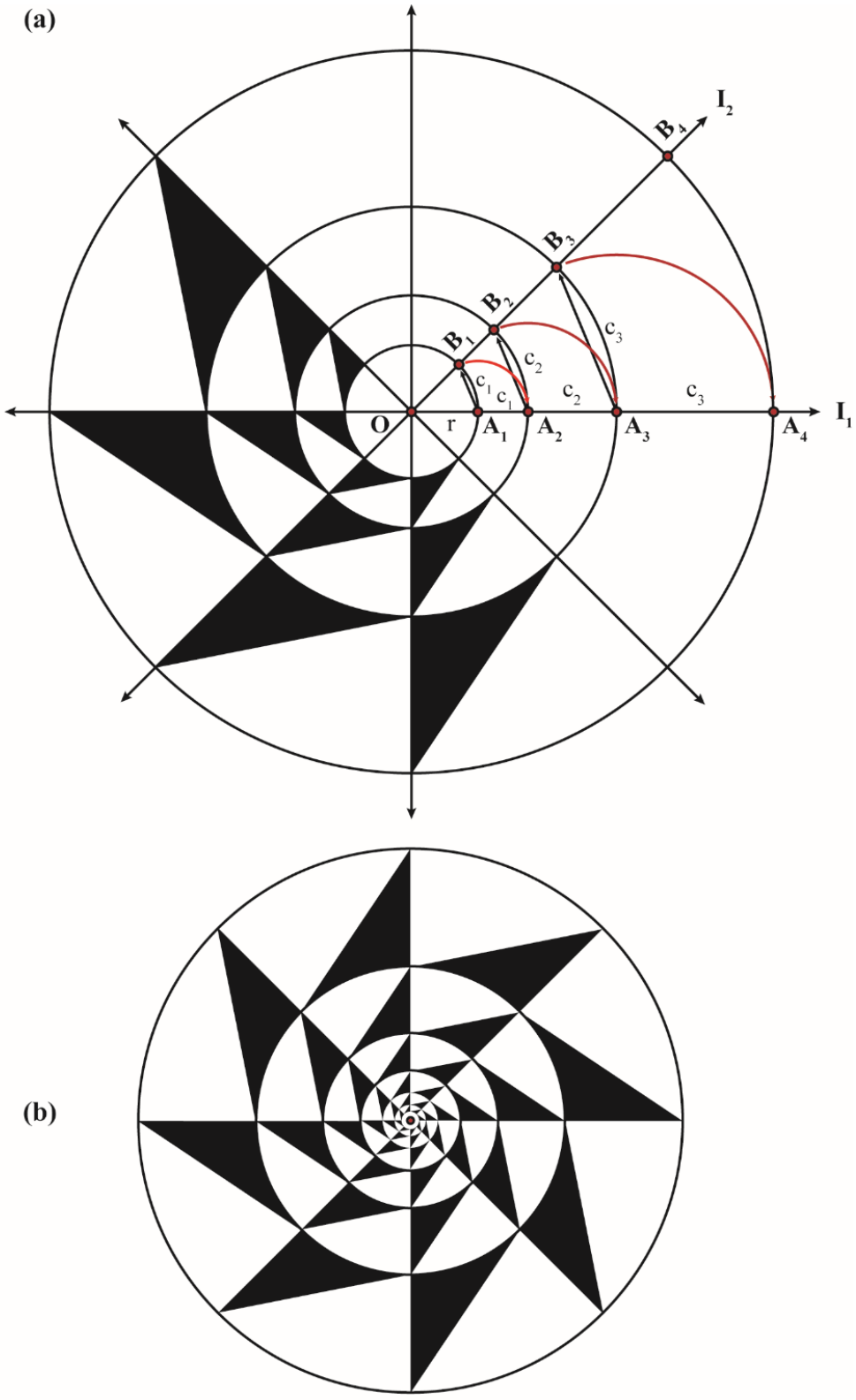
(a)



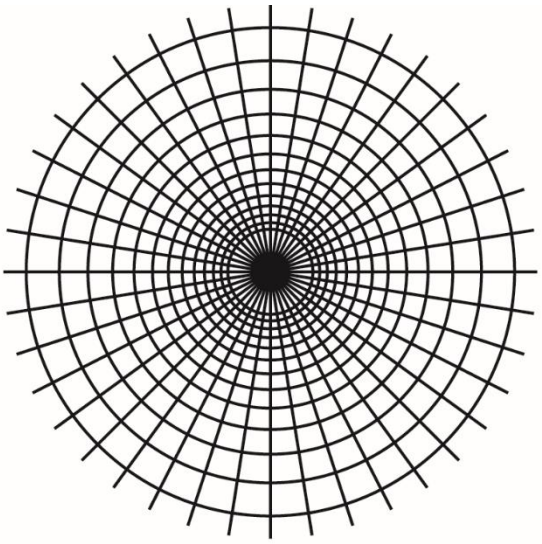
(b)



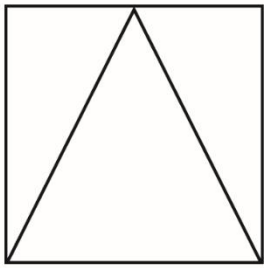
EK 99: Yarıçapı Artarak Artan Konsantrik Yapı



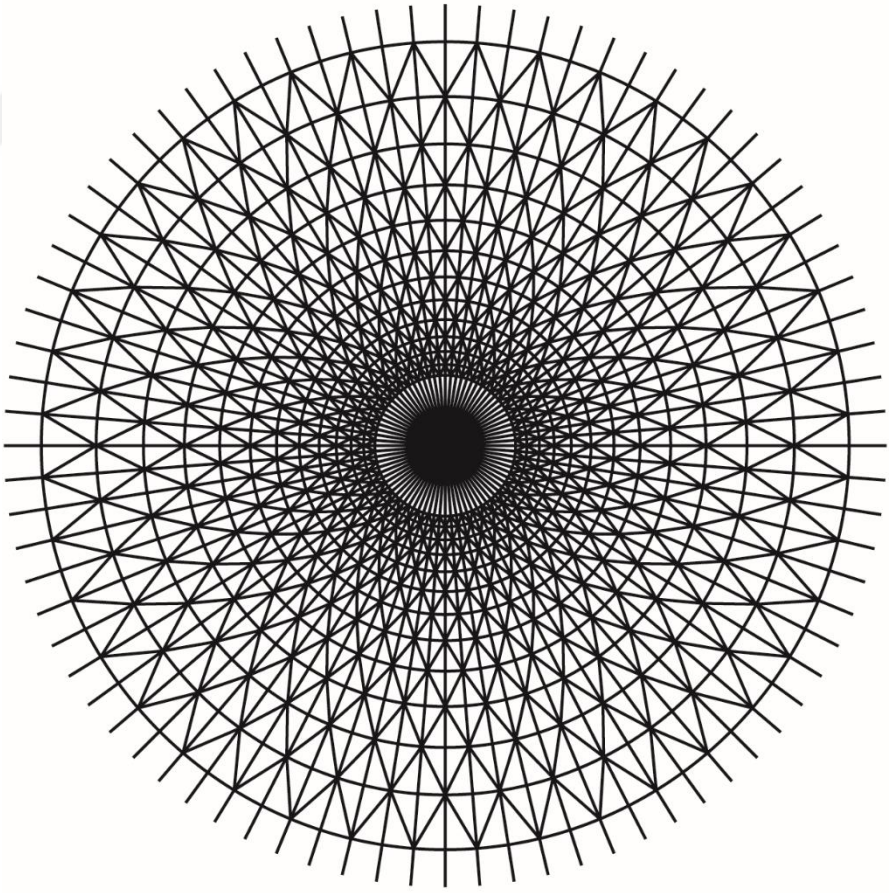
EK 100: Yarıçapı Artarak Artan Konsantrik Radyal Matris



(a) 12x40 Radyal Matris (13 Çember, 40 Işın)

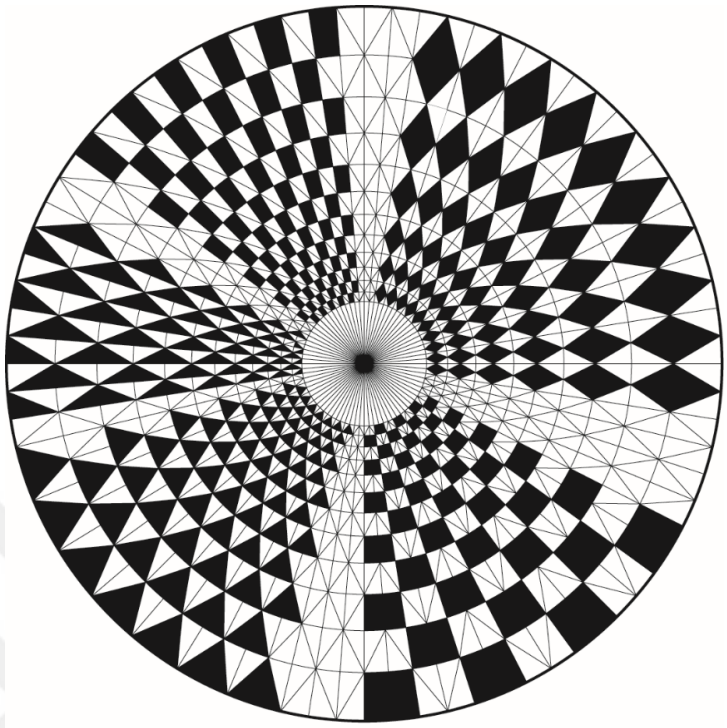


(b) Element desen

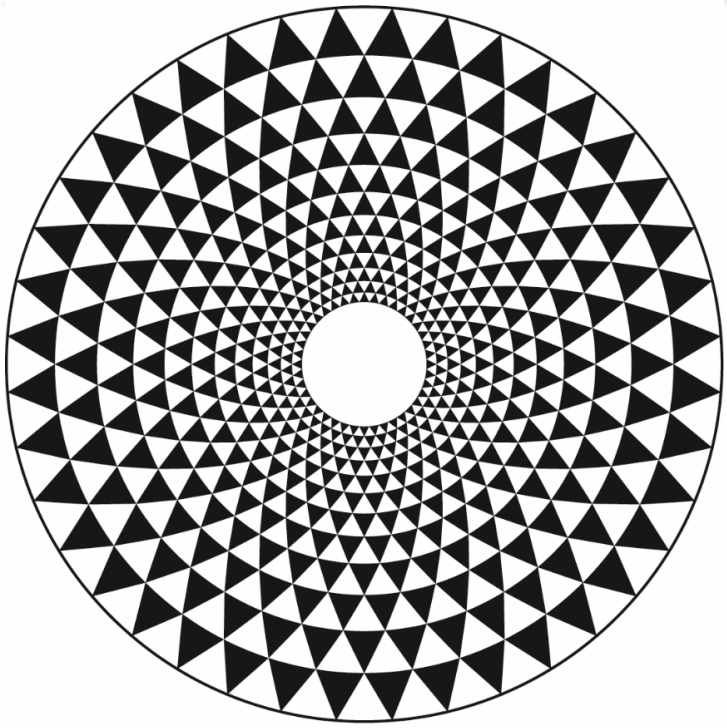


(c) Radyal Ağ Yapısı ve Element Desen

EK 101: Yarıçapı Artarak Artan Konsantrik Yapıda Desenler

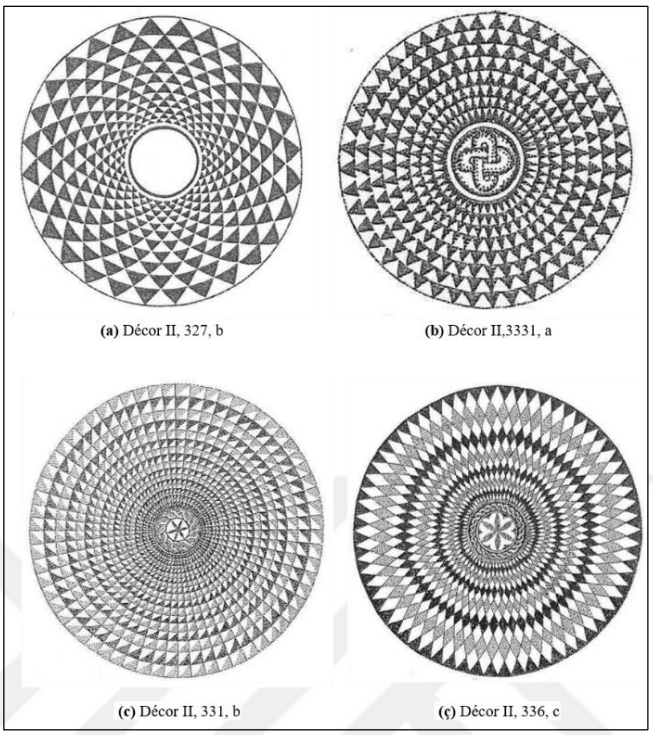


(a) 12x40 Radyal Matriste Renklendirmeye Bağlı Sonuçlar



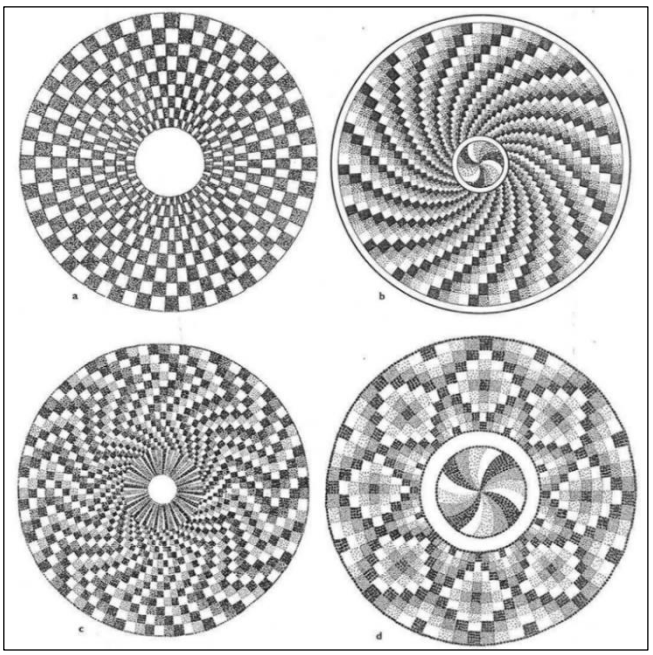
(b) 12x40 Radyal Matriste İkiz Kenar Üçgen Kullanımı

EK 102: Yarıçapı Artarak Artan Konsantrik Yapı Örnekleri



Kaynak: Balmelle ve diğerleri, Décor II, lev. 327, b; 331, a-b; 336, c.

EK 103: Yarıçapı Artarak Artan Konsantrik Yapıda Renklendirme



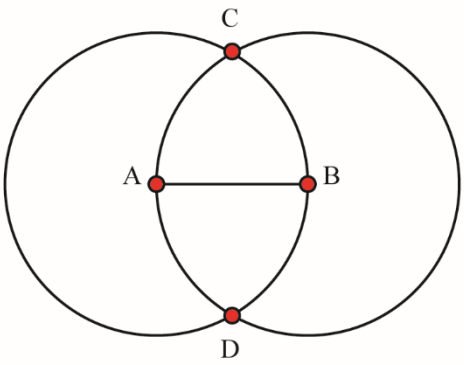
Kaynak: Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 143, lev. 335.

EK 104: Kare İnşası

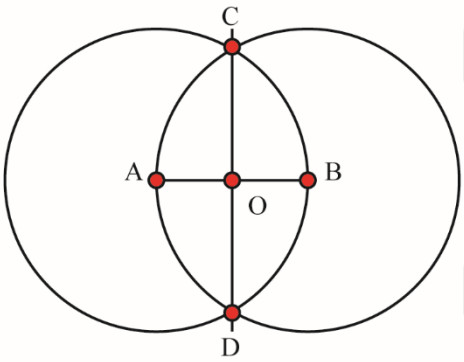
(1)



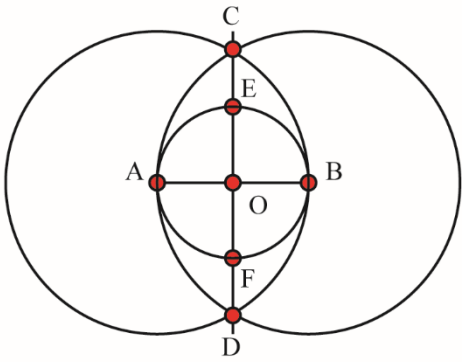
(2)



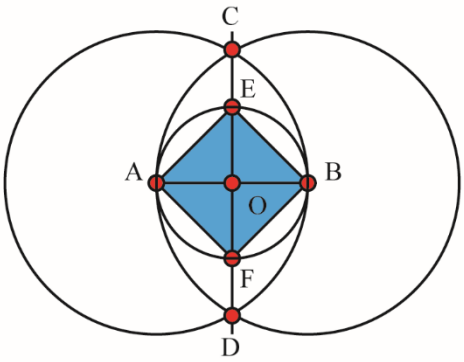
(3)



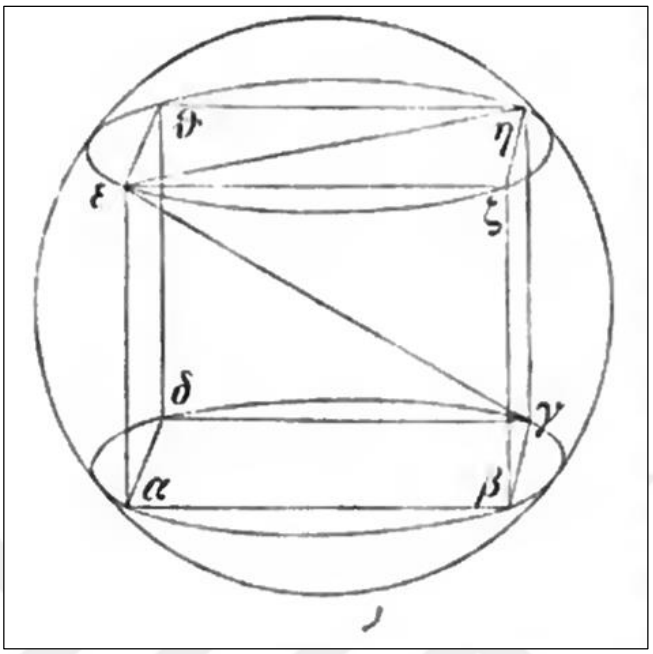
(4)



(5)

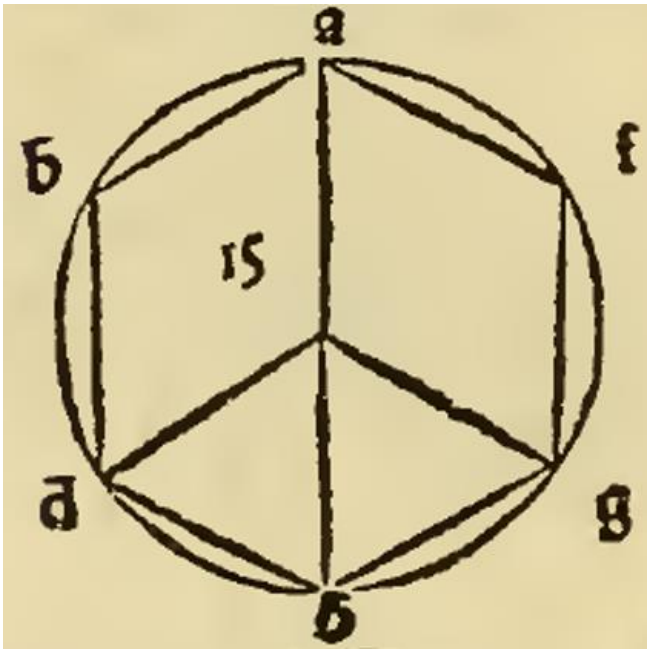


EK 105: Pappus'un Küp Çizimi



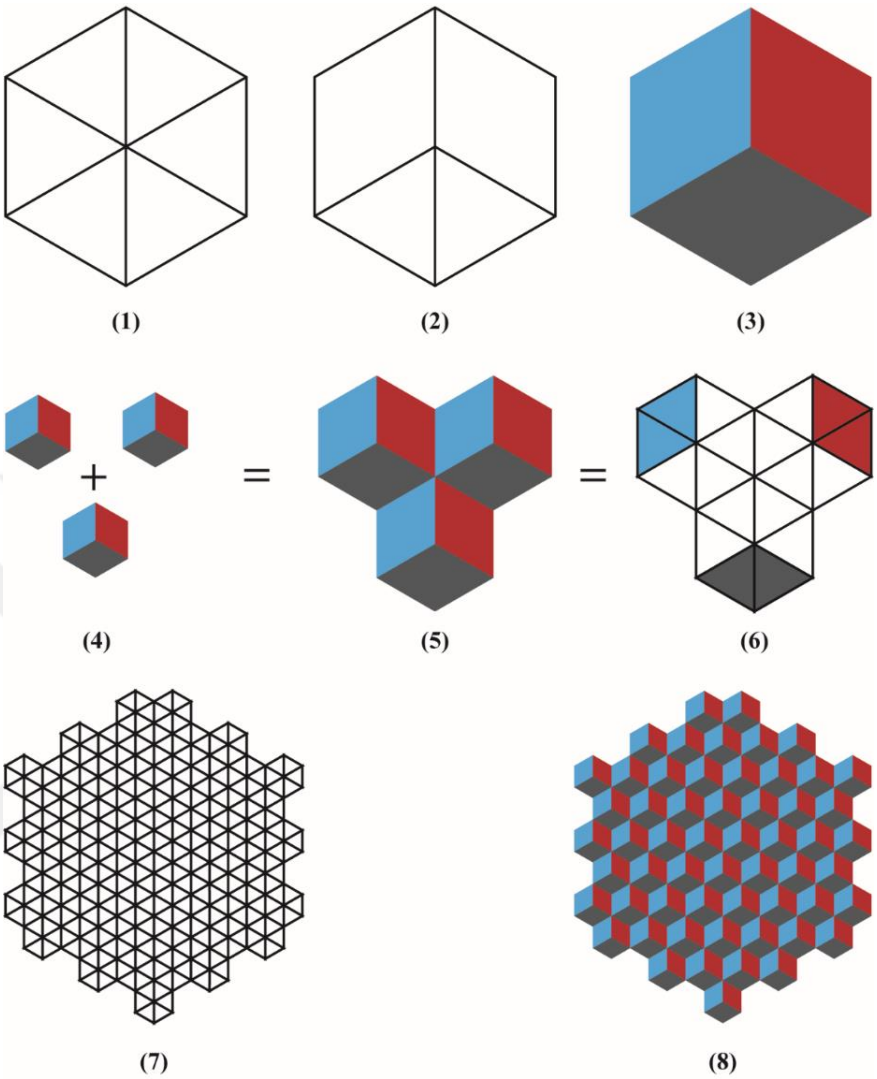
Kaynak: Pappus, Synagoge, III, Prop. 55.

EK 106: Luca Pacioli'nin Küp Çizimi

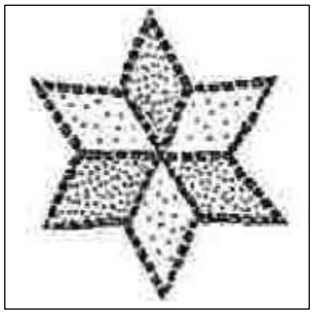


Kaynak: Pacioli, Divina proportione, II. 14-20.

EK 107: Luca Pacioli Küp Formu ve Tekrarlı Kullanımı

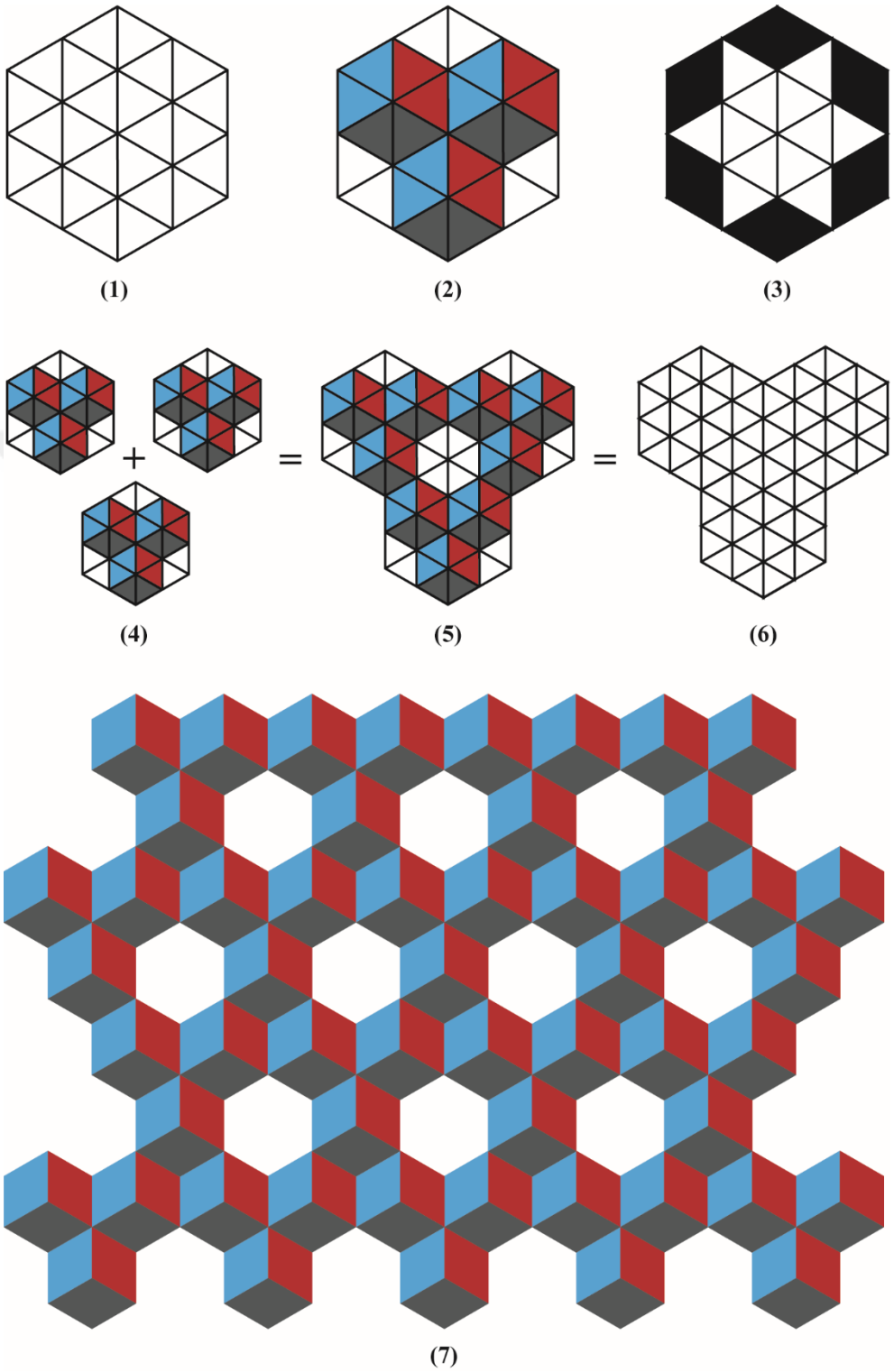


EK 108: Altı Eşkenar Dörtgen Yıldız

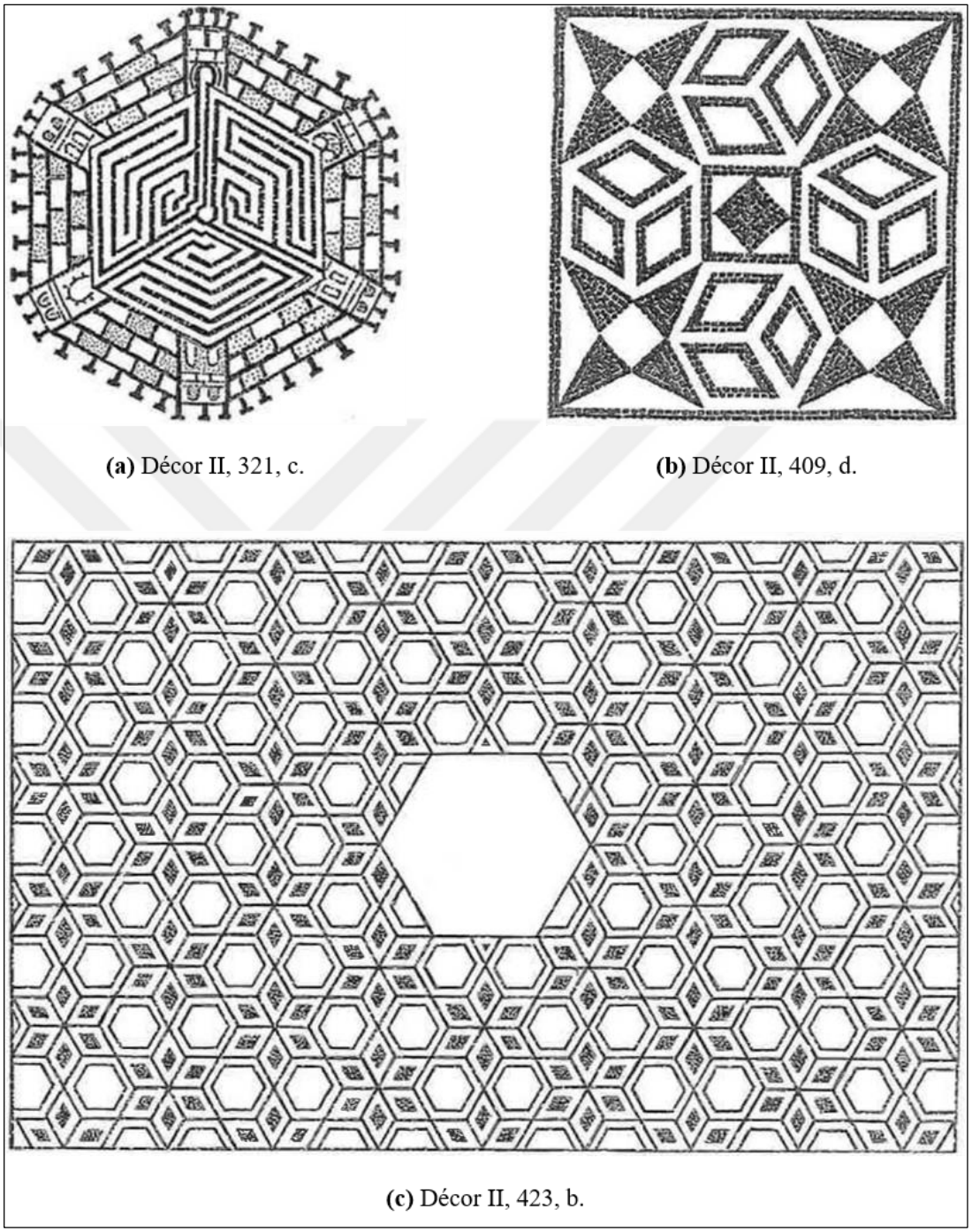


Kaynak: Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 41.

EK 109: Johannes Kepler Küp Formu ve Tekrarlı Kullanımı



EK 110: Küp Formu ve Tekrarlı Kullanımın Örnekleri



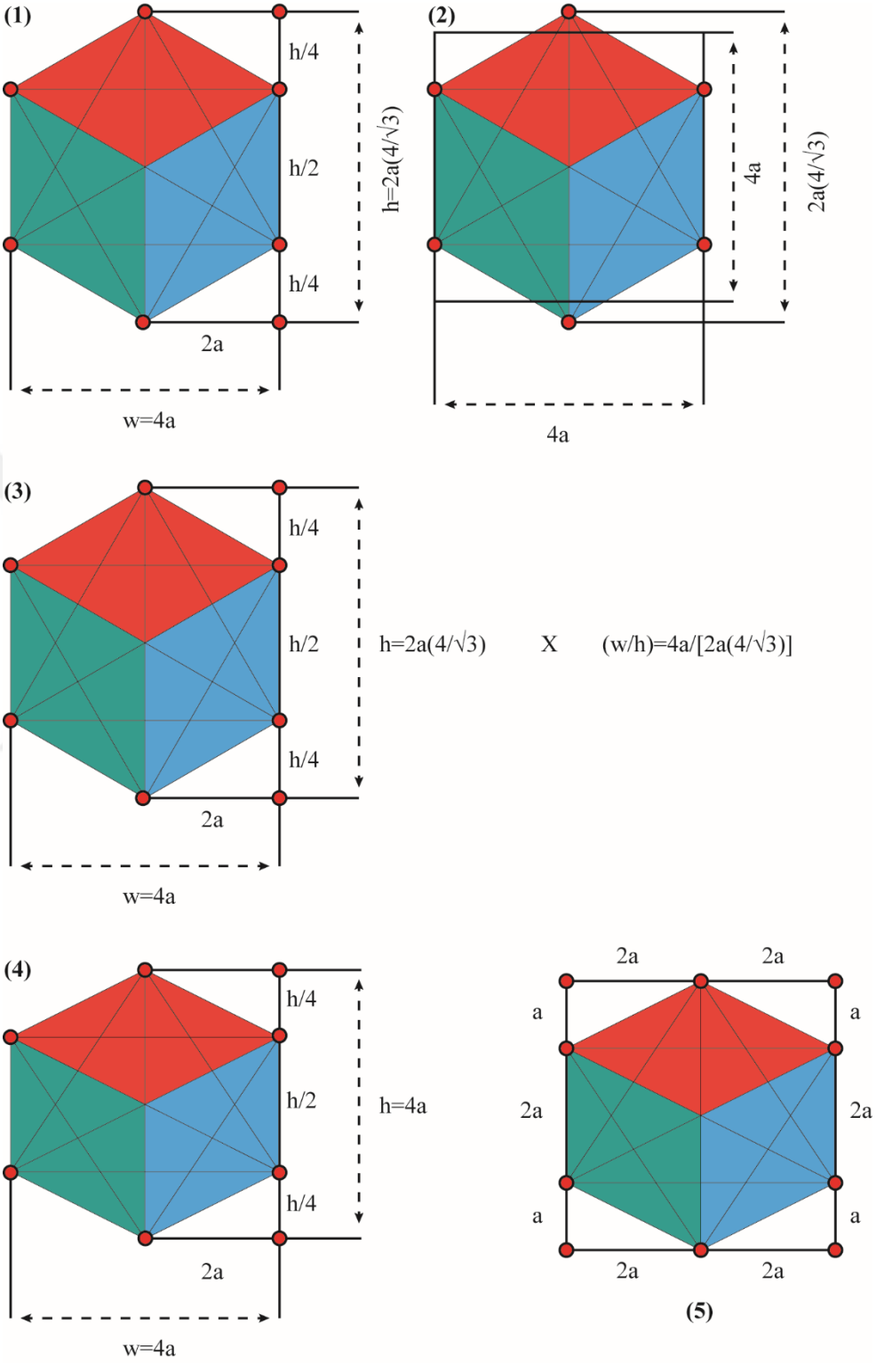
(a) Décor II, 321, c.

(b) Décor II, 409, d.

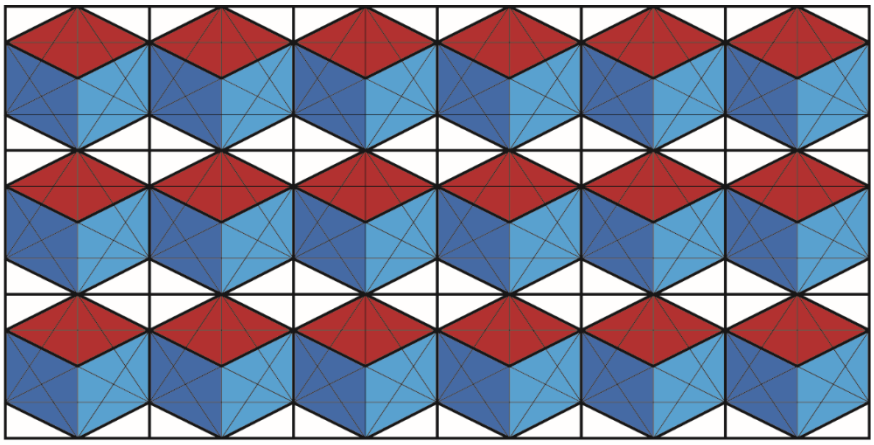
(c) Décor II, 423, b.

Kaynak: Balmelle ve diğerleri, Décor II, lev. 321, c; 409, d; 423, b.

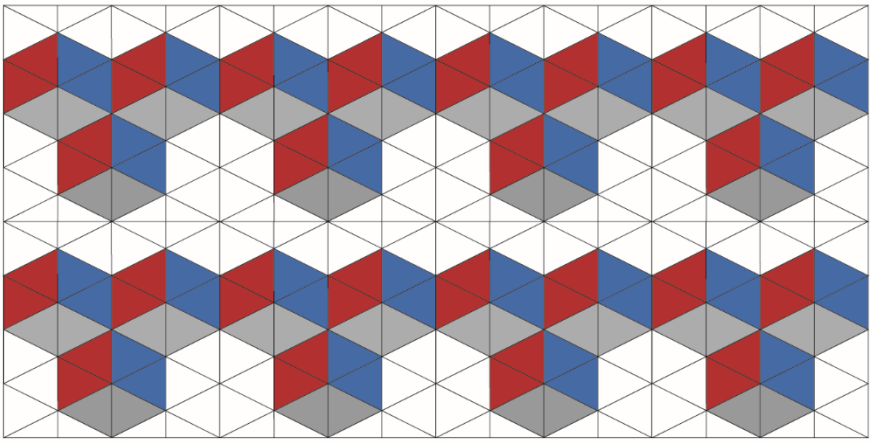
EK 111: Luca Pacioli Küp Formu İçin Dejenere Olma Kuralı



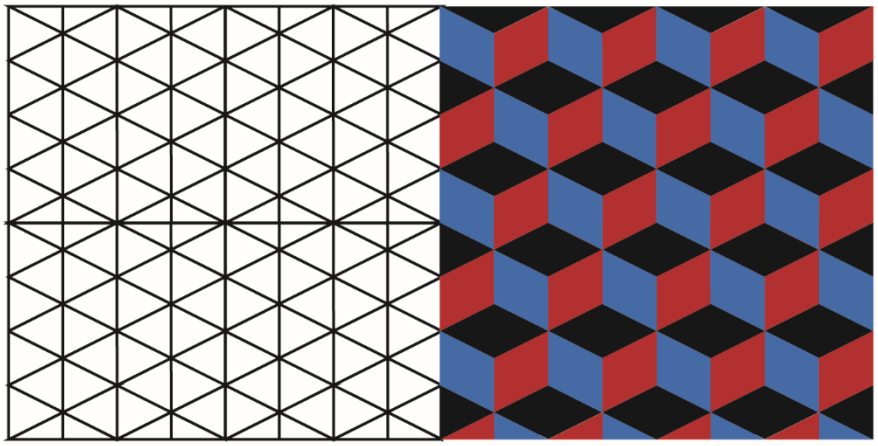
EK 112: Dejenere Formların Tekrarlı Kullanımı ve Dejenere Ağ



(a) Pacioli Formu Dejenere Kullanımı

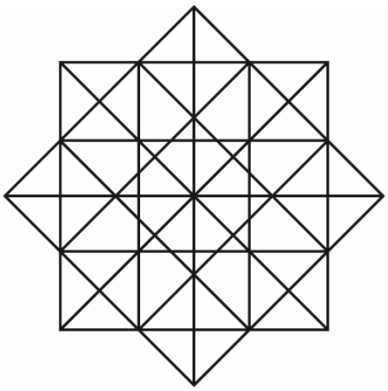


(b) Kepler Formu Dejenere Kullanımı

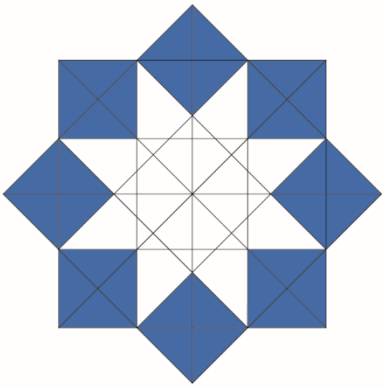


(c) Dejenere Ağ

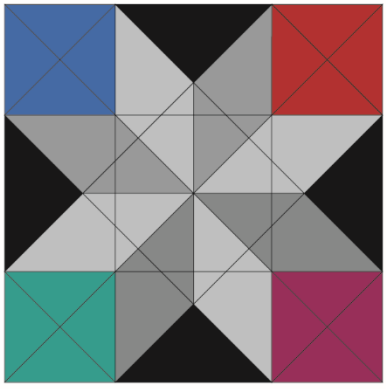
EK 113: Prizma Üreteci Olarak İki Kare Yıldızı



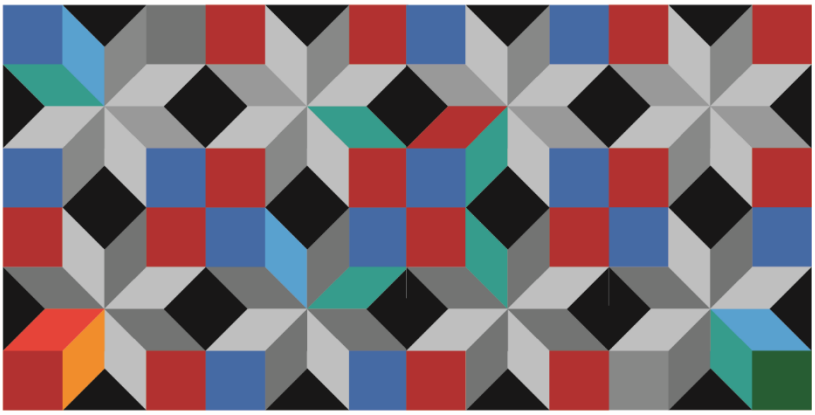
(a) İki Kare Yıldızı'nın Bölünmesi



(b) Sekiz Baklava Dilimi Yıldız Yapısı



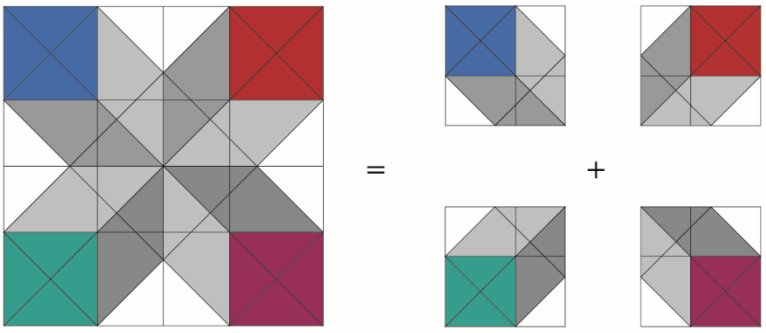
(c) Dört Prizma



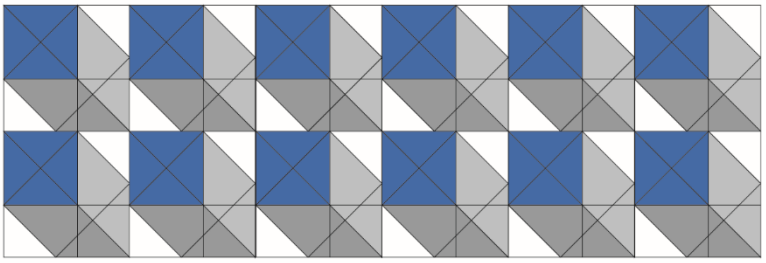
(ç) Dört Prizma Tekrarlı Kullanımı

EK 114: Prizma Formunun Tekil Tekrarlı Kullanımı

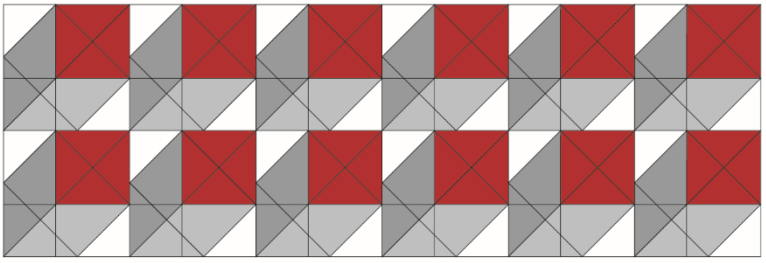
(1)



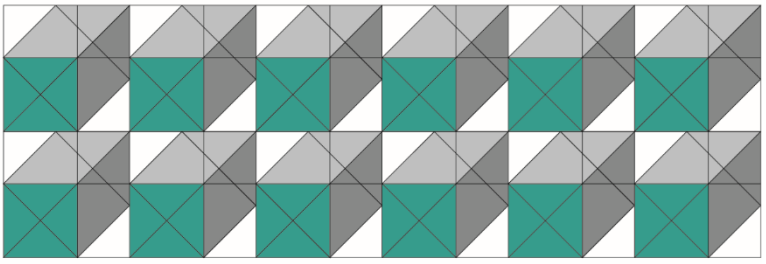
(2)



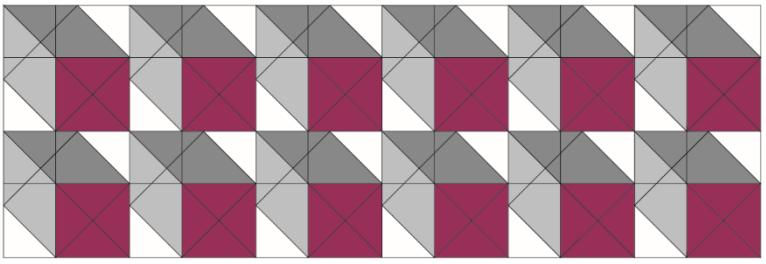
(3)



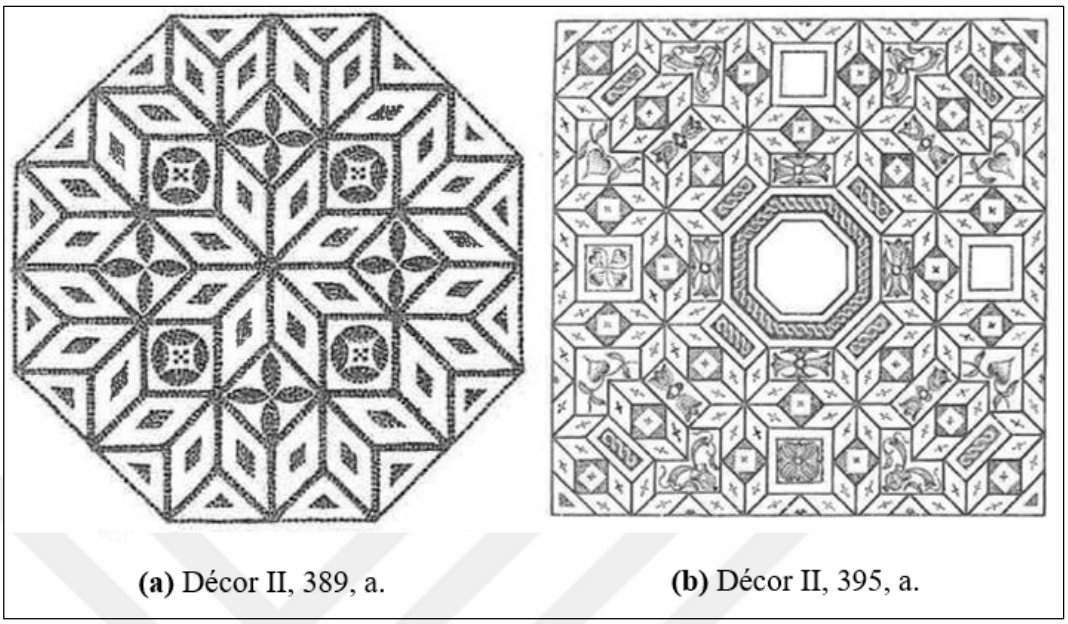
(4)



(5)



EK 115: Sekiz Eşkenar Dörtgen Yıldızı ve Prizma



(a) Décor II, 389, a. **(b)** Décor II, 395, a.

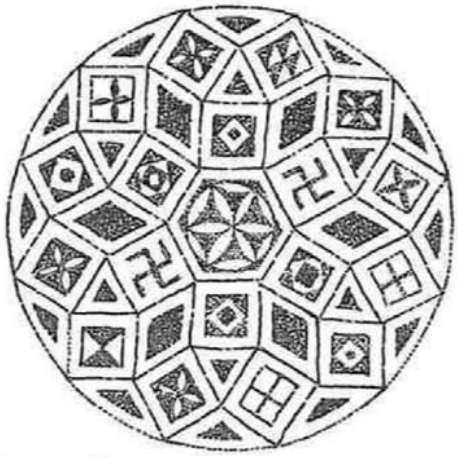
Kaynak: Balmelle ve diğerleri, Décor II, lev. 389, a; 395, a.

EK 116: Mevsimler Mozaiği ve Tekil Prizma Formları

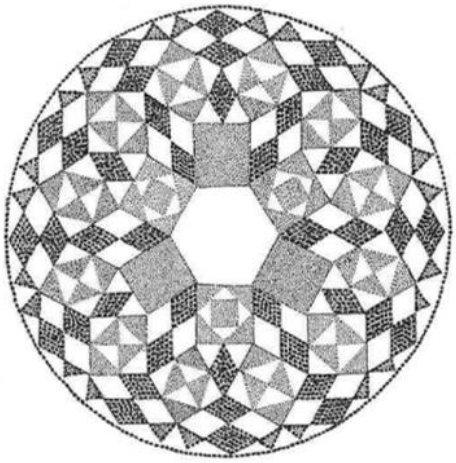


Kaynak: Hatay Valiliği, Konuşan Mozaikler, s. 31.

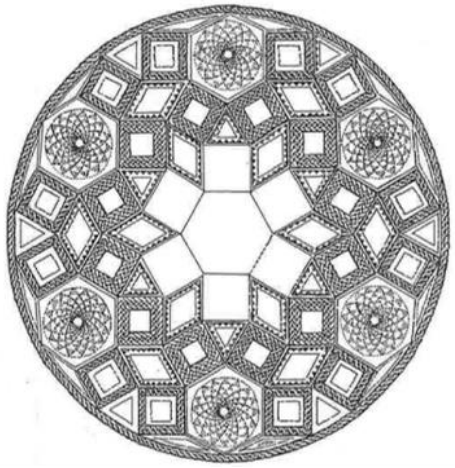
EK 117: Brescello, Sainte Colombe ve Mataro Örnekleri



(a) Décor II, 375, b.



(b) Décor II, 376, a.



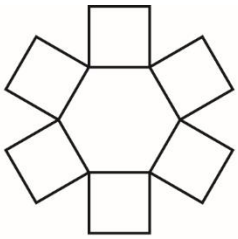
(c) Décor II, 376, b.

Kaynak: Balmelle ve diğerleri, Décor II, s. 189, lev. 375, b; 376, a-b.

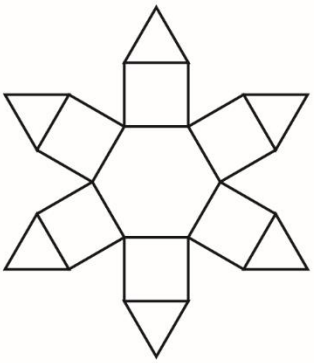
EK 118: Brescello (İtalya) Örneğinin Geometrik Çözümlemesi



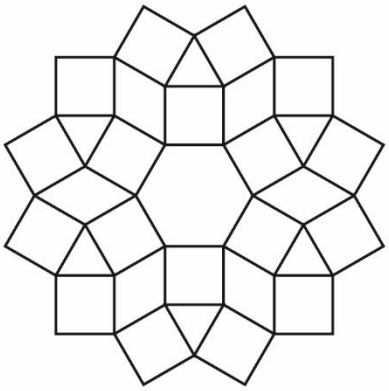
(1)



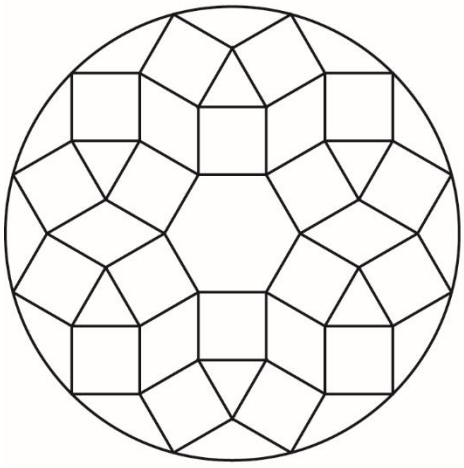
(2)



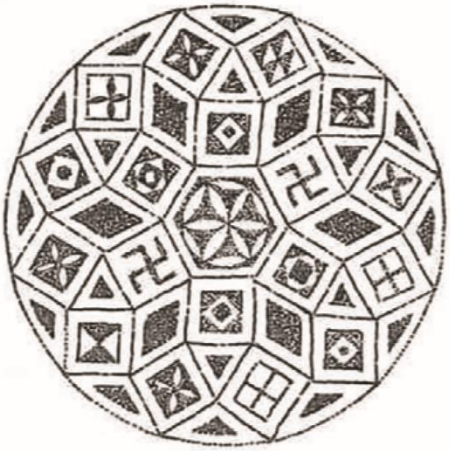
(3)



(4)

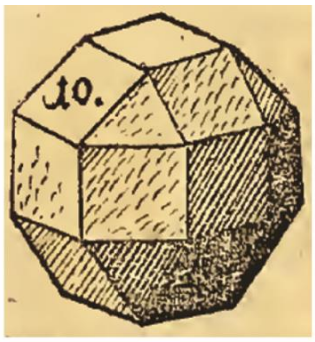


(5)



(6) Décor II, 375, b.

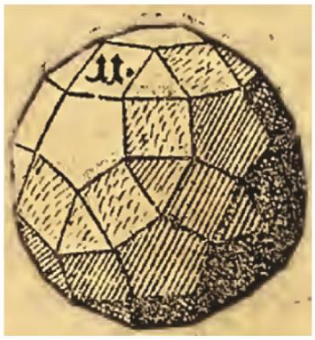
EK 119: Yarı Düzgün Katılar ve Brescello (İtalya) Örneği



(a) Rhombici Cuboktaedron



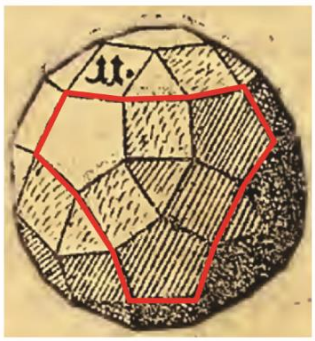
(b) Décor II, 375, b.



(c) Rhomb Icosidodecaedron



(ç) Décor II, 375, b.

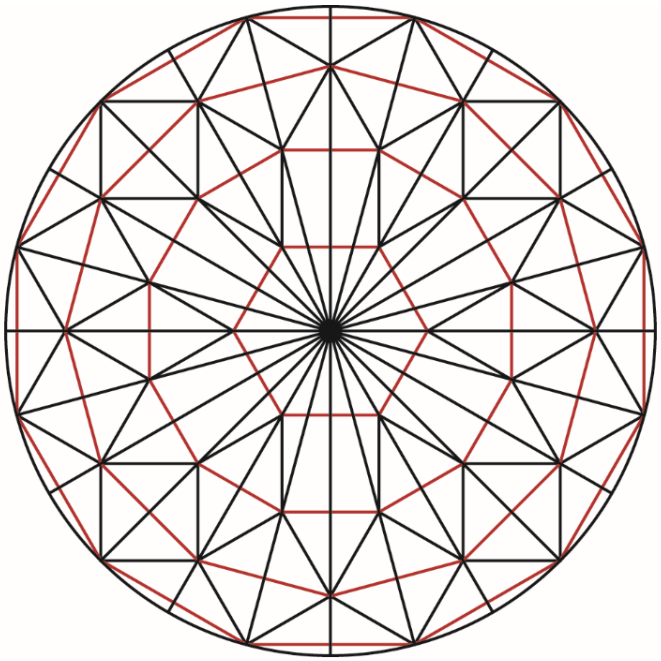


(d) Rhomb Icosidodecaedron



(e) Décor II, 375, b.

EK 120: Brescello Örneğinin Geometrik Planı

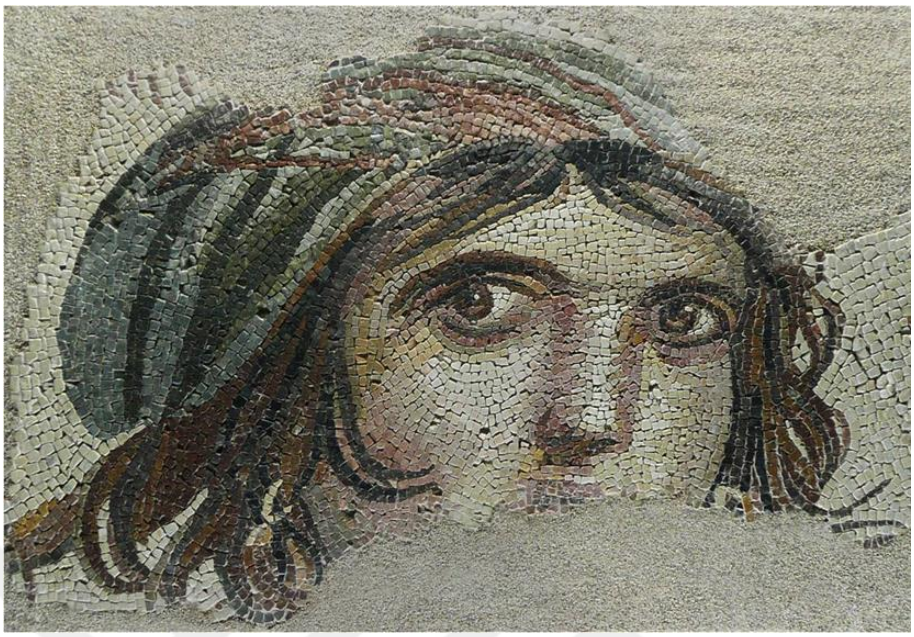


(a) Geometrik Plan (Décor II, 375, b)



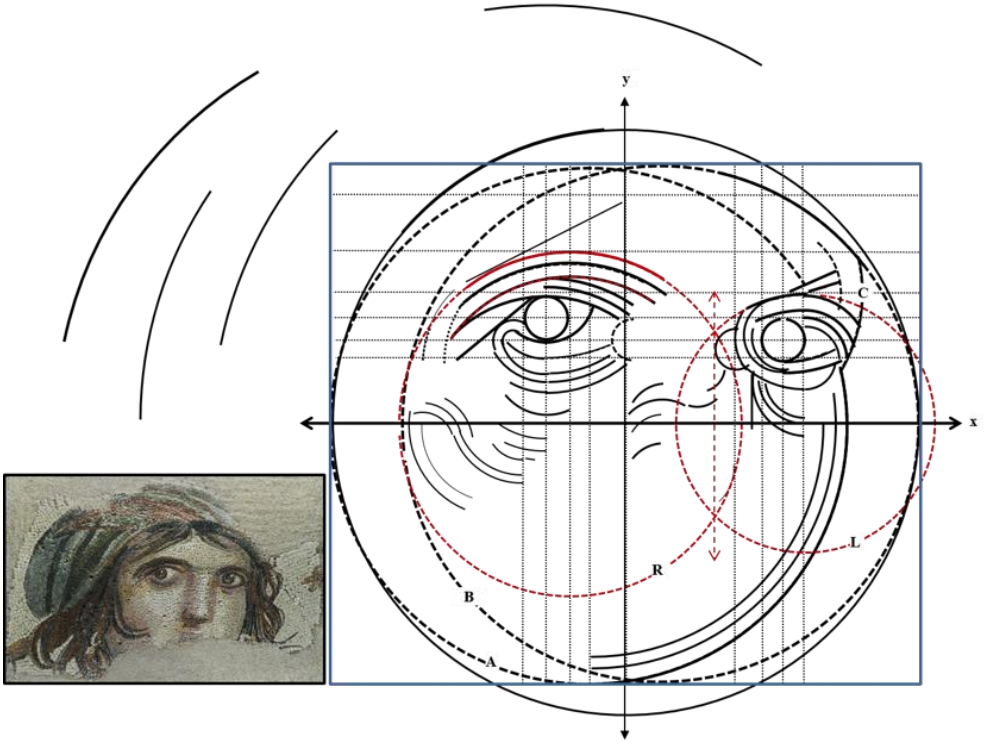
(b) Renklendirilmiş Geometrik Plan (Décor II, 375, b)

EK 121: Çingene Kızı (Maenad)



Kaynak: Made form the original image of Nevit Dilmen (talk) by Manco Capac, **The Gypsy Girl Mosaic of Zeugma with bg.jpg**, 12.11.2009, https://commons.wikimedia.org/wiki/File: The_Gypsy_Girl_Mosaic_of_Zeugma_with_bg.jpg, (08.06.2015).

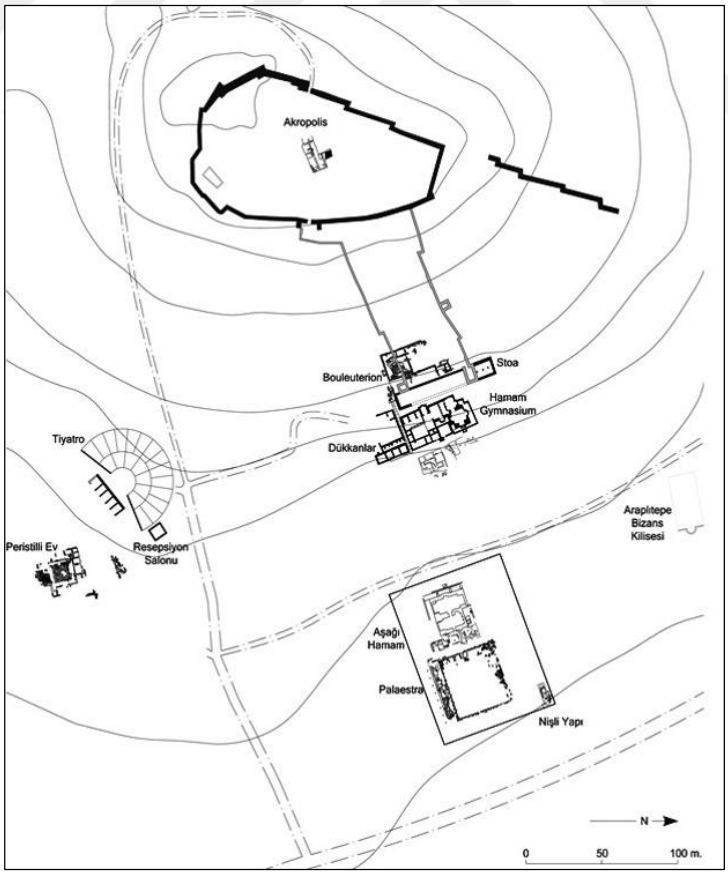
EK 122: Çingene Kızı Geometrik Planı



EK 123: Geometrik Portre (Çingene Kızı)



EK 124: Metropolis Kent Planı



Kaynak: Öz, Mosaics, res. 1.

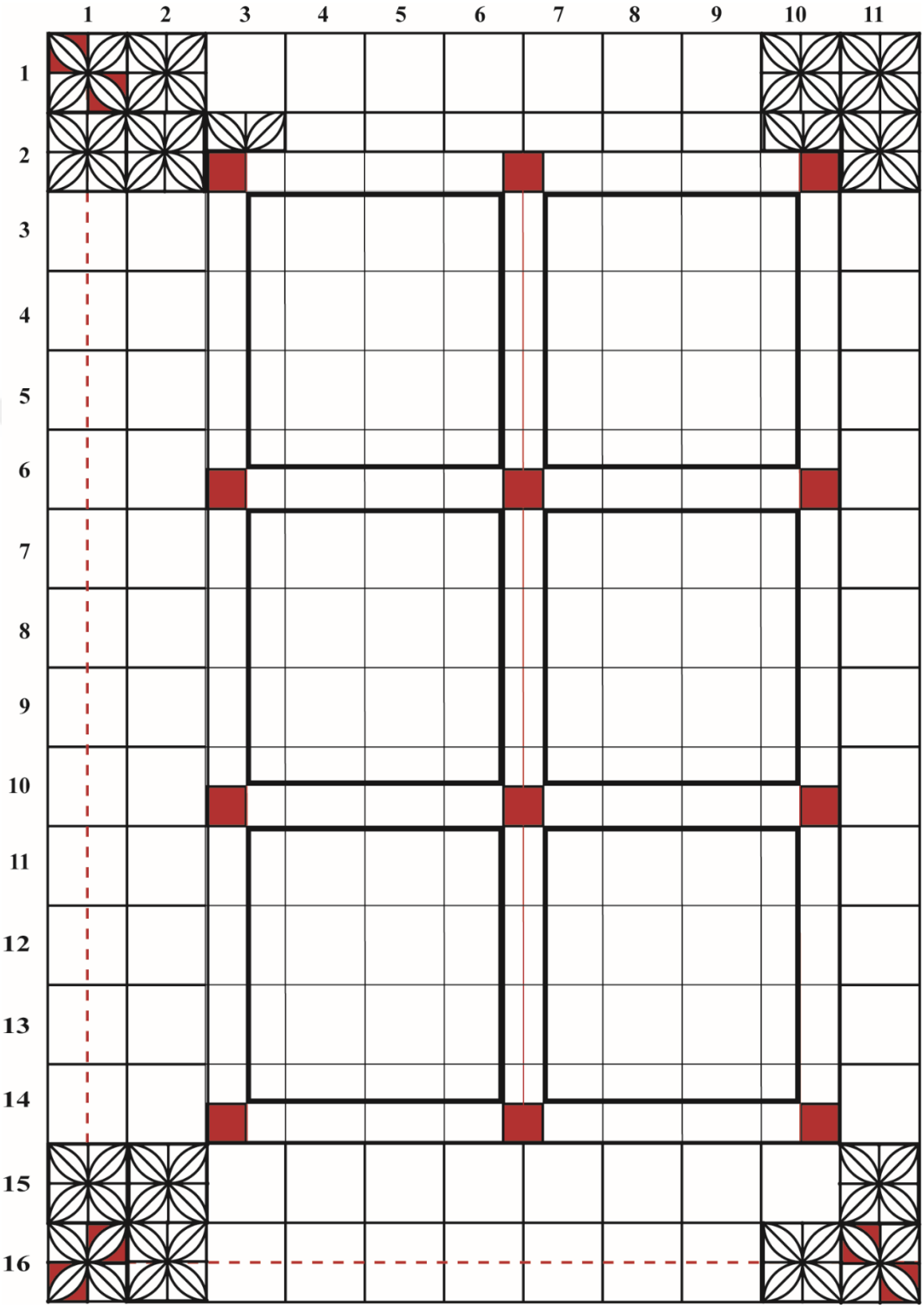
EK 125: Orta Panel



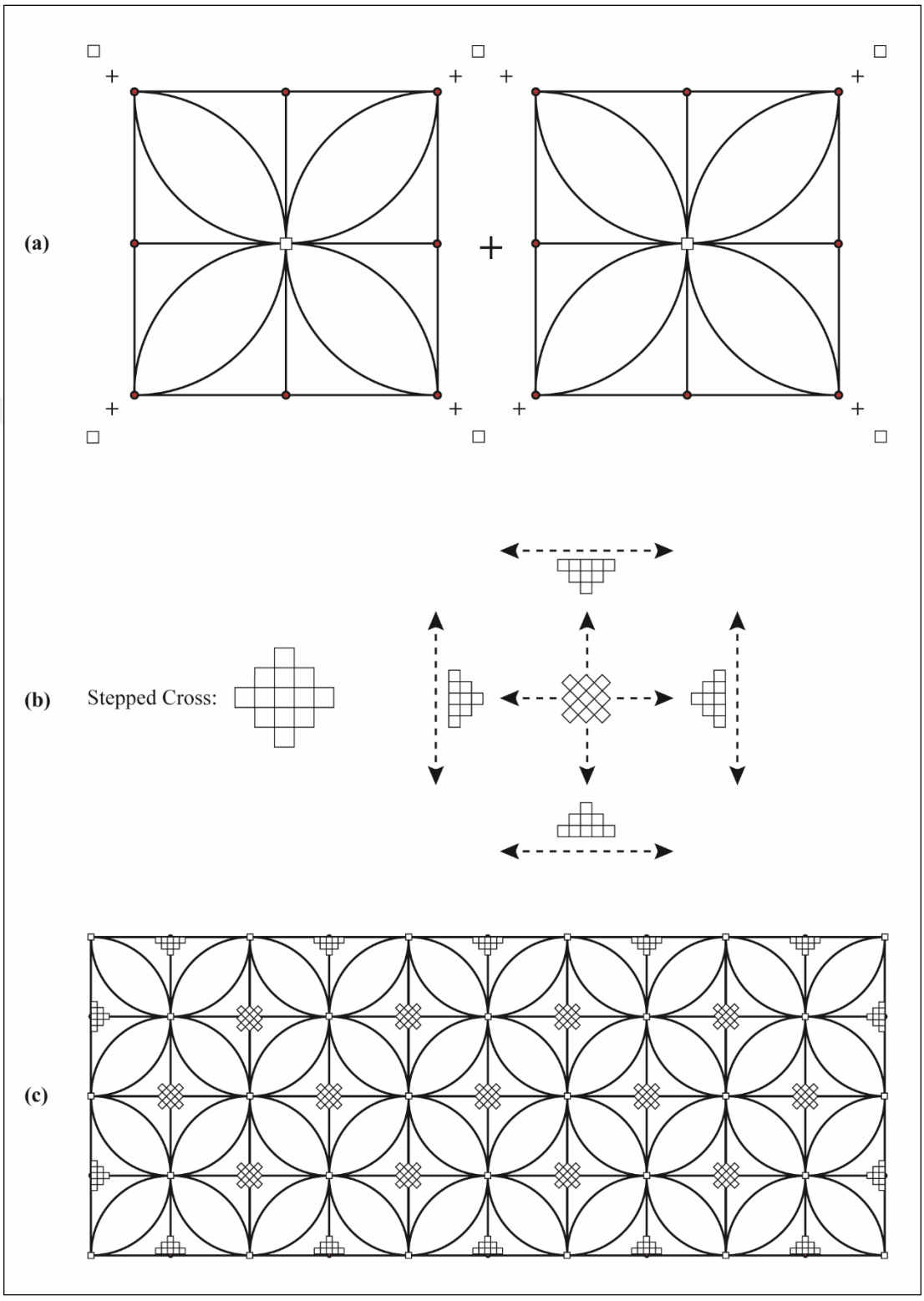
EK 126: Doğu Paneli



EK 127: Orta Panel Matris Düzeni



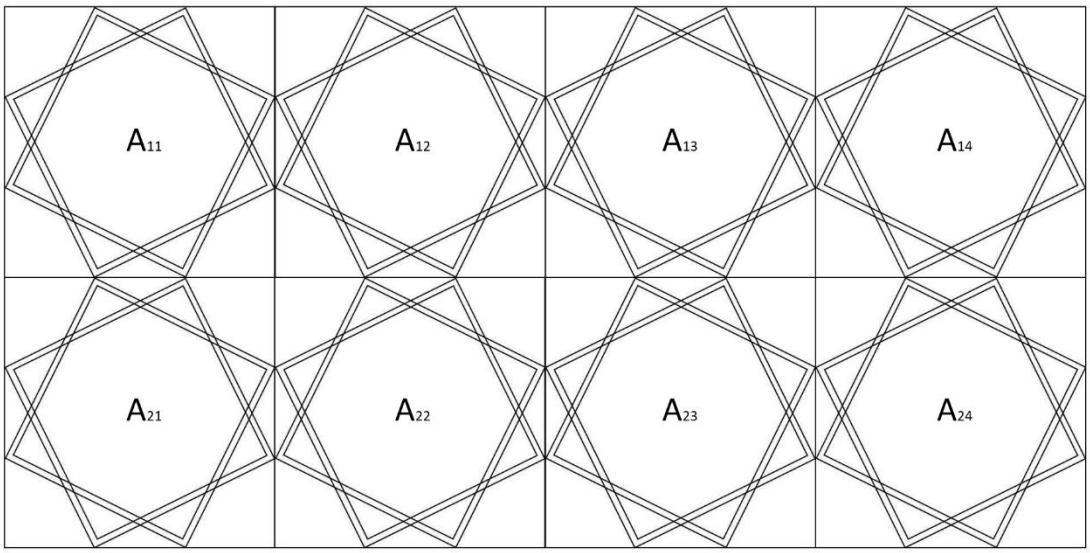
EK 128: Orta Panel Bordür Süsleme Bileşenlerinin Dizilimi



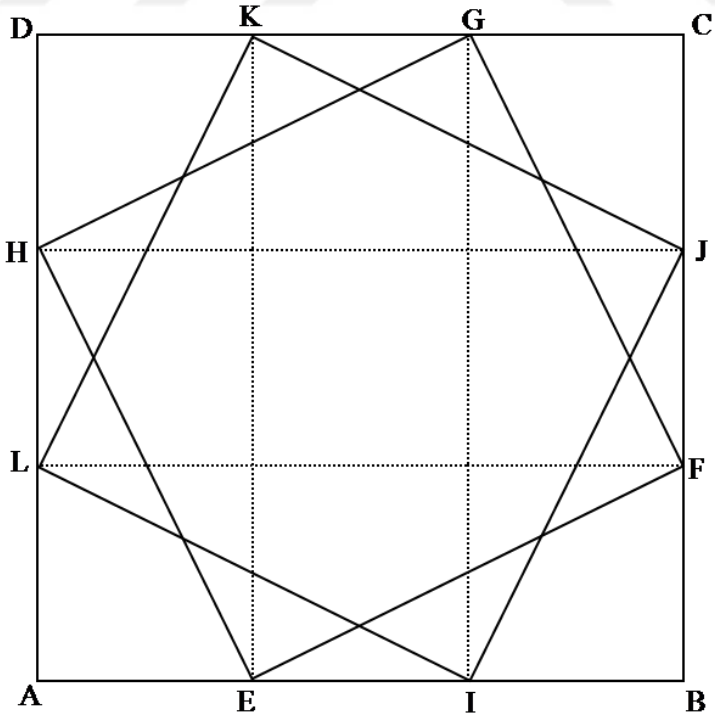
EK 129: Orta Panel Analitik Restorasyon Modeli



EK 130: Doğu Paneli Ağ Yapısı



EK 131: Doğu Paneli Element Deseni



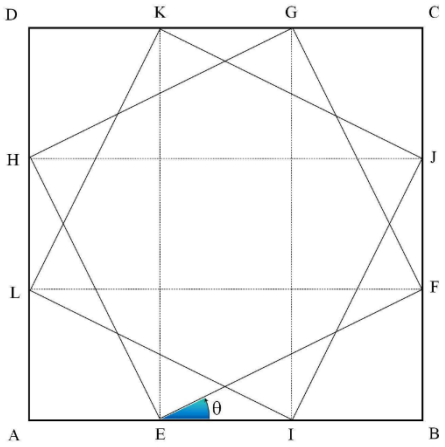
EK 132: Doğu Panelinde Uzunluk Ölçümleri

Ölçülen Uzunluk	Kare Ağ Alanlarında Ölçülen Uzunluklar (cm)							
	A_{11}	A_{12}	A_{13}	A_{14}	A_{21}	A_{22}	A_{23}	A_{24}
|IJ|	?	56,50	55,50	54,40	?	56,00	56,50	56,50
|JK|	?	57,50	57,50	55,00	?	58,00	58,00	56,80
|KL|	?	57,50	55,50	57,00	?	55,50	56,00	56,60
|LI|	?	56,50	58,00	55,00	?	58,00	56,50	56,50
|EF|	?	58,50	57,20	55,00	?	58,20	57,50	58,00
|FG|	?	56,00	55,00	56,00	?	55,50	55,50	56,50
|GH|	?	57,20	57,50	54,50	?	57,00	58,50	56,50
|HE|	?	55,50	58,50	57,00	?	56,00	55,60	56,50
|AE|	?	?	?	?	?	?	25,90	26,25
|EI|	?	?	?	?	?	26,50	26,50	25,00
|IB|	?	?	?	?	?	25,90	26,25	26,00
|BF|	?	?	?	24,50	?	?	?	25,25
|FJ|	?	?	?	24,00	?	?	?	25,00
|JC|	?	?	?	25,00	?	?	?	25,00
|CG|	26,00	26,25	26,25	26,00	?	?	?	?
|GK|	26,40	25,30	25,30	25,00	?	?	?	?
|KD|	?	26,00	26,25	26,25	?	?	?	?

EK 133: Doğu Paneli Üzerinde Ölçümler



EK 134: Element Desende Açı



EK 135: Doğu Panelinde Deformasyon

Ölçülen Uzunluk	Kare Ağ Alanlarında Ölçülen Uzunluklar (cm)							
	A_{11}	A_{12}	A_{13}	A_{14}	A_{21}	A_{22}	A_{23}	A_{24}
|KJ|	?	57,50	57,50	55,00	?	58,00	58,00	56,80
|JI|	?	56,50	55,50	54,40	?	56,00	56,50	56,50
|IL|	?	56,50	58,00	55,00	?	58,00	56,50	56,50
|LK|	?	57,50	55,50	57,00	?	55,50	56,00	56,60
|GF|	?	56,00	55,00	56,00	?	55,50	55,50	56,50
|FE|	?	58,50	57,20	55,00	?	58,20	57,50	58,00
|EH|	?	55,50	58,50	57,00	?	56,00	55,60	56,50
|HG|	?	57,20	57,50	54,50	?	57,00	58,50	56,50
Çarpımsal Deformasyon ([[a*b*c*d/A*B*C*D]-1]*100)[1]								
Alan (IJKL)		-7,62	-10,08	-17,90		-8,48	-9,24	-10,17
Alan (EFGH)		-8,97	-7,37	-16,25		-9,75	-9,14	-8,43
Toplam Çarpımsal Deformasyon[2]		-15,90	-16,71	-31,24		-17,41	-17,54	-17,74
Toplamsal Deformasyon ([[a+b+c+d/A+B+C+D]-1]*100)[1]								
Çevre (IJKL)		-1,96	-2,60	-4,80		-2,17	-2,39	-2,65
Çevre (EFGH)		-2,30	-1,87	-4,32		-2,52	-2,34	-2,17
Toplam Toplamsal Deformasyon[3]		-2,13	-2,24	-4,56		-2,34	-2,37	-2,41

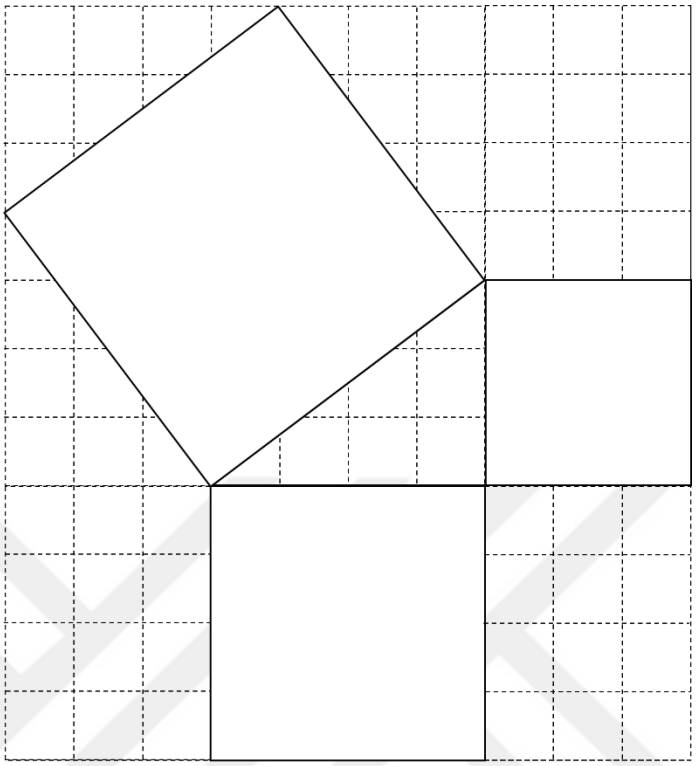
AÇIKLAMALAR

(1) A, B, C, D, E, F, G ve H değerleri, ideal şartlarda, element desen içerisindeki devrik karelerin kenarlarını temsil etmektedir. Element desen kenarının teorik ölçüsünün 76,00 cm kabul edilmesi ve devrik karelerin element desen kenar uzunluğunu üç eşit parçaya bölen noktalar üzerine kurulu olduğu varsayımına dayalı olarak 58,14 cm olarak alınmıştır. Buna karşılık a, b, c, d, e, f, g, h değerleri sırasıyla IJKL ve EFGH karelerinin kenar uzunluklarını temsil etmektedir.

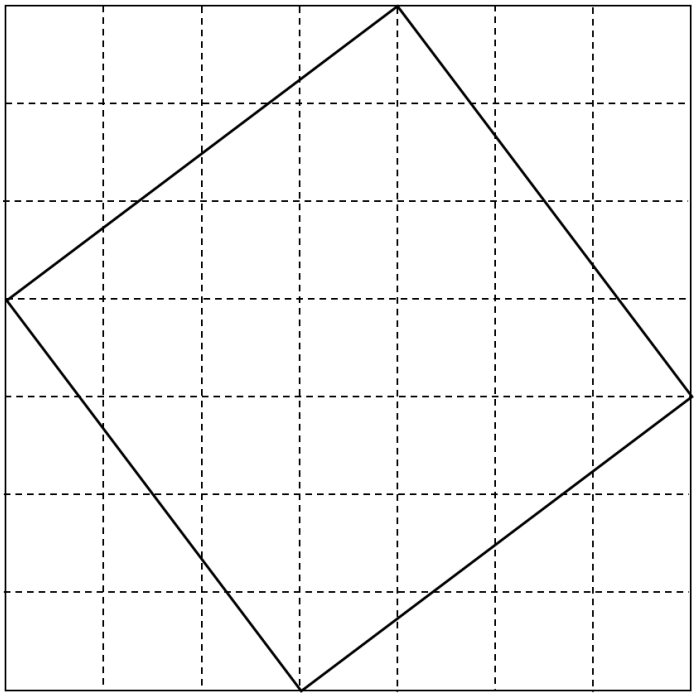
(2) Toplam Çarpımsal Deformasyon Formülü: ([[a*b*c*d*e*f*g*h/A*B*C*D*E*F*G*H]-1]*100)

(3) Toplam Toplamsal Deformasyon Formülü: ([[a+b+c+d+e+f+g+h/A+B+C+D+E+F+G+H]-1]*100)

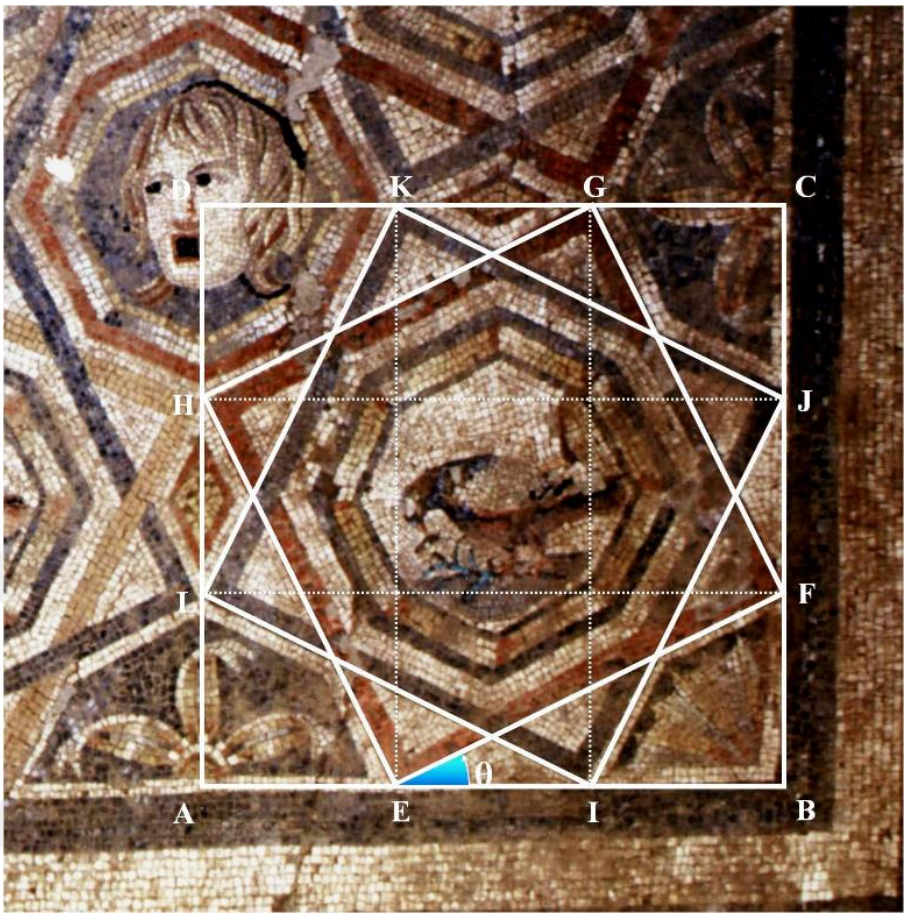
EK 136: Pythagoras Teoremi (3-4-5 Üçgeni)



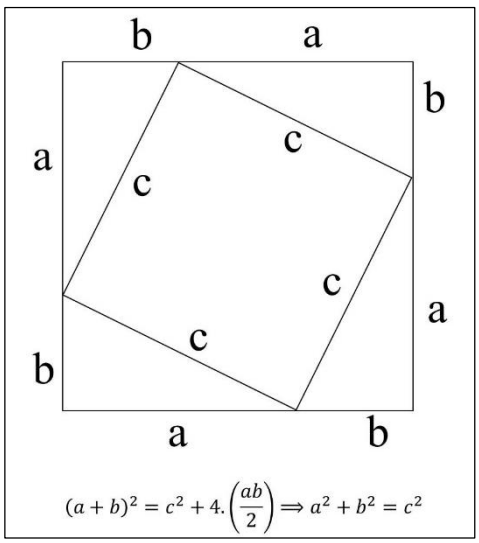
EK 137: 3-4-5 Üçgeninin Olası Kalıntısı Devrik Kare



EK 138: Element Desende Karelerin Devrikliği

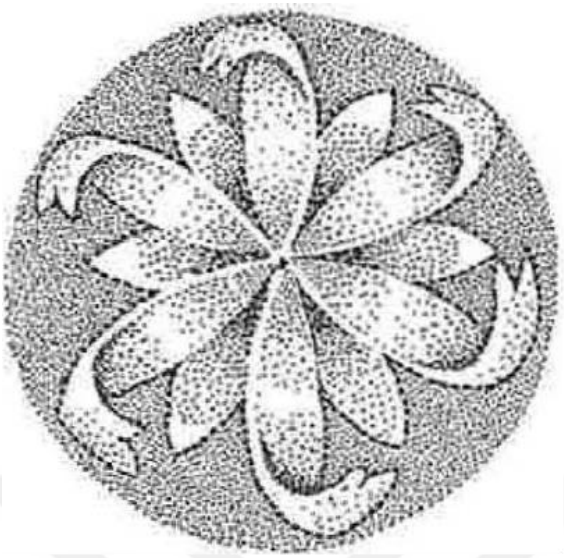


EK 139: Chou-pei Suan-ching İspatı



Kaynak: Veljan, Pythagorean Theorem, res. 6.

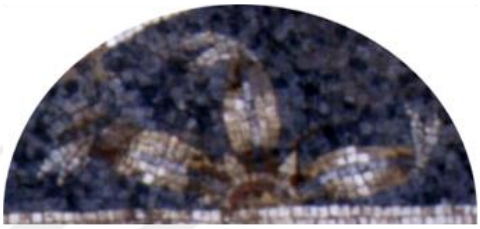
EK 140: Rozetli Rüzgar Gülü ve Üçlü Yaprak Motifi



(a) Décor II, Lev. 278, d.

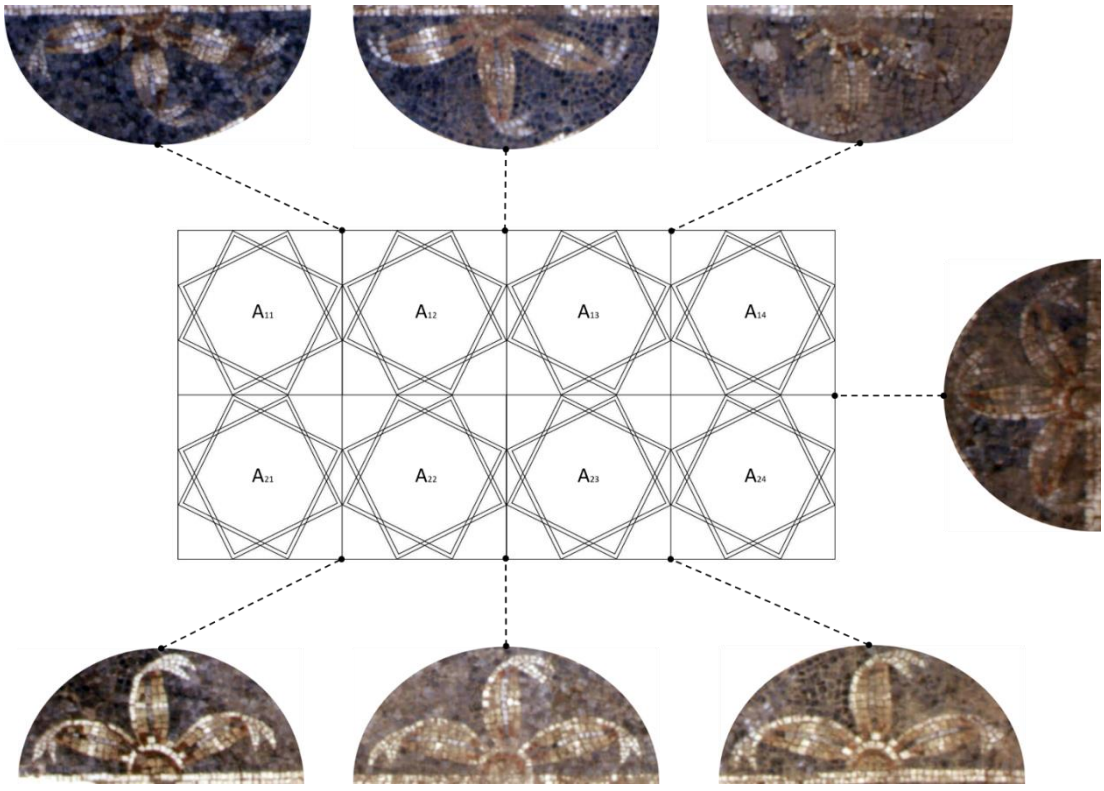


(b) Mask Mozaiği, Üçlü Yaprak (A_{21}-A_{22})

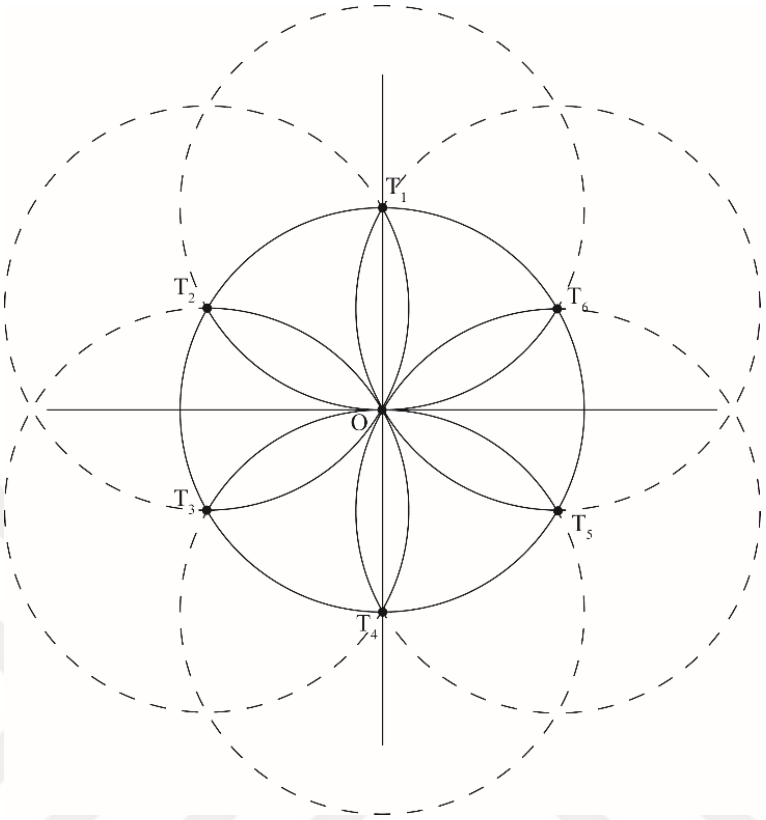


(c) Mask Mozaiği, Üçlü Yaprak (A_{11}-A_{12})

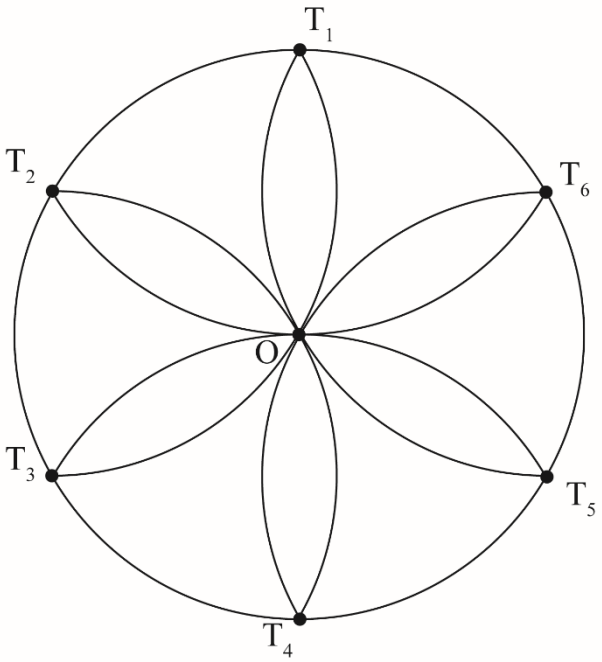
EK 141: Doğu Paneli'nde Üçlü Yaprak Tekrarı



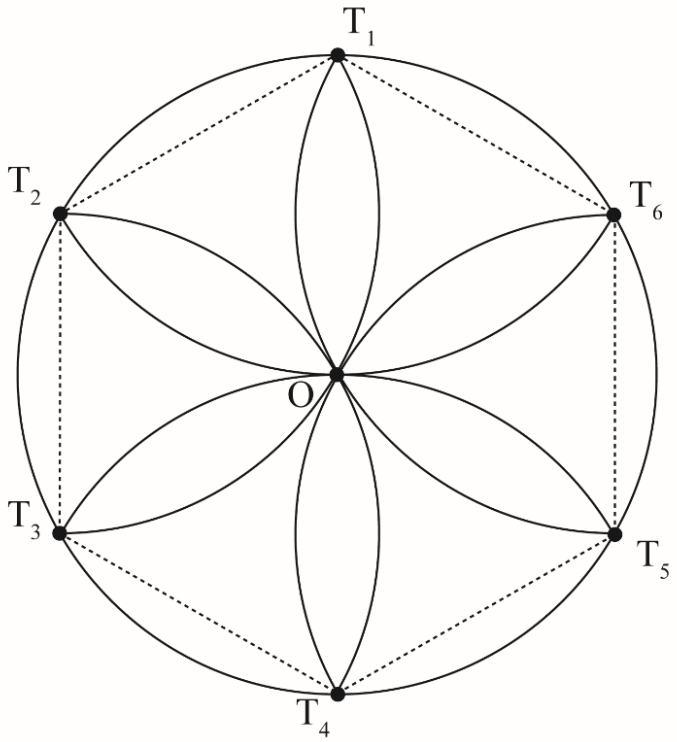
EK 142: Düzgün Altıgen Çizimi ve Rozet



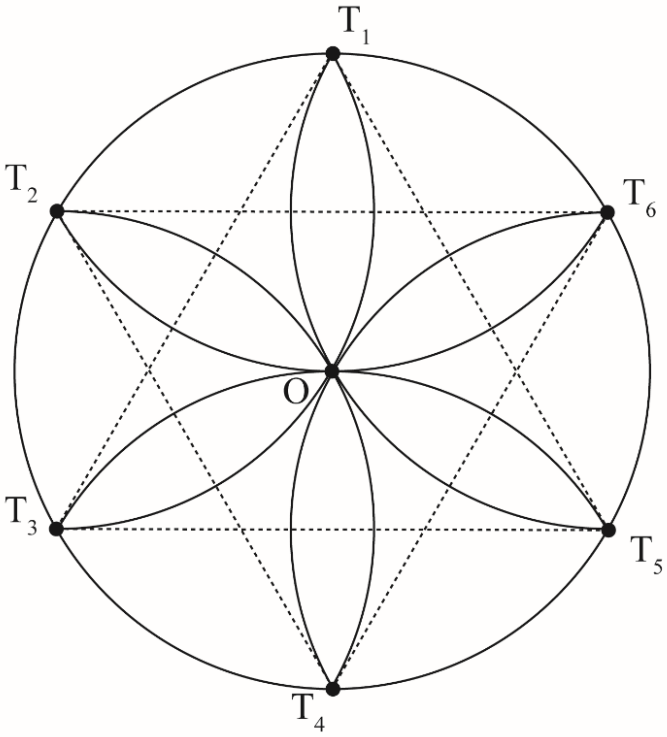
EK 143: Rozet



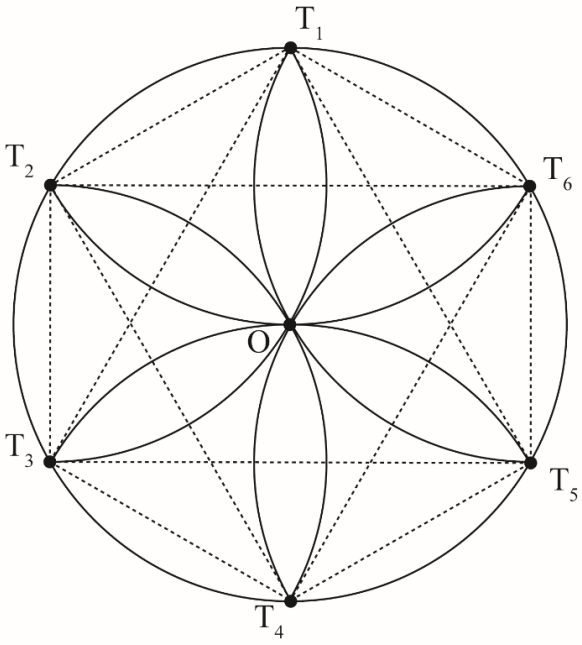
EK 144: Rozet ve Düzgün Altıgen (Hexagon)



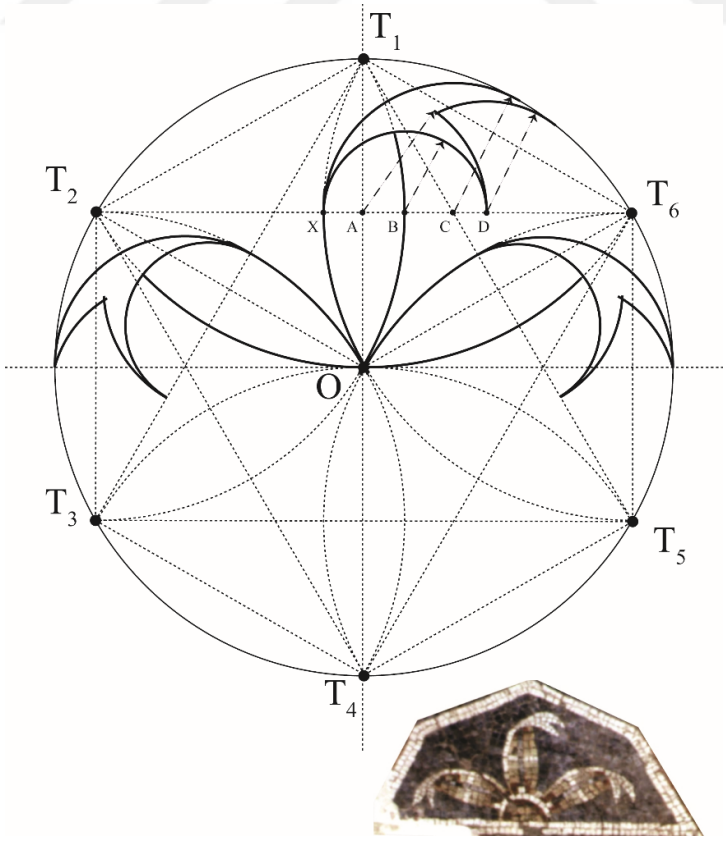
EK 145: Rozet ve Altı Köşeli Yıldız (Hexagram)



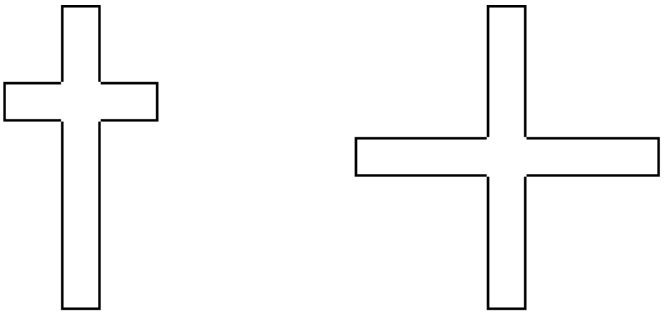
EK 146: Rozet, Hexagon ve Hexagram



EK 147: Üçlü Yaprak Motifi Soyut Modeli ve Gerçek Motif



EK 148: Cross (Haç) Formları



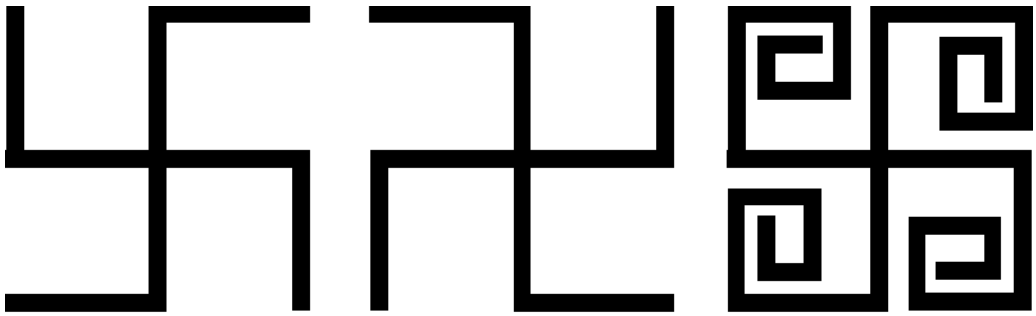
(a) Latin Cross (Crux immissa) **(b)** Greek Cross



(c) St. Andrew's Cross (Crux decussata) **(ç)** Egyptian (Crux ansata)

Kaynak: Wilson, The Swastika, ss. 765-766, res. 1-4.

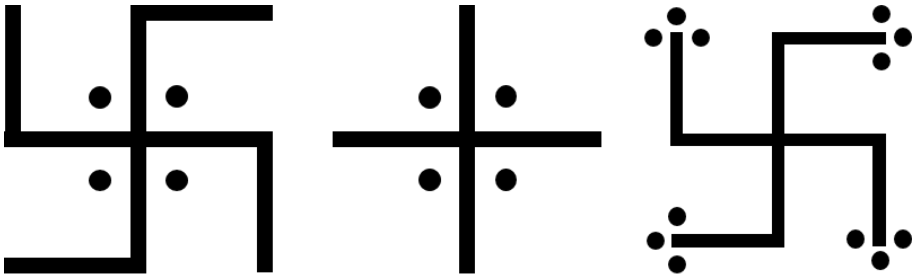
EK 149: Svastika Formları



(a) Normal Swastika **(b)** Suavastika **(c)** Swastika Meander

Kaynak: Wilson, The Swastika, ss. 767, res. 10, 11.

EK 150: Noktalı Svastika Formları



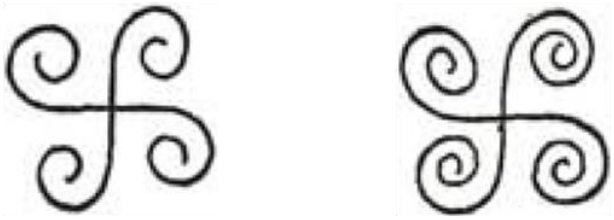
(a) **(b** **(c)**

Kaynak: Wilson, The Swastika, ss. 767, res. 12.

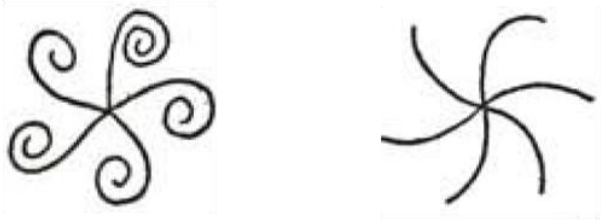
EK 151: Svastika-Spiral Formları



(a) Triskelion (Üç Kollu) Spiral ve Volüt



(b) Tetraskelion (Dört Kollu) Spiral ve Volüt Svastikalar



(c) Beş Kollu Volüt **(ç)** Altı Kollu Spiral

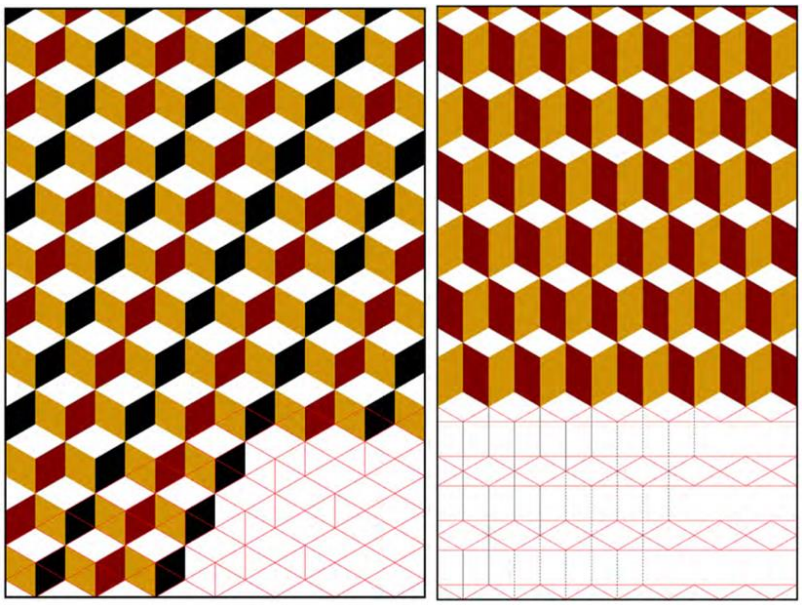
Kaynak: Wilson, The Swastika, s. 768, res. 13a-c.

EK 152: Bacchus'un Zaferi (Écija, Sevilla)



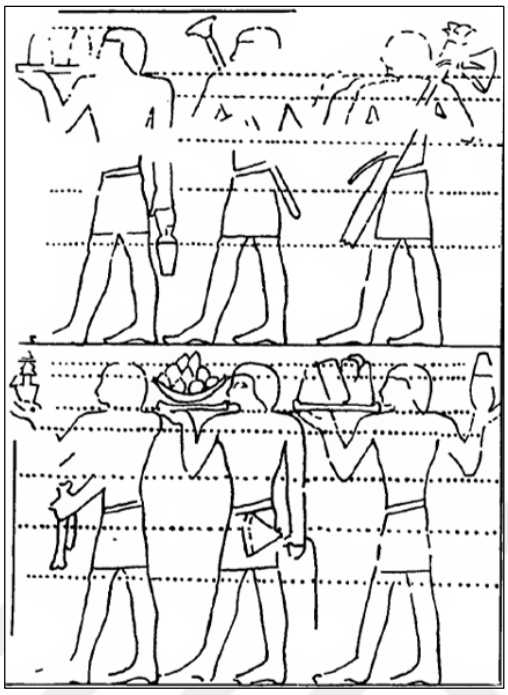
Kaynak: Vázquez, Cube, res. 5.

EK 153: Küp ve Uzatılmış Küp



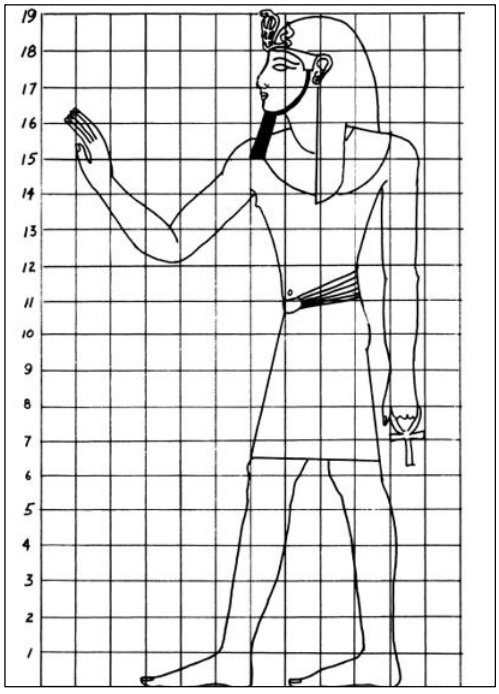
Kaynak: Vázquez, Cube, res. 1, 2. (Design by Vargas Vázquez)

EK 154: Yatay Kılavuz Çizgiler (Per-Neb, 5. Krallık Dönemi)



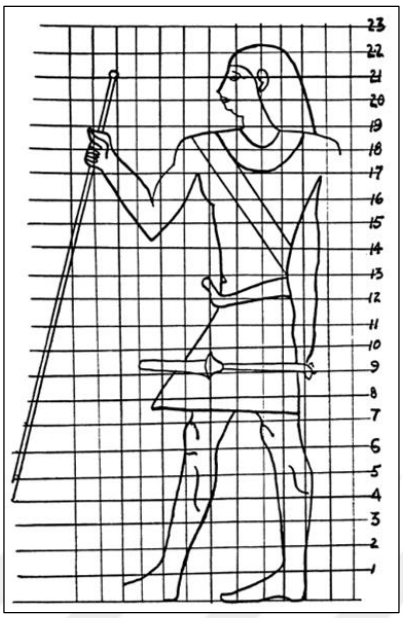
Kaynak: Williams, Per-Neb, res. 38.

EK 155: Mısır Kanonu I ve Kare Ağ (19. Hanedanlık Dönemi)



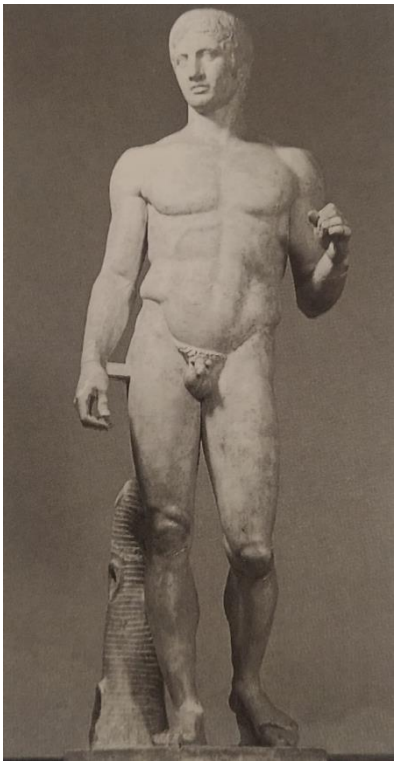
Kaynak: Guralnick, Analysis, res. 10a.

EK 156: Mısır Kanonu II ve Kare Ağ (26. Hanedanlık)



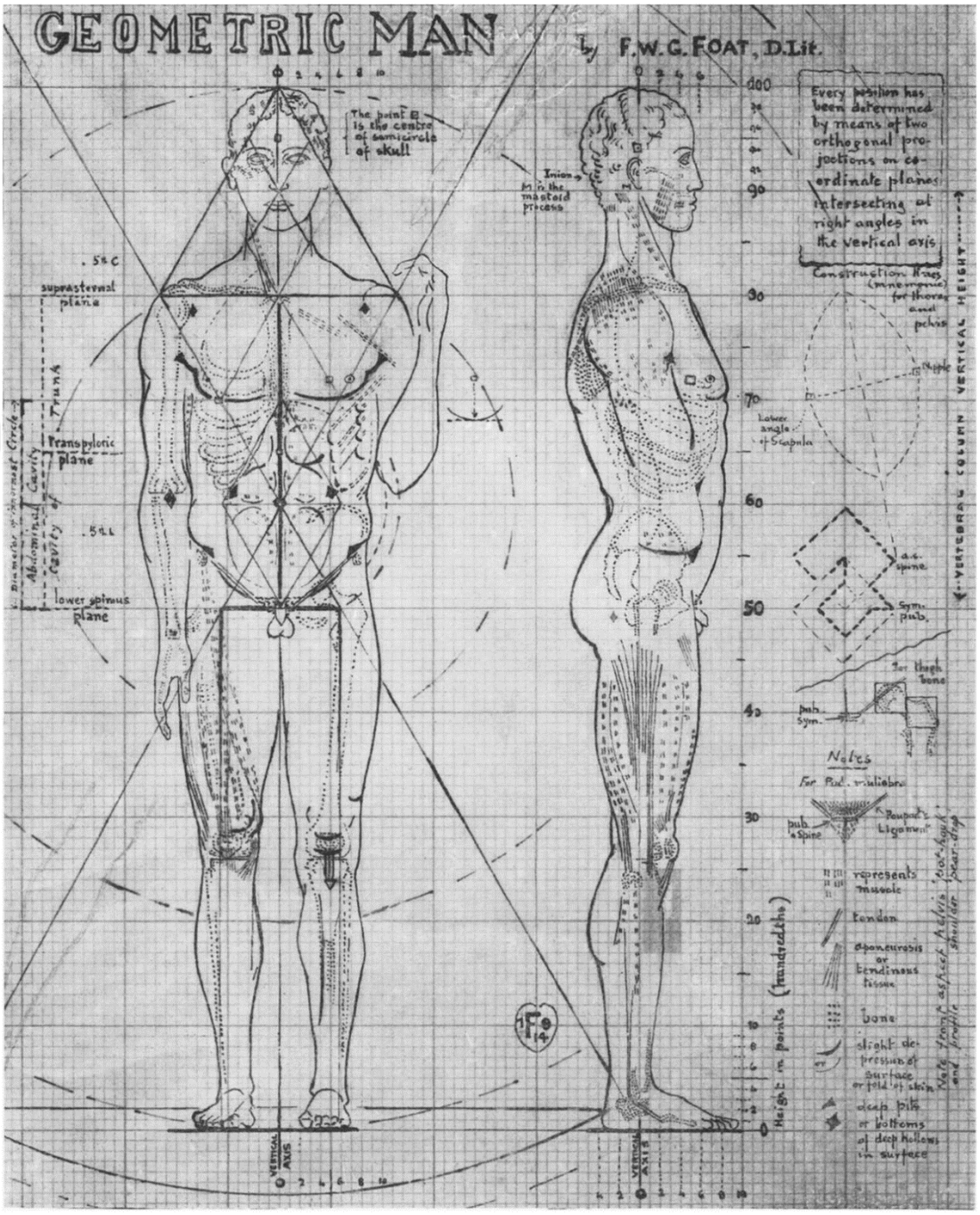
Kaynak: Guralnick, Analysis, res. 10b.

EK 157: Doryphoros Heykeli Mermer Kopyası (Napoli)



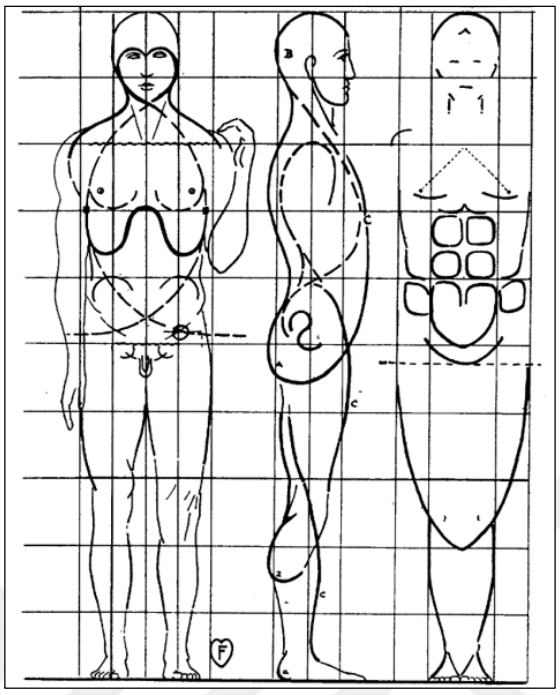
Kaynak: Boardman, (Greek Art), res. 165.

EK 158: Geometrik Adam



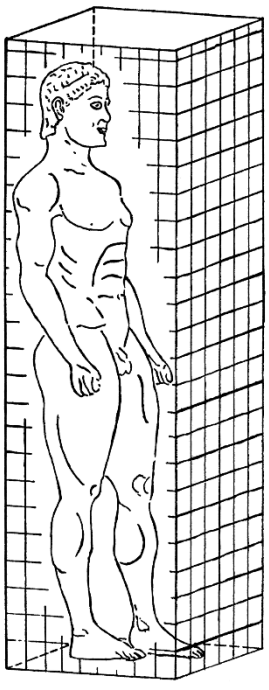
Kaynak: Foat, lev. VII.

EK 159: Kısımların Simetrik Düzeni



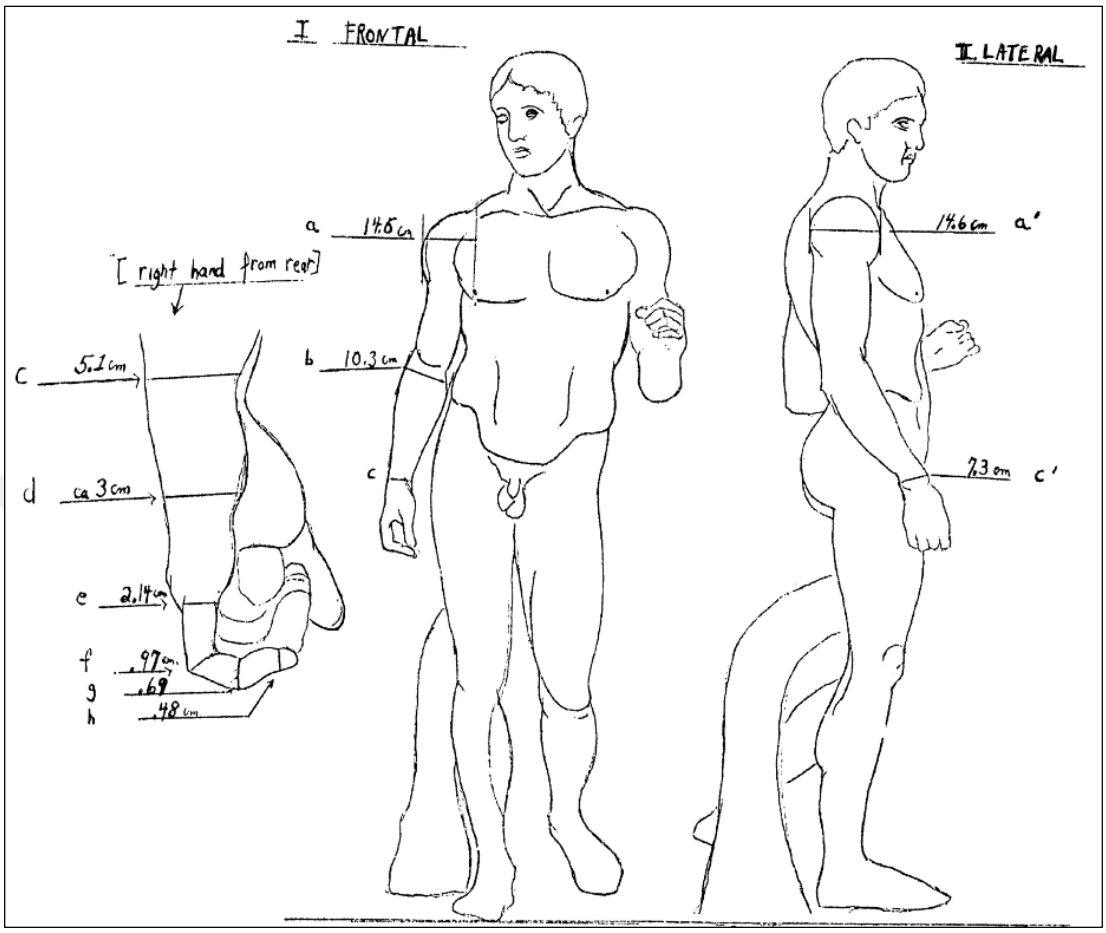
Kaynak: Foat, res. 2.

EK 160: Mermer Blok Üzerinde Kareleme



Kaynak: Guralnick, Analysis, res. 11.

EK 161: Doryphoros İçin Uzunlukların Türetilmesi



Kaynak: Tobin, Polykleitos, res. 12.

EK 162: İzmir İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Yazısı

T.C.
İZMİR VALİLİĞİ
İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü
Müzeler Şube Müdürlüğü

Sayı : 79172315-154.01-E.931267 15.11.2018
Konu : Ücretsiz Çekim İzni

Sayın Erhan AYDOĞDU
ÇİĞLİ İLÇE NÜFUS MÜDÜRLÜĞÜ ÇİĞLİ / İZMİR

Erhan AYDOĞDU'nun "Antik Dönemde Matematik Bilgisinin Sanat Eserlerine Yansıması" başlıklı doktora tezinde kullanılmak üzere İzmir Müzesi Müdürlüğü bağlı birimi olan Tarih Sanat Müzesi'nde bulunan bir adet kouros heykeli, Bergama Müzesi'nde bulunan 19 envanter numaralı kouros heykeli ve Efes Müzesi Müdürlüğü'nde buluanan 1/20/95, 1/21/03 ve 1/27/93 envanter numaralı eserlerin fotoğraflarının çekilmesi ve kullanılması talebine ilişkin alınan Valilik Olur'u ve Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğünün alınan 07.11.2018 tarih ve E. 907575 sayılı yazısı ekte gönderilmektedir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

e-imzalıdır
Murat KARAÇANTA
Vali a.
İl Kültür ve Turizm Müdür V.

Ek :
1 - Kültür Varlıkları Müzeler Genel Müdürlüğünün yazısı (1 sayfa)
2 - Valilik Olur'u (1 sayfa)

Dağıtım:
BERGAMA KAYMAKAMLIĞINA
(Müze Müdürlüğü)
SELÇUK KAYMAKAMLIĞINA
(Efes Müze Müdürlüğü)
İzmir Müze Müdürlüğüne
Sayın Erhan AYDOĞDU (Ek-1 konulmadı)

Bu Evrakın 5070 sayılı Kanun gereğince E-İmza ile imzalandığı tasdik olunur. 15.11.2018

Not: 5070 sayılı Elektronik İmza kanunu gereği bu belge elektronik imza ile imzalanmıştır.

Evrak Doğrulama Kodu : RNHMQAMBLGDOYUDXJTBA Evrak Takip Adresi: http://belgedogrulama.kultur.gov.tr/
Adres :Akdeniz Mahallesi, 1344 Sokak, No: 2, 35210 Pasaport/İZMİR
Tel. : (0232) 483 80 86 (Md.) 483 51 17 – 483 62 16 (Sant.) Fax : 483 42 70
Web : www.izmirturizm.gov.tr e-posta : iktm35@kultur.gov.tr

Bilgi için:Gülten ÇELEBİ
4/B'li İdari Büro Görevlisi
Telefon No:(232) 483 20 24-148

EK 163: Kültür ve Turizm Bakanlığı Yazısı

T.C.
KÜLTÜR VE TURİZM BAKANLIĞI
Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü

İVEDİ
07.11.2018

Sayı : 64298988-154.01-E.907575
Konu : Fotoğraf Çekim Talebi (Erhan AYDOĞDU)

Sayın Erhan AYDOĞDU

Çiğli İlçe Nüfus Müdürlüğü
Köyiçi Mahallesi 8055 Sok.
No: 1 Çiğli/İZMİR
erhan.aydogdu@ogr.deu.edu.tr

İlgi : a) 05.11.2018 tarih ve E.898083 sayılı yazınız.
b) Valiliklere hitaplı 14.04.2007 tarih ve 65060 sayılı yazımız.

Erhan AYDOĞDU'nun "Antik Dönemde Matematik Bilgisinin Sanat Eserlerine Yansıması" başlıklı doktora tezinde kullanılmak üzere İzmir Müzesi Müdürlüğü bağlı birimi olan Tarih Sanat Müzesi'nde bulunan bir adet kouros heykeli, Bergama Müzesi'nde bulunan 19 envanter numaralı kouros heykeli ve Efes Müzesi Müdürlüğü'nde buluanan 1/20/95, 1/21/03 ve 1/27/93 envanter numaralı eserlerin fotoğraflarının çekilmesi ve kullanılması talebini konu alan ilgi yazınız ve ekleri incelenmiştir.

Konu ile ilgili olarak, Erhan AYDOĞDU tarafından hazırlanacak olan doktora tezinde kullanılmak üzere söz konusu eserlerin fotoğraflarının çekilmesi talebinin; "Müzelerle Müzelere Bağlı Birimlerde ve Örenyerlerindeki Kültür Varlıklarının Film ve Fotoğraflarının Çekilmesi Mülaj ve Kopyalarının Çıkarılması Hakkında Yönetmelik" ile "Süreli Kullanım Yönergesi" ve ilgi (b) yazı kapsamında Valiliğinizce değerlendirilmesi hususunda bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

e-imzalıdır
Ali Rıza ALTUNEL
Bakan a.
Genel Müdür Yardımcısı V.

Dağıtım:
Gereği:
İZMİR VALİLİĞİNE
(İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü)

Bilgi:
Sayın Erhan AYDOĞDU

Çiğli İlçe Nüfus Müdürlüğü

Not: 5070 sayılı Elektronik İmza kanunu gereği bu belge elektronik imza ile imzalanmıştır.
Evrak Doğrulama Kodu : YBDVQOOWSDEYONMQXZPP Evrak Takip Adresi: http://belgedogrulama.kultur.gov.tr/
II. TBMM Binası 06050 Ulus / ANKARA
Telefon: 0(312) 470 80 00 Faks: 0(312) 508 61 13
Ağ: www.kulturvarliklari.gov.tr E-Posta: muzeler@kulturturizm.gov.tr

Bilgi için:Nilgün ATAK GÖRGÜLÜ
Uzman
Telefon No:(312) 470 60 76

EK 164: İzmir Valiliği Onayı

T.C.
İZMİR VALİLİĞİ
İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü

Sayı : 79172315.154/
Konu: Ücretsiz Çekim Talebi

... .11.2018

VALİLİK MAKAMINA
İZMİR

Erhan AYDOĞDU'nun "Antik Dönemde Matematik Bilgisinin Sanat Eserlerine Yansıması" başlıklı doktora tezinde kullanılmak üzere, İzmir Tarih Sanat Müzesinde bulunan bir adet kouros heykeli, Bergama Müzesinde bulunan 19 envanter numaralı kouros heykeli, Efes Müzesinde bulunan 1/20/95, 1/21/03 ve 1/27/93 envanter numarasıyla kayıtlı üç adet kouros heykeli olmak üzere toplam 5 adet kouros'un çeşitli açılardan tripod kullanılarak, "Müzelerle Müzelere Bağlı Birimlerde ve Örenyerlerindeki Kültür Varlıklarının Film ve Fotoğraflarının Çekilmesi Mülaj ve Kopyalarının Çıkarılması Hakkında Yönetmelik" ile "Süreli Kullanım Yönergesi" kapsamında ücretsiz fotoğraf çekim izni talep edilmektedir.

03.03.2016 tarih ve 26097 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 2006/10082 karar sayılı "Kamu Kurum ve Kuruluşlarına Ait Eserlerden Faydalanma Usul ve Esasları Hakkında Tüzük'ün 3. Maddesi gereğince; Makamınızca uygun görülmesi halinde, söz konusu ücretsiz çekim izni için, Bakanlığımız Kısa Süreli Kullanım Yönergesi kapsamında, Drone kullanılması halinde Sivil Havacılık Genel Müdürlüğünden izin belgesi alındıktan sonra, anılan tarihte ziyaretçi yoğunluğuna göre Müze Müdürlüğü ve Kazı Başkanlığı'nın uygun göreceği koşullarda, Müze ve Ören yerlerinde yapılacak çekimlerde 1 gün önceden Müze ile irtibata geçilerek protokolün imzalanması, kapalı mekânlarda ilgili kuruluşun yetkilisinden izin alarak, yapılacak her türlü çekimin ziyaretçi güzergâhı ile sınırlı kalmak kaydıyla, açık alanlarda çevreyi rahatsız etmeden ve çevre kirliliği yaratmadan, trafik akışını engellemeden ve gerekli tüm tedbirleri alarak çekim yapacakları mahallin kolluk birimine bir gün önceden bilgi vermek kaydıyla ilgili yasa ve yönetmelikler çerçevesinde ücretsiz çekim yapılması hususunu Olur'larınıza arz ederim.

Murat KARAÇANTA
İl Müdür V.

OLUR
... ./11/2018
Erol TÜRKMEN
Vali a.
Vali Yardımcısı

Adres : Akdeniz Mahallesi, 1344 Sokak, No: 2, 35210 Pasaport/İZMİR
Tel. : (0232) 483 80 86 (Md.) 483 51 17 – 483 62 16 (Sant.) Fax : 483 42 70
Web : www.izmirturizm.gov.tr e-posta : iktm35@kulturturizm.gov.tr

Ayrıntılı Bilgi İçin:
Fulya AKIN
Tel: 0.232.4832060-149

Türkiye İzmir

EK 165: Atina Milli Müzesinde Fotoğraf Çekimi İzin Talebi (Sayfa 1)

HELLENIC REPUBLIC
MINISTRY OF CULTURE AND SPORTS
TO: Directorate of Museums

I am a PhD student at the Department of Archeology at Dokuz Eylul University, in IZMIR, TURKEY. My doctorate thesis is on 'The Reflection of Mathematic Knowledge on the Art'. In this thesis, I examine archaic sculpture bodies in terms of geometry. For this purpose, I carry out a scientific research Project supported by Dokuz Eylül University. The aim of the project is to determine whether archaic sculptors used geometry to determine the artistic boundaries of the statues.

My researh method is such: I'm taking some photographs of the statue from various angles (%70 overlapped). I combine these photos by using of the program PhotoScan. This program gives me a three-dimensional model of the statue. I analyze the obtained three-dimensional model analytically by using of the program MATLAB.

In such a study, only for a statue, at least 100 maximum 200 photographs of the statue should be taken from various angles. For calibration, at least 20 points must be marked on the sculpture.

The distances between these points need to be measured. In order to carry out this marking without damaging the statue, the transparent film strip will be wrapped around the sculpture body and the two ends of the strip will be fixed together with a rubber ring so that the strip cannot slip. The distance between the dots on the strip will be measured.

One sculpture can be studied in one day. One tripod and one camera will be used for photo shooting. Transparent strip, rubber ring and caliper will be used for measurements. No further equipment will be used. No damage to the statues. Your rules will be followed in working process.

As a result of this study, we will understand if geometry was used in ancient sculpture. Very important iformation will be obtained about the history of mathematics, archeology, museology, conservation sciences.

I request that this study be allowed if possible. I request that free charge photo shooting be allowed if possible.

Sincerely.

Date: 24.02.2019

Erhan AYDOĞDU

Mathematician and Archaeologist
Dokuz Eylul University, Faculty of Letters, Archaeology Department
Adatepe Mahallesi DOĞUŞ Caddesi No: 207M

EK 166: Atina Milli Müzesinde Fotoğraf Çekimi İzin Talebi (Sayfa 2)

35390 Izmir/Buca TURKEY
erhan.aydogdu@ogr.deu.edu.tr

The work permit is about the following sculptures in the National Archaeolgical Museum of Athens:

1) 2720 inventory numbered archaic statue,

2) 4890 inventory numbered archaic statue,

3) 3686 inventory numbered archaic statue.

Work team:

Student: Erhan Aydoğdu (Doctorate Student)

Advisor: Ali Kazım Öz (Associate Professor)

Desired working date: Three days between 14 March 2019-20 March 2019.

Publications

Öz A. K. ve Aydoğdu E. Geometric Analysis of the Mask Mosaic in Metropolis, Journal of Mosaic Research, JMR 9, 39-46, (EBSCO Index), 2016.

Aydoğdu E. Geometric Analysis of Gipsy Girl Mosaic in Zeugma, Kubaba, 24, 59-63, 2015.

Congress

Aydoğdu, E., and A. K. Öz. (2018). "Geometrical Analysis of the Triple Leaf Pattern in Metropolis", 19th International Congress of Classical Archaeology-Archaeology and Economy in the Ancient World-Abstracts. Cologne/Bonn: 109,110.

Projects

Erciyes University Scientific Research Project: FBT-07-69 Topological and Numerical Investigation of Axisymmetric Flow Patterns in a Cylinder, Mater Thesis Project, Role: Researcher, 2006-2009.

Dokuz Eylul University Scientific Research Project: 2018. KB. SOS. 009, The Reflection of the Mathematic Knowledge on the Ancient Artworks, Doctorate Thesis Project, Role: Researher, 2018- continues.

EK 167: Atina Milli Müzesi'nin 2171 Protokol Numaralı Yazısı

ΑΚΡΙΒΕΣ ΑΝΤΙΓΡΑΦΟ

Ημ/νία: 08/03/2019
Α. Π.: ΥΠΠΟΑ/ΓΔΑΠΚ/ΕΑΜ/115088/79620/2171
Ημ/νία Έκδοσης 08/03/2019
Αριθμός Αντίγραφου: ΥΠΠΟΑ/ΓΔΑΠΚ/ΕΑΜ/115088/79620/2171

National Archaeological Museum
Department of Sculpture Collection
1 Tositsa Street, Athens 10682, Gre
Tel. 0030 213 214 4831
Fax 0030 210 8213573
Information: E. Leka

Αντίγραφο
08/03/2019 14:35:09
Ακριβές Αντίγραφο
Ψηφιακά υπογεγραμμένο
Άννα Στεφά

Prot. No. 2171
To: Mr. Erhan Aydogdu

SUBJETC: Request for permission to photograph sculptures of the National Archaeological Museum.

Dear Sir,

In reply to your e-mail message, dated 24/2/2019, that was forwarded to us by the Directorate of Museums we would like to inform you that we are processing your request, which involves cooperation of several Services of the Hellenic Ministry of Culture and Sports, since several parameters should be clarified:

According to the current legislation, the Archaeological Receipts Fund is the only legally competent authority of the Hellenic Ministry of Culture and Sports producing exact copies of ancient artifacts from Greek Museums, either mechanically or digitally. A three-dimensional digital model of the original cannot be made without their consent, as well as the permission of the Central Archaeological Council of the Hellenic Ministry of Culture and Sports and a Ministerial Decision.

Unfortunately, there is not enough time to complete this administrative procedure by the time you plan to visit the Museum, and it is necessary to program several months ahead. However, if you are in Greece already, we propose instead to conduct your study on a plaster cast of the Anavyssos Kouros NAM 3851 that is kept in the Museum.

Sincerely yours,
Dr. Despina Ignatiadou

Head, Department of Sculpture Collection,
National Archaeological Museum

Ακριβές Αντίγραφο
Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο
Στέφα Άννα

EK 168: Atina Milli Müzesi'nin 2343 Protokol Numaralı Yazısı

ΑΚΡΙΒΕΣ ΑΝΤΙΓΡΑΦΟ

Ημ/νία: 14/03/2019
Α. Π.: ΥΠΠΟΑ/ΓΔΑΠΚ/ΕΑΜ/123723/85613/2343
Ημ/νία Έκδοσης 14/03/2019
Απάντηση: ΥΠΠΟΑ/ΓΔΑΠΚ/ΕΑΜ/123723/85613/2343

14.03.2019 11:50:34
Ακριβές Αντίγραφο
Ψηφιακά υπογεγραμμένο
Άννα Στεφά

National Archaeological Museum
Department of Sculpture Collection
1 Tositsa Street, Athens 10682, Gre...
Tel. 0030 213 214 4831
Fax 0030 210 8213573
Information: E. Leka

Prot. No. 2343
To: Erhan Aydogdu

SUBJETC: Permission to photograph a) the plaster cast of the Anavyssos Kouros and b) archaic marble sculptures of the National Archaeological Museum.

Dear Sir,
In reply to your e-mail message dated 9/3/2019, we would like to inform you that you are granted permission a) to take multiple photographs with tripod of the plaster cast of the Anavyssos Kouros and b) to photograph (with flashlight, without tripod) the marble sculptures Γ 2720, Γ 3686 and Γ 4890 of the National Archaeological Museum, in the scope of your doctoral thesis on the reflection of mathematic knowledge on the art.
If you wish to publish the photos, you should submit a new request, in which you will notify the details of the publication (title of the article or monograph, publisher, editor, number of copies). According to the current legislation in cases of reproductions of photos **in print** in scientific/academic publications of a limited print-run (fewer than 3.000 copies) reproduction fees are waived. The permit **does not include any electronic/online use** of the photos.
A copy of the publication should be submitted to the Library of the National Archaeological Museum. A series of the photos should be submitted to the Photographic Archive of the National Archaeological Museum.
To set the shooting date, please contact the responsibles of the Sculpture Collection Department.

Sincerely yours,
Dr. Despina Ignatiadou

Head, Department of Sculpture Collection,
National Archaeological Museum

Ακριβές Αντίγραφο
Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο
Στέφα Άννα

EK 169: Atina Milli Müzesi'nin 3019 Protokol Numaralı Yazısı

ΑΚΡΙΒΕΣ ΑΝΤΙΓΡΑΦΟ

Ημ/νία: 03/04/2019
Α. Π.: ΥΠΠΟΑ/ΓΔΑΠΚ/ΕΑΜ/159024/110616/3019
Ημ/νία Έκδοσης 03/04/2019
Απάντηση σ Ακριβές Αντίγραφο ο ΥΠΠΟΑ/ΓΔΑΠΚ/ΕΑΜ/159024/110616/3019

03/04/2019 12:09:59
Ψηφιακά υπογεγραμμένο από ΧΡΥΣΤΑΛΛΑ ΓΙΑΝΝΑΠΠΗ

National Archaeological Museum
Department of Sculpture Collection
1 Tositsa Street, Athens 10682, Gre...
Tel. 0030 213 214 4831
Fax 0030 210 8213573
Information: E. Leka

Prot. No. 3019
To: Erhan Aydogdu

SUBJETC: Study date in the National Archaeological Museum

Dear Sir,
In reply to your e-mail message, dated 28/3/2019, we would like to inform you that the study on the plaster cast of the Anavyssos Kouros as well as the shooting (with flashlight, without tripod) of the marble sculptures Γ 2720, Γ 3686 and Γ 4890 of the National Archaeological Museum can be conducted on May 6 from 9:00 to 15:00. Please proceed to the side entrance of the Museum at 1 Tositsa Street.

Sincerely yours,
Dr. Despina Ignatiadou

Head, Department of Sculpture Collection,
National Archaeological Museum

Ακριβές Αντίγραφο
Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο
ΓΙΑΝΝΑΠΠΗ ΧΡΥΣΤΑΛΛΑ

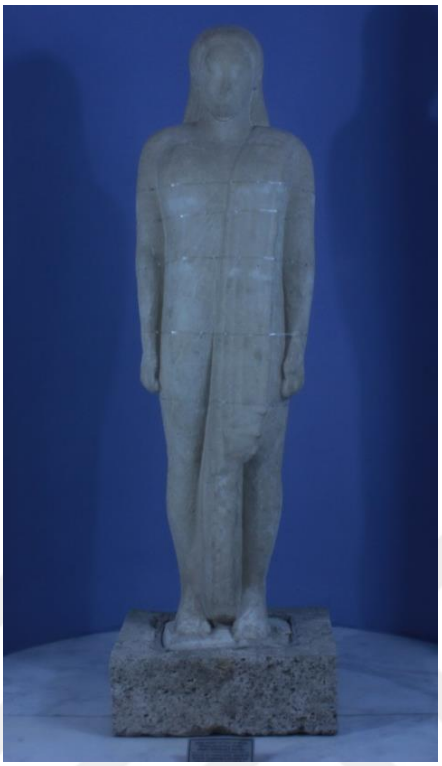
EK 170: Yontu 1/27/93, Kouros 1/21/03 ve Kouros 1/20/95



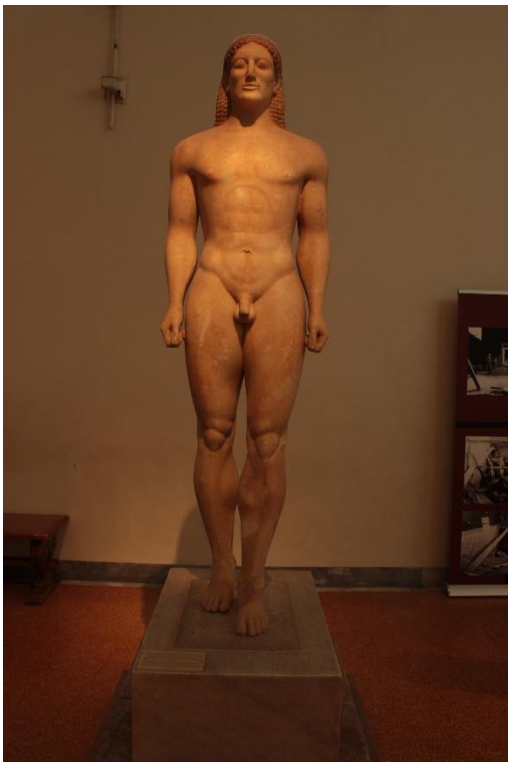
EK 171: Kouros 3504 (İzmir Tarih ve Sanat Müzesi)



EK 172: Kouros 19 (Bergama Müzesi)



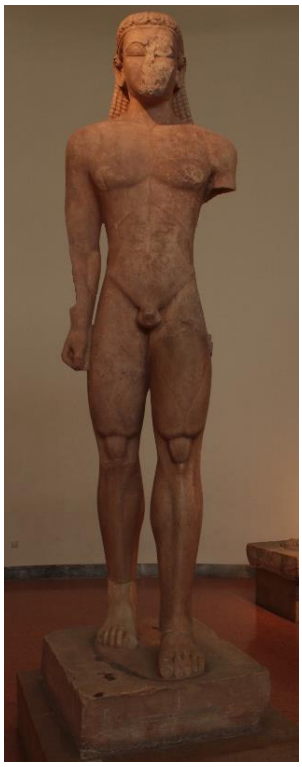
EK 173: Anavysos Kouros (Kouros 3851, Atina Milli Müzesi)



EK 174: Anavysos Kouros Döküm Kopyası (Atina Milli Müzesi)



EK 175: Sunion Kouros (Kouros 2720, Atina Milli Müzesi)



EK 176: Kouros 3686 (Atina Milli Müzesi)



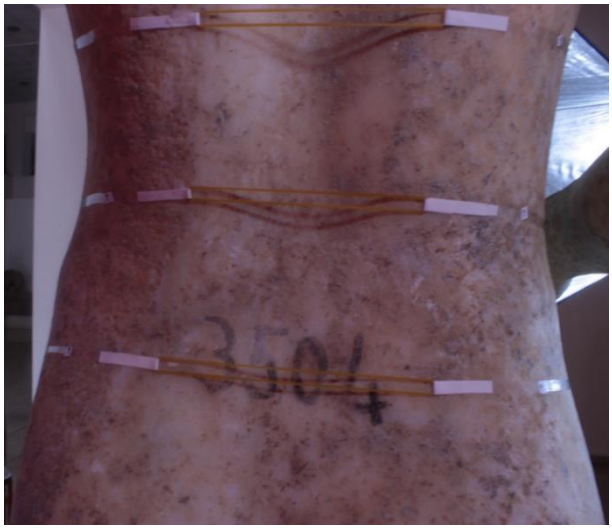
EK 177: Kouros 4890 (Atina Milli Müzesi)



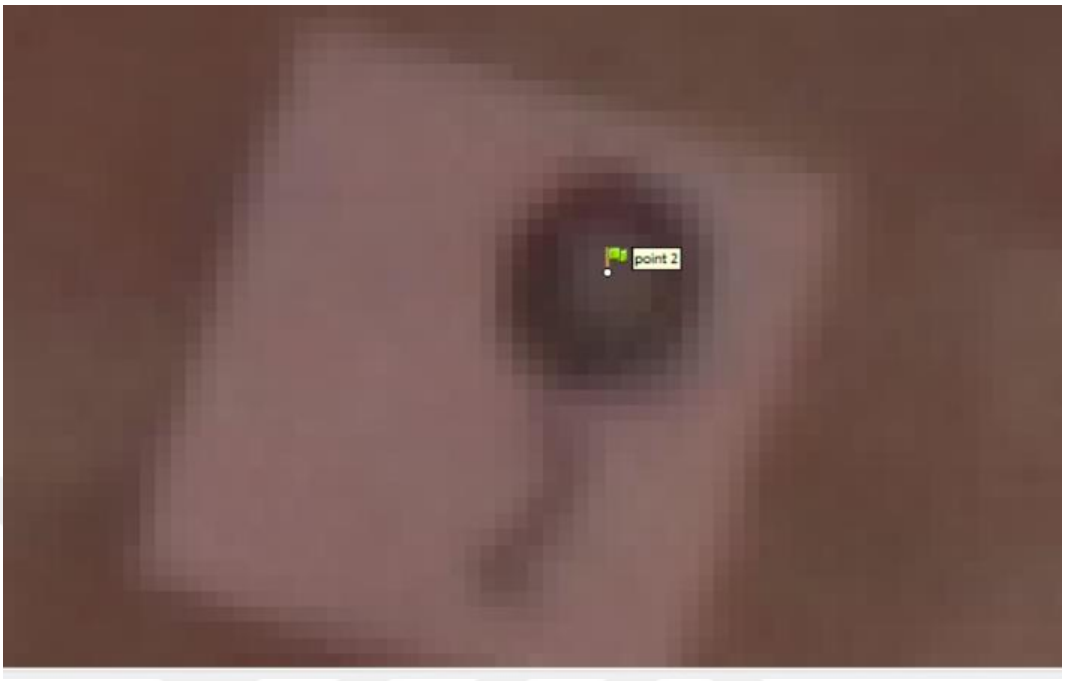
EK 178: Kouros 1/20/95 Fotoğraf Çekimi (Şaryo Kullanımı)



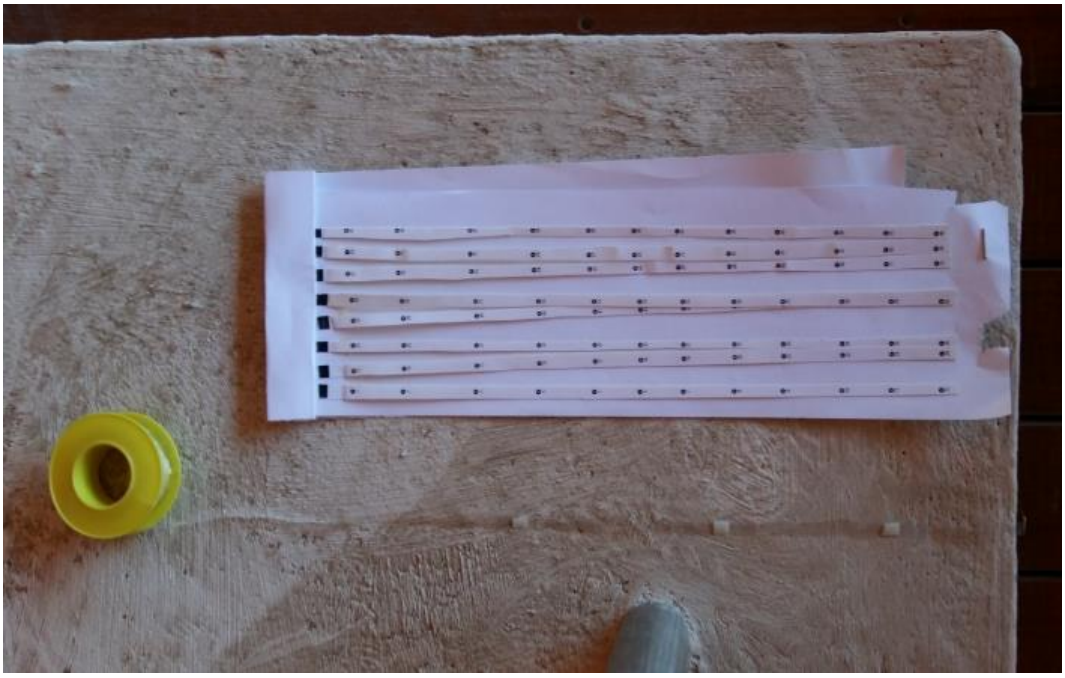
EK 179: Kouros 3504 Üzerinde Şeffaf Şerit Uygulaması



EK 180: Hedef Nokta ve İşaretçi (Marker)



EK 181: Hedef Noktalar ve Şeffaf Şerit



EK 182: Kouros 1/20/95 Üzerinde Hedef Nokta Uygulaması



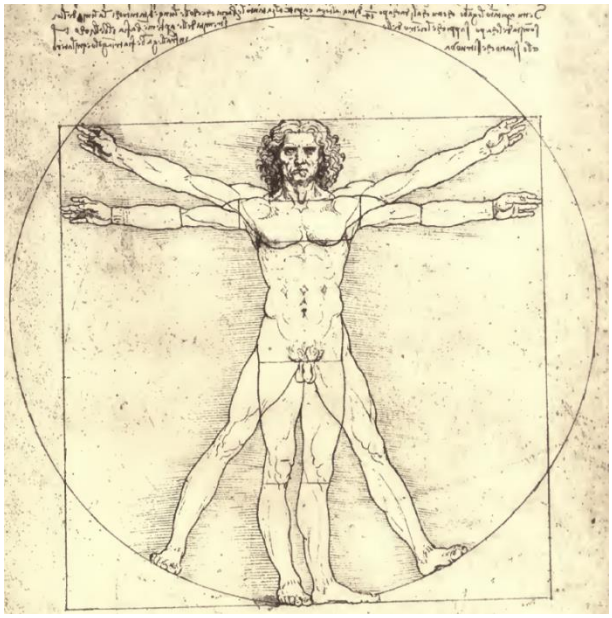
EK 183: Ortam Işıklandırması (Kouros 19, Bergama Müzesi)



EK 184: Fotoğraf Çekimi (Kouros 1/20/95, Efes Müzesi)

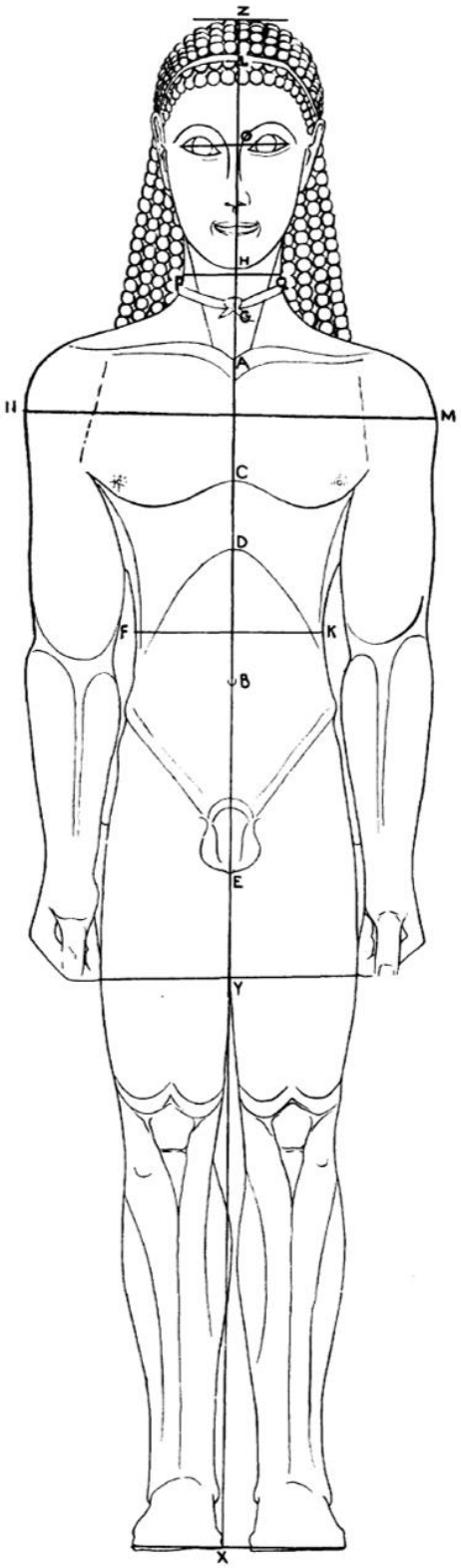


EK 185: Vitruvius Adamı



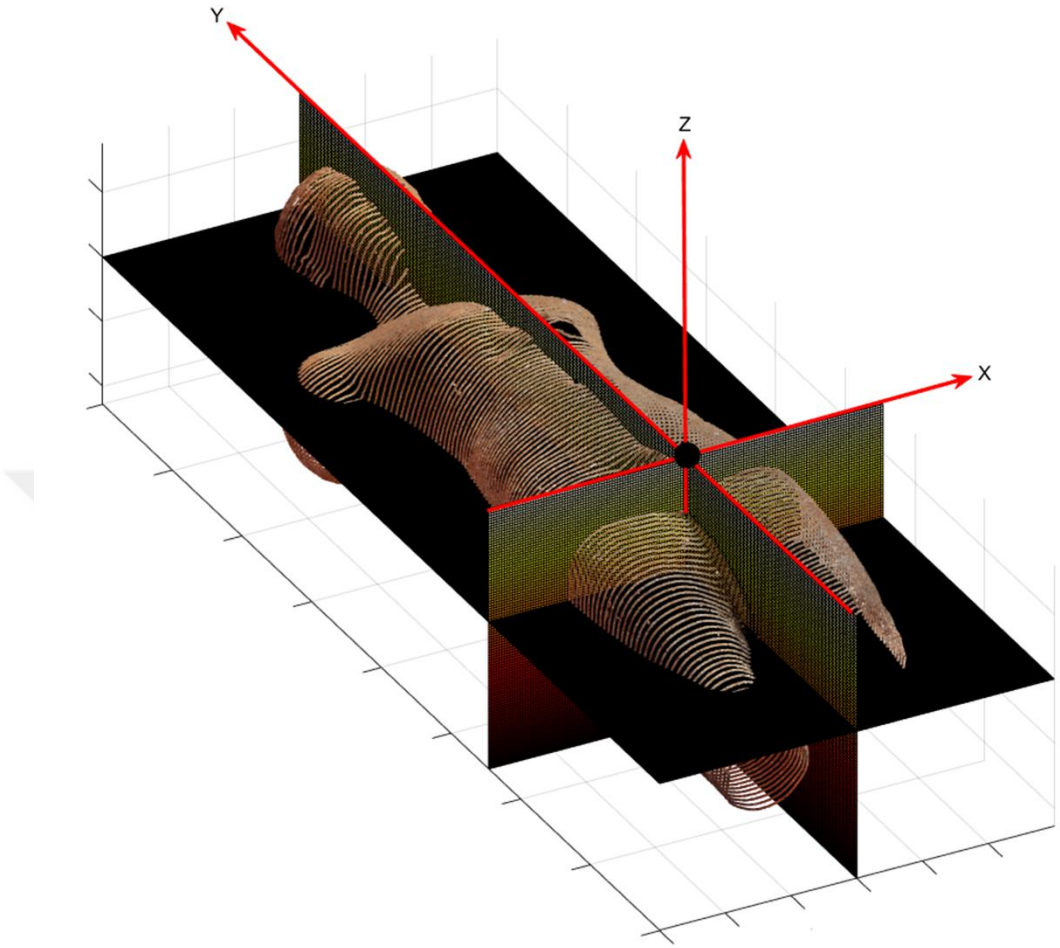
Kaynak: J. P. Richter (Ed.), Leonardo da Vinci, s. 343, lev. XVIII.

EK 186: New York Kouros ve Simetri Ekseni



Kaynak: Richter ve Richter, res. 41.

EK 187: Heykel Koordinat Sistemi



EK 188: Agisoft PhotoScan Yazılımından Dışa Aktarılan .txt Dosya Örneği

x	y	z	r	g	b
-0.085688	-0.715844	-0.035195	106	90	79
-0.093494	-0.716217	-0.035104	86	33	27
-0.088561	-0.715913	-0.034437	86	38	28
-0.094377	-0.717157	-0.034890	84	31	24
-0.093320	-0.716669	-0.034952	85	32	26
-0.088371	-0.716668	-0.034126	84	32	26
-0.126387	-0.640919	-0.028969	112	68	50
-0.126326	-0.647698	-0.031458	105	63	48
-0.126328	-0.652799	-0.034280	87	51	43
-0.126166	-0.643054	-0.028789	123	91	82
-0.126119	-0.650147	-0.031732	99	68	59
-0.126552	-0.645410	-0.031641	108	78	68
-0.126900	-0.638478	-0.028680	115	62	46
-0.126742	-0.643263	-0.031209	105	68	56
-0.127118	-0.645151	-0.033610	117	59	38
-0.126516	-0.650497	-0.033699	88	47	35
-0.127114	-0.640668	-0.031084	103	64	48
-0.127068	-0.647761	-0.034026	92	55	43

EK 189: MATLAB Kod Dizisi 1: Modeli İçe Aktarma

Kod Dizisi

```
%İşlem 1
clc; clear; close;
%İşlem 2
data = load('EFES1.20.95.txt');
%İşlem 3
x=data(:,1); x=x(:);
y=data(:,2); y=y(:);
z=data(:,3);z=z(:);
r=data(:,4)/255;r=r(:);
g=data(:,5)/255;g=g(:);
b=data(:,6)/255;b=b(:);
%İşlem 4
MEFES12095=[x,y,z,r,g,b];
%İşlem 5
HEFES12095=sortrows(MEFES12095,2);
%İşlem 6
dlmwrite('H.EFES1.20.95.txt',HEFES12095,'precision',8,'delimiter',' ');
```

Kod Dizisinin İşleyişi

İşlem 1: Kodların çalıştırılmasına geçilmeden önce, genel olarak etkileyici unsurların temizlenmesi, var ise açık kalan grafiklerin kapatılması sağlanır.

İşlem 2: Heykelin yoğun nokta bulutu modeli (EFES1.20.95.txt) içe aktarılır ve "data" isimli bir matris olarak işlem görmek üzere hazırlanır.

İşlem 3: "data" isimli matris altı sütundan oluşmaktadır. noktanın üç boyutlu uzayda koordinatları (*x*, *y*, *z*) üçlüsüdür. Noktanın rengini tanımlayan (*r*, *g*, *b*) üçlüsü, Agisoft PhotoScan yazılımında 0 ile 255 arasında tam sayı değerleriyle tanımlıdır. MATLAB yazılımı renk değerlerini 0 ile 1 aralığında işleme almaktadır. Bu nedenle renk değerlerinin 0 ile 1 aralığındaki değerlere dönüştütülmesi gerekmektedir. Bu dönüşüm için nokta bulutu model matrisi olan "data" isimli matriste dördüncü, beşinci ve altıncı sütundaki değerler 255 ile bölünür.

İşlem 4: Korunan (*x*, *y*, *z*) üçlüleri ve yenilenmiş (*r*, *g*, *b*) renk değerleri, yeni bir matris olarak ve yeni matris adı MEFES12095 olarak tanımlanır.

İşlem 5: "MEFES12095" adlı matrisin tüm satırları, ikinci sütunda bulunan *y* değerlerine göre küçükten büyüğe doğru sıralanır ve elde edilen matrisin adı "HEFES12095" olarak tanımlanır.

İşlem 6: "HEFES12095" isimli matris, sütunlarda yer alan değerler arasında birer karakter boşluk bırakarak ve her sayıyı sekiz hane kesinlik düzeyinde ifade ederek *.txt* dosya formatında, dosya ismi "H.EFES1.20.95" olacak şekilde ana çalışma dosyasına (folder) kaydedilir.

EK 190: MATLAB Kod Dizisi 2: Modeli Görüntüleme

Kod Dizisi

```
%İşlem 1
clc; clear; close;
%İşlem 2
H=load('H.EFES1.20.95.txt');
%İşlem 3
sz=1;
scatter3(H(:,1),H(:,2),H(:,3),sz,[H(:,4) H(:,5) H(:,6)]);
%İşlem 4
xlabel('x ekseni','FontSize',10,'FontWeight','bold', 'FontName', '\fontname{Arial}
text','Color','k')
ylabel('y ekseni','FontSize',10,'FontWeight','bold', 'FontName', '\fontname{Arial}
text','Color','k')
zlabel('z ekseni','FontSize',10,'FontWeight','bold', 'FontName', '\fontname{Arial}
text','Color','k')
axis equal
```

Kod Dizisinin İşleyişi

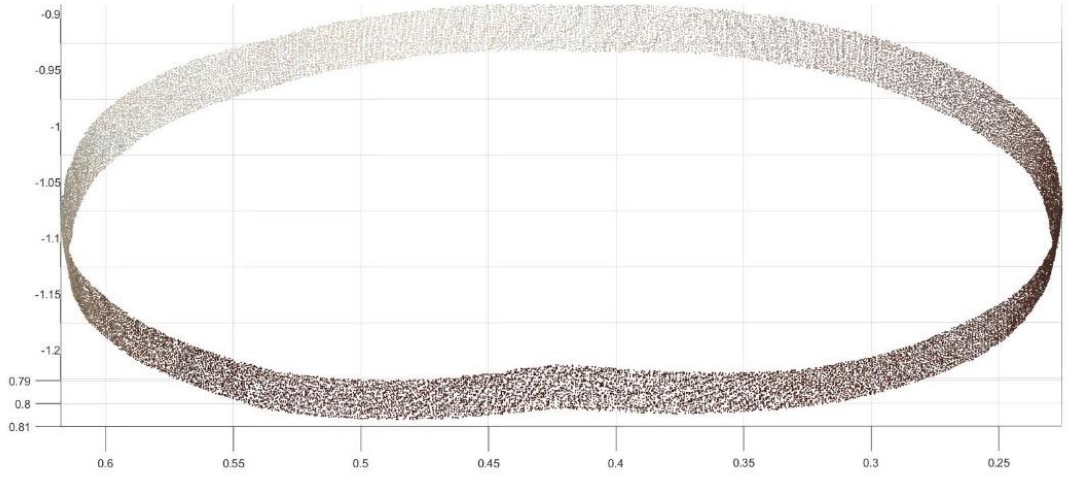
İşlem 1: Kodların çalıştırılmasına geçilmeden önce, genel olarak etkileyici unsurların temizlenmesi, var ise açık kalan grafiklerin kapatılması sağlanır.

İşlem 2: Heykelin y değerlerine göre sıralı ve renk değerleri dönüştürülmüş yoğun nokta bulutu modeli "H.EFES1.20.95.txt" dosyası girdi olarak yüklenir ve görüntüleme kodları yazılırken notasyonda kolaylık sağlaması bakımından matrisin adı "H" olarak tanımlanır.

İşlem 3: Nokta bulutundaki her bir noktanın boyutu ayarlanarak (sz=1), üç boyutlu nokta çizdirme fonksiyonu ile noktaların tümünün görüntülenmesi sağlanır.

İşlem 4: *x*, *y* ve *z* eksenlerinin etiketleri, punto ölçüsü, yazı stili ayarlanır ve ölçekli olarak görüntülenmesi sağlanır.

EK 191: Transversal Kesit Üç Boyutlu Görünümü



EK 192: MATLAB Kod Dizisi 3: Modeli Transversal Kesitlere Bölme

Kod Dizisi

```
%İşlem 1
clc; clear; close;

%İşlem 2
H=load ('H.EFES1.20.95.txt');

%İşlem 3
dy=0.01; %Ardışık İki Kesit Arası Uzaklık
dt=0.0004; %Kesit Kalınlığının Yarısı
maxH=max(H(:,2)); %Modelin En Büyük Yükseklik Değeri (R için)
minH=min(H(:,2)); %Modelin En Küçük Yükseklik Değeri (R için)
R=[-0.68:dy:0.77];%Çalışma Aralığının dy Aralıklarla Parçalanması
lengthR=length(R);%Çalışma Aralığının Eleman Sayısı (İşlem 4 için)

%İşlem 4
k=1; n=0;
for i=1:lengthR;
    T=H(find(R(i)-dt<=H(:,2)& H(:,2)<=R(i)+dt),:);%i Sayılı Kesit;
    J(i)=length(T); %i Sayılı Kesiti Oluşturan Satır Sayısı
    m=length(T)+n; %i Ssyılı Kesitte En Son Satırın Numarası
    S(k:m,:)=T; %i Sayılı Kesiti Oluşturan Noktaların Listesi
    k=m+1; %i+1 Sayılı Kesitin İlk Satır Numarasına Hazırlık
    n=m; %i+1 Sayılı Kesitin Son Satır Numarasına Hazırlık
end

%İşlem 5
save S; save J;
```

Kod Dizisinin İşleyişi

İşlem 1: Kodların çalıştırılmasına geçilmeden önce, genel olarak etkileyici unsurların temizlenmesi, var ise açık kalan grafiklerin kapatılması sağlanır.

İşlem 2: Heykelin y değerlerine göre sıralı ve renk değerleri dönüştürülmüş yoğun nokta bulutu modeli "H.EFES1.20.95.txt" dosyası yüklenir ve görüntüleme kodları yazılırken notasyonda kolaylık sağlaması bakımından matrisin adı "H" olarak tanımlanır.

İşlem 3: Kesitlerin oluşturulması için gereken parametrelerin seçilmesi sağlanır.

İşlem 4: Heykel *y* ekseninde, aralarında *dy* kadar mesafe olan kesitlere ayrılacaktır. *R*'nin eleman sayısı kadar kesit ortaya çıkacaktır. *R*'nin her bir *i* değerine bir kesit karşılık gelmektedir. *R*'nin her bir *i* değeri için heykeli temsil eden ve y eksenine göre sıralanmış olan *H* dosyasına gider, *i* ile ifade edilen yükseklik değerinin *dt* fazlası ve *dt* eksiği satırları alıp getirir. Yani *2dt* kalınlığında kesitlere dönüştürür ve bu kesitlerin her birini ayrı ayrı alıp bir dosyada toplar. *J* matrisi *R*'nin her bir *i* değeri için oluşan kesiti tarif eden matrisin satır sayısını saklamaktadır. Transversal kesitler aşağıdan yukarıya doğru numaralanır. *S* matrisi ise heykelin tüm transversal kesitlerini, başka bir deyişle heykelin transversal kesitlere ayrılmış halini temsil eden matristir. İçerisinde *J*'de saklanan sayıların toplamı olan *sum(J)* kadar satır vardır. Böylece tek tek yükseklik değerleriyle uğraşmak yerine kesitlere doğrudan 1, 2, 3, ..., n sayılı kesite ulaşmayı sağlayacak fonksiyonu tanımlamak için gereken *S* ve *J* matrisleri hazırlanır.

İşlem 5: *S* ve *J* matrisleri, sonraki kullanımları için kaydedilir.

EK 193: MATLAB Kod Dizisi 4: Transversal Kesit Fonksiyonu

Kod Dizisi

```
%İşlem 1
clc; clear; close;
%İşlem 2
function F=TRANSVERSAL(X);
load S.mat;
load J.mat;
if X==1;
F=S(1:J(1),:);
else a=sum(J(1:X-1)); b=sum(J(1:X)); F=S(a+1:b,:);
end
F;
sz=1;
scatter3(F(:,1),F(:,2),F(:,3),sz,[F(:,4) F(:,5) F(:,6)]);
xlabel('x ekseni','FontSize',10,'FontWeight','bold','FontName','\fontname{Arial}
text','Color','k')
ylabel('y ekseni','FontSize',10,'FontWeight','bold', 'FontName','\fontname{Arial}
text','Color','k')
zlabel('z ekseni','FontSize',10,'FontWeight','bold', 'FontName','\fontname{Arial}
text','Color','k')
axis equal
end
```

Kod Dizisinin İşleyişi

İşlem 1: Kodların çalıştırılmasına geçilmeden önce, genel olarak etkileyici unsurların temizlenmesi, var ise açık kalan grafiklerin kapatılması sağlanır.

İşlem 2: Herhangi bir *i* değerine karşılık gelen kesitteki satır sayısı belirlidir. Bu sayılar *i* değerlerine karşılık *J(i)* olarak tutulmuştur. *J(i)* de yer alan bilgilerle indekslenmiş olarak, her bir kesitteki noktalar *S*'de düzenli olarak tutulmaktadır. Bu sayede, *S* içerisinden *i* sayılı kesitin karşılığı olan satırlar çekilip geçici olarak *F* matrisi oluşturulur. *i* sayılı kesit artık *F*'de tutulan noktalardan oluşur. *F*'deki noktaların grafiğinin oluşturulur. *TRANSVERSAL (X)* fonsiyonu, *X* sayılı transversal kesiti oluşturan noktaların bilgilerine ve grafiğine istenilen anda ulaşılabilmesini sağlamaktadır. Bu fonksiyonun çalışabilmesi için *S* ve *J* matrislerinin önceden oluşturulmuş ve hazır durumda olması gerekmektedir.

EK 194: MATLAB Kod Dizisi 5: Transversal Kesit Görüntüleme

Kod Dizisi

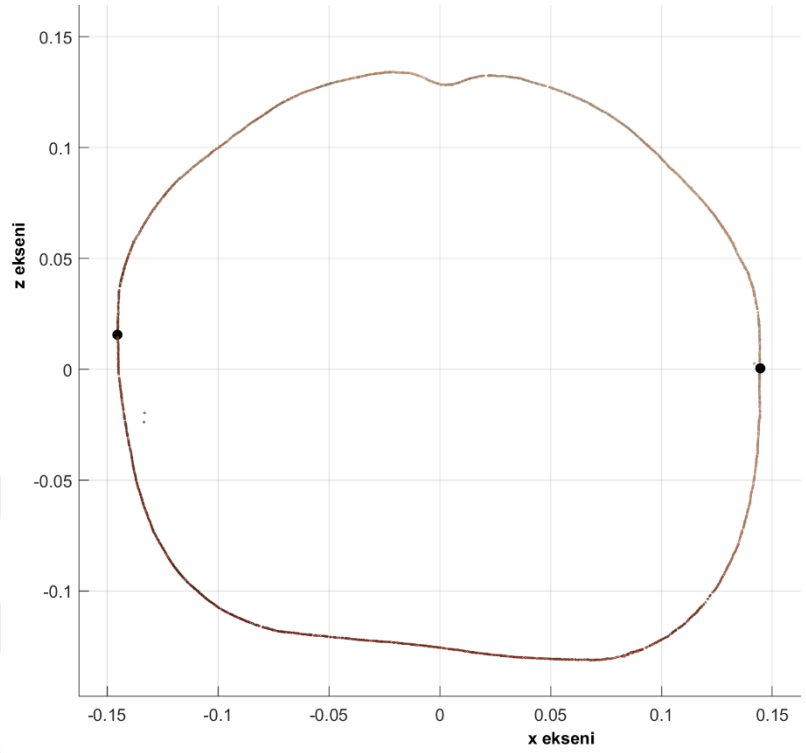
```
%İşlem 1
clc; clear; close;
%İşlem 2
for X=1:15;
TRANSVERSAL(X);
hold on;
end
%İşlem 3
xlabel('x ekseni','FontSize',10,'FontWeight','bold', 'FontName', '\fontname{Arial}
text','Color','k')
ylabel('y ekseni','FontSize',10,'FontWeight','bold', 'FontName', '\fontname{Arial}
text','Color','k')
zlabel('z ekseni','FontSize',10,'FontWeight','bold', 'FontName', '\fontname{Arial}
text','Color','k')
axis equal
```

Kod Dizisinin İşleyişi

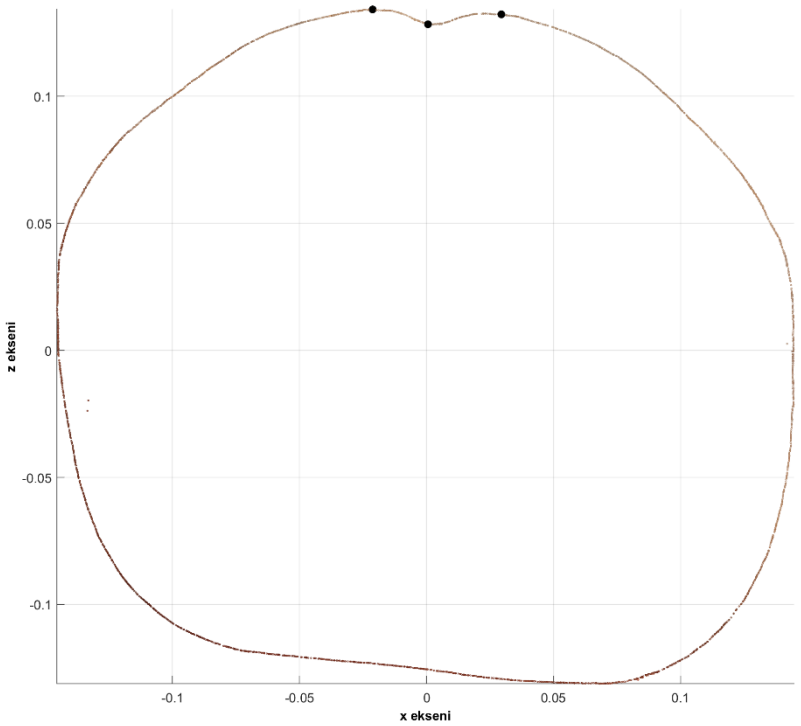
İşlem 1: Kodların çalıştırılmasına geçilmeden önce, genel olarak etkileyici unsurların temizlenmesi, var ise açık kalan grafiklerin kapatılması sağlanır.

İşlem 2: Döngüde *X* değişkeni, heykelin transversal kesit sayısına eşit tamsayıdan küçük veya eşit pozitif ardışık iki tamsayı aralığında bulunan tamsayılara karşılık gelen transversal kesitlere ulaşılmasını sağlar. Seçilen *X* tamsayı kümesini girdi kabul eden *TRANSVERSAL (X)* fonsiyonu çalıştırılır. Seçilen *X* değerlerine karşılık gelen transversal kesitler, *X* ile yapılan seçime uygun olarak grup halinde ya da tek başına görüntülenir.

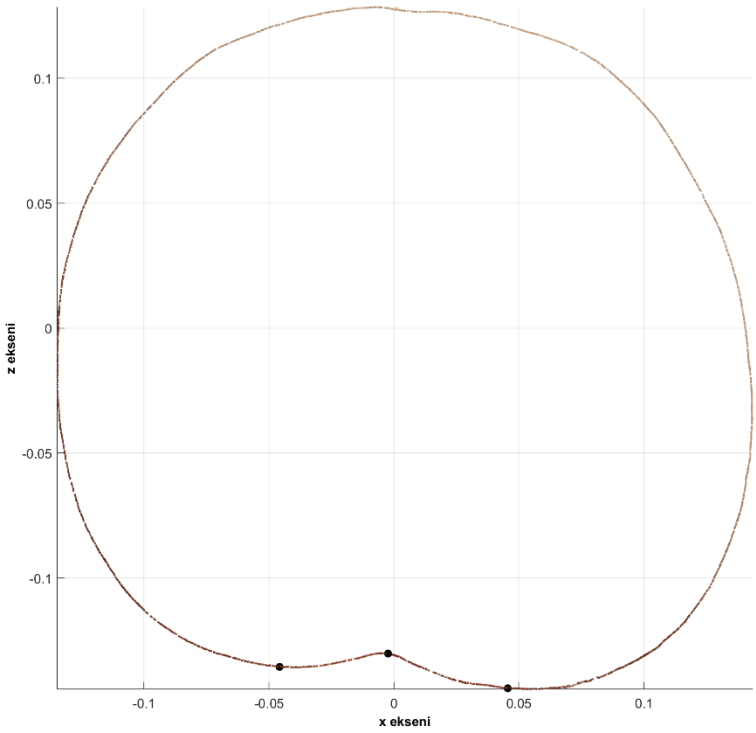
EK 195: Transversal Kesit ve Lateral Sınır Noktaları (Kouros 1/20/95)



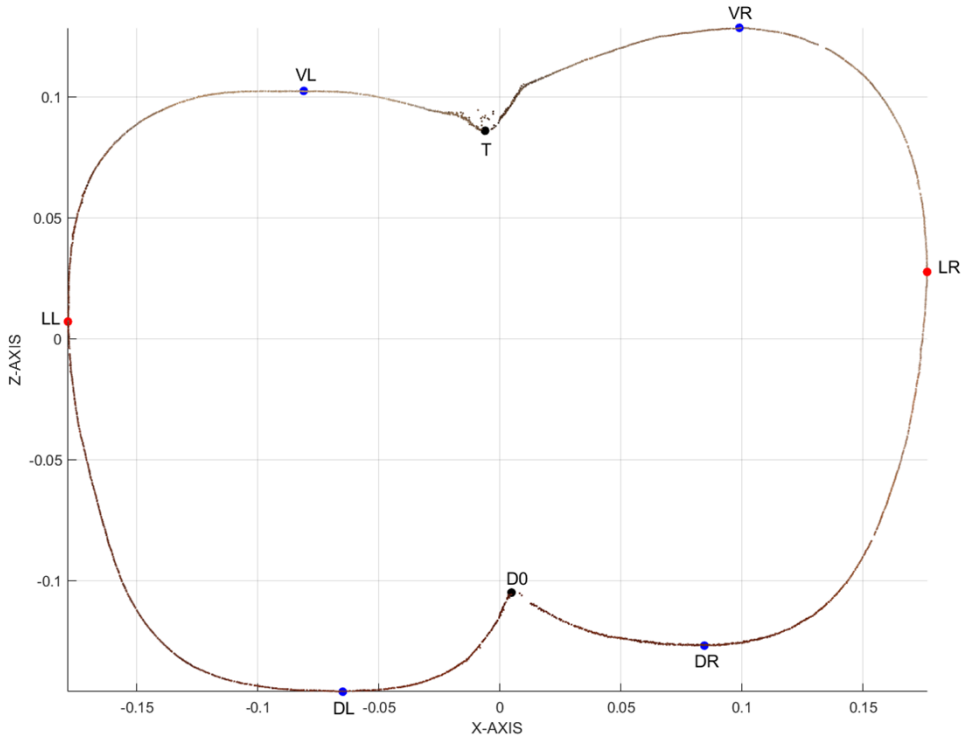
EK 196: Transversal Kesit ve Ventral Sınır Noktaları (Kouros 1/20/95)



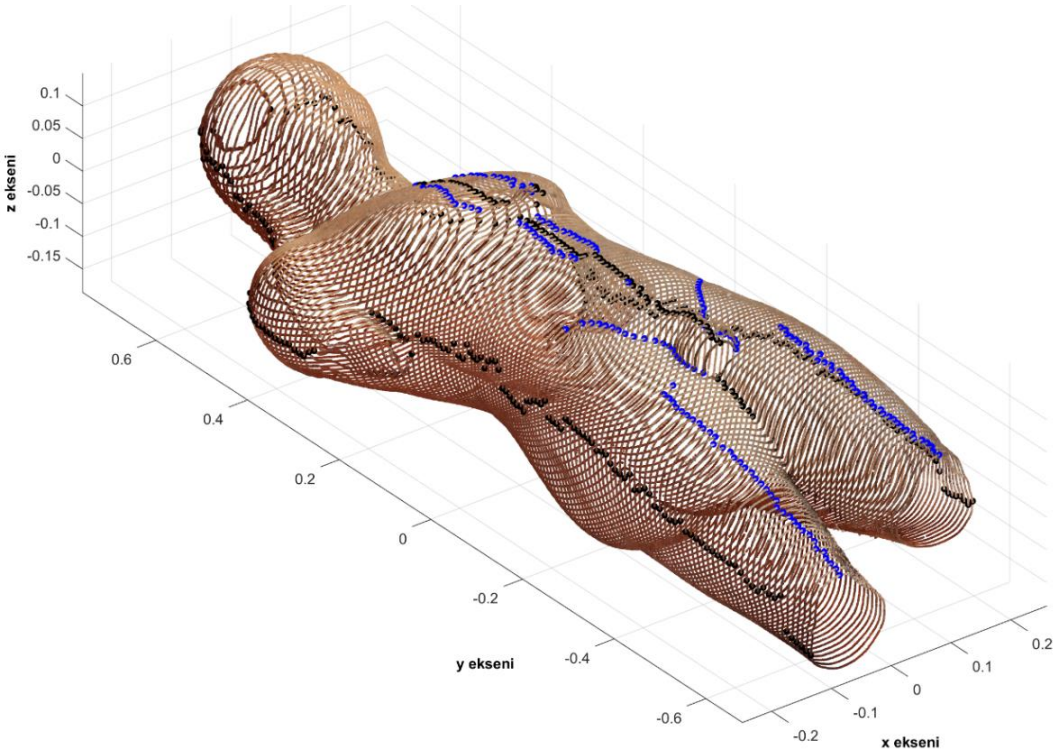
EK 197: Transversal Kesit ve Dorsal Sınır Noktaları (Kouros 1/20/95)



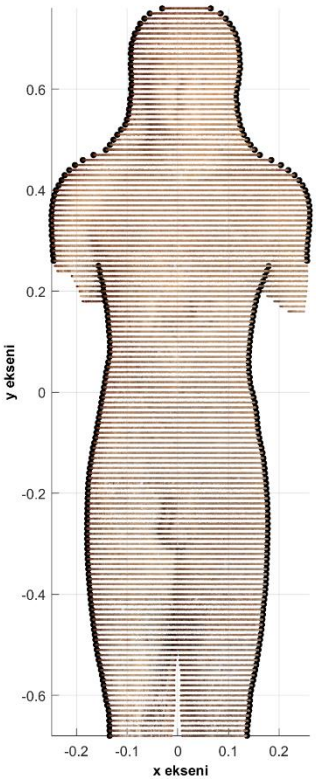
EK 198: Transversal Kesit ve Sınır Noktaları (Kouros 1/20/95)



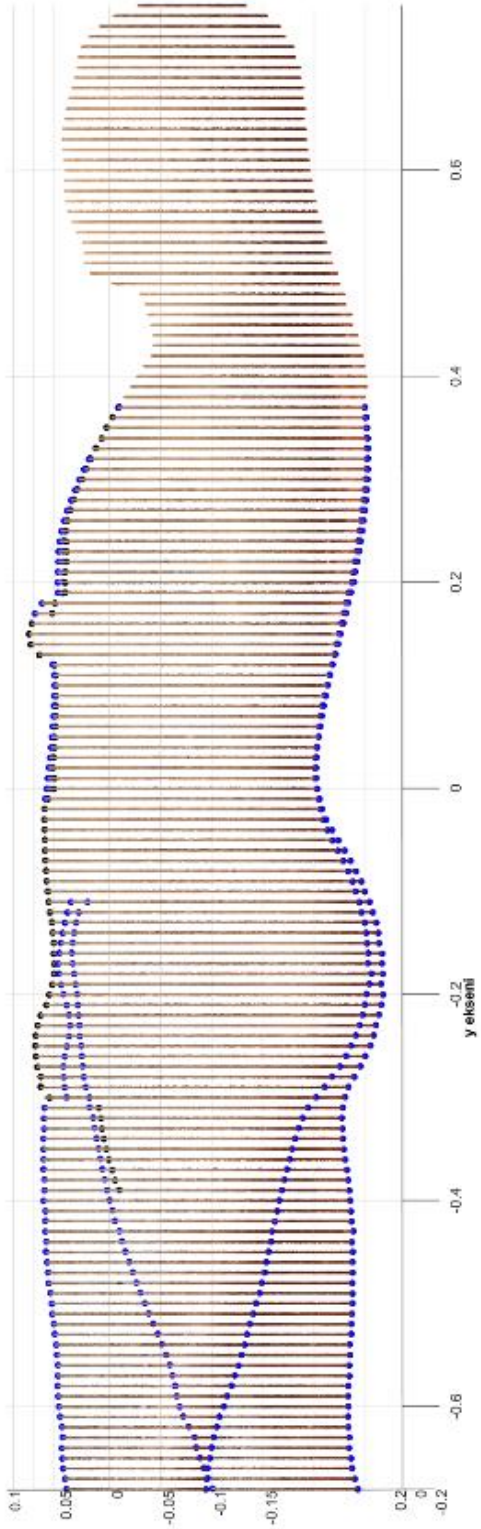
EK 199: Transversal Kesitler ve Sınır Noktaları (Kouros 1/20/95)



EK 200: Lateral Sınır Noktaları (Kouros 1/20/95)



EK 201: Ventral ve Dorsal Sınır Noktaları (Kouros 1/20/95)



EK 202: MATLAB Kod Dizisi 6: Orantı Testi (Sayfa 1)

Kod Dizisi ve İşleyişi

```
%İşlem 1
clc; clear; close;

%İşlem 2
%Test Edilecek Merkez Nokta Seçiniz;
T=[-0.005921 -0.31 0.08622];
CENTER=T;

%İşlem 3
%Test Edilecek Boy Uzunluğu Seçiniz;
FL=[-0.178815 -0.270169 0.018583];
FR=[ 0.177634 -0.27011 0.041056];
M0=(FR(1,1)-FL(1,1))*6

%İşlem 4
%Boy Uzunluğunu Bölecek Tam Sayı Seçiniz;
K1=3

%İşlem 5
%Modül Karenin Kaç Alt Kareye Bölüneceğini Seçiniz;
K2=8

%İşlem 6
%Heykele Ait Yoğun Nokta Bulutu Yüklensin ve Çizilsin
load 'H.txt'; sz=1; scatter3(H(:,1),H(:,2),H(:,3),sz,[H(:,4) H(:,5) H(:,6)])

%İşlem 7
%Sınırlar Yüklensin ve Çizilsin
load LL.mat; scatter3(LL(:,1),LL(:,2),LL(:,3),'.','k'); hold on
load LR.mat; scatter3(LR(:,1),LR(:,2),LR(:,3),'.','k'); hold on

%İşlem 8
%Referans Noktalar Çizilsin
Ht=[0.01481 0.767117 -0.000187];dxht=0.01; dyht=0.02; dzht=0;
scatter3(Ht(1,1),Ht(1,2),Ht(1,3),'O','k','filled')
text(Ht(1,1)+dxht,Ht(1,2)+dyht,Ht(1,3)+dzht,'Ht','Color', 'k','FontSize',
10,'FontWeight','normal', 'FontName','\fontname{Arial} text','Color','k')
hold on

Hl=[0.014375 0.70035 0.103587];dxhl=0.01; dyhl=-0.02; dzhl=0.02;
scatter3(Hl(1,1),Hl(1,2),Hl(1,3)+0.0025,'O','k','filled')
text(Hl(1,1)+dxhl,Hl(1,2)+dyhl,Hl(1,3)+dzhl,'Hl','Color', 'k','FontSize',
10,'FontWeight','normal', 'FontName','\fontname{Arial} text','Color','k')
hold on

C=[0.015741 0.500291 0.091434];dxc=0.01; dyc=-0.02; dzc=0;
scatter3(C(1,1),C(1,2),C(1,3),'O','k','filled')
text(C(1,1)+dxc,C(1,2)+dyc,C(1,3)+dzc,'C','Color', 'k','FontSize',
10,'FontWeight','normal', 'FontName','\fontname{Arial} text','Color','k')
hold on

Sn=[0.01488 0.408078 0.04];dxsn=0.01; dysn=-0.02; dzsn=0.04;
scatter3(Sn(1,1),Sn(1,2),Sn(1,3),'O','k','filled')
text(Sn(1,1)+dxsn,Sn(1,2)+dysn,Sn(1,3)+dzsn,'Sn','Color', 'k','FontSize',
10,'FontWeight','normal', 'FontName','\fontname{Arial} text','Color','k')
hold on

SL=[-0.249018 0.350123 -0.061593];dxsl=-0.05; dysl=-0.02; dzsl=0;
scatter3(SL(1,1),SL(1,2),SL(1,3),'O','k','filled')
text(SL(1,1)+dxsl,SL(1,2)+dysl,SL(1,3)+dzsl,'SL','Color', 'k','FontSize',
10,'FontWeight','normal', 'FontName','\fontname{Arial} text','Color','k')
hold on

SR=[ 0.260379 0.350122 -0.092617];dxsr=0.01; dysr=-0.02; dzsr=-0.005;
scatter3(SR(1,1),SR(1,2),SR(1,3),'O','k','filled')
text(SR(1,1)+dxsr,SR(1,2)+dysr,SR(1,3)+dzsr,'SR','Color', 'k','FontSize',
10,'FontWeight','normal', 'FontName','\fontname{Arial} text','Color','k')
hold on
```

EK 203: MATLAB Kod Dizisi 6: Orantı Testi (Sayfa 2)

```
TL=[-0.179082 0.306 0.005036];dxtl=-0.04; dytl=-0.02; dztl=0;
scatter3(TL(1,1),TL(1,2),TL(1,3),'O','k','filled')
text(TL(1,1)+dxtl,TL(1,2)+dytl,TL(1,3)+dztl,'TL','Color', 'k','FontSize',
10,'FontWeight','normal', 'FontName','\fontname{Arial} text','Color','k')
hold on

TR=[0.1970000 0.306 -0.02];dxtr=0.01; dytr=-0.02; dztr=0;
scatter3(TR(1,1),TR(1,2),TR(1,3),'O','k','filled')
text(TR(1,1)+dxtr,TR(1,2)+dytr,TR(1,3)+dztr,'TR','Color', 'k','FontSize',
10,'FontWeight','normal', 'FontName','\fontname{Arial} text','Color','k')
hold on

T0=[0.012589 0.228390189949372 0.115406];dxt0=0.01; dyt0=-0.02; dzt0=0.01;
scatter3(T0(1,1),T0(1,2),T0(1,3)+0.0025,'O','k','filled')
text(T0(1,1)+dxt0,T0(1,2)+dyt0,T0(1,3)+dzt0,'T0','Color', 'k','FontSize',
10,'FontWeight','normal', 'FontName','\fontname{Arial} text','Color','k')
hold on

WL=[-0.134091 0.079777 0];dxwl=-0.05; dywl=-0.02; dzwl=0;
scatter3(WL(1,1),WL(1,2),WL(1,3),'O','k','filled')
text(WL(1,1)+dxwl,WL(1,2)+dywl,WL(1,3)+dzwl,'WL','Color', 'k','FontSize',
10,'FontWeight','normal', 'FontName','\fontname{Arial} text','Color','k')
hold on

WR=[0.140652 0.080254 -0.023416];dxwr=0.01; dywr=-0.02; dzwr=0;
scatter3(WR(1,1),WR(1,2),WR(1,3),'O','k','filled')
text(WR(1,1)+dxwr,WR(1,2)+dywr,WR(1,3)+dzwr,'WR','Color', 'k','FontSize',
10,'FontWeight','normal', 'FontName','\fontname{Arial} text','Color','k')
hold on

N=[0.003278 0.003960 0.1282];dxn=0; dyn=-0.02; dzn=0.02;
scatter3(N(1,1),N(1,2),N(1,3)+0.0025,'O','k','filled')
text(N(1,1)+dxn,N(1,2)+dyn,N(1,3)+dzn,'N','Color', 'k','FontSize',
10,'FontWeight','normal', 'FontName','\fontname{Arial} text','Color','k')
hold on

T=[-0.0005905000000000077 -0.31 0.08622];dxt=-0.03; dyt=-0.03; dzt=0.05;
scatter3(T(1,1),T(1,2),T(1,3)+0.01,'O','k','filled')
text(T(1,1)+dxt,T(1,2)+dyt,T(1,3)+dzt,'T','Color', 'k','FontSize',
11,'FontWeight','normal', 'FontName','\fontname{Arial} text','Color','k')
hold on

FL=[-0.178815 -0.270169 0.018583];dxfl=-0.04; dyfl=-0.02; dzfl=0;
scatter3(FL(1,1),FL(1,2),FL(1,3),'O','k','filled')
text(FL(1,1)+dxfl,FL(1,2)+dyfl,FL(1,3)+dzfl,'FL','Color', 'k','FontSize',
10,'FontWeight','normal', 'FontName','\fontname{Arial} text','Color','k')
hold on

FR=[0.177634 -0.27011 0.041056];dxfr=0.01; dyfr=-0.02; dzfr=0;
scatter3(FR(1,1),FR(1,2),FR(1,3),'O','k','filled')
text(FR(1,1)+dxfr,FR(1,2)+dyfr,FR(1,3)+dzfr,'FR','Color', 'k','FontSize',
10,'FontWeight','normal', 'FontName','\fontname{Arial} text','Color','k')
hold on

KLt=[-0.097082 -0.624159125 0.004141];dxklt=-0.05; dyklt=0.02; dzklt=0.02;
scatter3(KLt(1,1),KLt(1,2),KLt(1,3)+0.0025,'O','k','filled')
text(KLt(1,1)+dxklt,KLt(1,2)+dyklt,KLt(1,3)+dzklt,'KLt','Color', 'k','FontSize',
10,'FontWeight','normal', 'FontName','\fontname{Arial} text','Color','k')
hold on

KRt=[0.0786500 -0.624159125 0.112941];dxkrt=0.01; dykrt=0.02; dzkrt=0.02;
scatter3(KRt(1,1),KRt(1,2),KRt(1,3)+0.00135,'O','k','filled')
text(KRt(1,1)+dxkrt,KRt(1,2)+dykrt,KRt(1,3)+dzkrt,'KRt','Color', 'k','FontSize',
10,'FontWeight','normal', 'FontName','\fontname{Arial} text','Color','k')
hold on

%İşlem 9
%Parametreler Arası İlişkiler Düzenlensin
M1=M0/K1; M2=M1/K2;
```

EK 204: MATLAB Kod Dizisi 6: Orantı Testi (Sayfa 3)

```
%İşlem 10
%Ana Parçalanma Parametreleri
h=Ht(1,2)-(Ht(1,2)-CENTER(1,2))-M0/2; %Yatay Eksenlerin Başlayacağı Yükseklik
d=M1; %Yatay Eksenlerin Arası Uzaklık
e=0.14;%Grafiği z Ekseninde Sürükler
f=(FR(1,1)+FL(1,1))/2;%Grafiği x Ekseninde Sürükler;
g=h+d;%Grafiği y Ekseninde Sürükler;
Xv=linspace(-d+f,d+f,4000); %Yatay Eksenlerin Tanım Aralığı
Yv=linspace(-d*1+g,d*(K1-1)+g,16000); %Düşey Eksenlerin Tanım Aralığı

%İşlem 11
%Ana Parçalanma Yatay Eksenler Çizilsin
for i=1:(K1+1)
Y=0*Xv+h+(i-1)*d; X=Xv;Z=0*Xv+e; sz=4;scatter3(X,Y,Z,sz,'.','k')
hold on
end
hold on

%İşlem 12
%Ana Parçalanma Düşey Eksenler Çizilsin
for j=1:3
X=0*Yv+(j-2)*d+f; Y=Yv;Z=0*Yv+e; sz=4;scatter3(X,Y,Z,sz,'.','k')
hold on
end
hold on

%İşlem 13
%Alt Parçalanma Parametreleri
h=Ht(1,2)-(Ht(1,2)-CENTER(1,2))-M0/2; %Yatay Eksenlerin Başlayacağı Yükseklik
d=M2; %Yatay Eksenlerin Arası Uzaklık
e=0.139; %Grafiği z Ekseninde Sürükler
f=(FR(1,1)+FL(1,1))/2; %Grafiği x Ekseninde Sürükler;
g=h+d; %Grafiği y Ekseninde Sürükler;
Xv=linspace(-d*(K2-0.5)+f,d*(K2-0.5)+f,4000); %Yatay Eksenlerin Tanım Aralığı
Yv=linspace(-d*1+g,d*(K1*K2-1)+g,16000); %Düşey Eksenlerin Tanım Aralığı

%İşlem 14
%Alt Parçalanma Yatay Eksenleri Çizilsin
for i=1:(K1*K2+1)
Y=0*Xv+h+(i-1)*d; X=Xv;Z=0*Xv+e; sz=1;scatter3(X,Y,Z,sz,'.','r')
hold on
end
hold on

%İşlem 15
%Alt Parçalanma Düşey Eksenleri Çizilsin
for j=1:(2*K2+1)
X=0*Yv+(j-(K2+1))*d+f; Y=Yv;Z=0*Yv+e; sz=1;scatter3(X,Y,Z,sz,'.','r')
hold on
end
hold on

%İşlem 16
%x,y ve z Eksenlerinin Etiketleri Yazılsın
xlabel('x ekseni','FontSize',10,'FontWeight','bold', 'FontName', '\fontname{Arial}
text','Color','k')
ylabel('y ekseni','FontSize',10,'FontWeight','bold', 'FontName', '\fontname{Arial}
text','Color','k')
zlabel('z ekseni','FontSize',10,'FontWeight','bold', 'FontName', '\fontname{Arial}
text','Color','k')
axis equal
```

EK 205: MATLAB Kod Dizisi 7: Üç Noktadan Geçen Çember

Kod Dizisi

```
function CNTRADIUS=POINTS(X1,Y1,X2,Y2,X3,Y3);
FC=[2*(X2-X1) 2*(Y2-Y1);2*(X3-X1) 2*(Y3-Y1)];
KFC=[X2^2+Y2^2-X1^2-Y1^2;X3^2+Y3^2-X1^2-Y1^2];
CNTR=inv(FC)*KFC;
RADIUS=sqrt((X1-CNTR(1))^2+(Y1-CNTR(2))^2);
CNTRADIUS=[CNTR(1),CNTR(2),RADIUS];
end
```

Kod Dizisinin İşleyişi

Bu fonksiyon, koordinatları bilinen üç nokta $P_1(x_1, y_1)$, $P_2(x_2, y_2)$ ve $P_3(x_3, y_3)$ iken bu noktaların x ve y koordinatlarını girdi olarak alıp bu noktalardan geçen çemberin merkezinin x koordinatlarını ve yarıçapını çıktı olarak vermektedir.

EK 206: MATLAB Kod Dizisi 8: Sınıra Uyan Çemberin Tespiti (Sayfa 1)

Kod Dizisi

```
%İşlem 1
clc;clear;close;clear all;
load LL.mat;

%İşlem 2
Seviye1=6;
Seviye2=77;
n=Seviye2;
S=0;
for i=Seviye1:n-2
    for j=i+1:(n-1)
         for k=j+1:n
             A(k-j+S,1:6)=[LL(i,1) LL(i,2) LL(j,1) LL(j,2) LL(k,1) LL(k,2)];
         end
         S=S+n-j;
    end
end

%İşlem 3
for i=1:length(A)
       C(i,1:3)=POINTS(A(i,1),A(i,2),A(i,3),A(i,4),A(i,5),A(i,6));
end

%İşlem 4
for j=1:length(C)
       for i=Seviye1:Seviye2
              %Sınır Noktalarının j İndeksli Çemberin Merkezine Uzaklıkları
              U1(j,i)=sqrt((LL(i,1)-C(j,1))^2+(LL(i,2)-C(j,2))^2);
              %j İndeksli Çemberin Yarıçapıyla Uzaklıkların Mutlak Farkı
              U2(j,i)=abs(U1(j,i)-C(j,3));
              %Mutlak Farkların Kareleri
              U3(j,i)= U2(j,i)^2;
       end
       %Mutlak Farklarının Ortalaması
       O1(j,:)=mean(U2(j,Seviye1:Seviye2));
       O2(j,:)=mean(U3(j,Seviye1:Seviye2));
end
k=find(O1==min(O1)); Ortalama=O1(k);
l=find(O2==min(O2));Ortalamakare=O2(l);

%İşlem 5
rl=C(l,3); xl=C(l,1); yl=C(l,2);
theta=0:0.001:pi*2; Xl=rl*cos(theta)+xl; Yl=rl*sin(theta)+yl;
scatter(Xl,Yl,'.','r'); hold on

%İşlem 6
p1=find(LL(:,1)==A(l,1) & LL(:,2)==A(l,2));
p2=find(LL(:,1)==A(l,3) & LL(:,2)==A(l,4));
p3=find(LL(:,1)==A(l,5) & LL(:,2)==A(l,6));

%İşlem 7
scatter(LL(p1,1),LL(p1,2),'o','k'); hold on
scatter(LL(p2,1),LL(p2,2),'o','k'); hold on
scatter(LL(p3,1),LL(p3,2),'o','k'); hold on

%İşlem 8
scatter(LL(:,1),LL(:,2),'.','k')
axis equal
```

EK 207: MATLAB Kod Dizisi 8: Sınıra Uyan Çemberin Tespiti (Sayfa 2)

Kod Dizisinin İşleyişi

İşlem 1: Kodların çalıştırılmasına geçilmeden önce, genel olarak etkileyici unsurların temizlenmesi, var ise açık kalan grafiklerin kapatılması sağlanır.

İşlem 2: Sınır noktaları aşağıdan yukarıya doğru artan şekilde numaralandırılmıştır. Sınırı hattı üzerinde istemilen aralıkta çember araştırması yapılabilmesi için araştırılacak bölgenin Seviye 1 ve Seviye 2 şeklinde paramtrik seçimi olanaklı hale getirilmiştir. İç içe üç döngü kullanılarak, üç noktadan geçen çember fonksiyonunda (POINTS) kullanılmak üzere, sınır noktalarından (LL) elde edilen nokta üçlülerini düzenli olarak oluşturur ve (X1,Y1, X2, Y2, X3, Y3) şeklinde koordinat koleksiyonunu elde ederek bu koleksiyonundan oluşan satırları A matrisi olarak kaydeder. Matrisin her bir satırı bir çembere karşılık gelmektedir.

İşlem 3: A matrisinin her bir satırı için üç noktadan geçen çember fonksiyonunu (POINTS) çalıştırılarak, nokta üçlüsüne karşılık gelen çemberin merkez koordinatları ve yarıçapı, C matrisinin satırlarını oluşturur.

İşlem 4: C matrisinin satırlarıyla ifade edilen çemberlerin sınır noktalarına uyumu sırasıyla test edilerek, uygunluk değerleri O1 ve O2 matrislerinde saklanır. Uygunluk kontrolü, çemberin merkezi ile sınır noktası arasındaki uzaklığın hesaplanmasını, bu uzaklıkla yarıçap uzunluğu arasındaki farkın ölçülmesini, farkların mutlak değerlerinin hesaplanmasını, mutlak değerlerin karelerinin alınmasını, mutlak farkların ortalaması ve mutlak farkların karelerinin ortalamasının alınmasını, bu değerlerin sırasıyla O1 ve O2 matrisinde saklanmasını, O1 ve O2 hata değerlerinin kıyaslanmasını, karesel ortalama hata değeri en küçük olan çemberin seçilmesini sağlar.

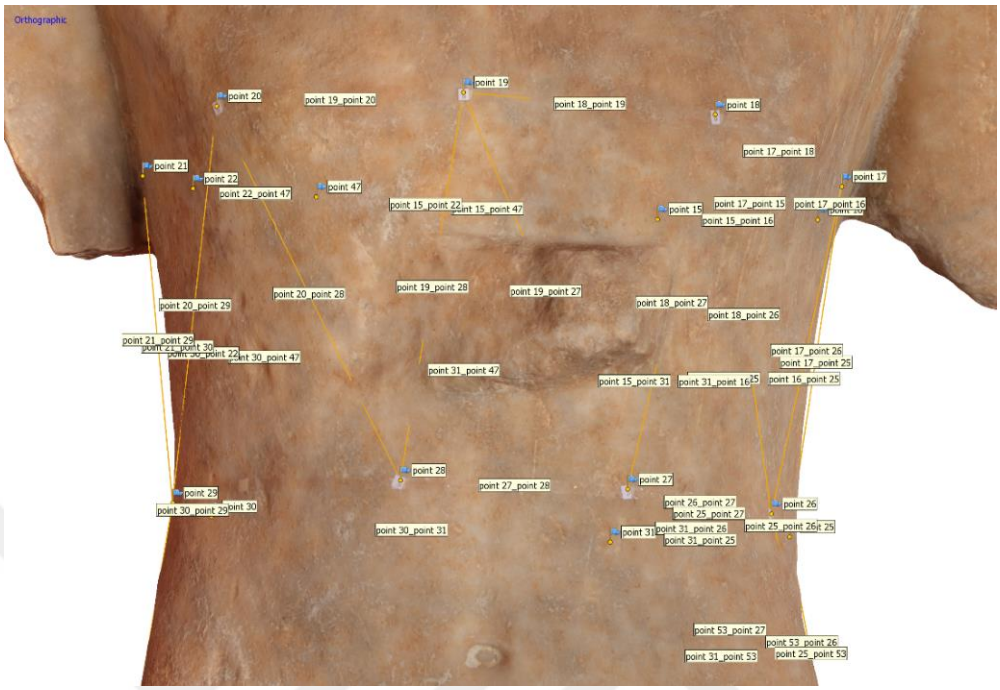
İşlem 5: Sınır hatlarına en uygun çemberin merkez koordinatları ve yarıçap bilgileri C matrisinden çekilip alınır ve bu çemberin ölçekli olarak çizdirilmesi sağlanır.

İşlem 6: Sınır hatlarına en uygun çemberi üreten sınır noktaları tespit edilir.

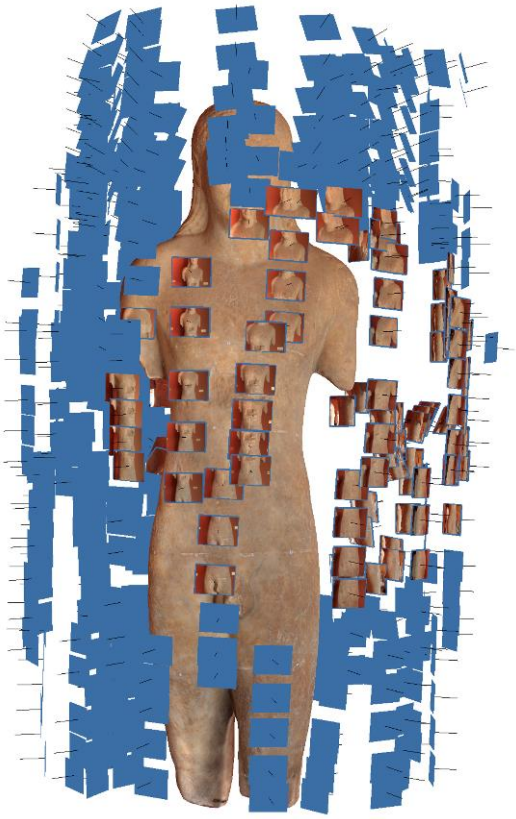
İşlem 7: Sınır hatlarına en uygun çemberi üreten sınır noktalarının görsel hale getirilmesi sağlanır.

İşlem 8: Sınır noktalarının görsel hale getirilmesi sağlanır.

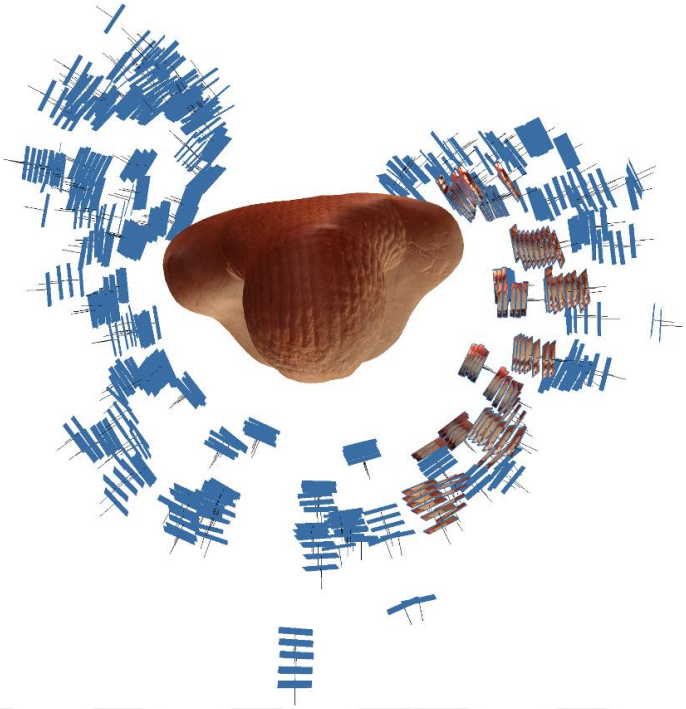
EK 208: Kouros 1/20/95 Hedef Noktalar ve Ölçüm



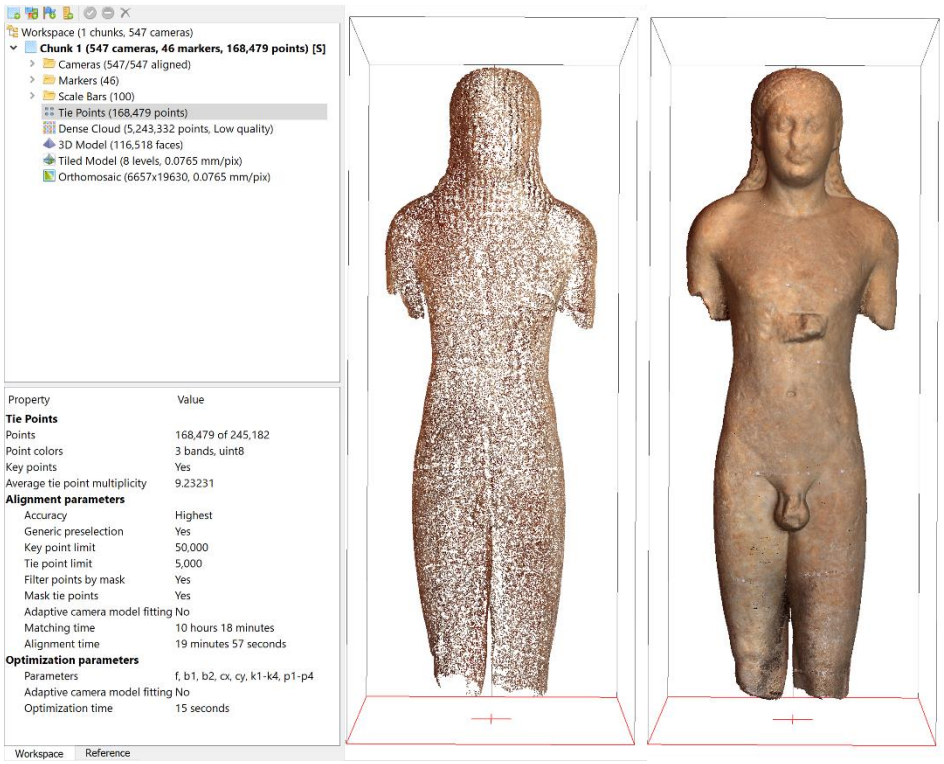
EK 209: Kouros 1/20/95 Fotoğraf Çekimi Planı Önden Görünümü



EK 210: Kouros 1/20/95 Fotoğraf Çekimi Planı Üstten Görünümü



EK 211: Kouros 1/20/95 Nokta Bulutu ve Yoğun Nokta Bulutu Modeli



EK 212: Kouros 1/20/95 Dokulandırılmış Modeli



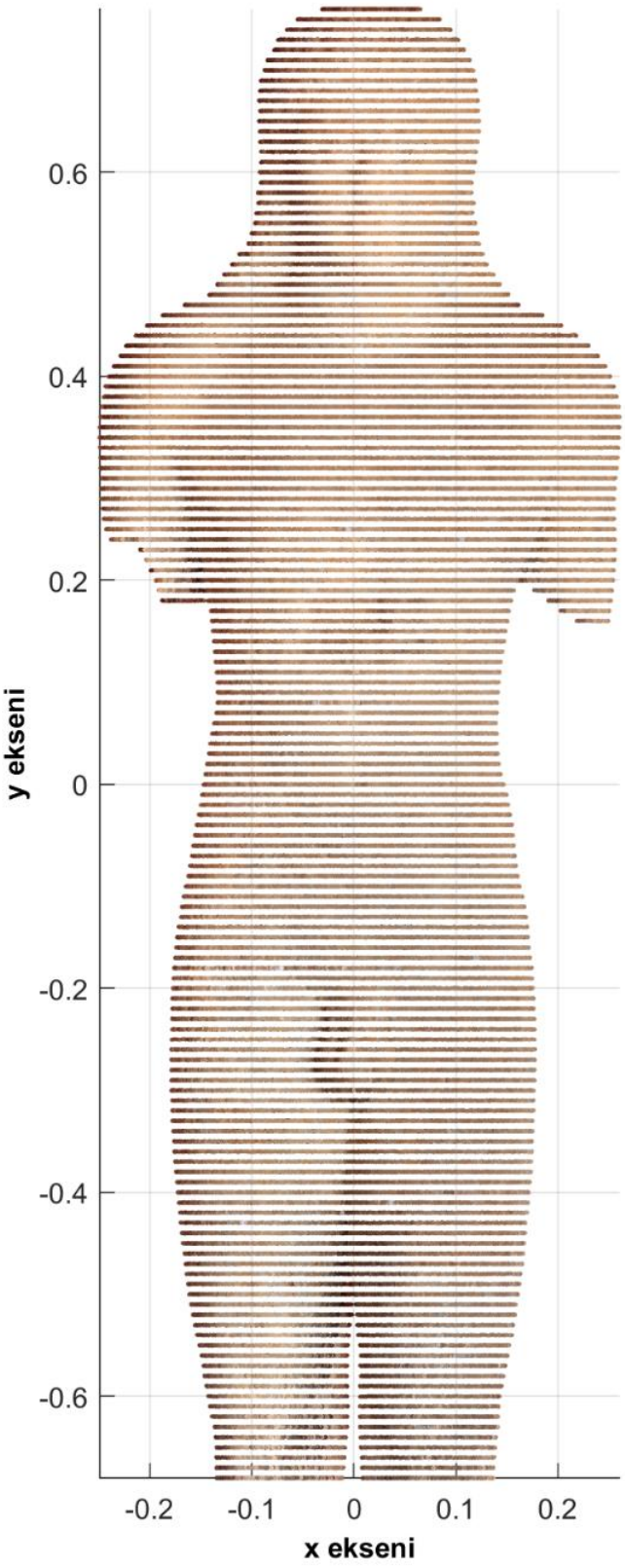
EK 213: Kouros 1/20/95 Modelleme Hata Değerleri

Tip	Ölçüm Sayısı	Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Rmse [mm]
Model Oluşturma	50	-0,58	0,56	+0,01	±0,25
Bağımsız Denetim	50	-0,62	0,56	-0,04	±0,28

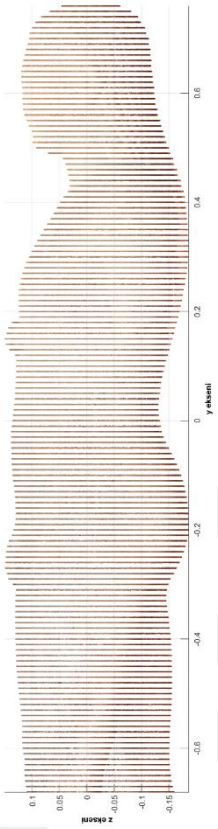
EK 214: Kouros 1/20/95 Modelinin y Ekseninde Ölçüleri



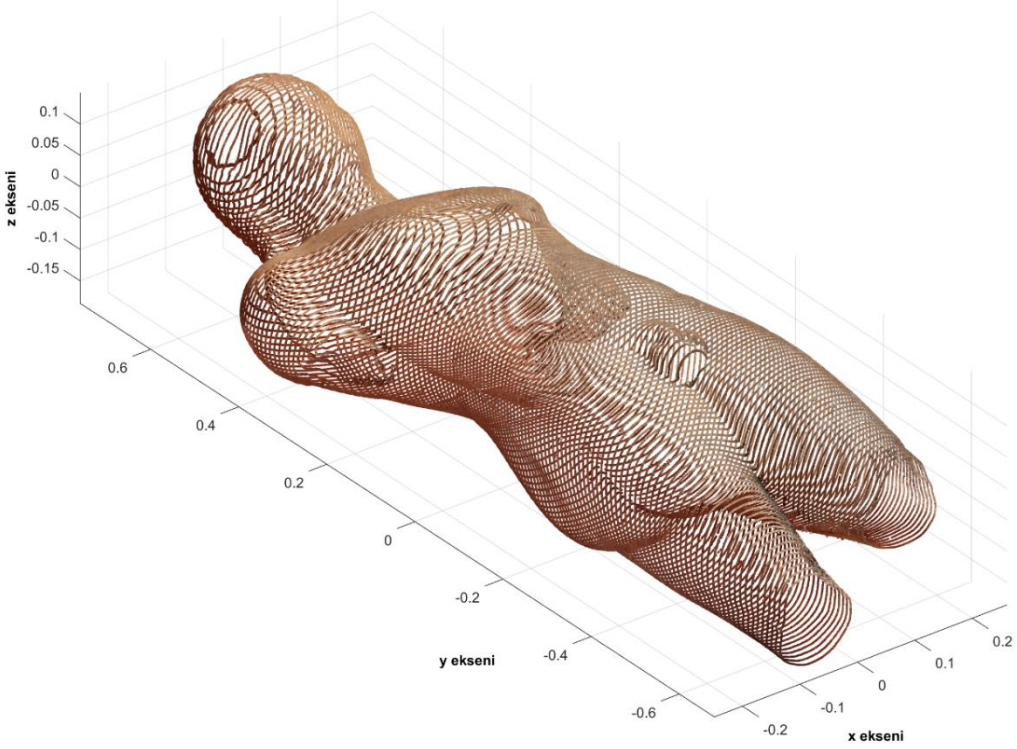
EK 215: Kouros 1/20/95 Transversal Kesitleri Önden Görünümü



EK 216: Kouros 1/20/95 Transversal Kesitleri Yandan Görünümü



EK 217: Kouros 1/20/95 Modelinde Transversal Kesitler



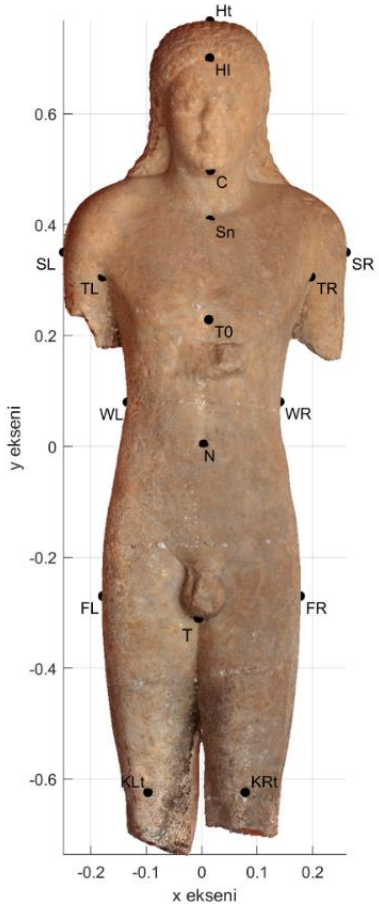
EK 218: Kouros 1/20/95 Referans Noktalar ve Koordinatları

Referans Nokta	Koordinat Bilgileri		
	x [m]	y [m]	z [m]
Ht	0,014810	0,767117	-0,000187
Hl	0,014375	0,700350	0,103587
C	0,015741	0,497838	0,091434
Sn	0,014880	0,408078	0,040000
SL	-0,249018	0,350123	-0,061593
SR	0,260379	0,350122	-0,092617
TL	-0,179082	0,306000	0,005036
TR	0,197000	0,306000	-0,020000
NL	---	---	---
NR	---	---	---
T0	0,012589	0,228390	0,115406
WL	-0,134091	0,079777	0,000000
WR	0,140652	0,080254	-0,023416
N	0,003278	0,003960	0,128200
T	-0,005921	-0,310000	0,086220
FL	-0,178815	-0,270169	0,018583
FR	0,177634	-0,270110	0,041056
KLt	-0,097082	-0,624159	0,004141
KRt	0,078650	-0,624159	0,112941
KLb	---	---	---
KRb	---	---	---
SOF	---	---	---

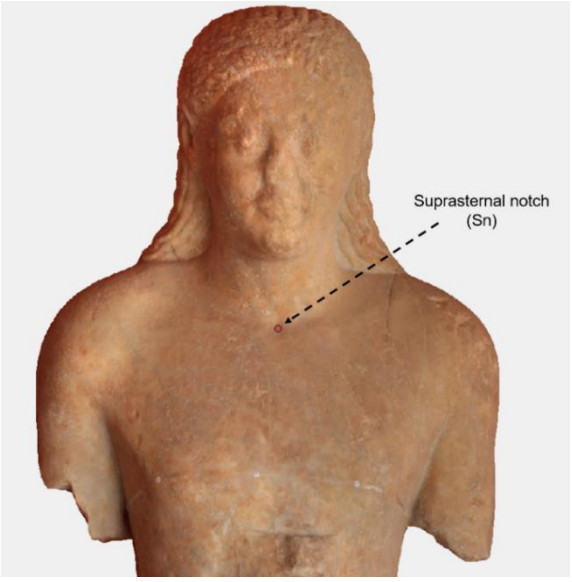
EK 219: Kouros 1/20/95 Teorik Uzunluğuna Oranlar

Ölçme Bilgileri			Uzaklık/Teorik Boy Uzunluğu ($\|P_2-P_1\|$ / [2x$\|Ht-T\|$])
Başlangıç (P_1)	Bitiş (P_2)	Uzaklık [m] ($\|P_2-P_1\|$)	
C	Ht	0,269279	1/8
C	Hl	0,202512	3/32
Hl	Ht	0,066767	3/97
SL	SR	0,509397	13/55
TL	TR	0,376082	11/63
WL	WR	0,274743	6/47
FL	FR	0,356449	1/6
T	Ht	1,077117	1/2
T	Hl	1,010350	15/32
T	C	0,807838	3/8
T	Sn	0,718078	1/3
T	SL-SR	0,660122	19/62
T	TL-TR	0,616000	2/7
T	T0	0,538390	1/4
T	NL-NR	---	---
T	WL-WR	0,390254	2/11
T	N	0,313960	7/48
T	FL-FR	0,039831	1/54
T	KLt-KRt	0,314159	7/48
T	KLb-KRb	---	---
T	SOF	---	---
SOF	Ht	---	---

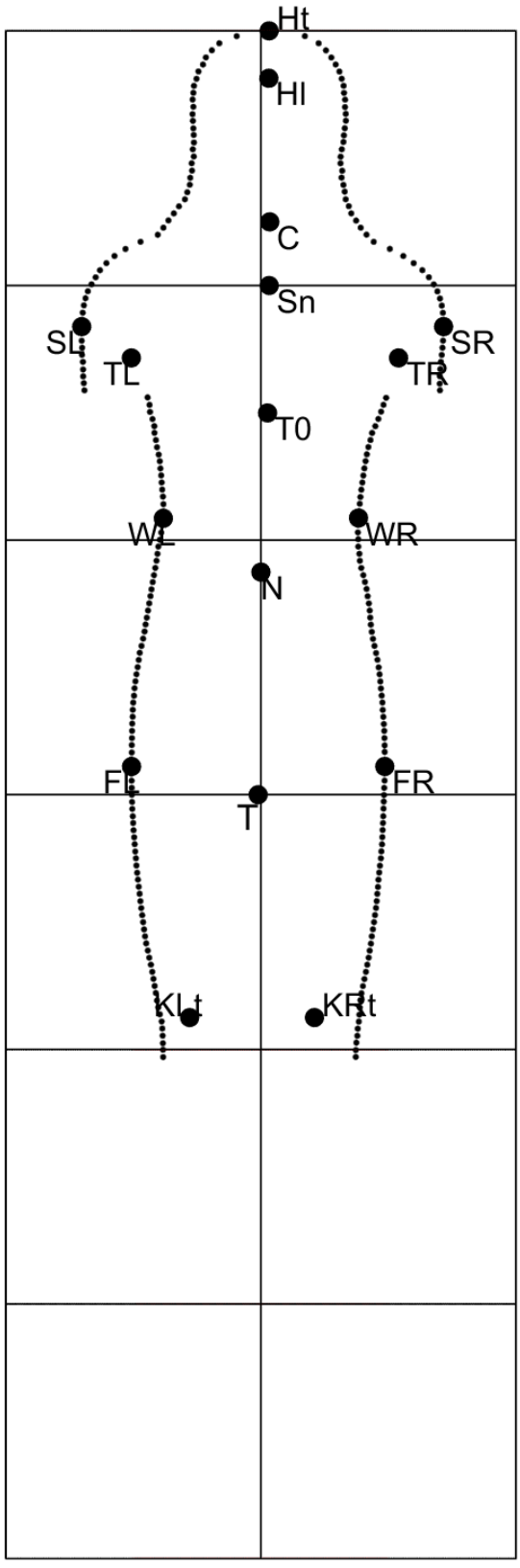
EK 220: Kouros 1/20/95 Referans Noktaları



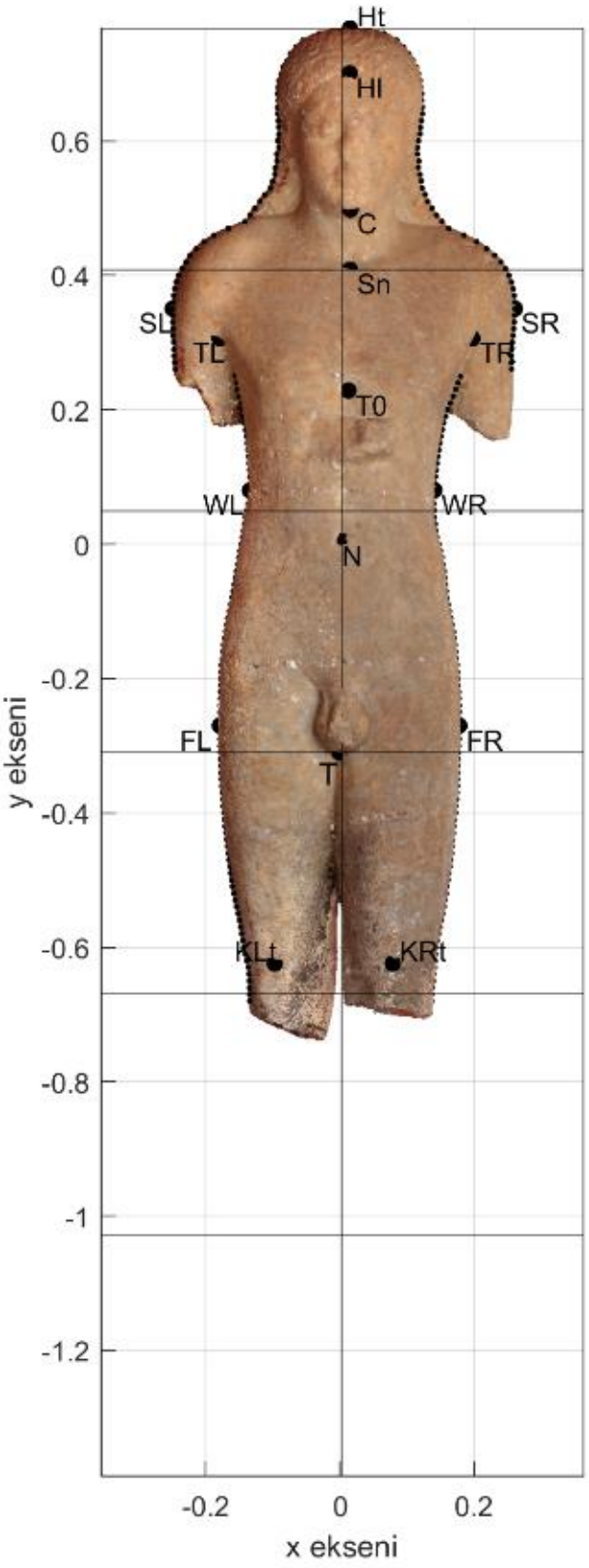
EK 221: Kouros 1/20/95 Üzerinde Sn Noktası



EK 222: Kouros 1/20/95 Sn Noktası ve Teorik Boy h/6 Parçalanması

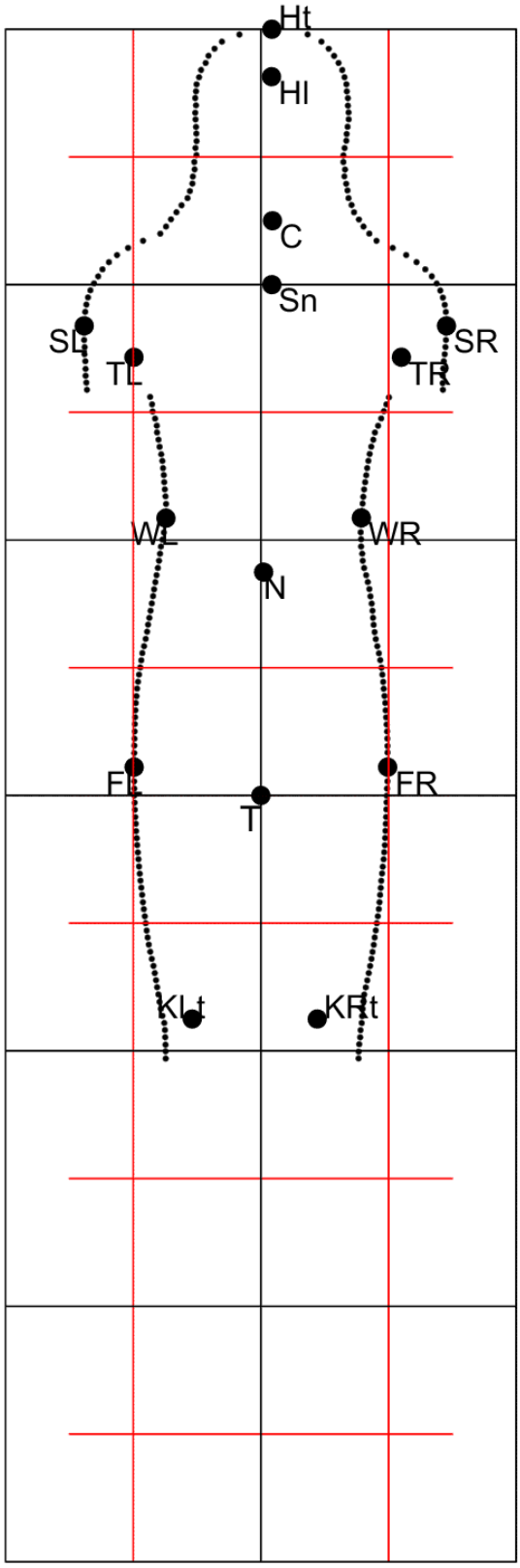


EK 223: Kouros 1/20/95 Sn Noktası ve Teorik Boy h/6 Parçalanması



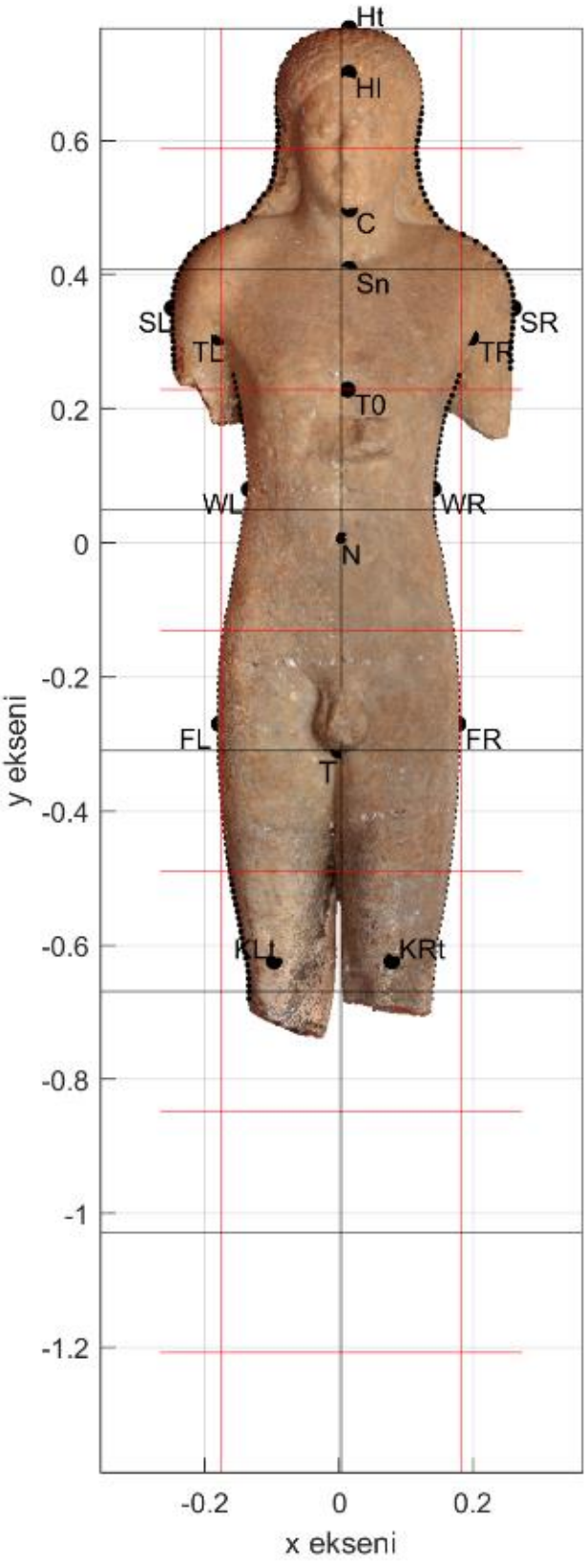
ek s.147

EK 224: Kouros 1/20/95 Teorik Boy h/6/2 Parçalanması



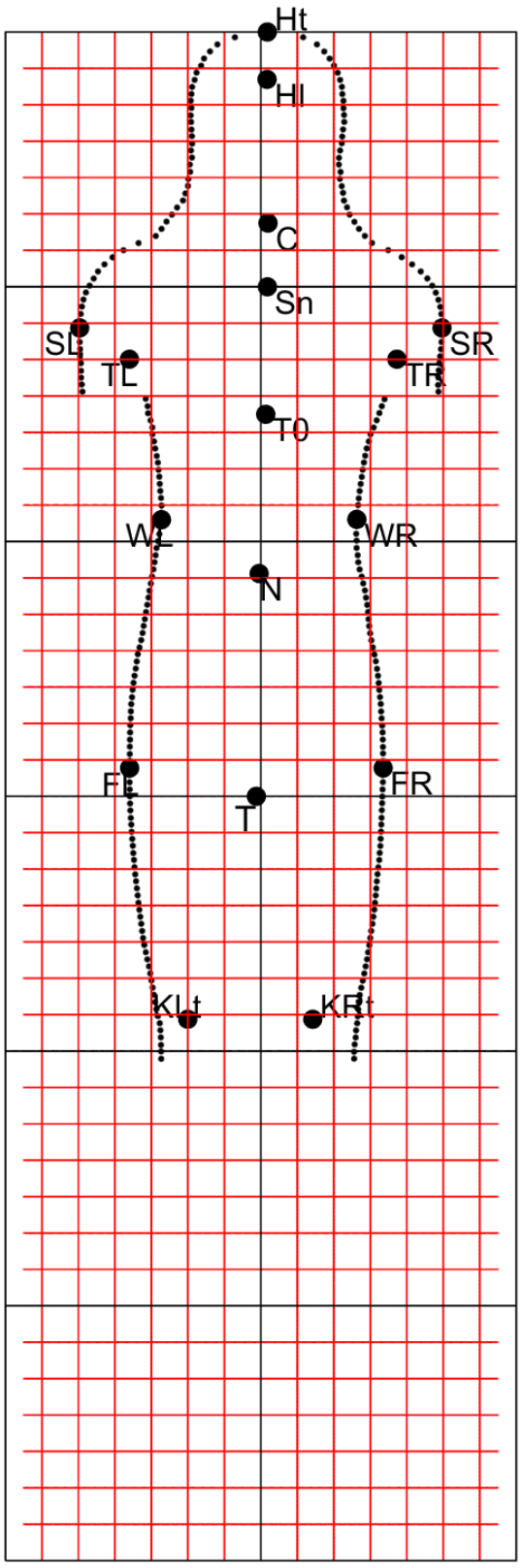
ek s.148

EK 225: Kouros 1/20/95 ve Teorik Boy h/6/2 Parçalanması



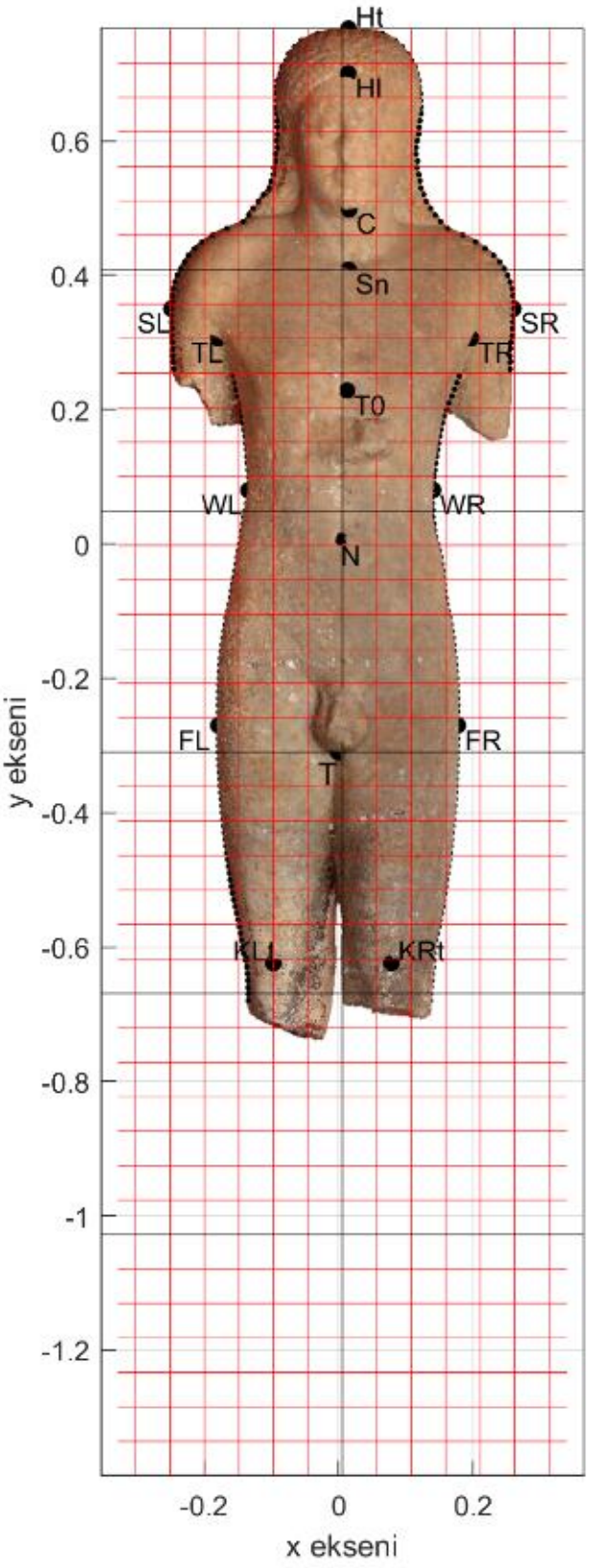
ek s.149

EK 226: Kouros 1/20/95 Teorik Boy h/6/7 Parçalanması

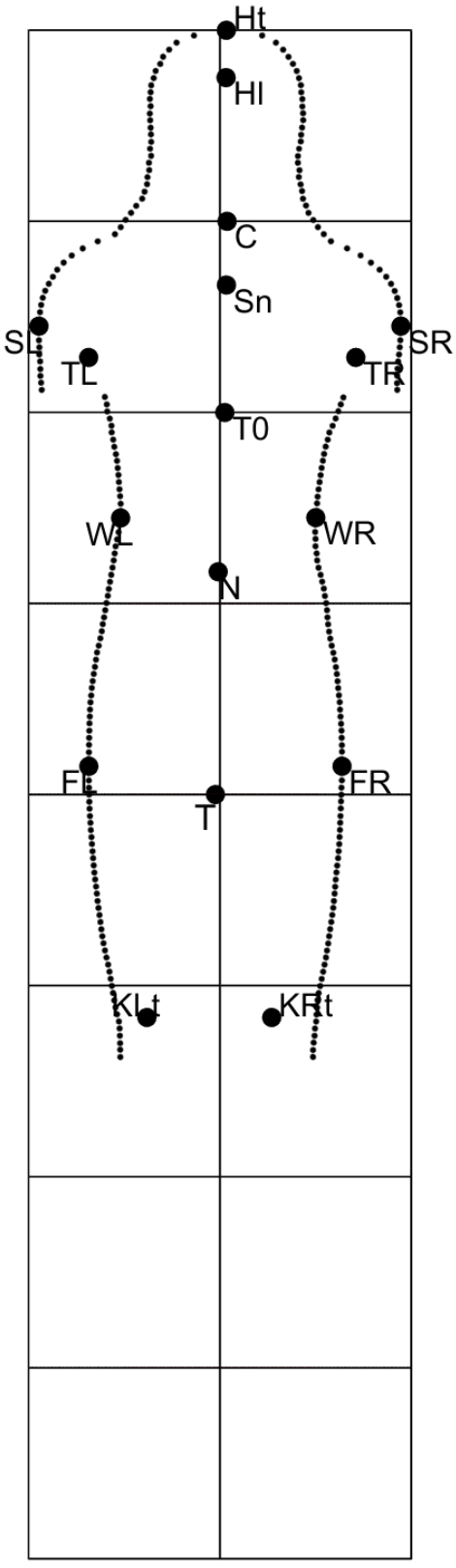


ek s.150

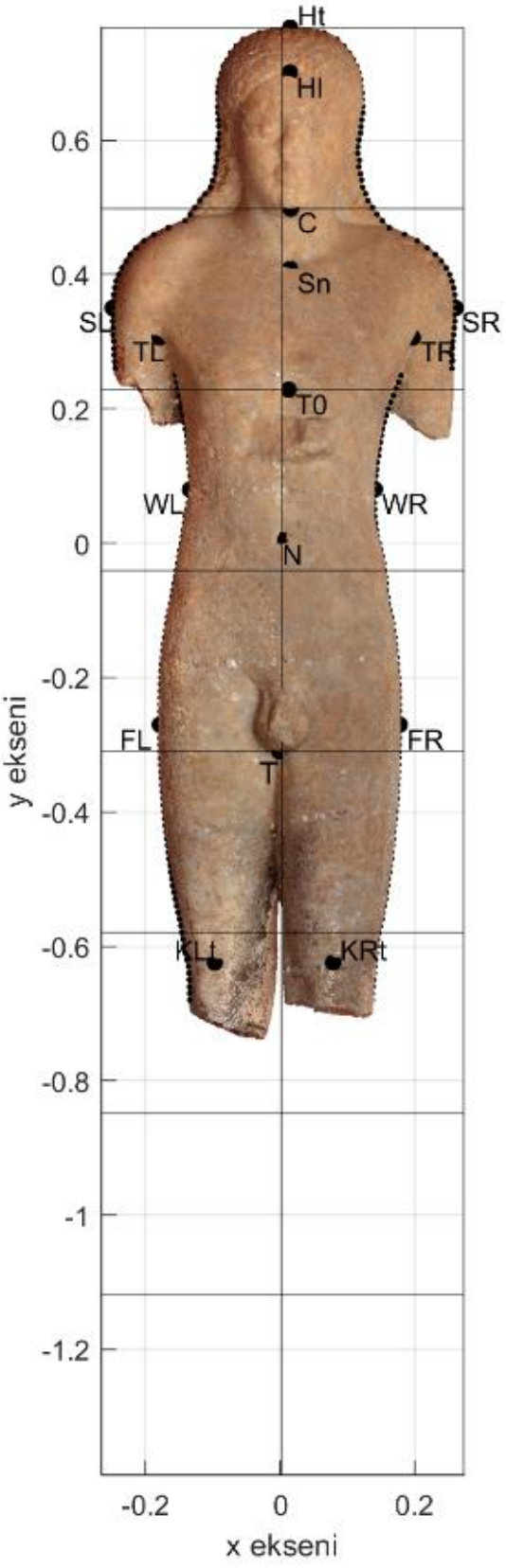
EK 227: Kouros 1/20/95 ve Teorik Boy h/6/7 Parçalanması



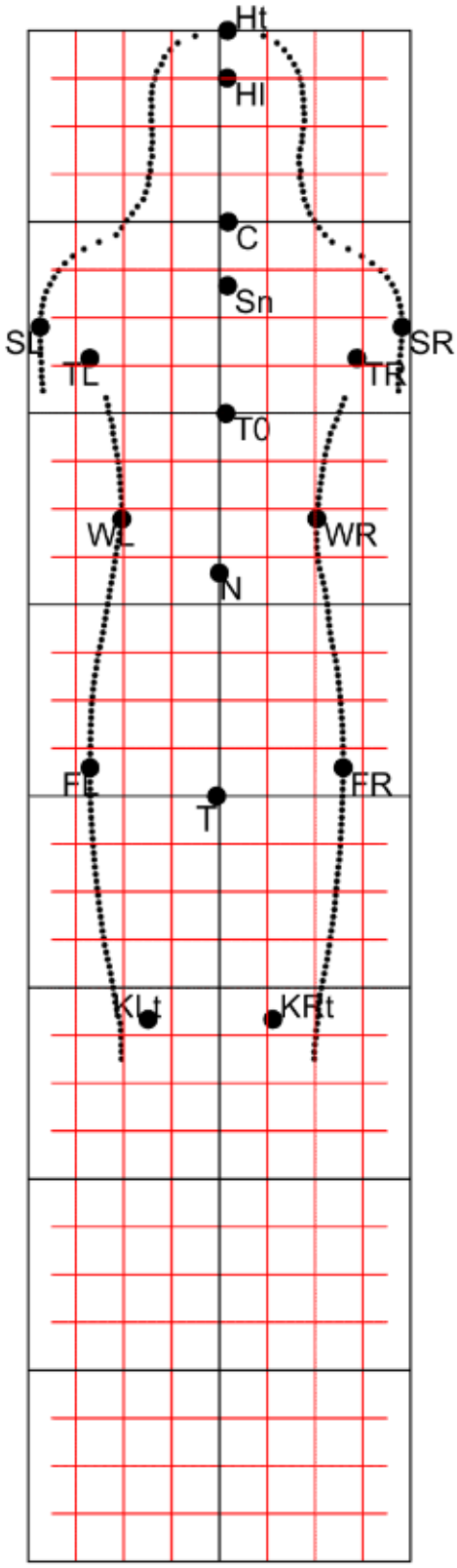
EK 228: Kouros 1/20/95 Teorik Boy h/8 Parçalanması



EK 229: Kouros 1/20/95 ve Teorik Boy h/8 Parçalanması

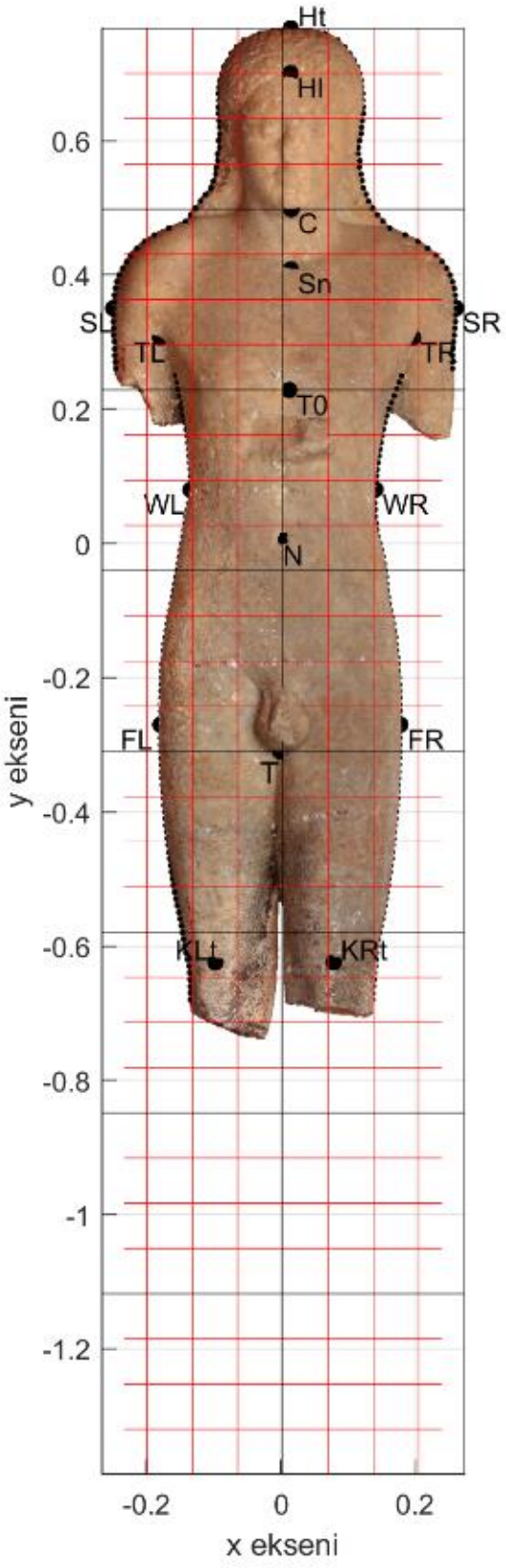


EK 230: Kouros 1/20/95 Teorik Boy h/8/4 Parçalanması

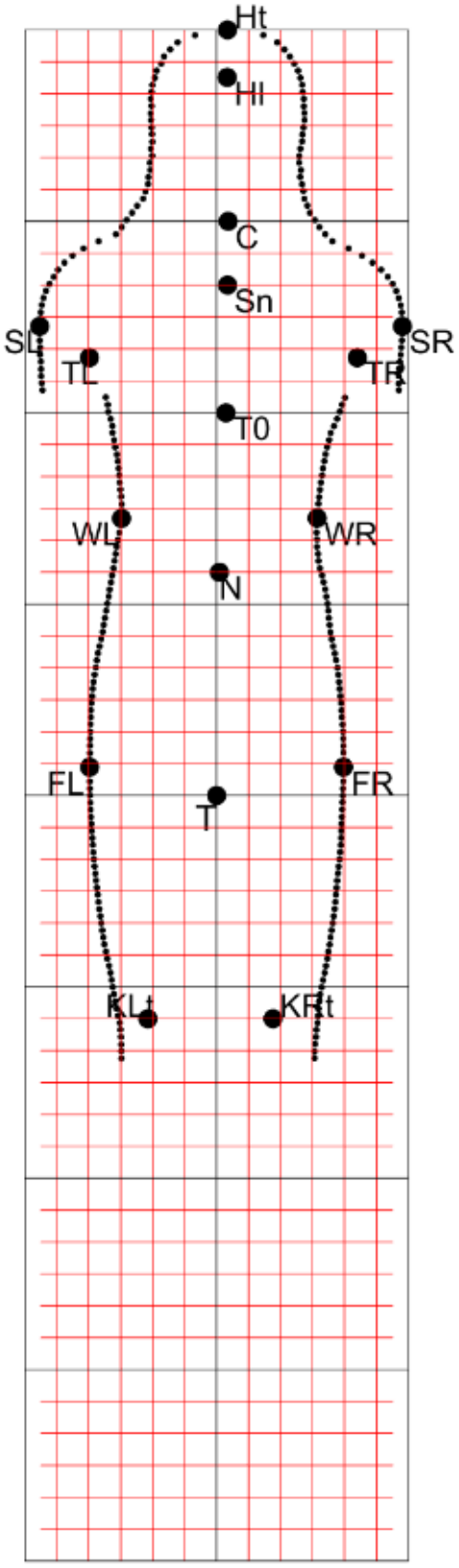


ek s.154

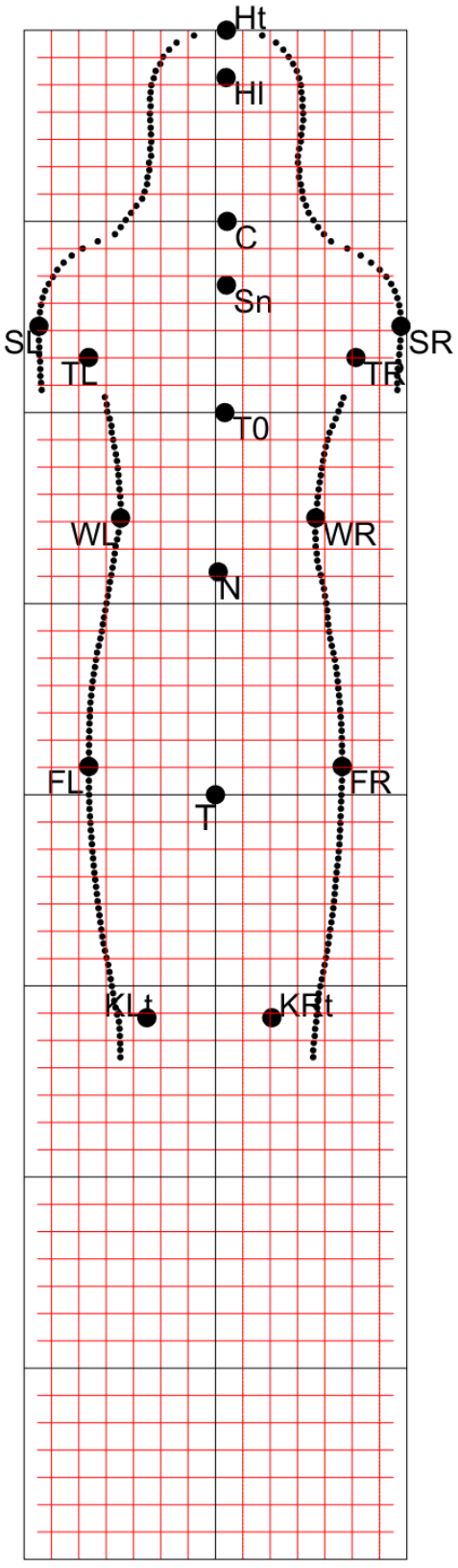
EK 231: Kouros 1/20/95 ve Teorik Boy h/8/4 Parçalanması



EK 232: Kouros 1/20/95 Teorik Boy h/8/6 Parçalanması



EK 233: Kouros 1/20/95 Teorik Boy h/8/7 Parçalanması

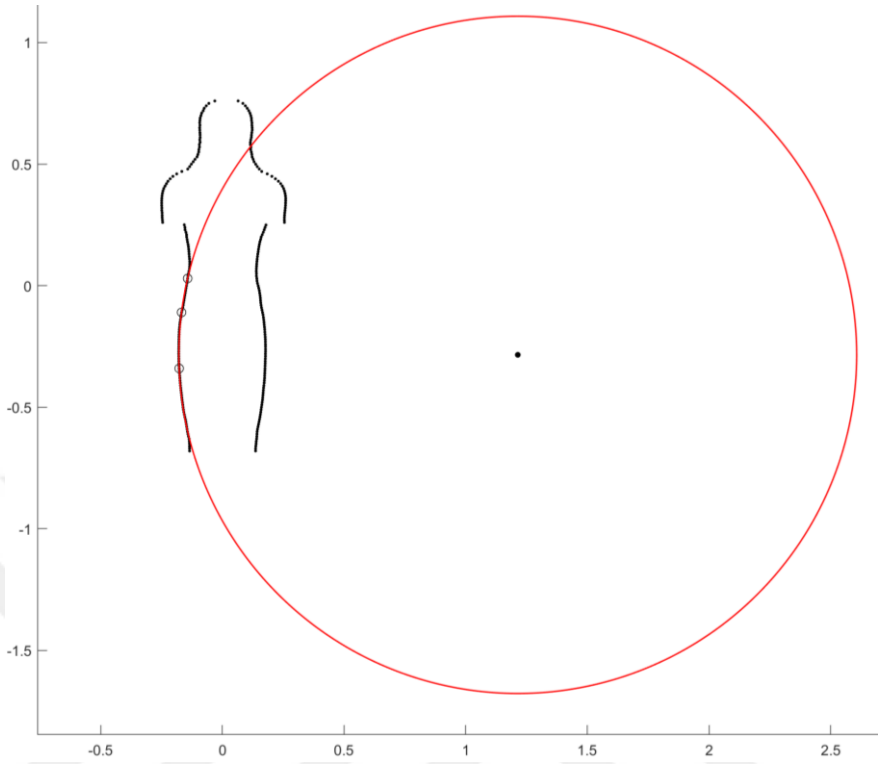


EK 234: Kouros 1/20/95 Sol Femur Sınırı ile Çember Uyumu

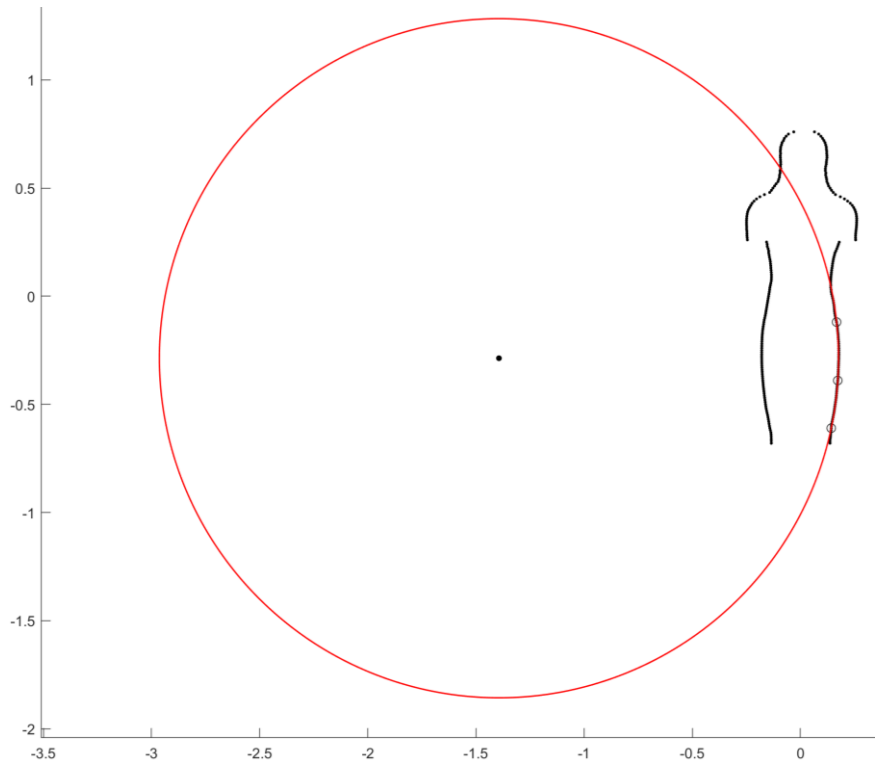
Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
6	-0,136398	-0,629792	1,394135	1,214300	-0,284500	1,392600	1,534733
7	-0,138982	-0,619680	1,394173	1,214300	-0,284500	1,392600	1,572803
8	-0,141175	-0,609912	1,393989	1,214300	-0,284500	1,392600	1,389041
9	-0,143042	-0,600133	1,393557	1,214300	-0,284500	1,392600	0,957138
10	-0,144697	-0,589660	1,392837	1,214300	-0,284500	1,392600	0,237202
11	-0,146379	-0,579602	1,392312	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,288062
12	-0,148014	-0,569635	1,391834	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,766173
13	-0,149717	-0,559643	1,391491	1,214300	-0,284500	1,392600	-1,109416
14	-0,151580	-0,549608	1,391370	1,214300	-0,284500	1,392600	-1,230018
15	-0,153928	-0,539749	1,391833	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,766708
16	-0,156064	-0,529706	1,392129	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,470884
17	-0,158169	-0,519602	1,392460	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,140268
18	-0,159781	-0,509678	1,392409	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,190676
19	-0,161182	-0,499883	1,392243	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,357001
20	-0,162481	-0,489639	1,391980	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,620140
21	-0,163798	-0,479814	1,391870	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,730158
22	-0,165172	-0,469856	1,391869	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,730809
23	-0,166413	-0,460054	1,391829	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,771133
24	-0,167457	-0,449665	1,391593	1,214300	-0,284500	1,392600	-1,006710
25	-0,168643	-0,439694	1,391624	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,976301
26	-0,169832	-0,429715	1,391729	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,871295
27	-0,170919	-0,419959	1,391826	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,773567
28	-0,171962	-0,409828	1,391916	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,684255
29	-0,172722	-0,399647	1,391793	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,806603
30	-0,173622	-0,390029	1,391928	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,671896
31	-0,174389	-0,379701	1,391948	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,651593
32	-0,175074	-0,370007	1,392003	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,597285
33	-0,175980	-0,360028	1,392330	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,269954
34	-0,176485	-0,349852	1,392320	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,280425
35	-0,177126	-0,340356	1,392547	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,053338
36	-0,177778	-0,329973	1,392821	1,214300	-0,284500	1,392600	0,220502
37	-0,178117	-0,320151	1,392873	1,214300	-0,284500	1,392600	0,273324
38	-0,178456	-0,310021	1,392990	1,214300	-0,284500	1,392600	0,389805
39	-0,178599	-0,300285	1,392988	1,214300	-0,284500	1,392600	0,388439
40	-0,178728	-0,290184	1,393040	1,214300	-0,284500	1,392600	0,439596
41	-0,178968	-0,280069	1,393275	1,214300	-0,284500	1,392600	0,675046
42	-0,178815	-0,270169	1,393189	1,214300	-0,284500	1,392600	0,588710
43	-0,178741	-0,259942	1,393257	1,214300	-0,284500	1,392600	0,657450
44	-0,178567	-0,250398	1,393284	1,214300	-0,284500	1,392600	0,684402
45	-0,178495	-0,239962	1,393507	1,214300	-0,284500	1,392600	0,906923
46	-0,178284	-0,230146	1,393644	1,214300	-0,284500	1,392600	1,044343
47	-0,178066	-0,220018	1,393858	1,214300	-0,284500	1,392600	1,258316
48	-0,177829	-0,209679	1,394138	1,214300	-0,284500	1,392600	1,538205
49	-0,177322	-0,200012	1,394184	1,214300	-0,284500	1,392600	1,584354
50	-0,177068	-0,190222	1,394558	1,214300	-0,284500	1,392600	1,958444
51	-0,176445	-0,180050	1,394662	1,214300	-0,284500	1,392600	2,061772
52	-0,175388	-0,170388	1,394365	1,214300	-0,284500	1,392600	1,765191
53	-0,174549	-0,159776	1,394438	1,214300	-0,284500	1,392600	1,838102
54	-0,173314	-0,150061	1,394111	1,214300	-0,284500	1,392600	1,511351
55	-0,171836	-0,140086	1,393639	1,214300	-0,284500	1,392600	1,038552
56	-0,170177	-0,130101	1,393060	1,214300	-0,284500	1,392600	0,459803
57	-0,168729	-0,119987	1,392779	1,214300	-0,284500	1,392600	0,179143
58	-0,167247	-0,109807	1,392548	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,052063
59	-0,164808	-0,100155	1,391374	1,214300	-0,284500	1,392600	-1,225875
60	-0,162518	-0,089879	1,390505	1,214300	-0,284500	1,392600	-2,094646
61	-0,160515	-0,079822	1,389967	1,214300	-0,284500	1,392600	-2,632602
62	-0,159100	-0,069874	1,390069	1,214300	-0,284500	1,392600	-2,530980
63	-0,157329	-0,060314	1,389829	1,214300	-0,284500	1,392600	-2,770702
64	-0,155647	-0,050271	1,389827	1,214300	-0,284500	1,392600	-2,773390
65	-0,153954	-0,040070	1,389915	1,214300	-0,284500	1,392600	-2,684523
66	-0,152115	-0,029917	1,389929	1,214300	-0,284500	1,392600	-2,671061
67	-0,150731	-0,020303	1,390363	1,214300	-0,284500	1,392600	-2,236851
68	-0,148956	-0,010178	1,390582	1,214300	-0,284500	1,392600	-2,017575
69	-0,147209	-0,000366	1,390841	1,214300	-0,284500	1,392600	-1,758928
70	-0,145422	0,009823	1,391212	1,214300	-0,284500	1,392600	-1,388317
71	-0,143727	0,019879	1,391720	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,880234
72	-0,142325	0,029763	1,392549	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,051034
73	-0,141081	0,039909	1,393664	1,214300	-0,284500	1,392600	1,063824
74	-0,138947	0,049603	1,393880	1,214300	-0,284500	1,392600	1,280288
75	-0,136974	0,059649	1,394410	1,214300	-0,284500	1,392600	1,810254
76	-0,134785	0,070235	1,394943	1,214300	-0,284500	1,392600	2,343460
77	-0,134091	0,079777	1,396730	1,214300	-0,284500	1,392600	4,130476

Hata Değerleri			
Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]
-2,78	4,00	±1,13	±1,40

EK 235: Kouros 1/20/95 Sol Femur Sınırına Uyan Çember



EK 236: Kouros 1/20/95 Sağ Femur Sınırına Uyan Çember



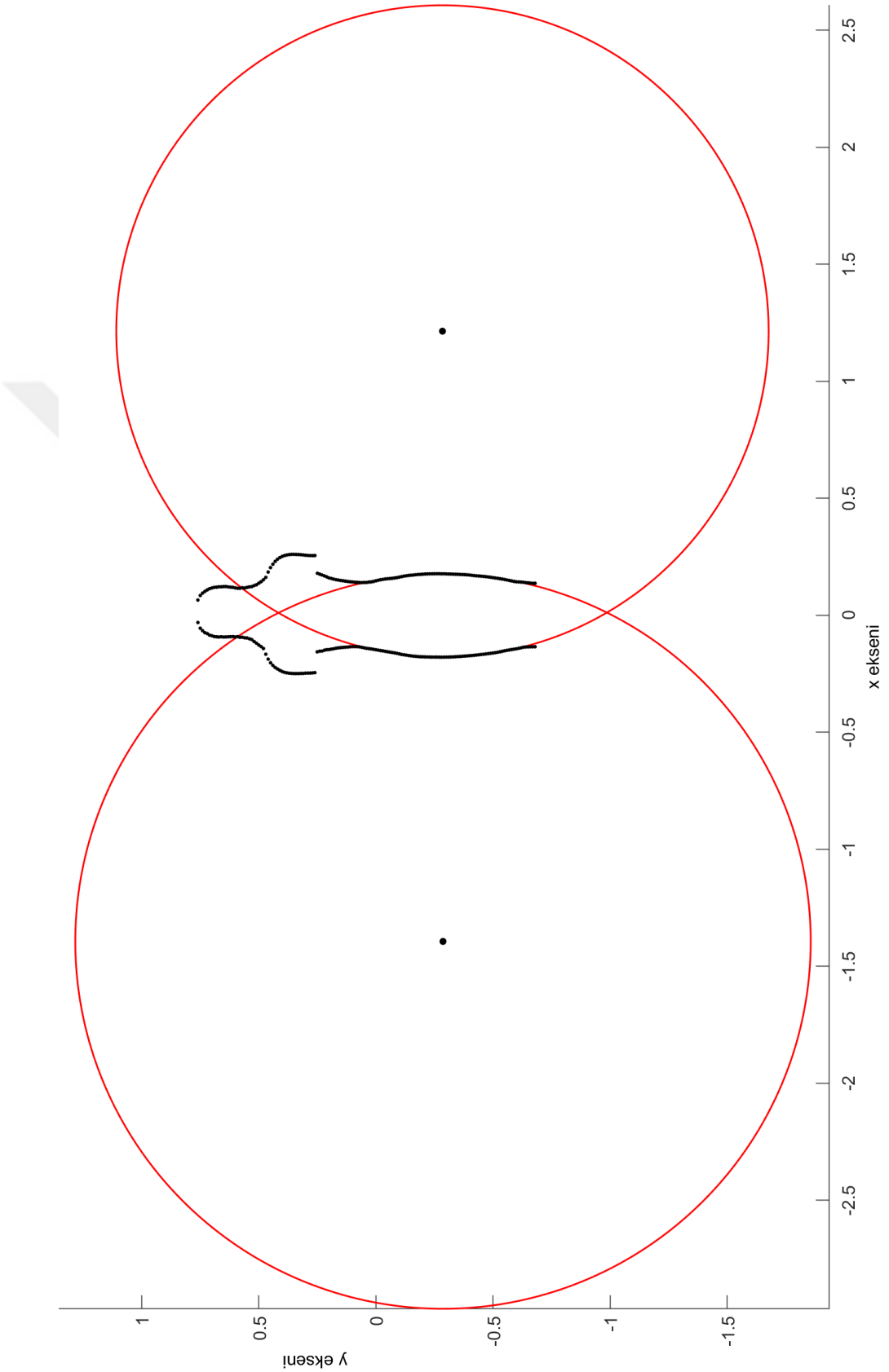
EK 237: Kouros 1/20/95 Sağ Femur Sınırı ile Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
6	-0,136398	-0,629792	1,572729	1,393700	-0,285600	1,569900	2,829158
7	-0,138982	-0,619680	1,571308	1,393700	-0,285600	1,569900	1,407744
8	-0,141175	-0,609912	1,569928	1,393700	-0,285600	1,569900	0,027545
9	-0,143042	-0,600133	1,568465	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,435139
10	-0,144697	-0,589660	1,568040	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,859899
11	-0,146379	-0,579602	1,568244	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,655552
12	-0,148014	-0,569635	1,568447	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,452902
13	-0,149717	-0,559643	1,568705	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,194688
14	-0,151580	-0,549608	1,568907	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,993477
15	-0,153928	-0,539749	1,569195	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,704998
16	-0,156064	-0,529706	1,569105	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,794852
17	-0,158169	-0,519602	1,569252	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,648488
18	-0,159781	-0,509678	1,569067	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,833291
19	-0,161182	-0,499883	1,569128	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,772134
20	-0,162481	-0,489639	1,569359	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,540628
21	-0,163798	-0,479814	1,569500	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,399661
22	-0,165172	-0,469856	1,569637	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,263236
23	-0,166413	-0,460054	1,569503	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,396792
24	-0,167457	-0,449665	1,569315	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,584702
25	-0,168643	-0,439694	1,569174	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,726403
26	-0,169832	-0,429715	1,568960	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,939548
27	-0,170919	-0,419959	1,569106	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,793969
28	-0,171962	-0,409828	1,569405	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,494565
29	-0,172722	-0,399647	1,569902	1,393700	-0,285600	1,569900	0,002458
30	-0,173622	-0,390029	1,569931	1,393700	-0,285600	1,569900	0,031046
31	-0,174389	-0,379701	1,570242	1,393700	-0,285600	1,569900	0,342320
32	-0,175074	-0,370007	1,570077	1,393700	-0,285600	1,569900	0,176847
33	-0,175980	-0,360028	1,570076	1,393700	-0,285600	1,569900	0,176434
34	-0,176485	-0,349852	1,570051	1,393700	-0,285600	1,569900	0,150566
35	-0,177126	-0,340356	1,570076	1,393700	-0,285600	1,569900	0,176402
36	-0,177778	-0,329973	1,570141	1,393700	-0,285600	1,569900	0,241499
37	-0,178117	-0,320151	1,570291	1,393700	-0,285600	1,569900	0,390974
38	-0,178456	-0,310021	1,570402	1,393700	-0,285600	1,569900	0,502455
39	-0,178599	-0,300285	1,570613	1,393700	-0,285600	1,569900	0,713261
40	-0,178728	-0,290184	1,571080	1,393700	-0,285600	1,569900	1,180329
41	-0,178968	-0,280069	1,570969	1,393700	-0,285600	1,569900	1,068562
42	-0,178815	-0,270169	1,571423	1,393700	-0,285600	1,569900	1,522634
43	-0,178741	-0,259942	1,571557	1,393700	-0,285600	1,569900	1,657205
44	-0,178567	-0,250398	1,571644	1,393700	-0,285600	1,569900	1,744367
45	-0,178495	-0,239962	1,571806	1,393700	-0,285600	1,569900	1,906106
46	-0,178284	-0,230146	1,571901	1,393700	-0,285600	1,569900	2,000703
47	-0,178066	-0,220018	1,572011	1,393700	-0,285600	1,569900	2,110770
48	-0,177829	-0,209679	1,571885	1,393700	-0,285600	1,569900	1,985130
49	-0,177322	-0,200012	1,571641	1,393700	-0,285600	1,569900	1,741108
50	-0,177068	-0,190222	1,571482	1,393700	-0,285600	1,569900	1,581780
51	-0,176445	-0,180050	1,571667	1,393700	-0,285600	1,569900	1,767333
52	-0,175388	-0,170388	1,571311	1,393700	-0,285600	1,569900	1,411239
53	-0,174549	-0,159776	1,571013	1,393700	-0,285600	1,569900	1,113019
54	-0,173314	-0,150061	1,571043	1,393700	-0,285600	1,569900	1,143004
55	-0,171836	-0,140086	1,570863	1,393700	-0,285600	1,569900	0,962585
56	-0,170177	-0,130101	1,570518	1,393700	-0,285600	1,569900	0,618348
57	-0,168729	-0,119987	1,569934	1,393700	-0,285600	1,569900	0,034058
58	-0,167247	-0,109807	1,569052	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,848034
59	-0,164808	-0,100155	1,567935	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,964969
60	-0,162518	-0,089879	1,567098	1,393700	-0,285600	1,569900	-2,801848
61	-0,160515	-0,079822	1,566736	1,393700	-0,285600	1,569900	-3,163669
62	-0,159100	-0,069874	1,566759	1,393700	-0,285600	1,569900	-3,140924
63	-0,157329	-0,060314	1,567292	1,393700	-0,285600	1,569900	-2,607725
64	-0,155647	-0,050271	1,568088	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,811704
65	-0,153954	-0,040070	1,568448	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,452360
66	-0,152115	-0,029917	1,568374	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,525643
67	-0,150731	-0,020303	1,568591	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,308993
68	-0,148956	-0,010178	1,568020	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,879936
69	-0,147209	-0,000366	1,567570	1,393700	-0,285600	1,569900	-2,330358
70	-0,145422	0,009823	1,566581	1,393700	-0,285600	1,569900	-3,319334
71	-0,143727	0,019879	1,566632	1,393700	-0,285600	1,569900	-3,268305
72	-0,142325	0,029763	1,567930	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,970240
73	-0,141081	0,039909	1,568426	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,474392
74	-0,138947	0,049603	1,570656	1,393700	-0,285600	1,569900	0,756272
75	-0,136974	0,059649	1,572190	1,393700	-0,285600	1,569900	2,290198
76	-0,134785	0,070235	1,574926	1,393700	-0,285600	1,569900	5,026153
77	-0,134091	0,079777	1,577875	1,393700	-0,285600	1,569900	7,975193

Hata Değerleri			
Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]
-3,32	7,98	±1,40	±1,87

ek s.160

EK 238: Kouros 1/20/95 Femur Çemberlerinin Asimetrik Yapısı



EK 239: Kouros 1/20/95 Sol Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
6	-0,136398	-0,629792	1,431337	1,248200	-0,285600	1,425796	5,540954
7	-0,138982	-0,619680	1,429695	1,248200	-0,285600	1,425796	3,899408
8	-0,141175	-0,609912	1,428096	1,248200	-0,285600	1,425796	2,299869
9	-0,143042	-0,600133	1,426410	1,248200	-0,285600	1,425796	0,613760
10	-0,144697	-0,589660	1,425780	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,015925
11	-0,146379	-0,579602	1,425776	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,019719
12	-0,148014	-0,569635	1,425779	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,016606
13	-0,149717	-0,559643	1,425841	1,248200	-0,285600	1,425796	0,044732
14	-0,151580	-0,549608	1,425856	1,248200	-0,285600	1,425796	0,060311
15	-0,153928	-0,539749	1,425966	1,248200	-0,285600	1,425796	0,169597
16	-0,156064	-0,529706	1,425707	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,088616
17	-0,158169	-0,519602	1,425689	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,106774
18	-0,159781	-0,509678	1,425342	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,453817
19	-0,161182	-0,499883	1,425252	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,543752
20	-0,162481	-0,489639	1,425338	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,458465
21	-0,163798	-0,479814	1,425341	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,455183
22	-0,165172	-0,469856	1,425345	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,450829
23	-0,166413	-0,460054	1,425091	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,704563
24	-0,167457	-0,449665	1,424781	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,014600
25	-0,168643	-0,439694	1,424531	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,265000
26	-0,169832	-0,429715	1,424212	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,584441
27	-0,170919	-0,419959	1,424257	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,539314
28	-0,171962	-0,409828	1,424468	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,328274
29	-0,172722	-0,399647	1,424875	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,920607
30	-0,173622	-0,390029	1,424826	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,970068
31	-0,174389	-0,379701	1,425065	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,730742
32	-0,175074	-0,370007	1,424833	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,962532
33	-0,175980	-0,360028	1,424774	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,022298
34	-0,176485	-0,349852	1,424695	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,100548
35	-0,177126	-0,340356	1,424677	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,119055
36	-0,177778	-0,329973	1,424700	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,096335
37	-0,178117	-0,320151	1,424816	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,979846
38	-0,178456	-0,310021	1,424903	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,893191
39	-0,178599	-0,300285	1,425093	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,702893
40	-0,178728	-0,290184	1,425546	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,250104
41	-0,178968	-0,280069	1,425427	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,369141
42	-0,178815	-0,270169	1,425880	1,248200	-0,285600	1,425796	0,084140
43	-0,178741	-0,259942	1,426020	1,248200	-0,285600	1,425796	0,224202
44	-0,178567	-0,250398	1,426120	1,248200	-0,285600	1,425796	0,324442
45	-0,178495	-0,239962	1,426299	1,248200	-0,285600	1,425796	0,503478
46	-0,178284	-0,230146	1,426420	1,248200	-0,285600	1,425796	0,623940
47	-0,178066	-0,220018	1,426562	1,248200	-0,285600	1,425796	0,766017
48	-0,177829	-0,209679	1,426473	1,248200	-0,285600	1,425796	0,677365
49	-0,177322	-0,200012	1,426274	1,248200	-0,285600	1,425796	0,478353
50	-0,177068	-0,190222	1,426166	1,248200	-0,285600	1,425796	0,369580
51	-0,176445	-0,180050	1,426411	1,248200	-0,285600	1,425796	0,615353
52	-0,175388	-0,170388	1,426118	1,248200	-0,285600	1,425796	0,321966
53	-0,174549	-0,159776	1,425891	1,248200	-0,285600	1,425796	0,095245
54	-0,173314	-0,150061	1,425997	1,248200	-0,285600	1,425796	0,201162
55	-0,171836	-0,140086	1,425902	1,248200	-0,285600	1,425796	0,106216
56	-0,170177	-0,130101	1,425646	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,149623
57	-0,168729	-0,119987	1,425166	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,629969
58	-0,167247	-0,109807	1,424385	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,411066
59	-0,164808	-0,100155	1,423380	1,248200	-0,285600	1,425796	-2,415893
60	-0,162518	-0,089879	1,422661	1,248200	-0,285600	1,425796	-3,134922
61	-0,160515	-0,079822	1,422423	1,248200	-0,285600	1,425796	-3,373015
62	-0,159100	-0,069874	1,422579	1,248200	-0,285600	1,425796	-3,216613
63	-0,157329	-0,060314	1,423247	1,248200	-0,285600	1,425796	-2,549129
64	-0,155647	-0,050271	1,424186	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,609838
65	-0,153954	-0,040070	1,424695	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,100926
66	-0,152115	-0,029917	1,424782	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,014235
67	-0,150731	-0,020303	1,425167	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,629275
68	-0,148956	-0,010178	1,424767	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,029316
69	-0,147209	-0,000366	1,424489	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,307120
70	-0,145422	0,009823	1,423690	1,248200	-0,285600	1,425796	-2,106181
71	-0,143727	0,019879	1,423936	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,859900
72	-0,142325	0,029763	1,425427	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,369393
73	-0,141081	0,039909	1,426128	1,248200	-0,285600	1,425796	0,332409
74	-0,138947	0,049603	1,428568	1,248200	-0,285600	1,425796	2,771716
75	-0,136974	0,059649	1,430306	1,248200	-0,285600	1,425796	4,509545
76	-0,134785	0,070235	1,433262	1,248200	-0,285600	1,425796	7,466178
77	-0,134091	0,079777	1,436425	1,248200	-0,285600	1,425796	10,628569

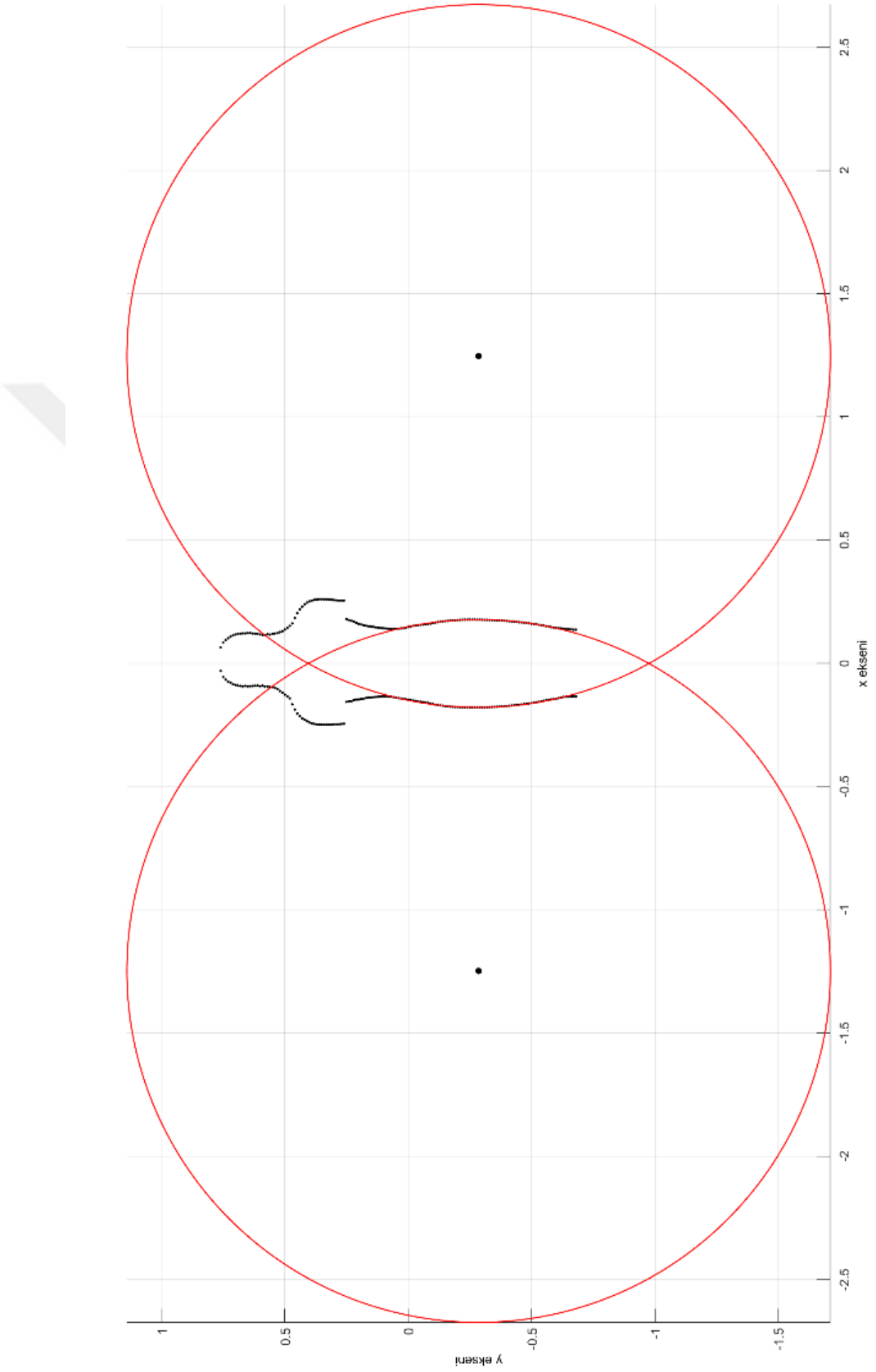
Hata Değerleri			
Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]
-3,3373	10,63	±1,29	±2,16

EK 240: Kouros 1/20/95 Sağ Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu

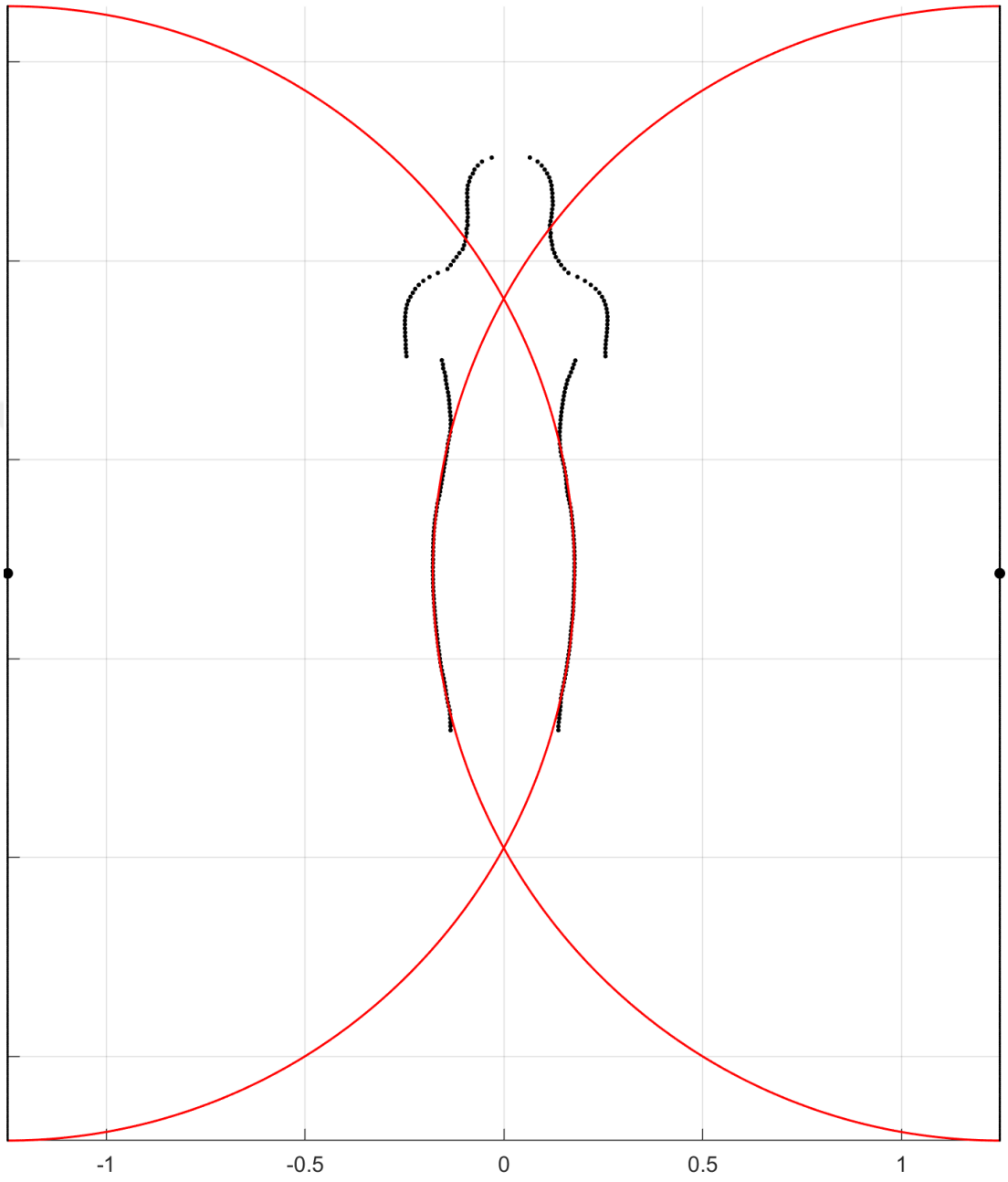
Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
6	-0,136398	-0,629792	1,425555	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,241515
7	-0,138982	-0,619680	1,425659	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,137246
8	-0,141175	-0,609912	1,425537	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,259135
9	-0,143042	-0,600133	1,425165	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,631116
10	-0,144697	-0,589660	1,424507	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,289019
11	-0,146379	-0,579602	1,424040	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,756231
12	-0,148014	-0,569635	1,423618	1,247000	-0,285600	1,425796	-2,178449
13	-0,149717	-0,559643	1,423329	1,247000	-0,285600	1,425796	-2,467202
14	-0,151580	-0,549608	1,423261	1,247000	-0,285600	1,425796	-2,534572
15	-0,153928	-0,539749	1,423776	1,247000	-0,285600	1,425796	-2,020126
16	-0,156064	-0,529706	1,424122	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,674162
17	-0,158169	-0,519602	1,424501	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,294874
18	-0,159781	-0,509678	1,424497	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,299502
19	-0,161182	-0,499883	1,424374	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,422370
20	-0,162481	-0,489639	1,424154	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,641850
21	-0,163798	-0,479814	1,424084	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,711570
22	-0,165172	-0,469856	1,424123	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,672983
23	-0,166413	-0,460054	1,424120	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,676343
24	-0,167457	-0,449665	1,423921	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,874591
25	-0,168643	-0,439694	1,423986	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,809950
26	-0,169832	-0,429715	1,424124	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,672336
27	-0,170919	-0,419959	1,424252	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,544354
28	-0,171962	-0,409828	1,424371	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,425320
29	-0,172722	-0,399647	1,424276	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,519578
30	-0,173622	-0,390029	1,424436	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,359866
31	-0,174389	-0,379701	1,424482	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,314454
32	-0,175074	-0,370007	1,424558	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,238186
33	-0,175980	-0,360028	1,424906	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,889851
34	-0,176485	-0,349852	1,424915	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,880644
35	-0,177126	-0,340356	1,425159	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,636722
36	-0,177778	-0,329973	1,425450	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,346186
37	-0,178117	-0,320151	1,425517	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,279223
38	-0,178456	-0,310021	1,425646	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,149822
39	-0,178599	-0,300285	1,425656	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,140366
40	-0,178728	-0,290184	1,425716	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,079631
41	-0,178968	-0,280069	1,425960	1,247000	-0,285600	1,425796	0,163727
42	-0,178815	-0,270169	1,425880	1,247000	-0,285600	1,425796	0,083500
43	-0,178741	-0,259942	1,425953	1,247000	-0,285600	1,425796	0,156858
44	-0,178567	-0,250398	1,425983	1,247000	-0,285600	1,425796	0,186567
45	-0,178495	-0,239962	1,426206	1,247000	-0,285600	1,425796	0,410385
46	-0,178284	-0,230146	1,426343	1,247000	-0,285600	1,425796	0,547390
47	-0,178066	-0,220018	1,426555	1,247000	-0,285600	1,425796	0,759274
48	-0,177829	-0,209679	1,426831	1,247000	-0,285600	1,425796	1,035291
49	-0,177322	-0,200012	1,426872	1,247000	-0,285600	1,425796	1,076223
50	-0,177068	-0,190222	1,427239	1,247000	-0,285600	1,425796	1,443474
51	-0,176445	-0,180050	1,427334	1,247000	-0,285600	1,425796	1,538011
52	-0,175388	-0,170388	1,427027	1,247000	-0,285600	1,425796	1,231462
53	-0,174549	-0,159776	1,427088	1,247000	-0,285600	1,425796	1,291671
54	-0,173314	-0,150061	1,426748	1,247000	-0,285600	1,425796	0,951598
55	-0,171836	-0,140086	1,426259	1,247000	-0,285600	1,425796	0,463445
56	-0,170177	-0,130101	1,425664	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,132388
57	-0,168729	-0,119987	1,425364	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,432022
58	-0,167247	-0,109807	1,425112	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,684070
59	-0,164808	-0,100155	1,423916	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,879560
60	-0,162518	-0,089879	1,423023	1,247000	-0,285600	1,425796	-2,773112
61	-0,160515	-0,079822	1,422459	1,247000	-0,285600	1,425796	-3,337011
62	-0,159100	-0,069874	1,422533	1,247000	-0,285600	1,425796	-3,262526
63	-0,157329	-0,060314	1,422266	1,247000	-0,285600	1,425796	-3,530076
64	-0,155647	-0,050271	1,422232	1,247000	-0,285600	1,425796	-3,563584
65	-0,153954	-0,040070	1,422288	1,247000	-0,285600	1,425796	-3,507754
66	-0,152115	-0,029917	1,422267	1,247000	-0,285600	1,425796	-3,529002
67	-0,150731	-0,020303	1,422667	1,247000	-0,285600	1,425796	-3,129021
68	-0,148956	-0,010178	1,422848	1,247000	-0,285600	1,425796	-2,947665
69	-0,147209	-0,000366	1,423069	1,247000	-0,285600	1,425796	-2,727418
70	-0,145422	0,009823	1,423398	1,247000	-0,285600	1,425796	-2,398353
71	-0,143727	0,019879	1,423863	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,932889
72	-0,142325	0,029763	1,424649	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,146927
73	-0,141081	0,039909	1,425718	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,077857
74	-0,138947	0,049603	1,425888	1,247000	-0,285600	1,425796	0,092309
75	-0,136974	0,059649	1,426369	1,247000	-0,285600	1,425796	0,572926
76	-0,134785	0,070235	1,426848	1,247000	-0,285600	1,425796	1,052213
77	-0,134091	0,079777	1,428587	1,247000	-0,285600	1,425796	2,790791

Hata Değerleri			
Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]
-3,5636	2,79	±1,39	±1,71

EK 241: Kouros 1/20/95 Femur-Simetrik Çemberler



EK 242: Kouros 1/20/95 Femur-Simetrik Çember Uyumu



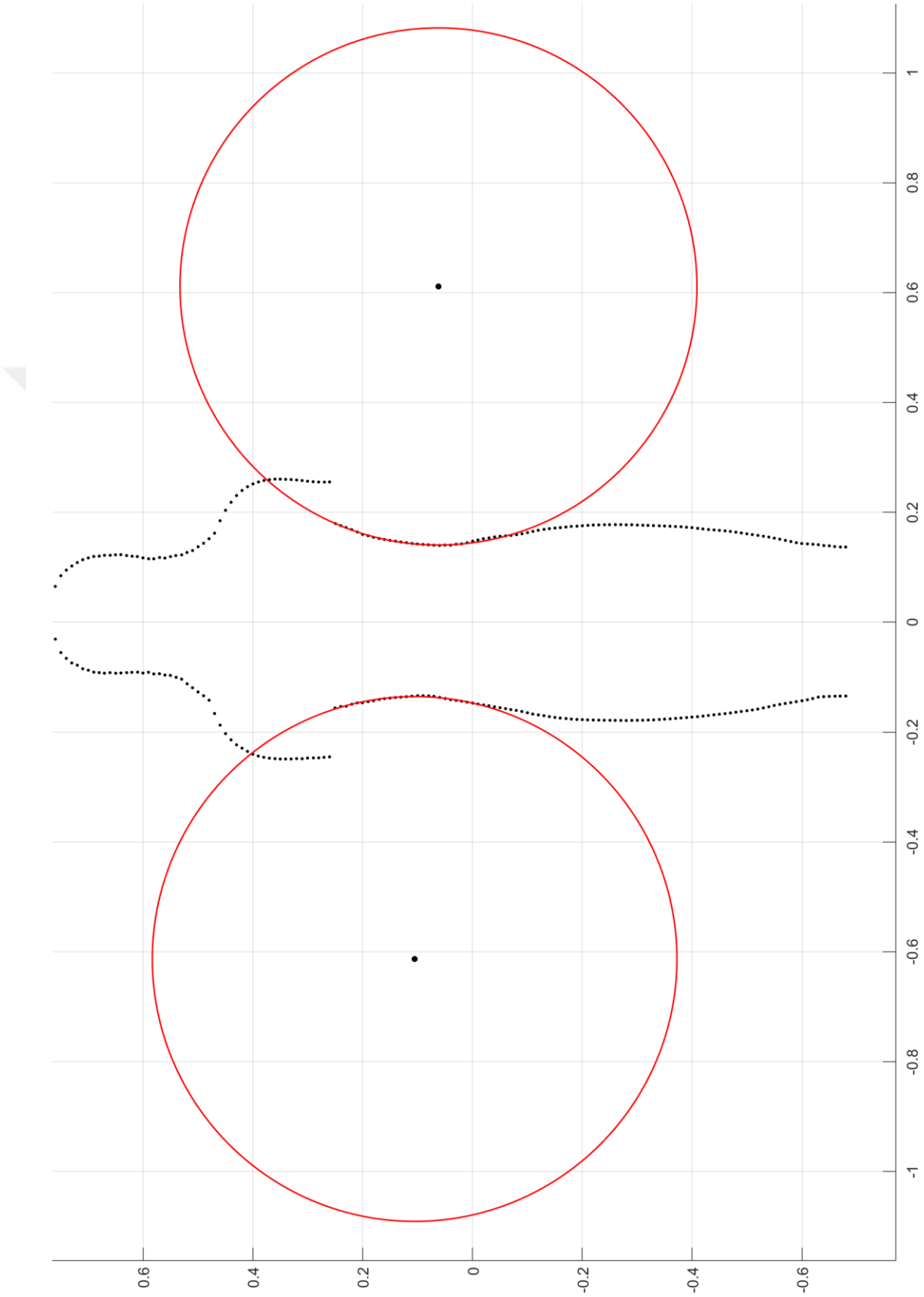
EK 243: Kouros 1/20/95 Sol Thorax Sınırı ile Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
68	-0,148956	-0,010178	0,478294	-0,613100	0,105300	0,477700	0,593656
69	-0,147209	-0,000366	0,477723	-0,613100	0,105300	0,477700	0,023484
70	-0,145422	0,009823	0,477324	-0,613100	0,105300	0,477700	-0,375614
71	-0,143727	0,019879	0,477083	-0,613100	0,105300	0,477700	-0,617449
72	-0,142325	0,029763	0,476797	-0,613100	0,105300	0,477700	-0,903462
73	-0,141081	0,039909	0,476527	-0,613100	0,105300	0,477700	-1,173066
74	-0,138947	0,049603	0,477413	-0,613100	0,105300	0,477700	-0,286947
75	-0,136974	0,059649	0,478310	-0,613100	0,105300	0,477700	0,609504
76	-0,134785	0,070235	0,479599	-0,613100	0,105300	0,477700	1,898575
77	-0,134091	0,079777	0,479688	-0,613100	0,105300	0,477700	1,988488
78	-0,133892	0,089744	0,479460	-0,613100	0,105300	0,477700	1,760422
79	-0,133916	0,099776	0,479216	-0,613100	0,105300	0,477700	1,515839
80	-0,134661	0,110386	0,478466	-0,613100	0,105300	0,477700	0,766032
81	-0,135623	0,120290	0,477712	-0,613100	0,105300	0,477700	0,012241
82	-0,136452	0,130397	0,477308	-0,613100	0,105300	0,477700	-0,391740
83	-0,137078	0,140371	0,477312	-0,613100	0,105300	0,477700	-0,387818
84	-0,138097	0,150101	0,477111	-0,613100	0,105300	0,477700	-0,588923
85	-0,139107	0,160248	0,477167	-0,613100	0,105300	0,477700	-0,532685
86	-0,140639	0,169632	0,476821	-0,613100	0,105300	0,477700	-0,879276
87	-0,142942	0,180043	0,476062	-0,613100	0,105300	0,477700	-1,637965
88	-0,144524	0,190124	0,476192	-0,613100	0,105300	0,477700	-1,508254
89	-0,146611	0,200339	0,476072	-0,613100	0,105300	0,477700	-1,628158
90	-0,146860	0,209778	0,477803	-0,613100	0,105300	0,477700	0,102669
91	-0,149312	0,219755	0,477702	-0,613100	0,105300	0,477700	0,002058
92	-0,152877	0,229791	0,476763	-0,613100	0,105300	0,477700	-0,936727
93	-0,153502	0,239765	0,478864	-0,613100	0,105300	0,477700	1,164446
94	-0,156247	0,250256	0,479298	-0,613100	0,105300	0,477700	1,598347
Hata Değerleri							
Minimum Hata [mm]		Maksimum Hata [mm]		Ortalama Hata [mm]		Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]	
-1,638		1,99		±0,88		±1,07	

EK 244: Kouros 1/20/95 Sağ Thorax Sınırı ile Çember Uyumu

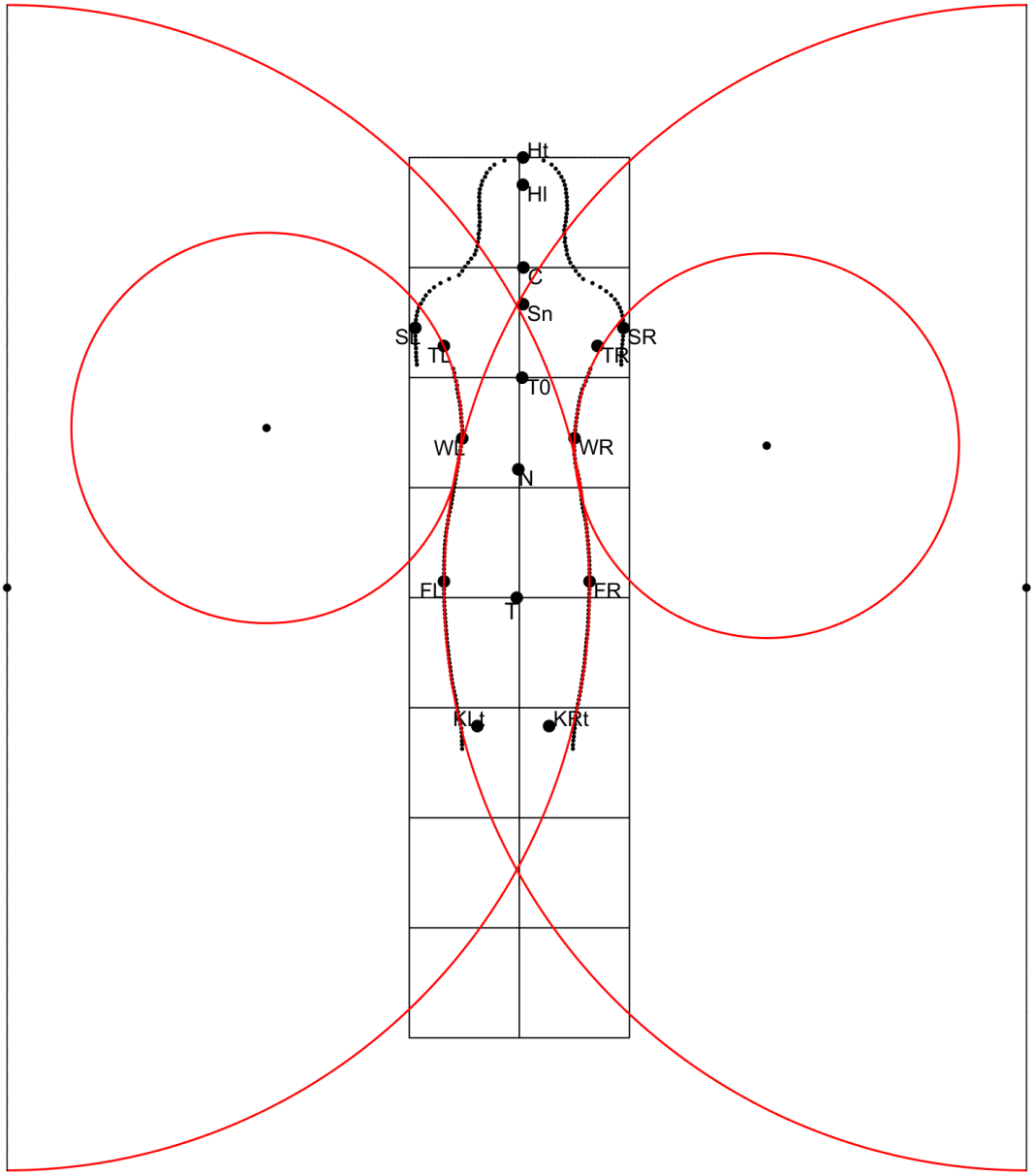
Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
71	0,142626	0,019855	0,470457	0,611200	0,061900	0,470700	-0,243439
72	0,141932	0,029804	0,470364	0,611200	0,061900	0,470700	-0,335664
73	0,140316	0,039932	0,471396	0,611200	0,061900	0,470700	0,696155
74	0,140364	0,050259	0,470980	0,611200	0,061900	0,470700	0,279885
75	0,139778	0,059938	0,471426	0,611200	0,061900	0,470700	0,726083
76	0,140186	0,070392	0,471091	0,611200	0,061900	0,470700	0,390546
77	0,140869	0,080335	0,470692	0,611200	0,061900	0,470700	-0,007851
78	0,141498	0,090045	0,470544	0,611200	0,061900	0,470700	-0,155518
79	0,142430	0,100331	0,470343	0,611200	0,061900	0,470700	-0,357301
80	0,143348	0,109843	0,470302	0,611200	0,061900	0,470700	-0,397943
81	0,144604	0,120148	0,470218	0,611200	0,061900	0,470700	-0,482330
82	0,146042	0,130304	0,470161	0,611200	0,061900	0,470700	-0,539312
83	0,147532	0,140129	0,470221	0,611200	0,061900	0,470700	-0,478998
84	0,148909	0,150213	0,470651	0,611200	0,061900	0,470700	-0,049222
85	0,150645	0,160375	0,470965	0,611200	0,061900	0,470700	0,265215
86	0,152409	0,170033	0,471362	0,611200	0,061900	0,470700	0,661780
87	0,154582	0,180263	0,471709	0,611200	0,061900	0,470700	1,009442
88	0,157478	0,190099	0,471486	0,611200	0,061900	0,470700	0,785564
89	0,159822	0,200173	0,472082	0,611200	0,061900	0,470700	1,382113
90	0,164311	0,209693	0,470694	0,611200	0,061900	0,470700	-0,006311
91	0,168608	0,219912	0,469953	0,611200	0,061900	0,470700	-0,747374
92	0,172456	0,230178	0,469908	0,611200	0,061900	0,470700	-0,791729
93	0,175863	0,239819	0,470291	0,611200	0,061900	0,470700	-0,409160
94	0,179556	0,249615	0,470695	0,611200	0,061900	0,470700	-0,005339
Hata Değerleri							
Minimum Hata [mm]		Maksimum Hata [mm]		Ortalama Hata [mm]		Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]	
-0,07917		1,38		±0,4668		±0,057	

EK 245: Kouros 1/20/95 Thorax Sınırlarına Uyan Çemberler

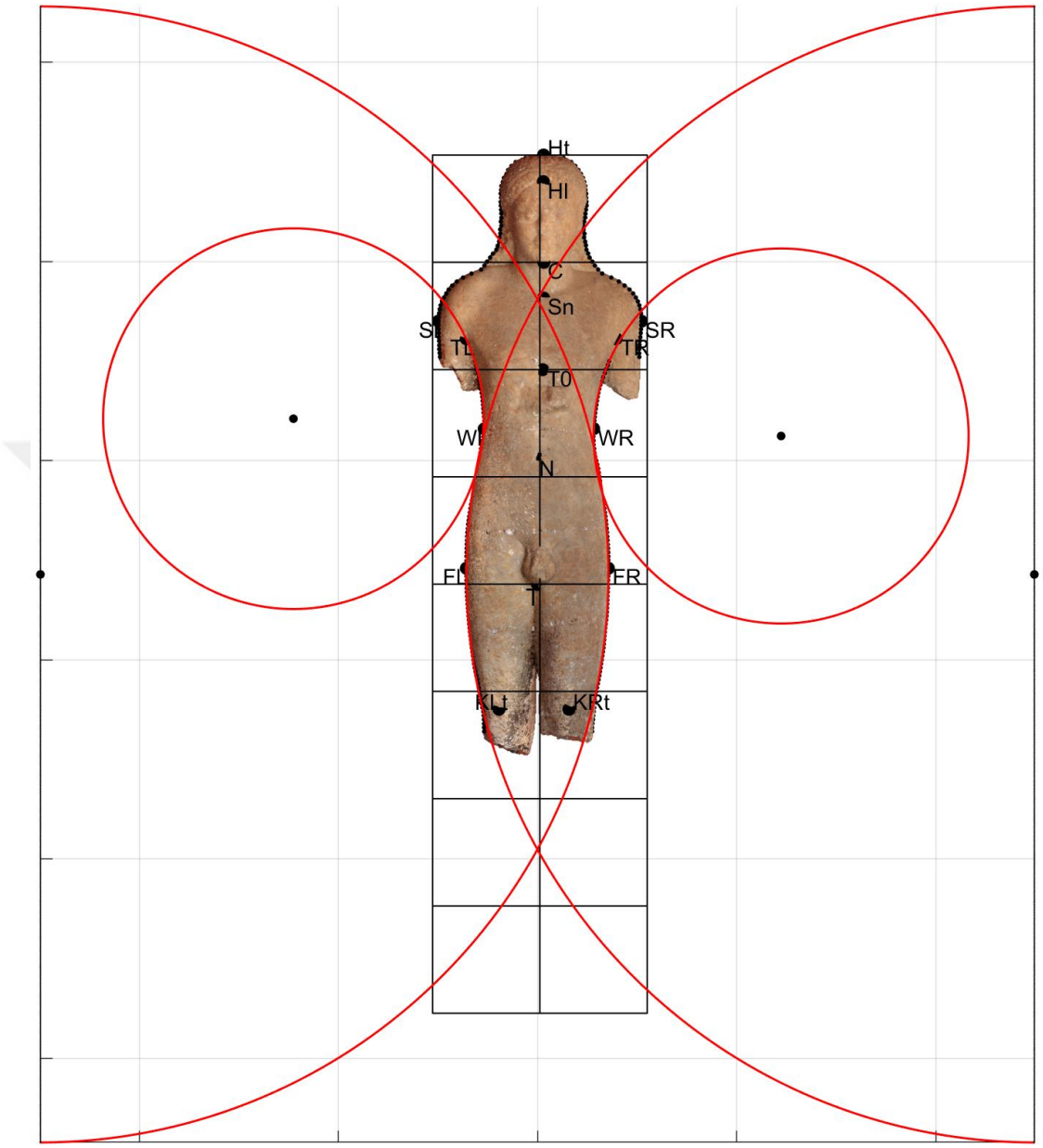


ek s.167

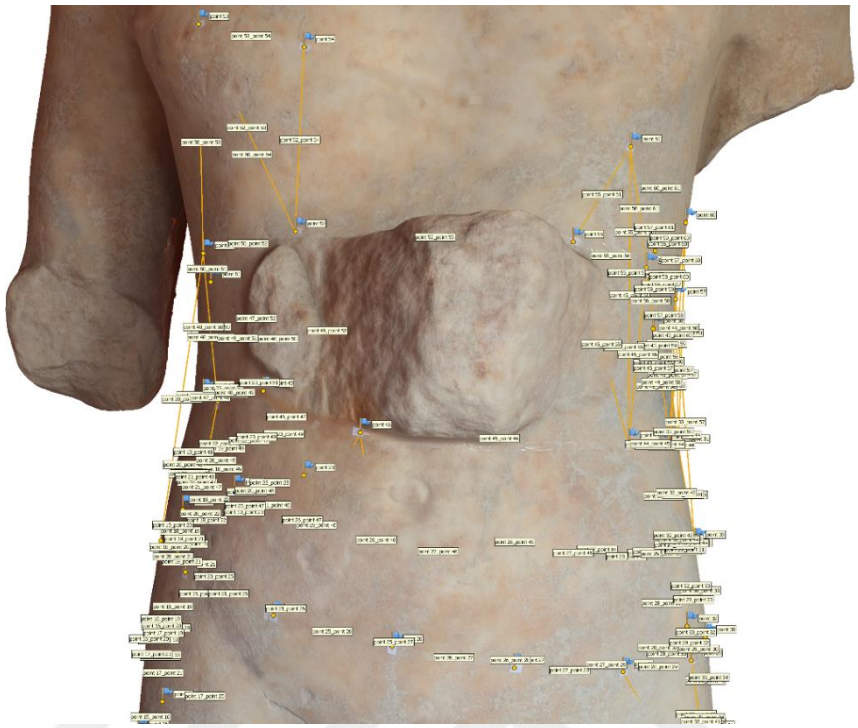
EK 246: Kouros 1/20/95 Geometrik Modeli



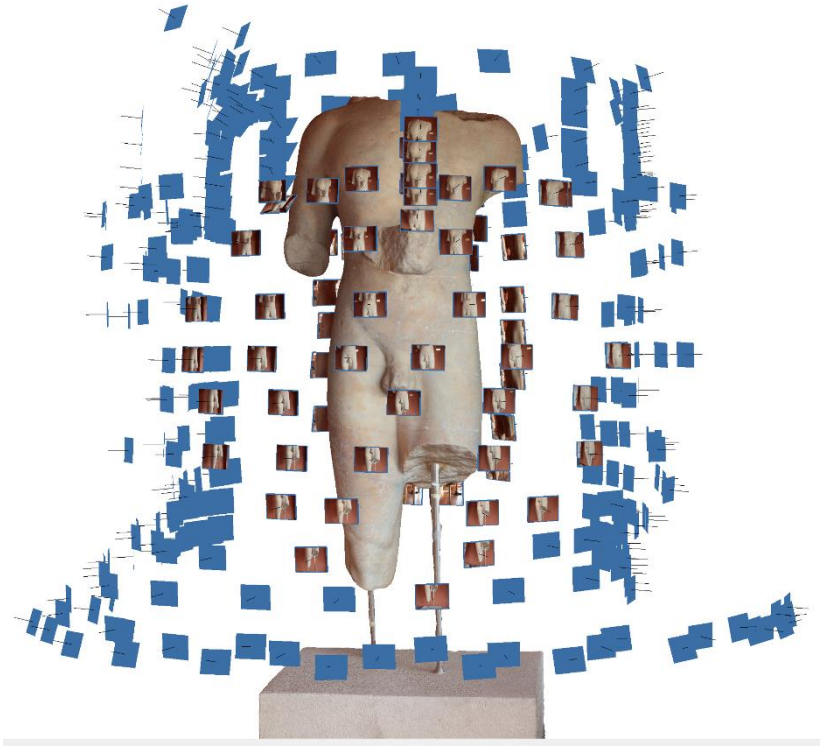
EK 247: Kouros 1/20/95 ve Geometrik Modeli



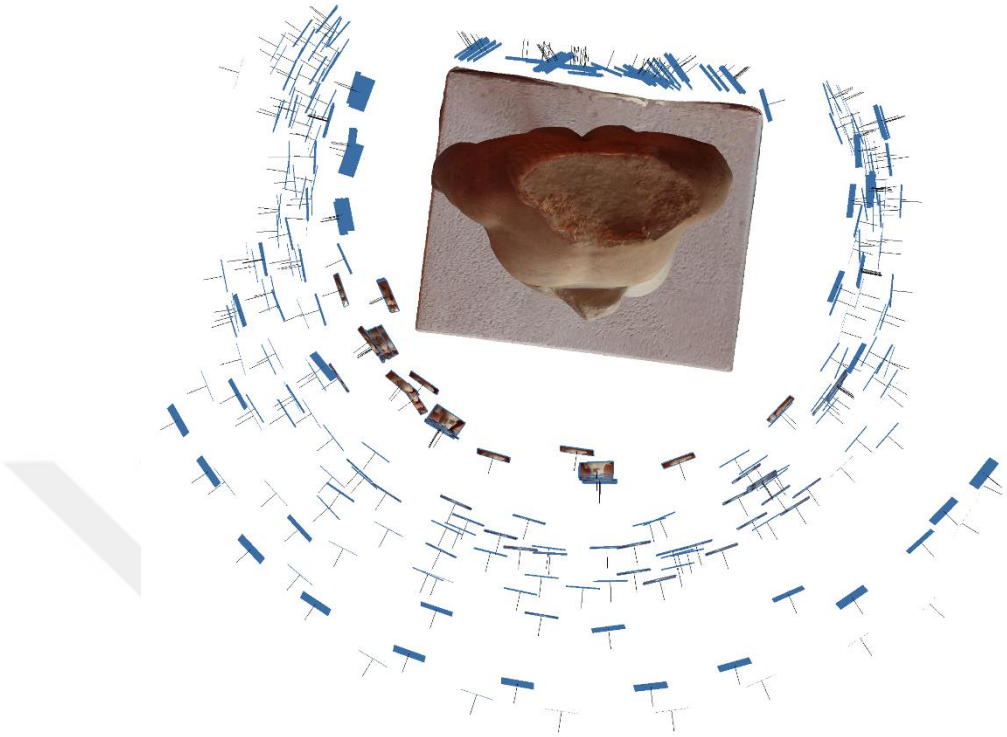
EK 248: Kouros 1/21/03 Hedef Noktalar ve Ölçüm



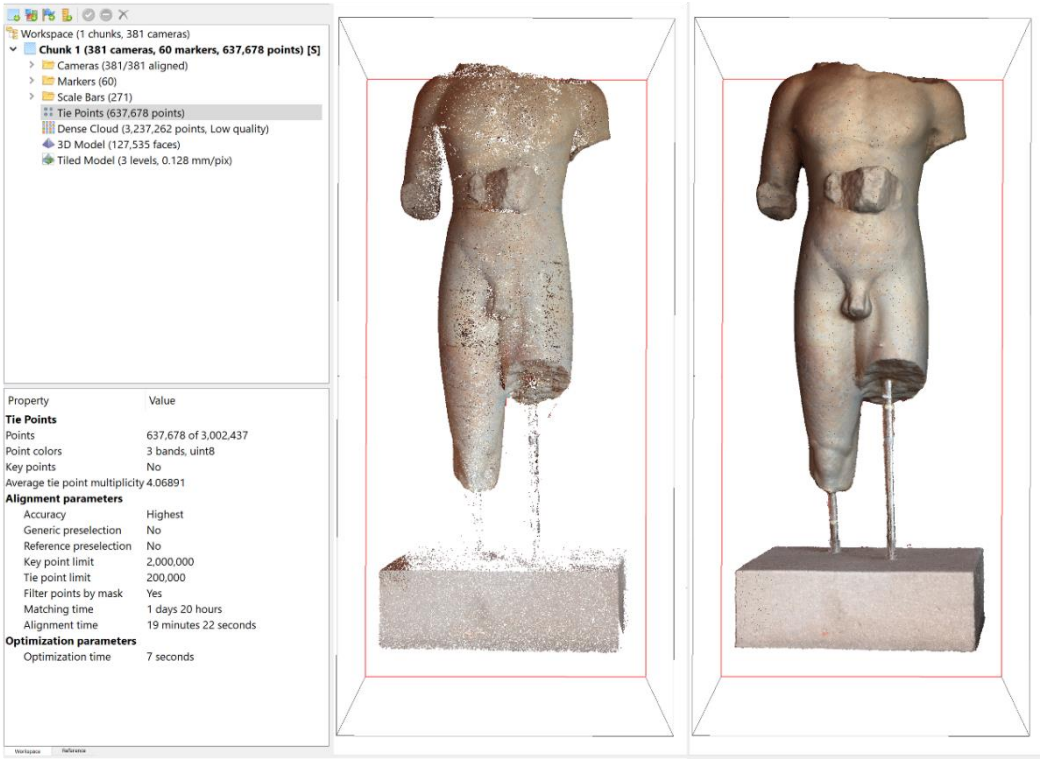
EK 249: Kouros 1/21/03 Fotoğraf Çekimi Planı Önden Görünümü



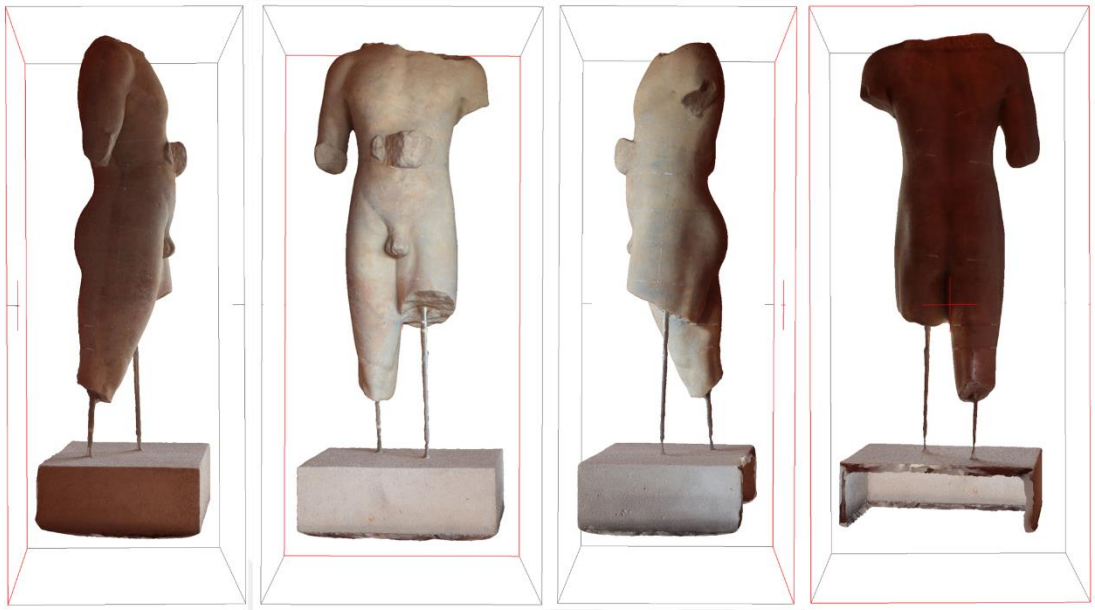
EK 250: Kouros 1/21/03 Fotoğraf Çekimi Planı Üstten Görünümü



EK 251: Kouros 1/21/03 Nokta Bulutu ve Yoğun Nokta Bulutu Modeli



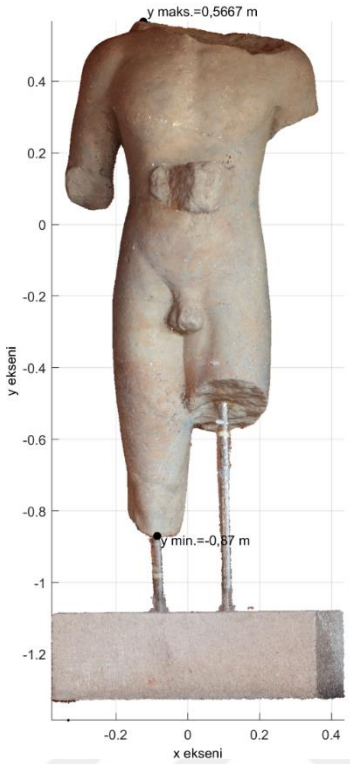
EK 252: Kouros 1/21/03 Dokulandırılmış Modeli



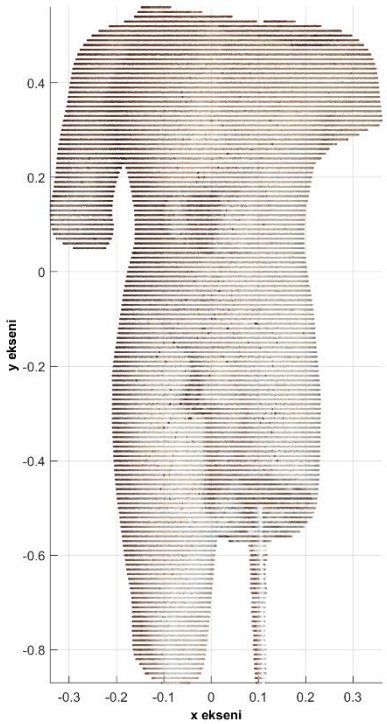
EK 253: Kouros 1/21/03 Modelleme Hata Değerleri

Tip	Ölçüm Sayısı	Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Rmse [mm]
Model Oluşturma	136	-0,78	1,12	+0,01	±0,40
Bağımsız Denetim	133	-1,15	1,11	-0,06	±0,38

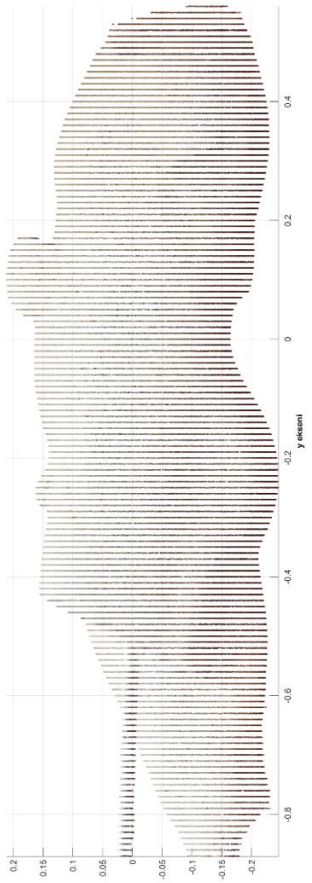
EK 254: Kouros 1/21/03 Modelinin y Ekseninde Ölçüleri



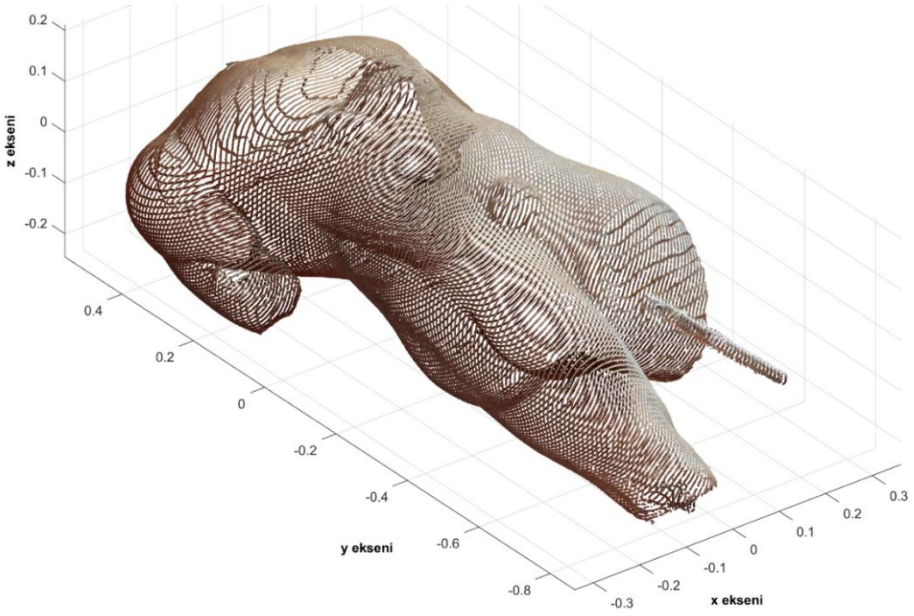
EK 255: Kouros 1/21/03 Transversal Kesitleri Önden Görünümü



EK 256: Kouros 1/21/03 Transversal Kesitleri Yandan Görünümü



EK 257: Kouros 1/21/03 Transversal Kesitleri Üç Boyutlu Görünümü



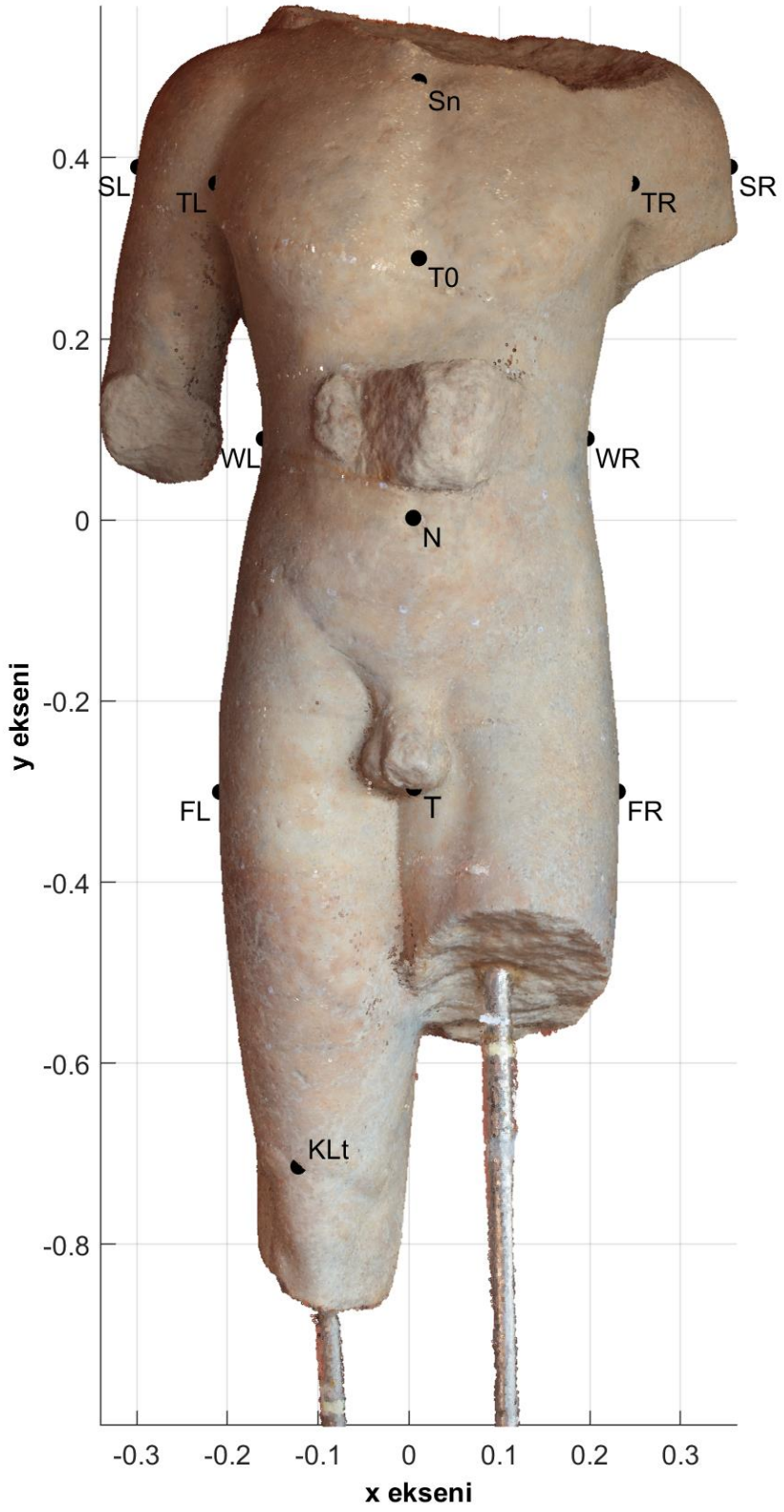
EK 258: Kouros 1/21/03 Referans Noktaların Koordinatları

Referans Nokta	Koordinat Bilgileri		
	x [m]	y [m]	z [m]
Ht	0,011220	0,874200	0,000000
Hl	---	---	---
C	0,011220	0,581600	0,000000
Sn	0,011220	0,484130	0,054450
SL	-0,298538	0,389791	-0,109068
SR	0,354298	0,389904	-0,118426
TL	-0,212264	0,371520	-0,000269
TR	0,245939	0,371520	0,002421
NL	---	---	---
NR	---	---	---
T0	0,011220	0,289099	0,121200
WL	-0,159898	0,089616	-0,021559
WR	0,196276	0,089873	-0,024709
N	0,005020	0,002176	0,159700
T	0,005828	-0,296000	0,115000
FL	-0,208194	-0,300382	-0,012246
FR	0,230630	-0,299921	-0,004807
KLt	-0,121810	-0,713900	-0,026230
KRt	---	---	---
KLb	---	---	---
KRb	---	---	---
SOF	0,011220	-1,466197	0,000000

EK 259: Kouros 1/21/03 Teorik Boy Uzunluğuna Oranlar

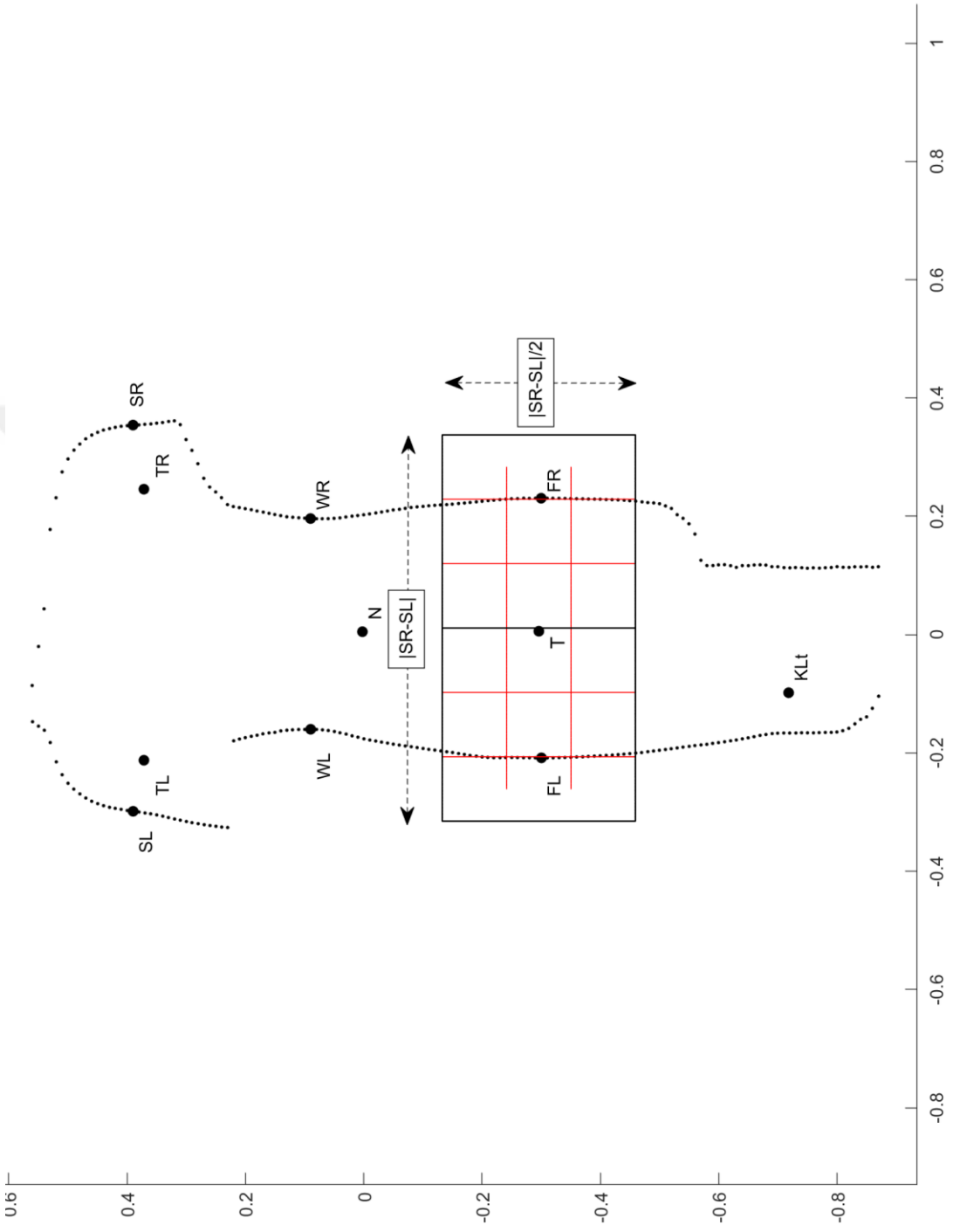
Ölçme Bilgileri			Uzaklık/Teorik Boy Uzunluğu ($\|P_2-P_1\|$ / [3x|Sn-T|])
Başlangıç (P_1)	Bitiş (P_2)	Uzaklık [m] ($\|P_2-P_1\|$)	
C	Ht	0,292600	1/8
C	Hl	---	---
Hl	Ht	---	---
SL	SR	0,652836	12/43
TL	TR	0,458203	9/46
WL	WR	0,356174	7/46
FL	FR	0,438824	3/16
T	Ht	1,170200	1/2
T	Hl	---	---
T	C	0,877600	3/8
T	Sn	0,780130	1/3
T	SL-SR	0,685904	17/58
T	TL-TR	0,667520	2/7
T	T0	0,585099	1/4
T	NL-NR	---	---
T	WL-WR	0,385873	15/91
T	N	0,298176	7/55
T	FL-FR	-0,004382	-0
T	KLt-KRt	0,417900	5/28
T	KLb-KRb	---	---
T	SOF	1,170000	1/2
SOF	Ht	2,340397	1

EK 260: Kouros 1/21/03 Referans Noktaları

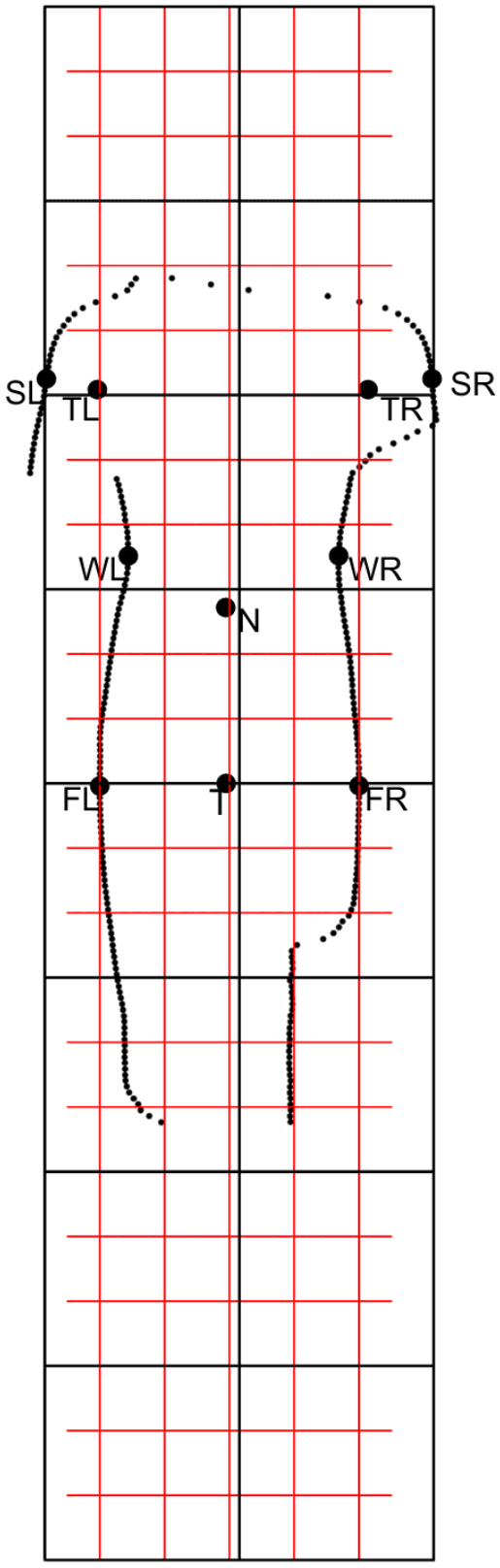


ek s.177

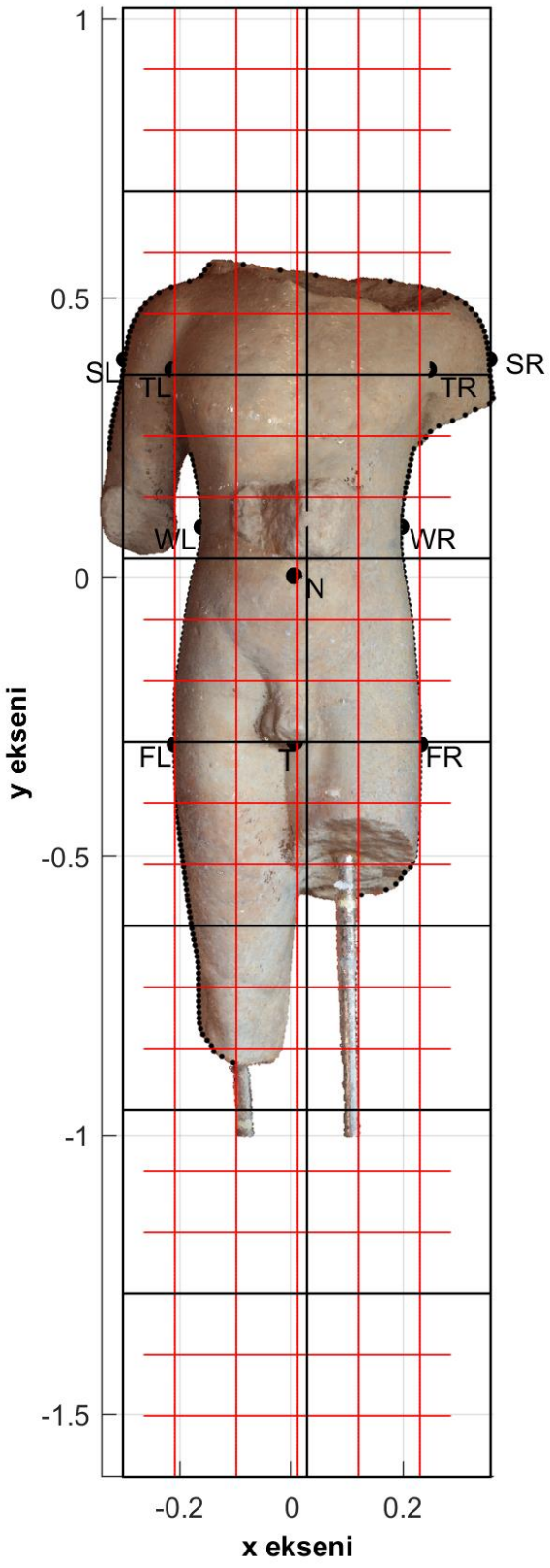
EK 261: Kouros 1/21/03 Omuz Genişliği ve Femur Genişliği İlişkisi



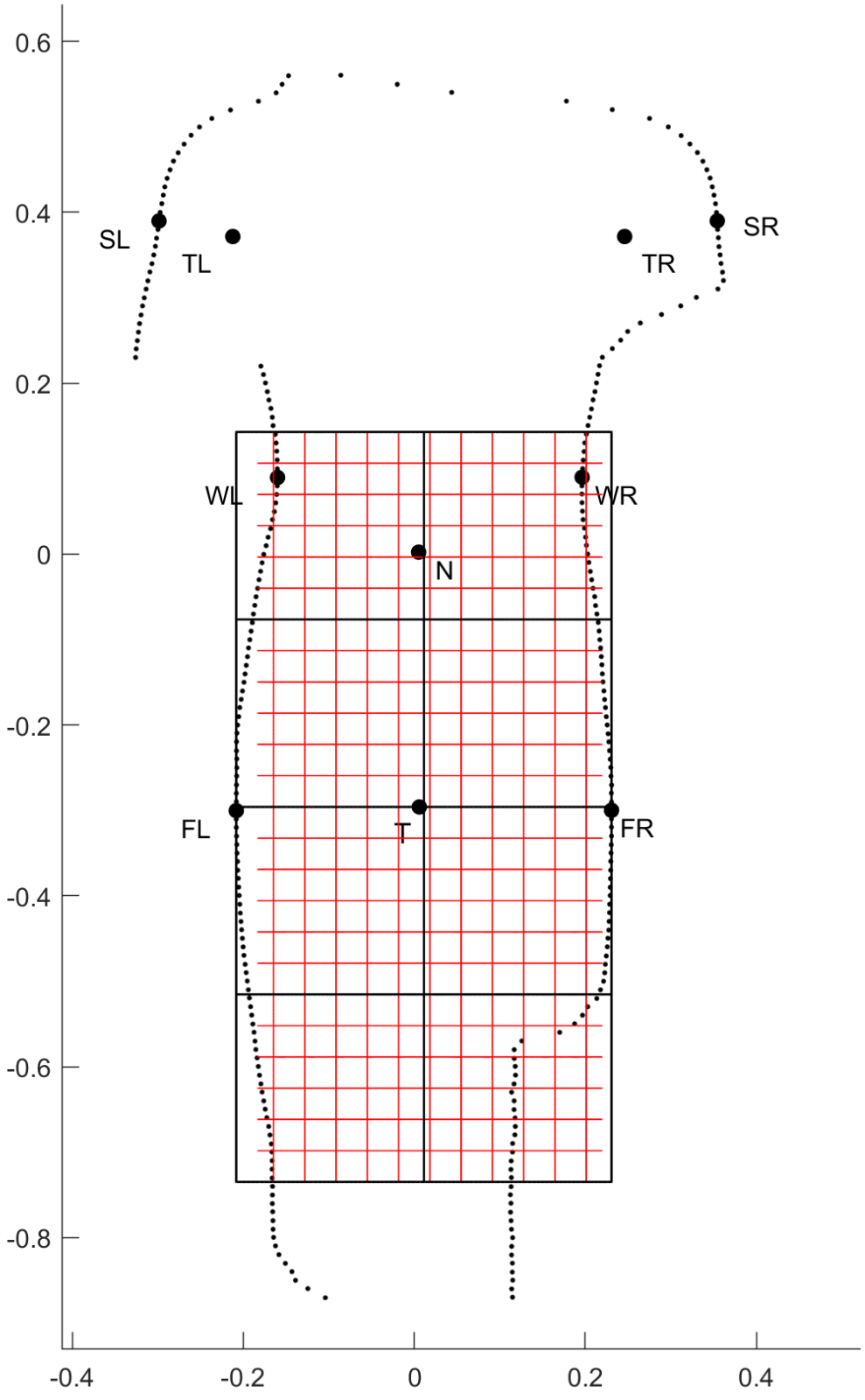
EK 262: Kouros 1/21/03 Omuz ve Femur Genişliği ve Simetri Kaybı



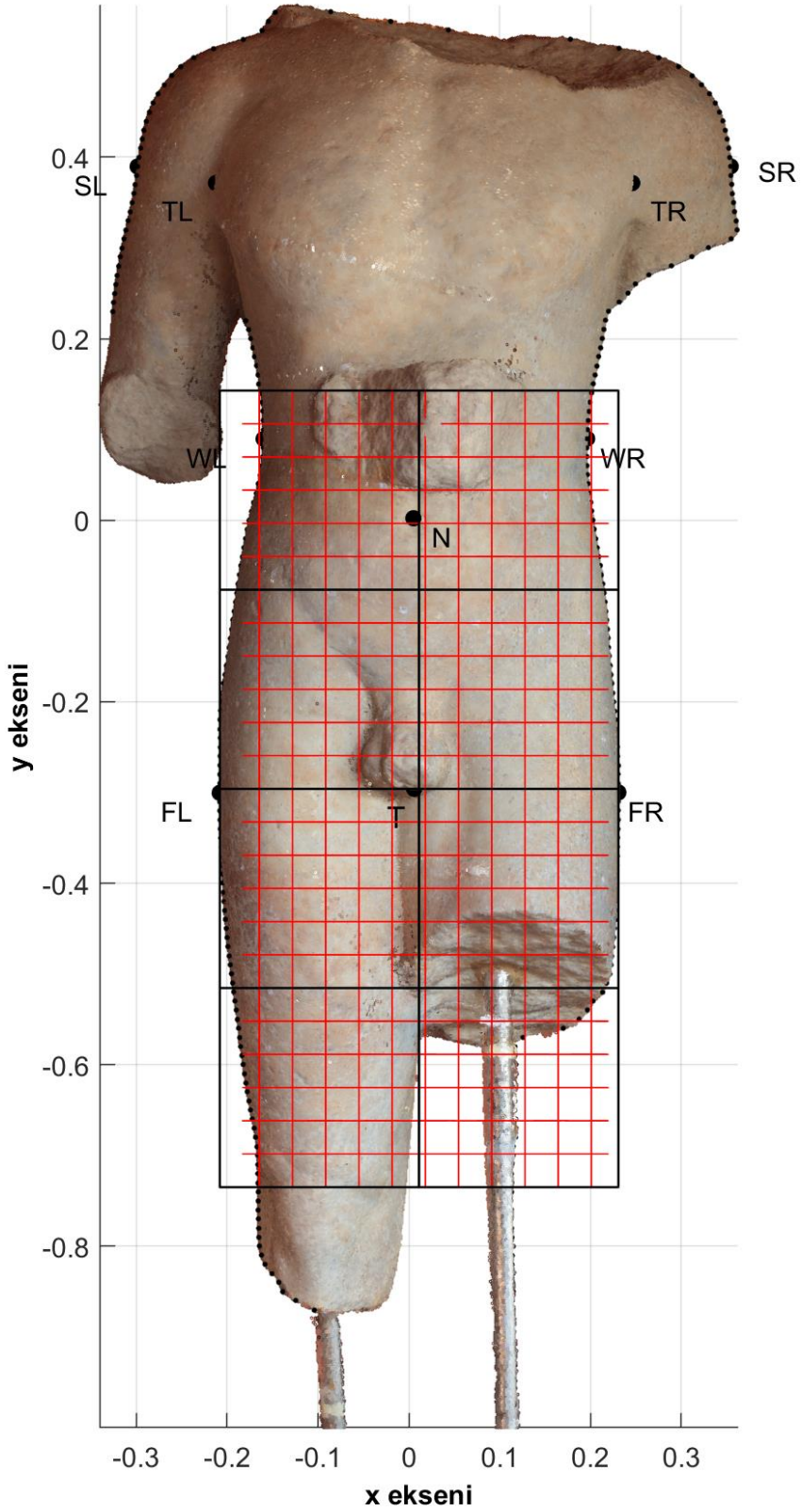
EK 263: Kouros 1/21/03 Omuz ve Femur Genişliği ve Simetri Kaybı



EK 264: Kouros 1/21/03 Femur ve Bel Genişliği ve Simetri Kaybı

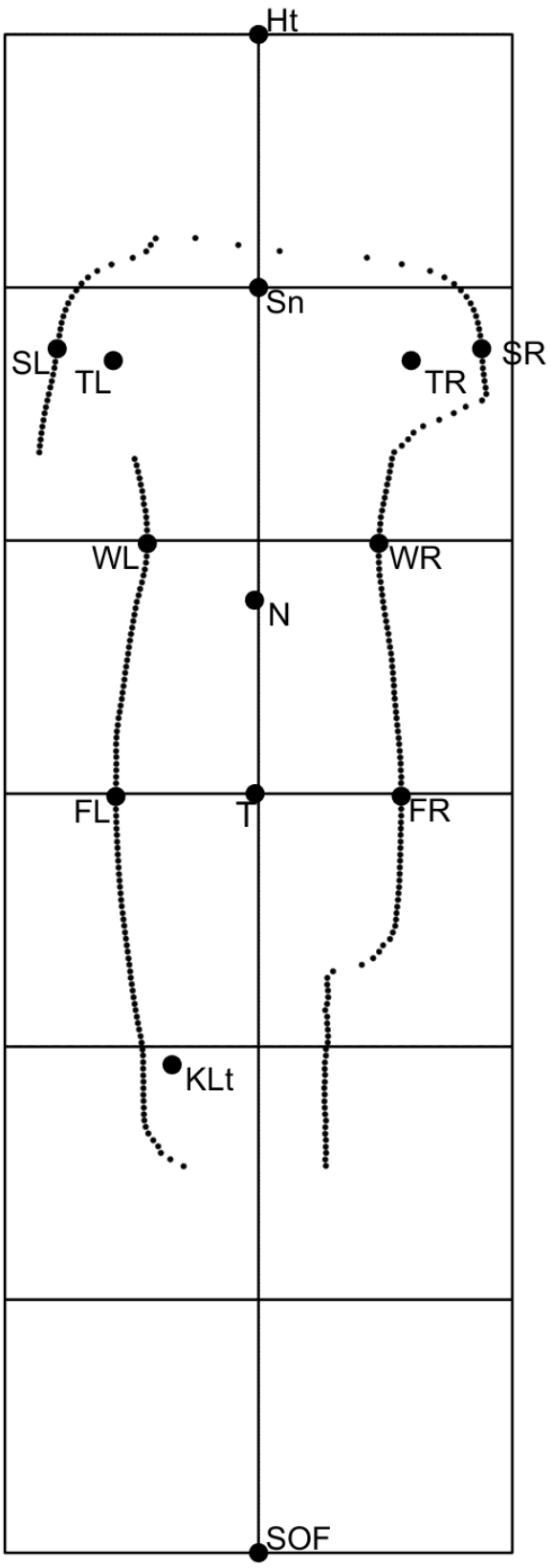


EK 265: Kouros 1/21/03 Femur ve Bel Genişliği ve Simetri Kaybı



ek s.182

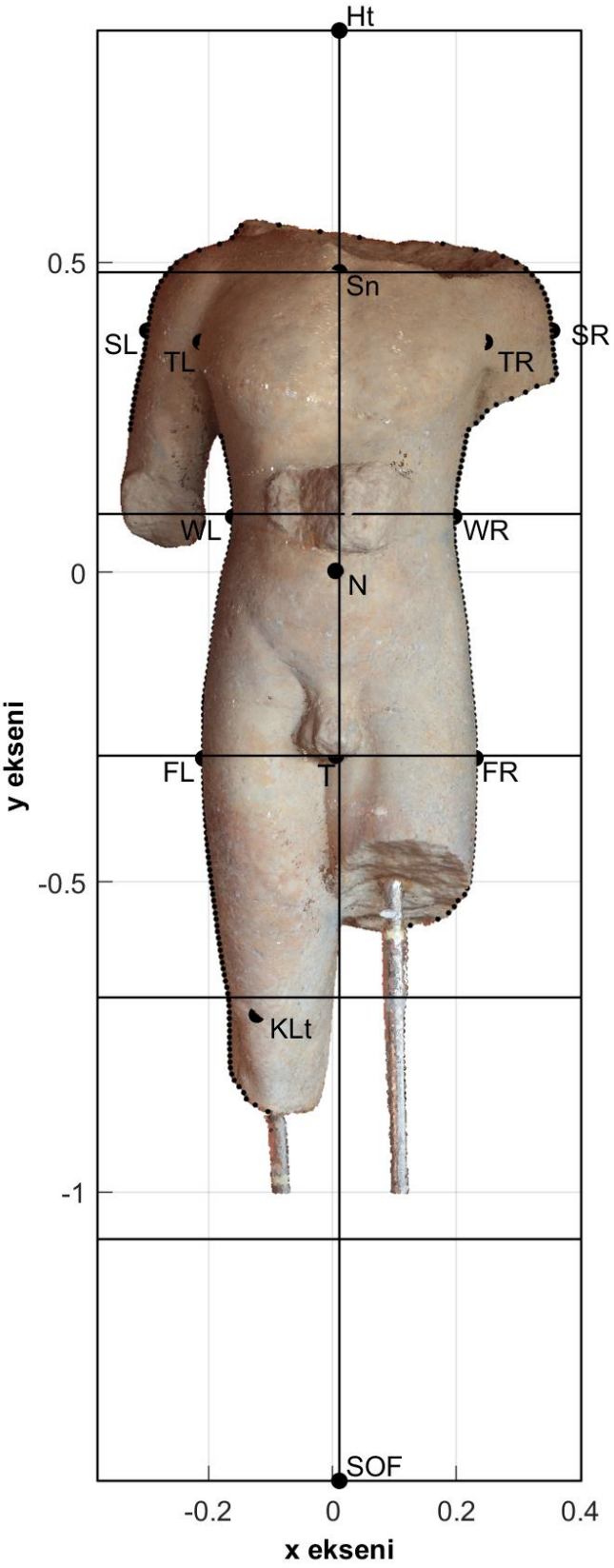
EK 266: Kouros 1/21/03 Teorik Boy h/6 Parçalanması ve Sn Noktası



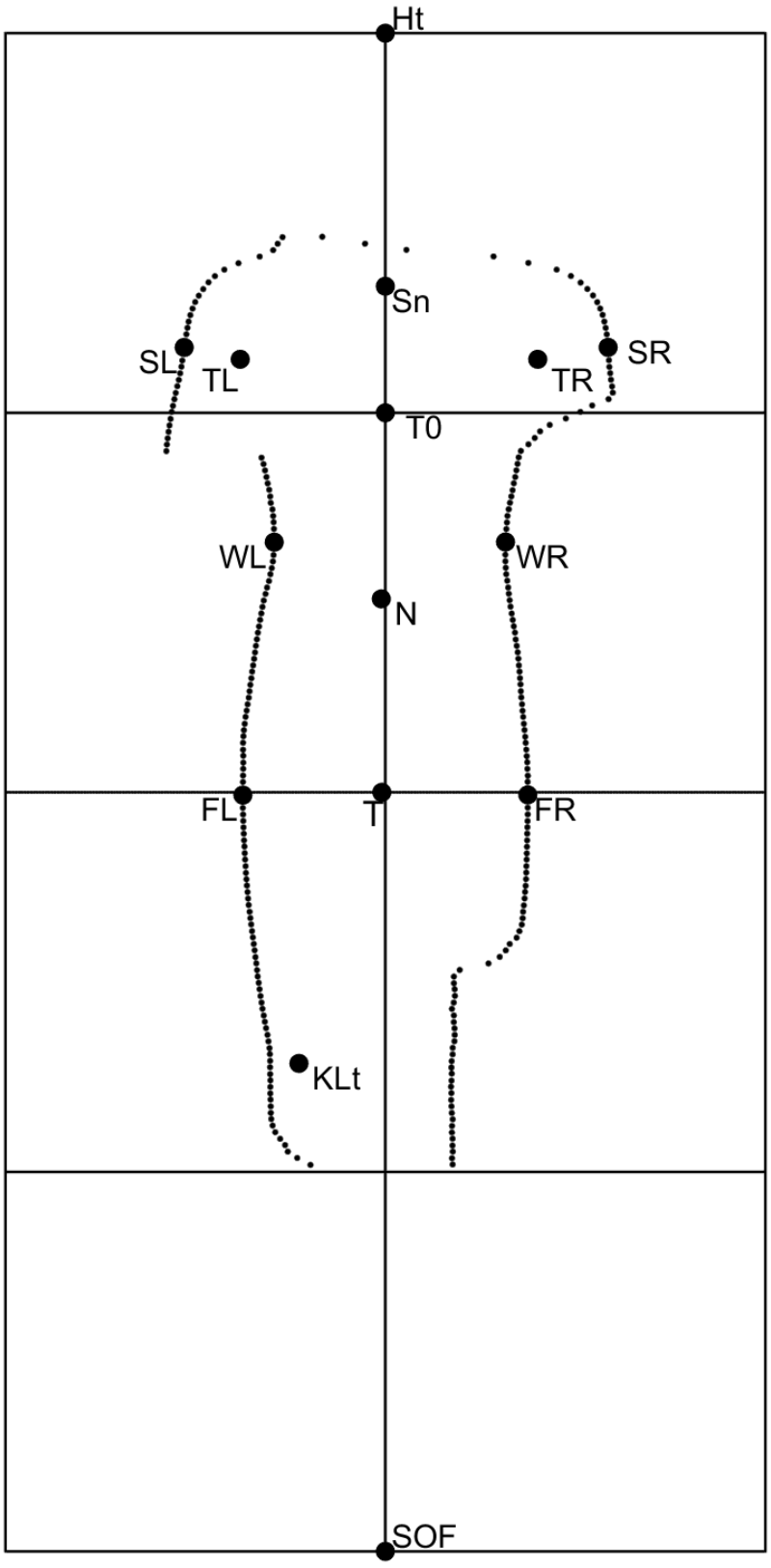
EK 267: Kouros 1/21/03 ve Sn Noktası



EK 268: Kouros 1/21/03 Teorik Boy h/6 Parçalanması ve Sn Noktası

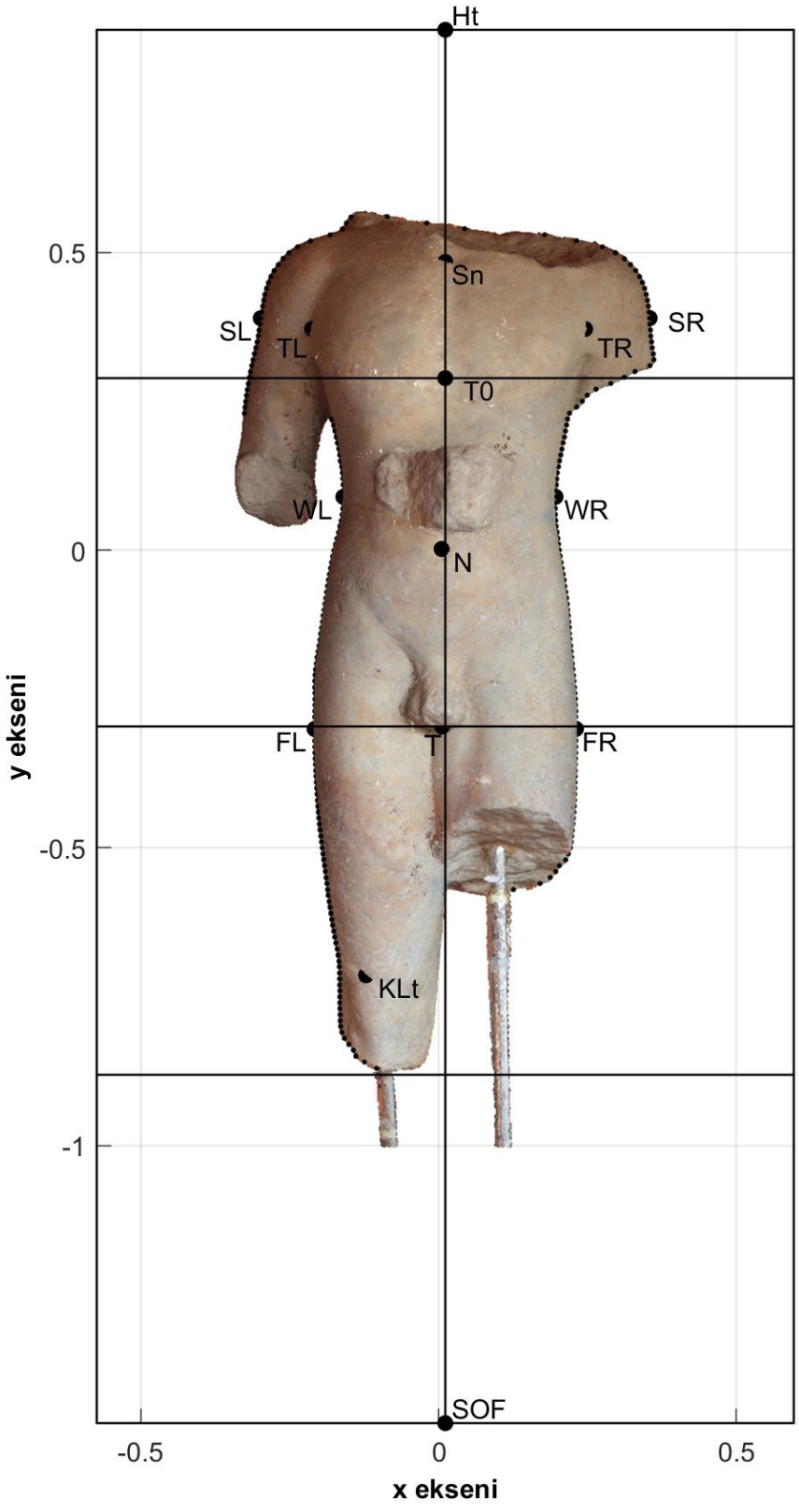


EK 269: Kouros 1/21/03 Teorik Boy h/4 Parçalanması ve T0 Noktası



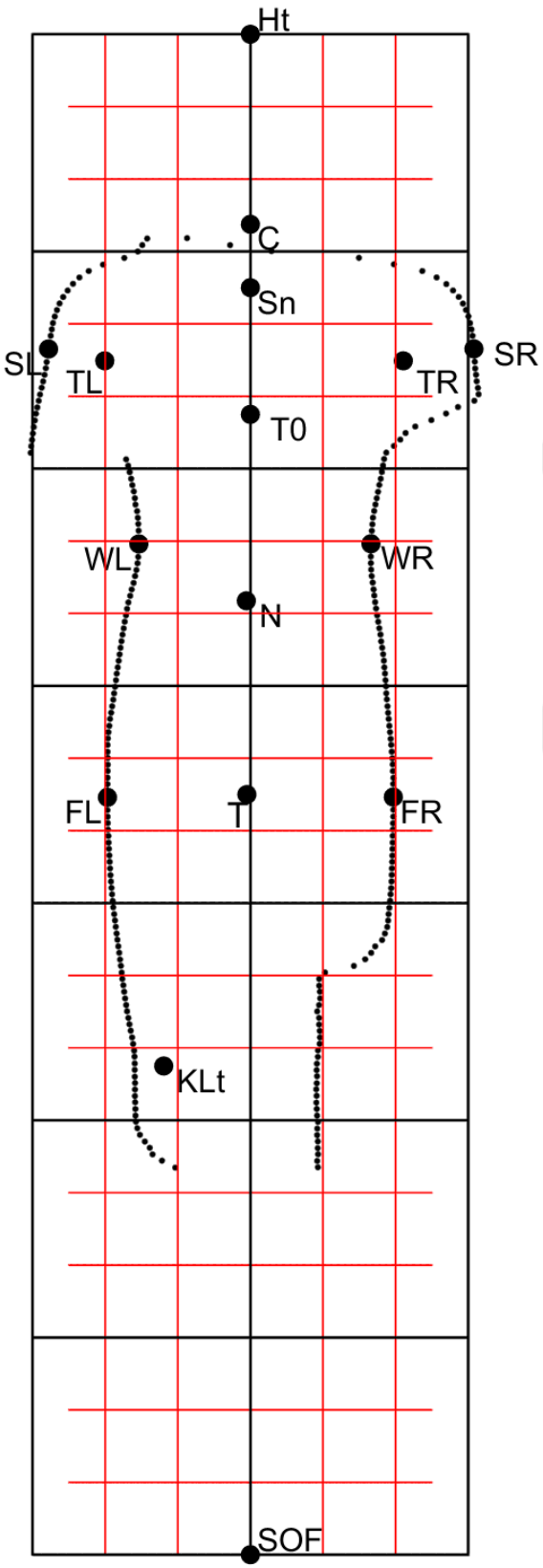
ek s.186

EK 270: Kouros 1/21/03 Teorik Boy h/4 Parçalanması ve T0 Noktası

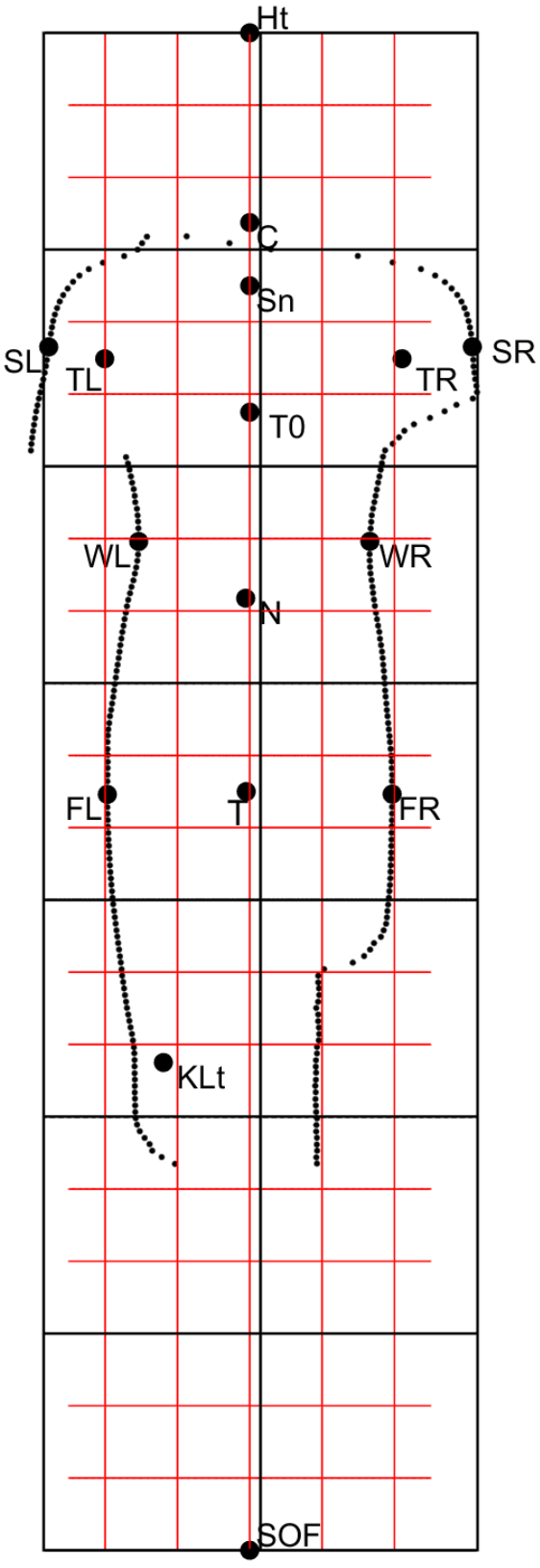


ek s.187

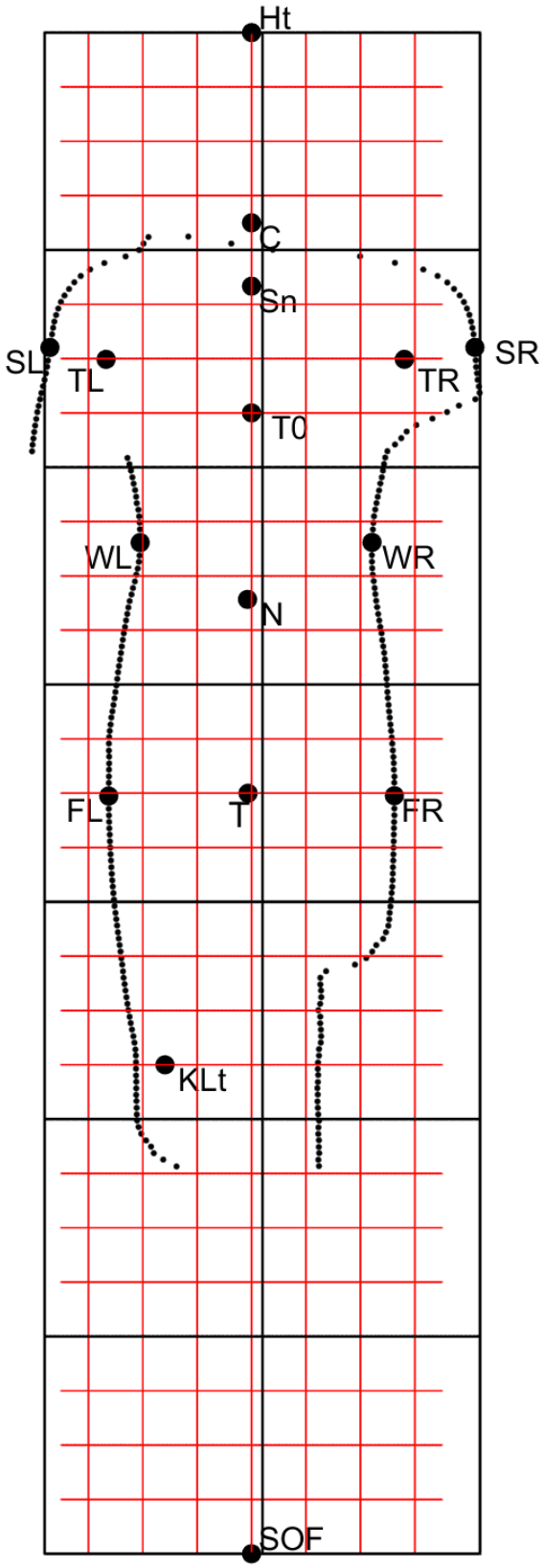
EK 271: Kouros 1/21/03 Teorik Boy h/7/3 Parçalanması



EK 272: Kouros 1/21/03 h/7/3 Parçalanması ve Simetri Kaybı

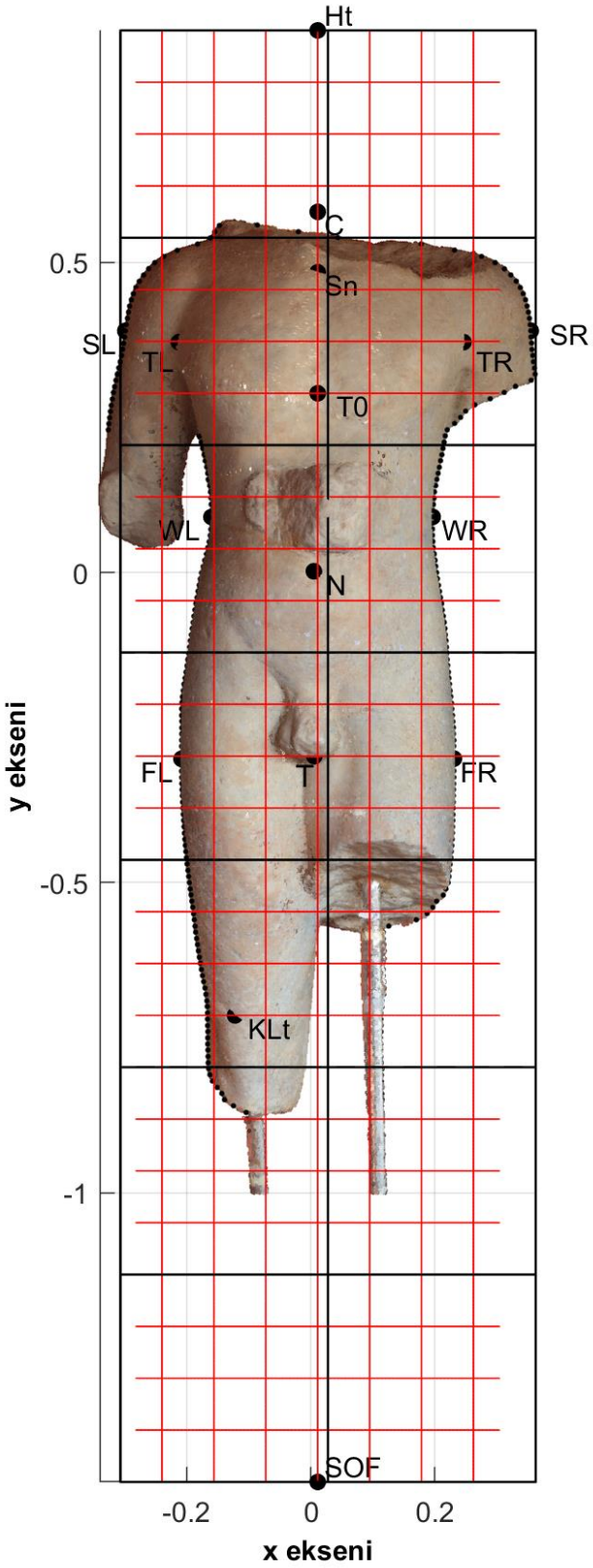


EK 273: Kouros 1/21/03 Teorik Boy h/7/4 Parçalanması

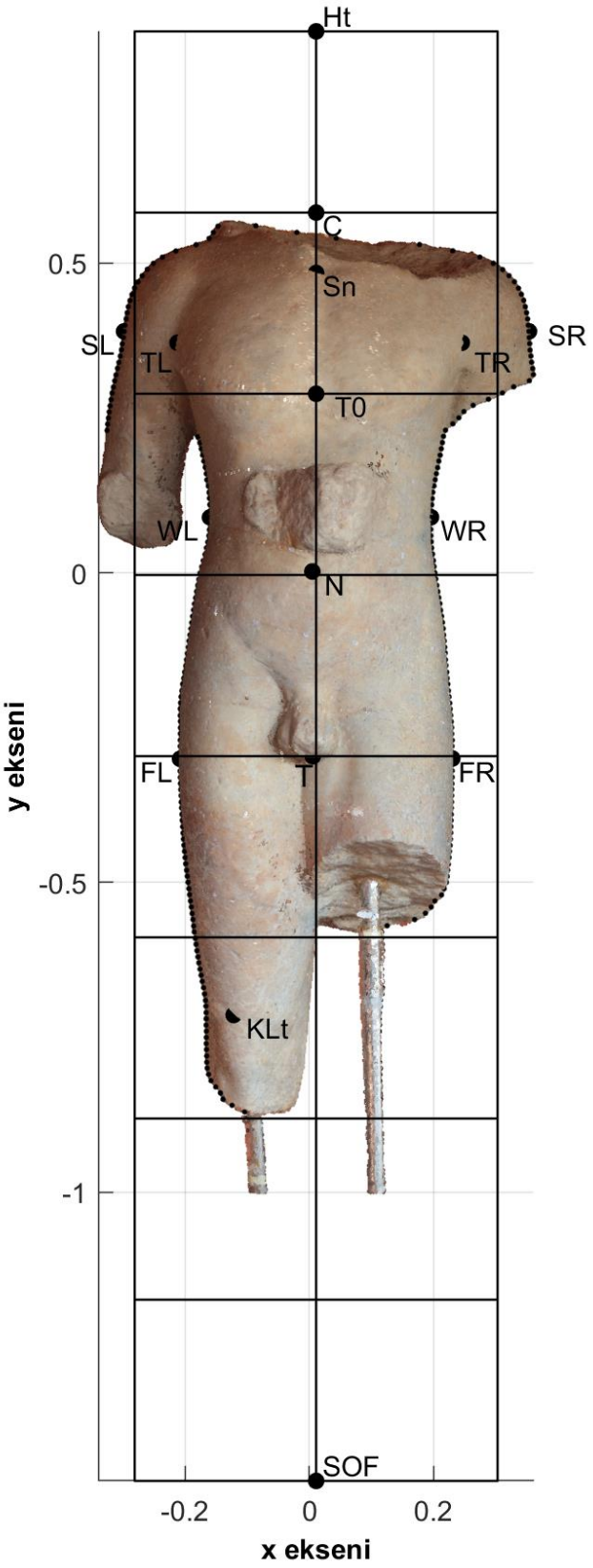


ek s.190

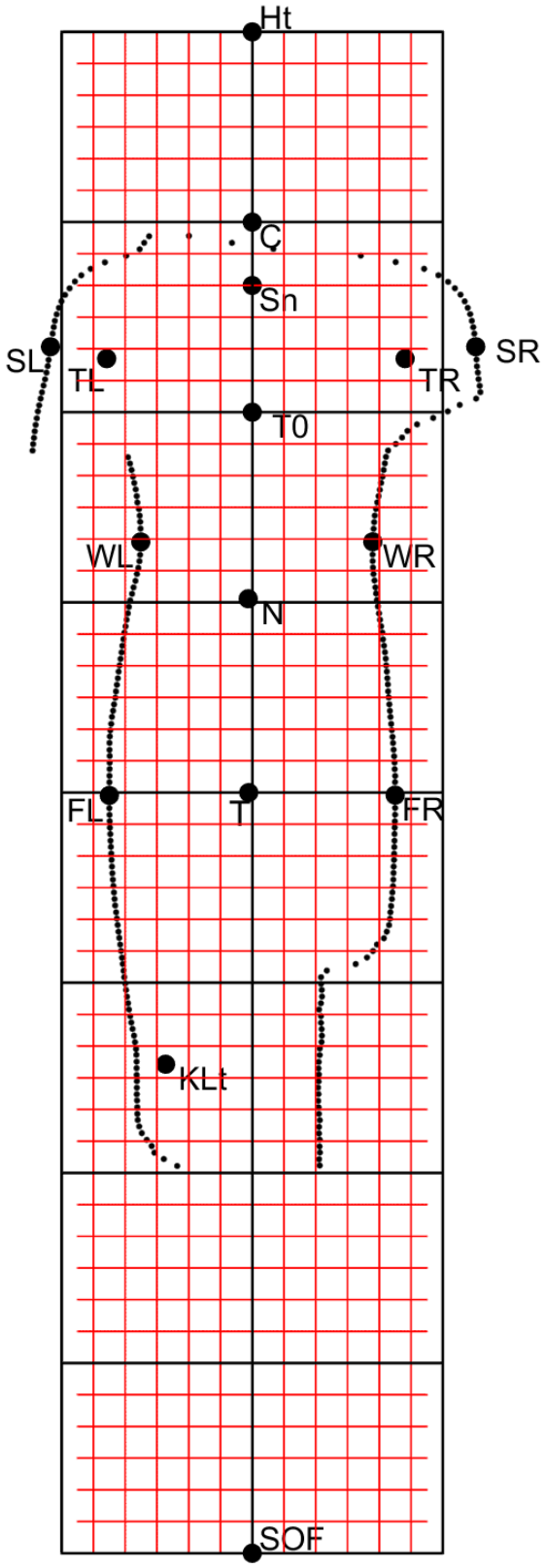
EK 274: Kouros 1/21/03 ve Teorik Boy h/7/4 Parçalanması



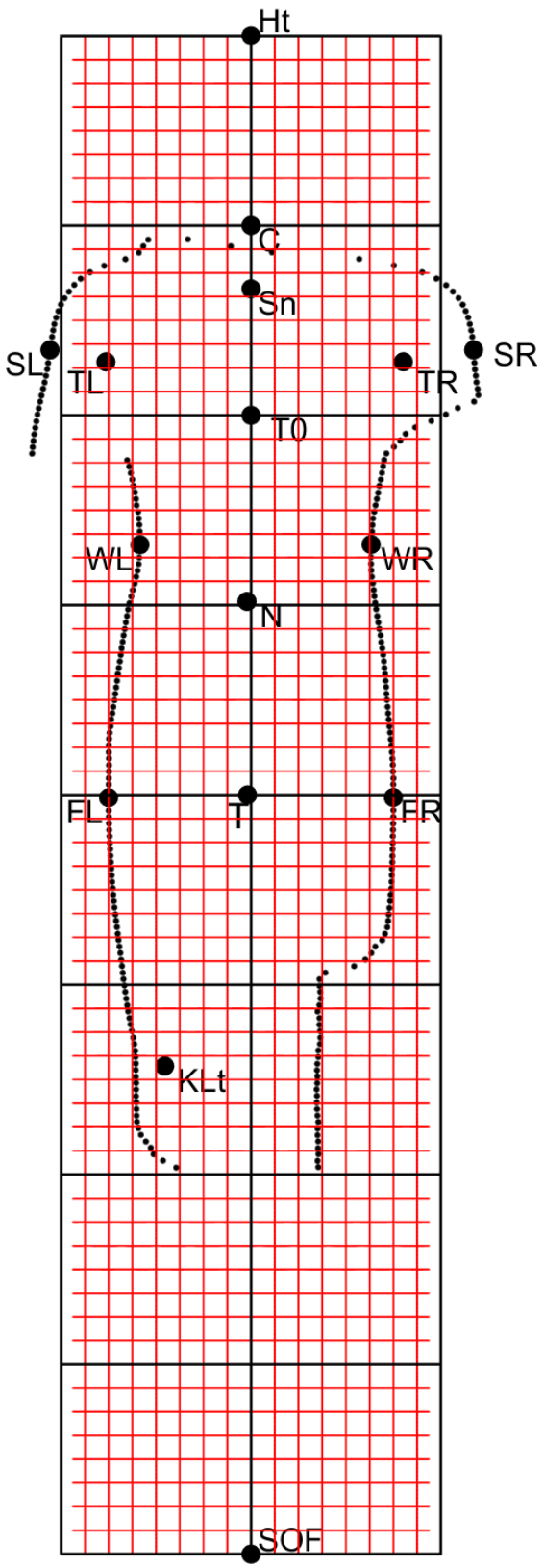
EK 275: Kouros 1/21/03 ve Teorik Boy h/8 Parçalanması



EK 276: Kouros 1/21/03 Teorik Boy h/8/6 Parçalanması

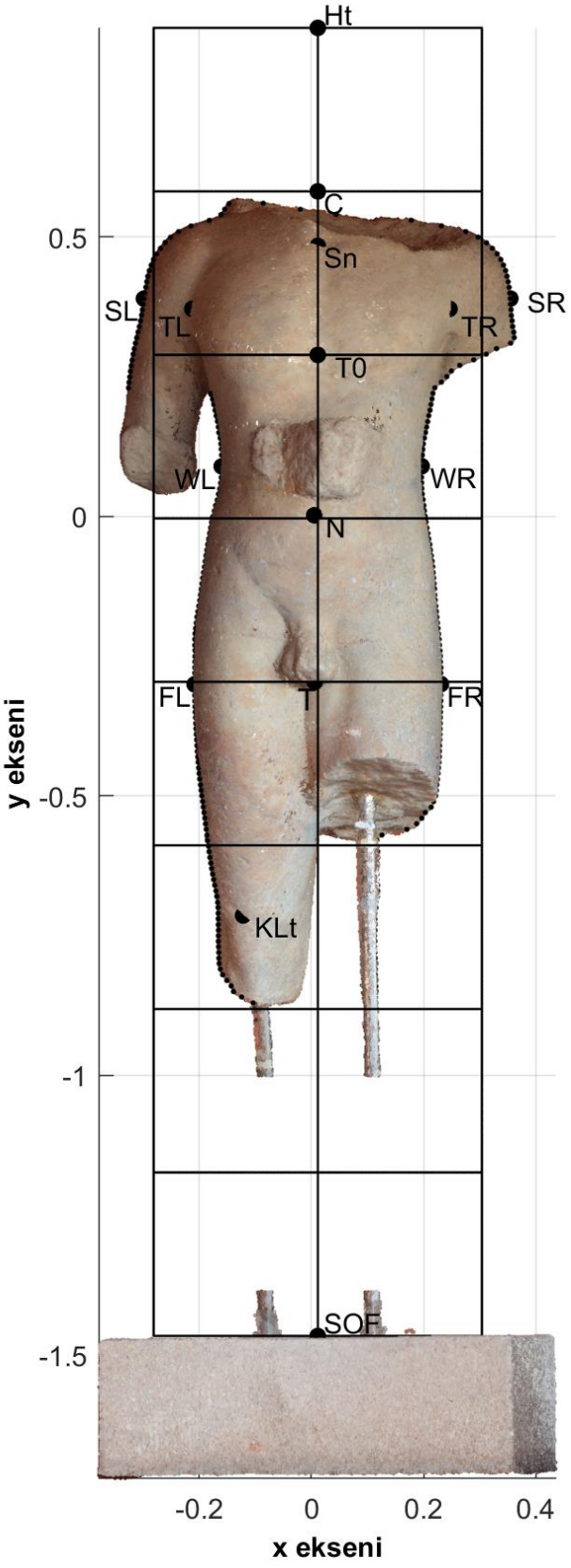


EK 277: Kouros 1/21/03 Teorik Boy h/8/8 Parçalanması



ek s.194

EK 278: Kouros 1/21/03 ve Teorik Boy h/8/8 Parçalanması



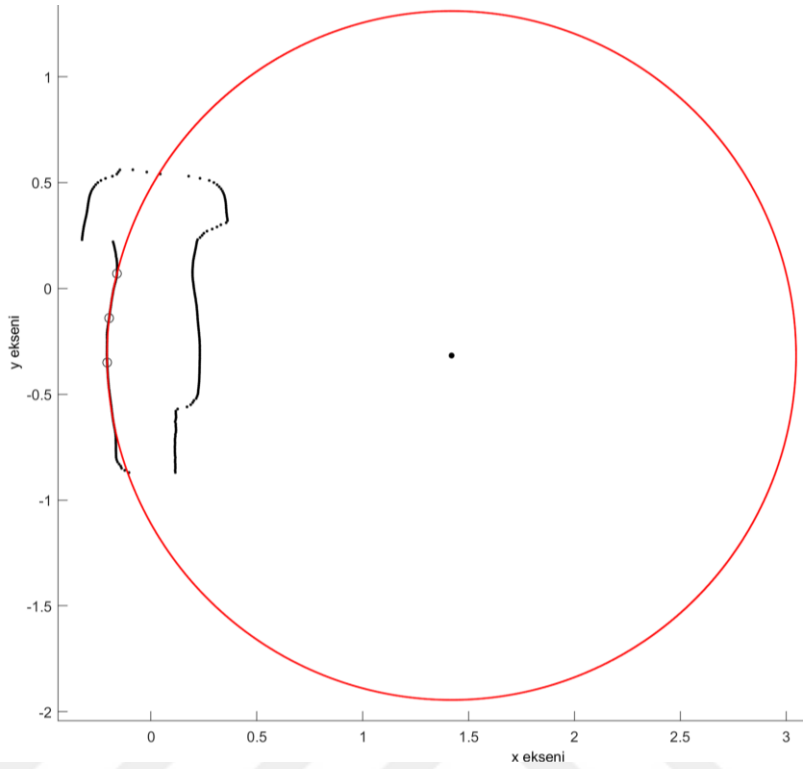
ek s.195

EK 279: Kouros 1/21/03 Sol Femur Sınırı ile Çember Uyumu

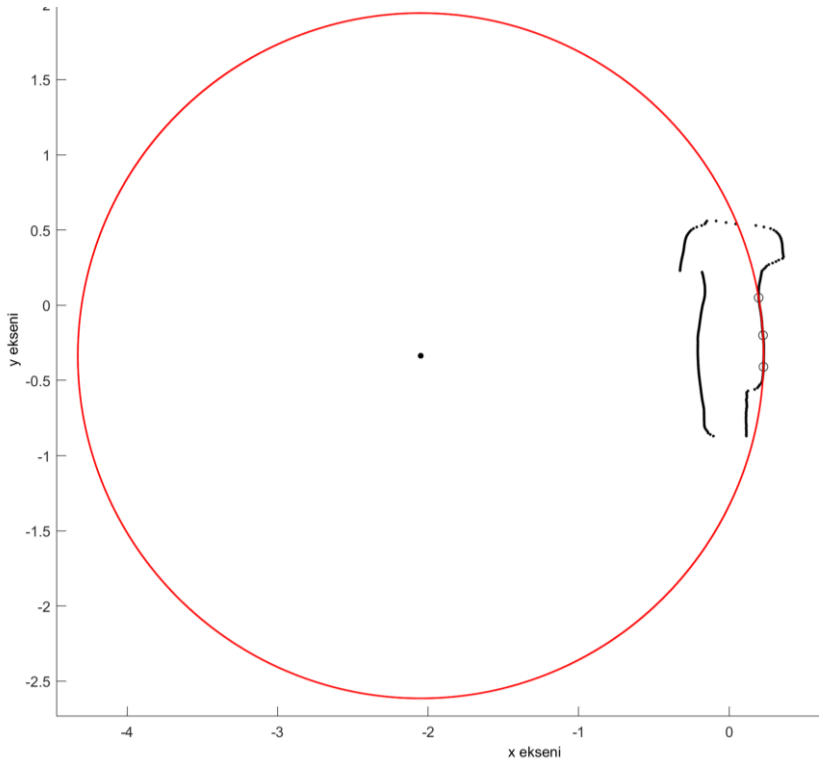
Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
18	-0,166566	-0,699612	1,631905	1,419900	-0,317200	1,627400	4,504809
19	-0,167196	-0,690379	1,630379	1,419900	-0,317200	1,627400	2,979183
20	-0,168776	-0,679906	1,629554	1,419900	-0,317200	1,627400	2,154257
21	-0,170257	-0,669909	1,628804	1,419900	-0,317200	1,627400	1,404139
22	-0,172468	-0,659645	1,628774	1,419900	-0,317200	1,627400	1,373902
23	-0,174344	-0,649738	1,628556	1,419900	-0,317200	1,627400	1,156248
24	-0,176035	-0,639958	1,628245	1,419900	-0,317200	1,627400	0,844837
25	-0,177966	-0,629713	1,628140	1,419900	-0,317200	1,627400	0,740083
26	-0,179395	-0,620122	1,627730	1,419900	-0,317200	1,627400	0,330394
27	-0,180971	-0,609995	1,627426	1,419900	-0,317200	1,627400	0,026456
28	-0,182430	-0,599667	1,627037	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,363112
29	-0,183743	-0,589728	1,626635	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,764705
30	-0,185316	-0,579917	1,626573	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,827337
31	-0,186287	-0,570081	1,625972	1,419900	-0,317200	1,627400	-1,427836
32	-0,187464	-0,559702	1,625554	1,419900	-0,317200	1,627400	-1,845864
33	-0,188785	-0,550086	1,625455	1,419900	-0,317200	1,627400	-1,945197
34	-0,190048	-0,539640	1,625242	1,419900	-0,317200	1,627400	-2,157828
35	-0,191473	-0,529741	1,625330	1,419900	-0,317200	1,627400	-2,070304
36	-0,192821	-0,519611	1,625374	1,419900	-0,317200	1,627400	-2,026432
37	-0,194048	-0,509978	1,625420	1,419900	-0,317200	1,627400	-1,979592
38	-0,195340	-0,499709	1,625518	1,419900	-0,317200	1,627400	-1,881685
39	-0,196614	-0,489893	1,625712	1,419900	-0,317200	1,627400	-1,687730
40	-0,197781	-0,480198	1,625872	1,419900	-0,317200	1,627400	-1,527875
41	-0,199236	-0,469708	1,626303	1,419900	-0,317200	1,627400	-1,097422
42	-0,200146	-0,459833	1,626313	1,419900	-0,317200	1,627400	-1,087233
43	-0,201022	-0,449765	1,626334	1,419900	-0,317200	1,627400	-1,066206
44	-0,201927	-0,439728	1,626449	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,951129
45	-0,202695	-0,430020	1,626512	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,887508
46	-0,203489	-0,420182	1,626652	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,747874
47	-0,204059	-0,409879	1,626601	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,798564
48	-0,204729	-0,399608	1,626718	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,682303
49	-0,205273	-0,389820	1,626795	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,605316
50	-0,205775	-0,379608	1,626872	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,527551
51	-0,206380	-0,370120	1,627141	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,259206
52	-0,206727	-0,359830	1,627186	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,214481
53	-0,207237	-0,350087	1,627469	1,419900	-0,317200	1,627400	0,069315
54	-0,207558	-0,340073	1,627619	1,419900	-0,317200	1,627400	0,218726
55	-0,207849	-0,330265	1,627801	1,419900	-0,317200	1,627400	0,401432
56	-0,208140	-0,320074	1,628043	1,419900	-0,317200	1,627400	0,642537
57	-0,208230	-0,310371	1,628144	1,419900	-0,317200	1,627400	0,744322
58	-0,208194	-0,300382	1,628181	1,419900	-0,317200	1,627400	0,780862
59	-0,208056	-0,289907	1,628185	1,419900	-0,317200	1,627400	0,784770
60	-0,208055	-0,280111	1,628377	1,419900	-0,317200	1,627400	0,977437
61	-0,207921	-0,270182	1,628500	1,419900	-0,317200	1,627400	1,099893
62	-0,207718	-0,259868	1,628627	1,419900	-0,317200	1,627400	1,227432
63	-0,207566	-0,250155	1,628846	1,419900	-0,317200	1,627400	1,446406
64	-0,207577	-0,239743	1,629319	1,419900	-0,317200	1,627400	1,919174
65	-0,207916	-0,230375	1,630130	1,419900	-0,317200	1,627400	2,729906
66	-0,207924	-0,219656	1,630744	1,419900	-0,317200	1,627400	3,343943
67	-0,207377	-0,209614	1,630830	1,419900	-0,317200	1,627400	3,429599
68	-0,206641	-0,200161	1,630746	1,419900	-0,317200	1,627400	3,346379
69	-0,205275	-0,190383	1,630115	1,419900	-0,317200	1,627400	2,715435
70	-0,204111	-0,179640	1,629827	1,419900	-0,317200	1,627400	2,426519
71	-0,202383	-0,170111	1,628937	1,419900	-0,317200	1,627400	1,537478
72	-0,200905	-0,160294	1,628382	1,419900	-0,317200	1,627400	0,982124
73	-0,199147	-0,150111	1,627646	1,419900	-0,317200	1,627400	0,246129
74	-0,197927	-0,140328	1,627467	1,419900	-0,317200	1,627400	0,066714
75	-0,196531	-0,130281	1,627202	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,197526
76	-0,195074	-0,120171	1,626949	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,451492
77	-0,193871	-0,109935	1,627027	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,373380
78	-0,192345	-0,100301	1,626770	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,630466
79	-0,190832	-0,090291	1,626636	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,763818
80	-0,189380	-0,080343	1,626617	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,782849
81	-0,188116	-0,070190	1,626877	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,522808
82	-0,186564	-0,060064	1,626913	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,487124
83	-0,185022	-0,050023	1,627009	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,391034
84	-0,183217	-0,040262	1,626862	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,538367
85	-0,181571	-0,030119	1,626999	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,401271
86	-0,179741	-0,020250	1,626970	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,430230
87	-0,178018	-0,010260	1,627131	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,269367
88	-0,175998	-0,000358	1,627046	1,419900	-0,317200	1,627400	-0,353818
89	-0,173241	0,009747	1,626343	1,419900	-0,317200	1,627400	-1,056682
90	-0,170917	0,019646	1,626089	1,419900	-0,317200	1,627400	-1,311455
91	-0,168004	0,029684	1,625352	1,419900	-0,317200	1,627400	-2,048462
92	-0,165781	0,040197	1,625459	1,419900	-0,317200	1,627400	-1,941034
93	-0,163629	0,049609	1,625458	1,419900	-0,317200	1,627400	-1,942238
94	-0,161927	0,059891	1,626153	1,419900	-0,317200	1,627400	-1,246785
95	-0,160905	0,069702	1,627464	1,419900	-0,317200	1,627400	0,063550
96	-0,160242	0,079708	1,629228	1,419900	-0,317200	1,627400	1,828253
97	-0,159898	0,089616	1,631337	1,419900	-0,317200	1,627400	3,937175

Hata Değerleri			
Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]
-2,1578	1,23	±1,2256	±1,5528

EK 280: Kouros 1/21/03 Sol Femur Sınırına Uyan Çember



EK 281: Kouros 1/21/03 Sağ Femur Sınırına Uyan Çember ve Merkezi

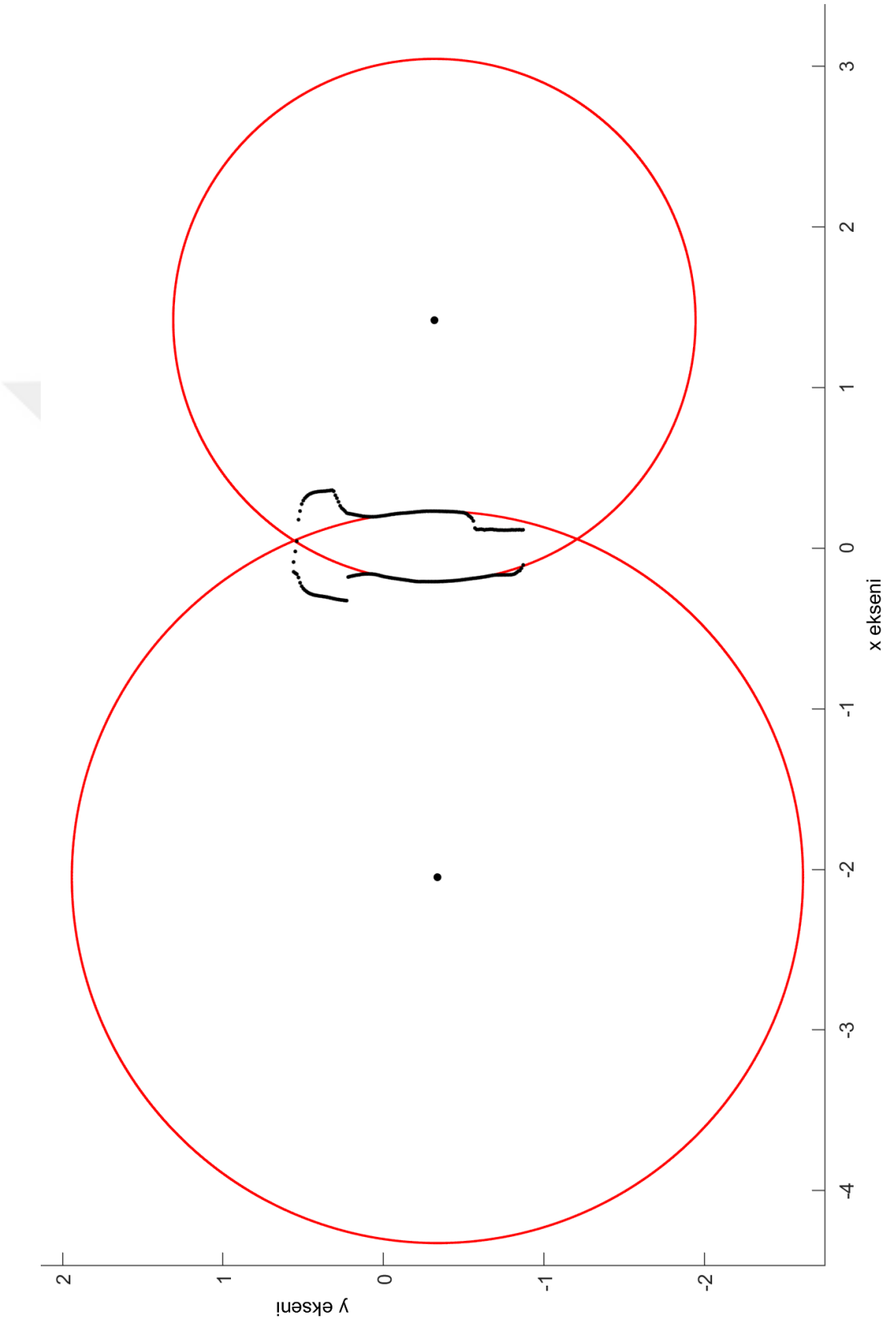


EK 282: Kouros 1/21/03 Sağ Femur Sınırı ile Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
38	-0,195340	-0,499709	2,275864	-2,048600	-0,336000	2,278200	-2,336245
39	-0,196614	-0,489893	2,276506	-2,048600	-0,336000	2,278200	-1,693825
40	-0,197781	-0,480198	2,276561	-2,048600	-0,336000	2,278200	-1,639368
41	-0,199236	-0,469708	2,277091	-2,048600	-0,336000	2,278200	-1,108812
42	-0,200146	-0,459833	2,277654	-2,048600	-0,336000	2,278200	-0,546103
43	-0,201022	-0,449765	2,277863	-2,048600	-0,336000	2,278200	-0,336998
44	-0,201927	-0,439728	2,278338	-2,048600	-0,336000	2,278200	0,137751
45	-0,202695	-0,430020	2,278404	-2,048600	-0,336000	2,278200	0,203528
46	-0,203489	-0,420182	2,278353	-2,048600	-0,336000	2,278200	0,152694
47	-0,204059	-0,409879	2,278220	-2,048600	-0,336000	2,278200	0,020452
48	-0,204729	-0,399608	2,278417	-2,048600	-0,336000	2,278200	0,216966
49	-0,205273	-0,389820	2,278334	-2,048600	-0,336000	2,278200	0,134404
50	-0,205775	-0,379608	2,278333	-2,048600	-0,336000	2,278200	0,133115
51	-0,206380	-0,370120	2,278460	-2,048600	-0,336000	2,278200	0,259740
52	-0,206727	-0,359830	2,278457	-2,048600	-0,336000	2,278200	0,257056
53	-0,207237	-0,350087	2,278654	-2,048600	-0,336000	2,278200	0,453946
54	-0,207558	-0,340073	2,278879	-2,048600	-0,336000	2,278200	0,679076
55	-0,207849	-0,330265	2,279184	-2,048600	-0,336000	2,278200	0,983751
56	-0,208140	-0,320074	2,279249	-2,048600	-0,336000	2,278200	1,048794
57	-0,208230	-0,310371	2,279325	-2,048600	-0,336000	2,278200	1,125383
58	-0,208194	-0,300382	2,279516	-2,048600	-0,336000	2,278200	1,315538
59	-0,208056	-0,289907	2,279714	-2,048600	-0,336000	2,278200	1,513535
60	-0,208055	-0,280111	2,279710	-2,048600	-0,336000	2,278200	1,509651
61	-0,207921	-0,270182	2,280247	-2,048600	-0,336000	2,278200	2,047215
62	-0,207718	-0,259868	2,279799	-2,048600	-0,336000	2,278200	1,598864
63	-0,207566	-0,250155	2,279983	-2,048600	-0,336000	2,278200	1,783121
64	-0,207577	-0,239743	2,279682	-2,048600	-0,336000	2,278200	1,481624
65	-0,207916	-0,230375	2,279347	-2,048600	-0,336000	2,278200	1,147306
66	-0,207924	-0,219656	2,278975	-2,048600	-0,336000	2,278200	0,775138
67	-0,207377	-0,209614	2,278697	-2,048600	-0,336000	2,278200	0,497427
68	-0,206641	-0,200161	2,278219	-2,048600	-0,336000	2,278200	0,019048
69	-0,205275	-0,190383	2,277786	-2,048600	-0,336000	2,278200	-0,413711
70	-0,204111	-0,179640	2,277512	-2,048600	-0,336000	2,278200	-0,687894
71	-0,202383	-0,170111	2,277194	-2,048600	-0,336000	2,278200	-1,006367
72	-0,200905	-0,160294	2,277138	-2,048600	-0,336000	2,278200	-1,062354
73	-0,199147	-0,150111	2,276906	-2,048600	-0,336000	2,278200	-1,294363
74	-0,197927	-0,140328	2,276925	-2,048600	-0,336000	2,278200	-1,274805
75	-0,196531	-0,130281	2,277367	-2,048600	-0,336000	2,278200	-0,832781
76	-0,195074	-0,120171	2,277532	-2,048600	-0,336000	2,278200	-0,667676
77	-0,193871	-0,109935	2,277737	-2,048600	-0,336000	2,278200	-0,462982
78	-0,192345	-0,100301	2,277720	-2,048600	-0,336000	2,278200	-0,480146
79	-0,190832	-0,090291	2,278013	-2,048600	-0,336000	2,278200	-0,186540
80	-0,189380	-0,080343	2,278035	-2,048600	-0,336000	2,278200	-0,164524
81	-0,188116	-0,070190	2,277725	-2,048600	-0,336000	2,278200	-0,475143
82	-0,186564	-0,060064	2,277290	-2,048600	-0,336000	2,278200	-0,910226
83	-0,185022	-0,050023	2,277550	-2,048600	-0,336000	2,278200	-0,649920
84	-0,183217	-0,040262	2,276953	-2,048600	-0,336000	2,278200	-1,247243
85	-0,181571	-0,030119	2,276656	-2,048600	-0,336000	2,278200	-1,544491
86	-0,179741	-0,020250	2,276370	-2,048600	-0,336000	2,278200	-1,830033
87	-0,178018	-0,010260	2,276209	-2,048600	-0,336000	2,278200	-1,990873
88	-0,175998	-0,000358	2,276226	-2,048600	-0,336000	2,278200	-1,973834
89	-0,173241	0,009747	2,276460	-2,048600	-0,336000	2,278200	-1,740414
90	-0,170917	0,019646	2,276916	-2,048600	-0,336000	2,278200	-1,284425
91	-0,168004	0,029684	2,277210	-2,048600	-0,336000	2,278200	-0,989865
92	-0,165781	0,040197	2,277310	-2,048600	-0,336000	2,278200	-0,889576
93	-0,163629	0,049609	2,278218	-2,048600	-0,336000	2,278200	0,017681
94	-0,161927	0,059891	2,279443	-2,048600	-0,336000	2,278200	1,242588
95	-0,160905	0,069702	2,281080	-2,048600	-0,336000	2,278200	2,880368
96	-0,160242	0,079708	2,282789	-2,048600	-0,336000	2,278200	4,589434
97	-0,159898	0,089616	2,284915	-2,048600	-0,336000	2,278200	6,714893

Hata Değerleri			
Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]
-2,3362	6,71	±1,111	±1,511

EK 283: Kouros 1/21/03 Femur Sınır Çemberlerinin Asimetrik Yapısı



EK 284: Kouros 1/21/03 Sol Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu

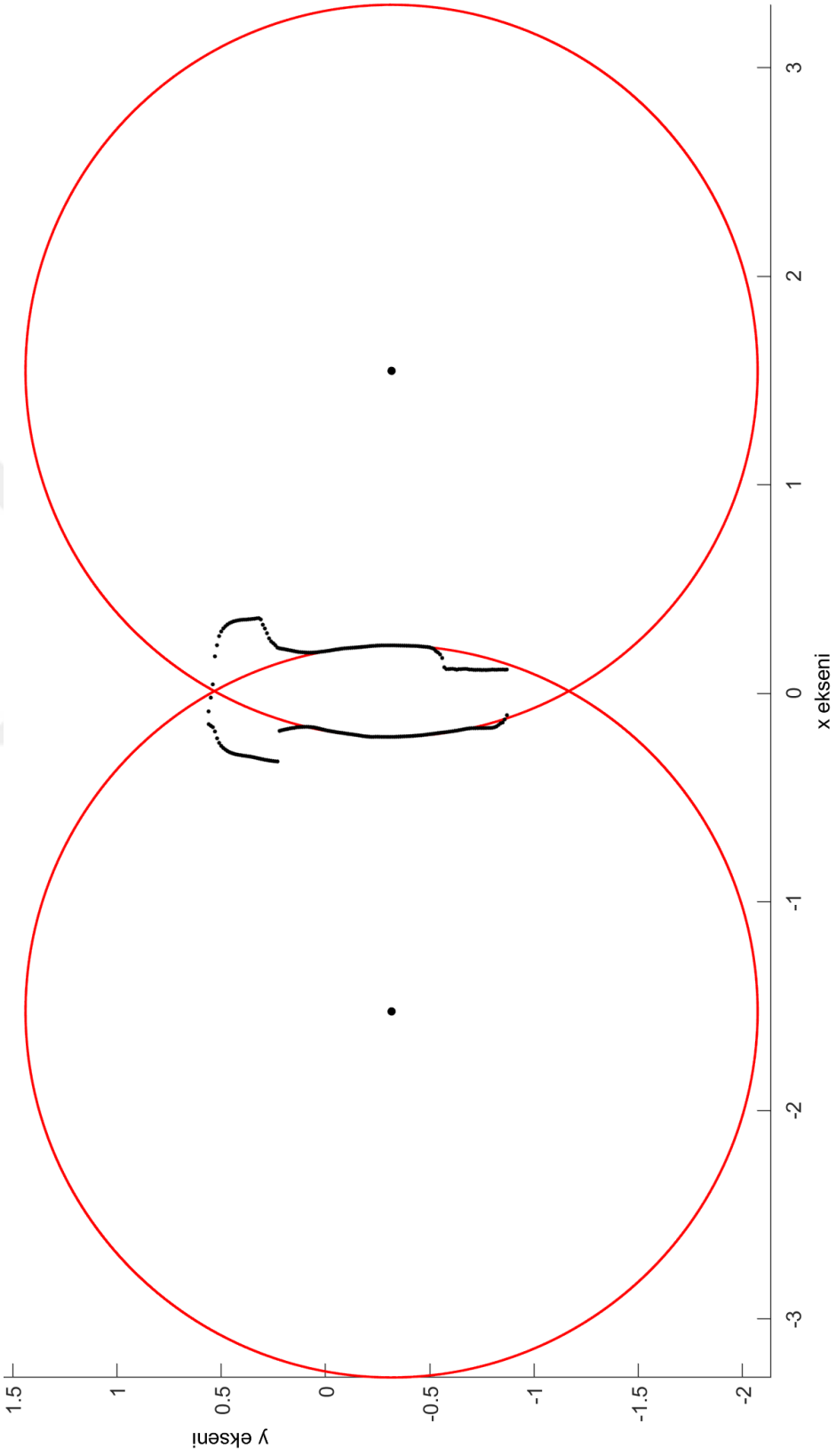
Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
18	-0,166566	-0,699612	1,755819	1,547100	-0,317200	1,755297	0,522006
19	-0,167196	-0,690379	1,754447	1,547100	-0,317200	1,755297	-0,850184
20	-0,168776	-0,679906	1,753795	1,547100	-0,317200	1,755297	-1,502147
21	-0,170257	-0,669909	1,753205	1,547100	-0,317200	1,755297	-2,091647
22	-0,172468	-0,659645	1,753338	1,547100	-0,317200	1,755297	-1,959325
23	-0,174344	-0,649738	1,753272	1,547100	-0,317200	1,755297	-2,025402
24	-0,176035	-0,639958	1,753105	1,547100	-0,317200	1,755297	-2,191956
25	-0,177966	-0,629713	1,753148	1,547100	-0,317200	1,755297	-2,149136
26	-0,179395	-0,620122	1,752871	1,547100	-0,317200	1,755297	-2,425903
27	-0,180971	-0,609995	1,752703	1,547100	-0,317200	1,755297	-2,593756
28	-0,182430	-0,599667	1,752447	1,547100	-0,317200	1,755297	-2,849567
29	-0,183743	-0,589728	1,752170	1,547100	-0,317200	1,755297	-3,127092
30	-0,185316	-0,579917	1,752226	1,547100	-0,317200	1,755297	-3,071040
31	-0,186287	-0,570081	1,751739	1,547100	-0,317200	1,755297	-3,557952
32	-0,187464	-0,559702	1,751436	1,547100	-0,317200	1,755297	-3,860476
33	-0,188785	-0,550086	1,751440	1,547100	-0,317200	1,755297	-3,856725
34	-0,190048	-0,539640	1,751335	1,547100	-0,317200	1,755297	-3,962323
35	-0,191473	-0,529741	1,751519	1,547100	-0,317200	1,755297	-3,777607
36	-0,192821	-0,519611	1,751658	1,547100	-0,317200	1,755297	-3,639003
37	-0,194048	-0,509978	1,751791	1,547100	-0,317200	1,755297	-3,506441
38	-0,195340	-0,499709	1,751975	1,547100	-0,317200	1,755297	-3,321788
39	-0,196614	-0,489893	1,752248	1,547100	-0,317200	1,755297	-3,049344
40	-0,197781	-0,480198	1,752481	1,547100	-0,317200	1,755297	-2,816323
41	-0,199236	-0,469708	1,752986	1,547100	-0,317200	1,755297	-2,311377
42	-0,200146	-0,459833	1,753061	1,547100	-0,317200	1,755297	-2,235894
43	-0,201022	-0,449765	1,753144	1,547100	-0,317200	1,755297	-2,152826
44	-0,201927	-0,439728	1,753317	1,547100	-0,317200	1,755297	-1,980414
45	-0,202695	-0,430020	1,753431	1,547100	-0,317200	1,755297	-1,865680
46	-0,203489	-0,420182	1,753618	1,547100	-0,317200	1,755297	-1,678557
47	-0,204059	-0,409879	1,753613	1,547100	-0,317200	1,755297	-1,684230
48	-0,204729	-0,399608	1,753769	1,547100	-0,317200	1,755297	-1,527792
49	-0,205273	-0,389820	1,753880	1,547100	-0,317200	1,755297	-1,416927
50	-0,205775	-0,379608	1,753989	1,547100	-0,317200	1,755297	-1,308391
51	-0,206380	-0,370120	1,754281	1,547100	-0,317200	1,755297	-1,015621
52	-0,206727	-0,359830	1,754348	1,547100	-0,317200	1,755297	-0,948977
53	-0,207237	-0,350087	1,754648	1,547100	-0,317200	1,755297	-0,648776
54	-0,207558	-0,340073	1,754810	1,547100	-0,317200	1,755297	-0,486925
55	-0,207849	-0,330265	1,755001	1,547100	-0,317200	1,755297	-0,296369
56	-0,208140	-0,320074	1,755245	1,547100	-0,317200	1,755297	-0,051647
57	-0,208230	-0,310371	1,755346	1,547100	-0,317200	1,755297	0,049284
58	-0,208194	-0,300382	1,755378	1,547100	-0,317200	1,755297	0,080567
59	-0,208056	-0,289907	1,755371	1,547100	-0,317200	1,755297	0,074192
60	-0,208055	-0,280111	1,755550	1,547100	-0,317200	1,755297	0,252828
61	-0,207921	-0,270182	1,755654	1,547100	-0,317200	1,755297	0,356705
62	-0,207718	-0,259868	1,755757	1,547100	-0,317200	1,755297	0,460301
63	-0,207566	-0,250155	1,755949	1,547100	-0,317200	1,755297	0,652410
64	-0,207577	-0,239743	1,756389	1,547100	-0,317200	1,755297	1,091764
65	-0,207916	-0,230375	1,757165	1,547100	-0,317200	1,755297	1,868408
66	-0,207924	-0,219656	1,757736	1,547100	-0,317200	1,755297	2,438646
67	-0,207377	-0,209614	1,757775	1,547100	-0,317200	1,755297	2,478531
68	-0,206641	-0,200161	1,757645	1,547100	-0,317200	1,755297	2,348057
69	-0,205275	-0,190383	1,756961	1,547100	-0,317200	1,755297	1,663787
70	-0,204111	-0,179640	1,756608	1,547100	-0,317200	1,755297	1,311445
71	-0,202383	-0,170111	1,755658	1,547100	-0,317200	1,755297	0,361406
72	-0,200905	-0,160294	1,755036	1,547100	-0,317200	1,755297	-0,260971
73	-0,199147	-0,150111	1,754226	1,547100	-0,317200	1,755297	-1,071303
74	-0,197927	-0,140328	1,753971	1,547100	-0,317200	1,755297	-1,326246
75	-0,196531	-0,130281	1,753624	1,547100	-0,317200	1,755297	-1,672685
76	-0,195074	-0,120171	1,753283	1,547100	-0,317200	1,755297	-2,014043
77	-0,193871	-0,109935	1,753268	1,547100	-0,317200	1,755297	-2,028837
78	-0,192345	-0,100301	1,752919	1,547100	-0,317200	1,755297	-2,378142
79	-0,190832	-0,090291	1,752685	1,547100	-0,317200	1,755297	-2,611700
80	-0,189380	-0,080343	1,752562	1,547100	-0,317200	1,755297	-2,734748
81	-0,188116	-0,070190	1,752712	1,547100	-0,317200	1,755297	-2,585124
82	-0,186564	-0,060064	1,752632	1,547100	-0,317200	1,755297	-2,664640
83	-0,185022	-0,050023	1,752610	1,547100	-0,317200	1,755297	-2,687355
84	-0,183217	-0,040262	1,752342	1,547100	-0,317200	1,755297	-2,955150
85	-0,181571	-0,030119	1,752350	1,547100	-0,317200	1,755297	-2,947349
86	-0,179741	-0,020250	1,752190	1,547100	-0,317200	1,755297	-3,107083
87	-0,178018	-0,010260	1,752214	1,547100	-0,317200	1,755297	-3,082792
88	-0,175998	-0,000358	1,751989	1,547100	-0,317200	1,755297	-3,307870
89	-0,173241	0,009747	1,751136	1,547100	-0,317200	1,755297	-4,160849
90	-0,170917	0,019646	1,750731	1,547100	-0,317200	1,755297	-4,566310
91	-0,168004	0,029684	1,749834	1,547100	-0,317200	1,755297	-5,462570
92	-0,165781	0,040197	1,749773	1,547100	-0,317200	1,755297	-5,524382
93	-0,163629	0,049609	1,749615	1,547100	-0,317200	1,755297	-5,681951
94	-0,161927	0,059891	1,750137	1,547100	-0,317200	1,755297	-5,159529
95	-0,160905	0,069702	1,751281	1,547100	-0,317200	1,755297	-4,016186
96	-0,160242	0,079708	1,752873	1,547100	-0,317200	1,755297	-2,424240
97	-0,159898	0,089616	1,754808	1,547100	-0,317200	1,755297	-0,488841
Hata Değerleri							
Minimum Hata [mm]		Maksimum Hata [mm]		Ortalama Hata [mm]		Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]	
-5,682		2,48		±2,2091		±2,5927	

EK 285: Kouros 1/21/03 Sağ Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu

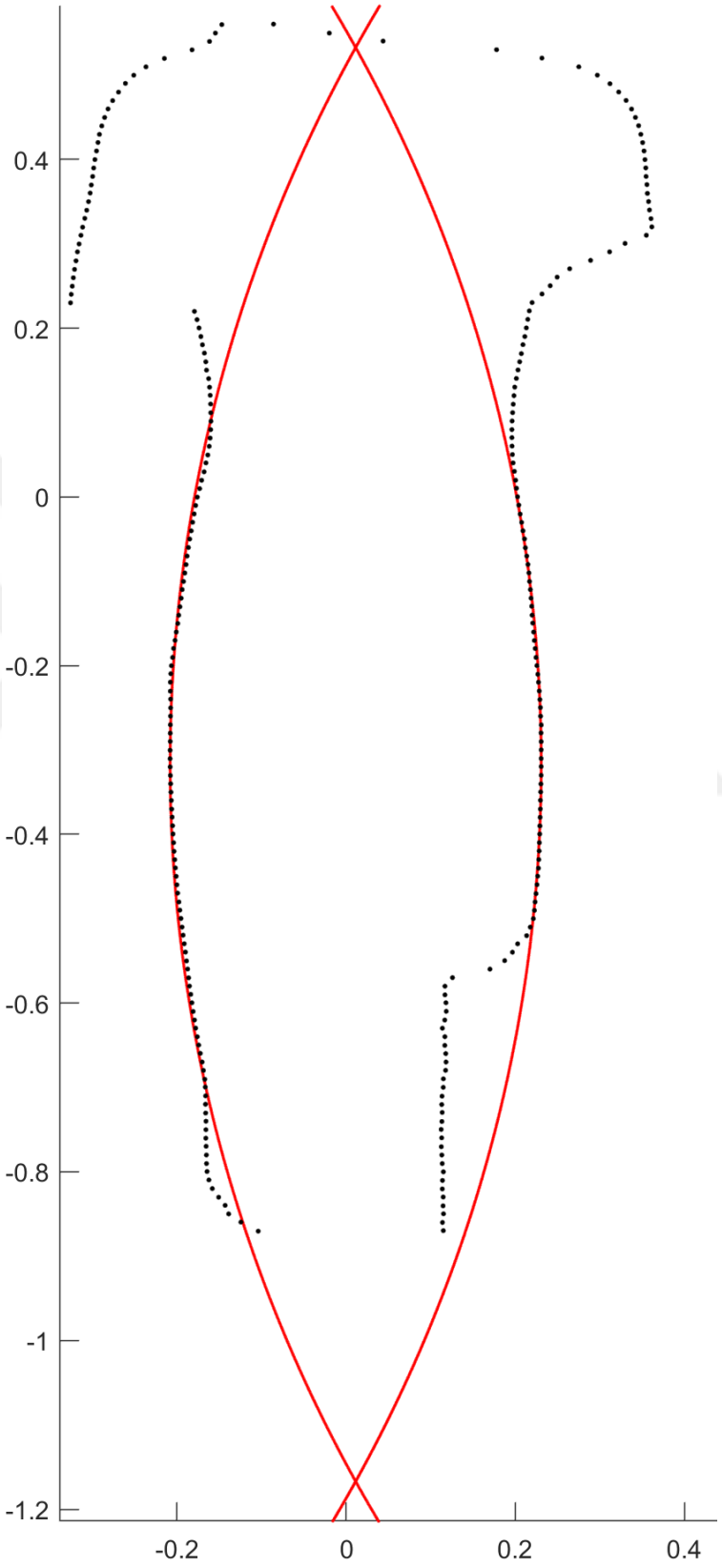
Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
38	-0,195340	-0,499709	1,755555	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,258456
39	-0,196614	-0,489893	1,755886	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,588642
40	-0,197781	-0,480198	1,755638	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,340947
41	-0,199236	-0,469708	1,755884	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,586716
42	-0,200146	-0,459833	1,756150	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,853503
43	-0,201022	-0,449765	1,756095	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,797578
44	-0,201927	-0,439728	1,756331	-1,524700	-0,317200	1,755297	1,034230
45	-0,202695	-0,430020	1,756155	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,857567
46	-0,203489	-0,420182	1,755877	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,580041
47	-0,204059	-0,409879	1,755536	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,239227
48	-0,204729	-0,399608	1,755532	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,235457
49	-0,205273	-0,389820	1,755273	-1,524700	-0,317200	1,755297	-0,023506
50	-0,205775	-0,379608	1,755097	-1,524700	-0,317200	1,755297	-0,200287
51	-0,206380	-0,370120	1,755068	-1,524700	-0,317200	1,755297	-0,228487
52	-0,206727	-0,359830	1,754915	-1,524700	-0,317200	1,755297	-0,381783
53	-0,207237	-0,350087	1,754982	-1,524700	-0,317200	1,755297	-0,314707
54	-0,207558	-0,340073	1,755094	-1,524700	-0,317200	1,755297	-0,202844
55	-0,207849	-0,330265	1,755290	-1,524700	-0,317200	1,755297	-0,006920
56	-0,208140	-0,320074	1,755259	-1,524700	-0,317200	1,755297	-0,038319
57	-0,208230	-0,310371	1,755259	-1,524700	-0,317200	1,755297	-0,037559
58	-0,208194	-0,300382	1,755382	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,085044
59	-0,208056	-0,289907	1,755528	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,230965
60	-0,208055	-0,280111	1,755482	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,185421
61	-0,207921	-0,270182	1,755994	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,697131
62	-0,207718	-0,259868	1,755531	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,233831
63	-0,207566	-0,250155	1,755714	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,417259
64	-0,207577	-0,239743	1,755424	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,127296
65	-0,207916	-0,230375	1,755115	-1,524700	-0,317200	1,755297	-0,181767
66	-0,207924	-0,219656	1,754783	-1,524700	-0,317200	1,755297	-0,513911
67	-0,207377	-0,209614	1,754554	-1,524700	-0,317200	1,755297	-0,742758
68	-0,206641	-0,200161	1,754142	-1,524700	-0,317200	1,755297	-1,154714
69	-0,205275	-0,190383	1,753785	-1,524700	-0,317200	1,755297	-1,511965
70	-0,204111	-0,179640	1,753608	-1,524700	-0,317200	1,755297	-1,689407
71	-0,202383	-0,170111	1,753388	-1,524700	-0,317200	1,755297	-1,908568
72	-0,200905	-0,160294	1,753451	-1,524700	-0,317200	1,755297	-1,846446
73	-0,199147	-0,150111	1,753358	-1,524700	-0,317200	1,755297	-1,938745
74	-0,197927	-0,140328	1,753514	-1,524700	-0,317200	1,755297	-1,783457
75	-0,196531	-0,130281	1,754122	-1,524700	-0,317200	1,755297	-1,174817
76	-0,195074	-0,120171	1,754450	-1,524700	-0,317200	1,755297	-0,847207
77	-0,193871	-0,109935	1,754841	-1,524700	-0,317200	1,755297	-0,455983
78	-0,192345	-0,100301	1,755014	-1,524700	-0,317200	1,755297	-0,283226
79	-0,190832	-0,090291	1,755520	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,223271
80	-0,189380	-0,080343	1,755766	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,469241
81	-0,188116	-0,070190	1,755692	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,395152
82	-0,186564	-0,060064	1,755503	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,206392
83	-0,185022	-0,050023	1,756040	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,743024
84	-0,183217	-0,040262	1,755714	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,417309
85	-0,181571	-0,030119	1,755707	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,409870
86	-0,179741	-0,020250	1,755722	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,424624
87	-0,178018	-0,010260	1,755898	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,601074
88	-0,175998	-0,000358	1,756243	-1,524700	-0,317200	1,755297	0,946017
89	-0,173241	0,009747	1,756824	-1,524700	-0,317200	1,755297	1,526895
90	-0,170917	0,019646	1,757618	-1,524700	-0,317200	1,755297	2,321359
91	-0,168004	0,029684	1,758301	-1,524700	-0,317200	1,755297	3,003782
92	-0,165781	0,040197	1,758786	-1,524700	-0,317200	1,755297	3,488580
93	-0,163629	0,049609	1,760083	-1,524700	-0,317200	1,755297	4,785538
94	-0,161927	0,059891	1,761709	-1,524700	-0,317200	1,755297	6,411958
95	-0,160905	0,069702	1,763760	-1,524700	-0,317200	1,755297	8,462649
96	-0,160242	0,079708	1,765871	-1,524700	-0,317200	1,755297	10,574032
97	-0,159898	0,089616	1,768432	-1,524700	-0,317200	1,755297	13,135424

Hata Değerleri			
Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]
-1,9387	13,14	±1,4060	±2,8316

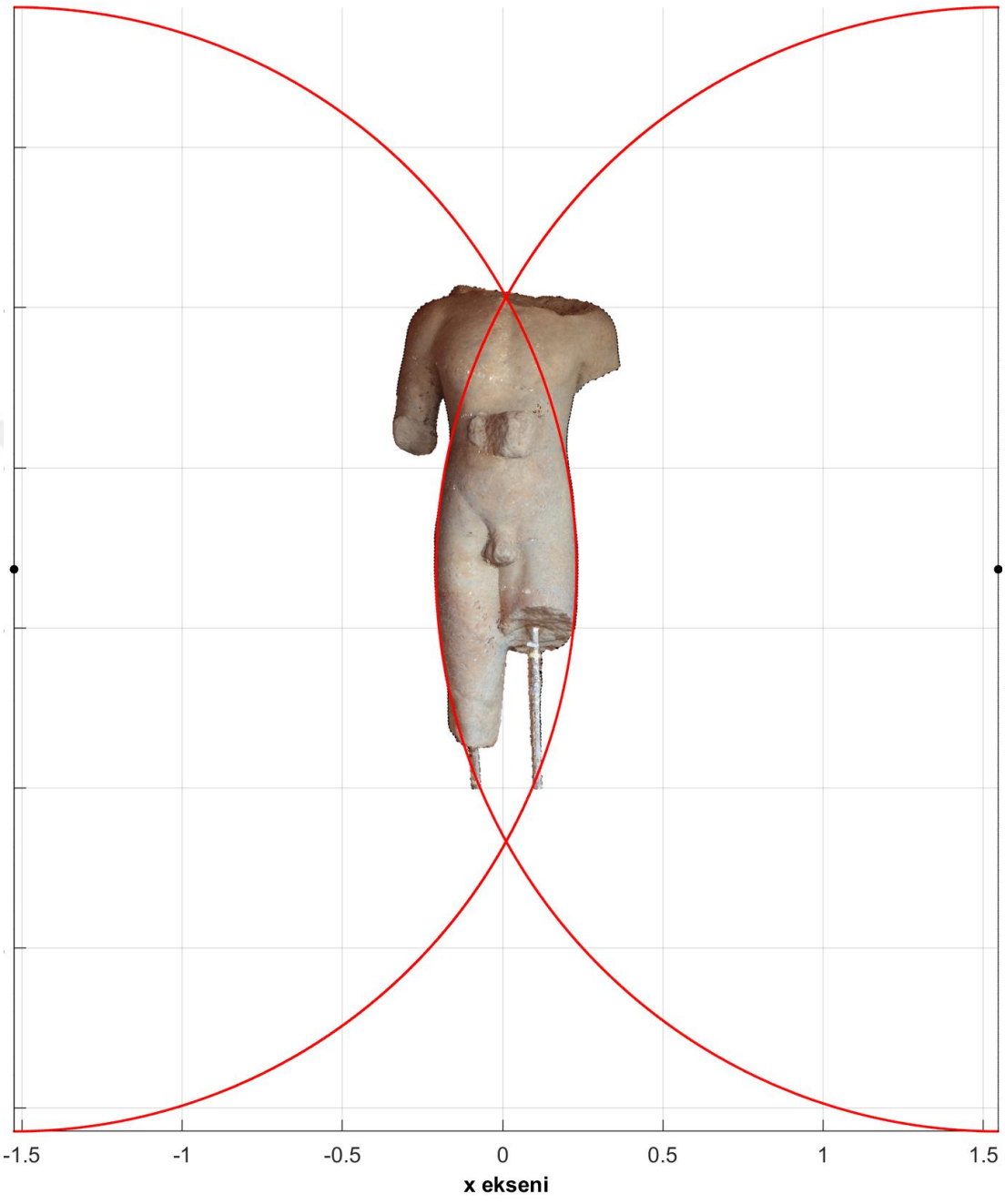
EK 286: Kouros 1/21/03 Femur ve Simetrik Çemberler Ara Kesiti



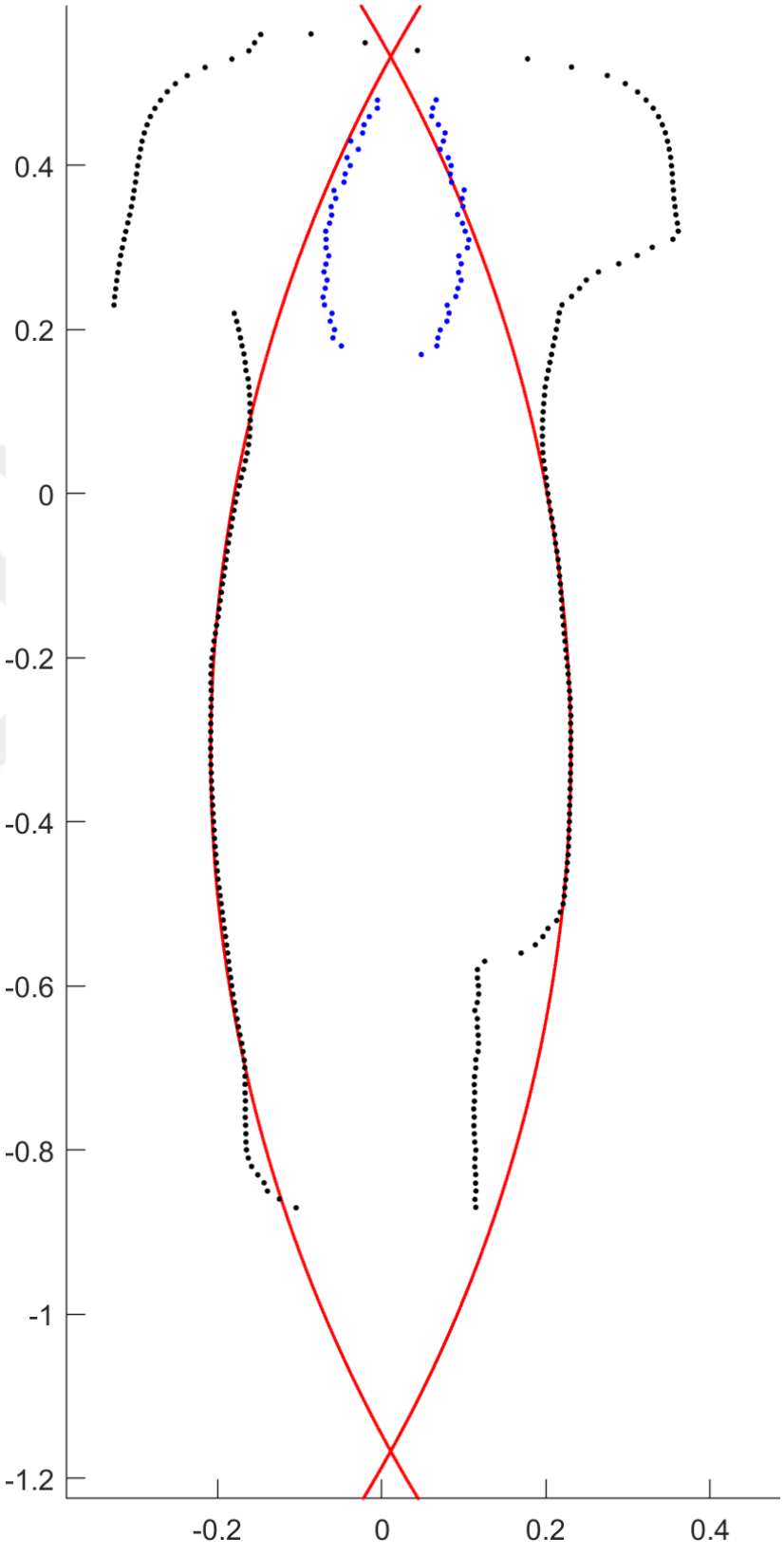
EK 287: Kouros 1/21/03 Femur Sınırları ve Simetrik Çemberler



EK 288: Kouros 1/21/03 ve Simetrik Femur Çemberleri



EK 289: Kouros 1/21/03 Femur Çemberleri ve Göğüs Ön Sınırları



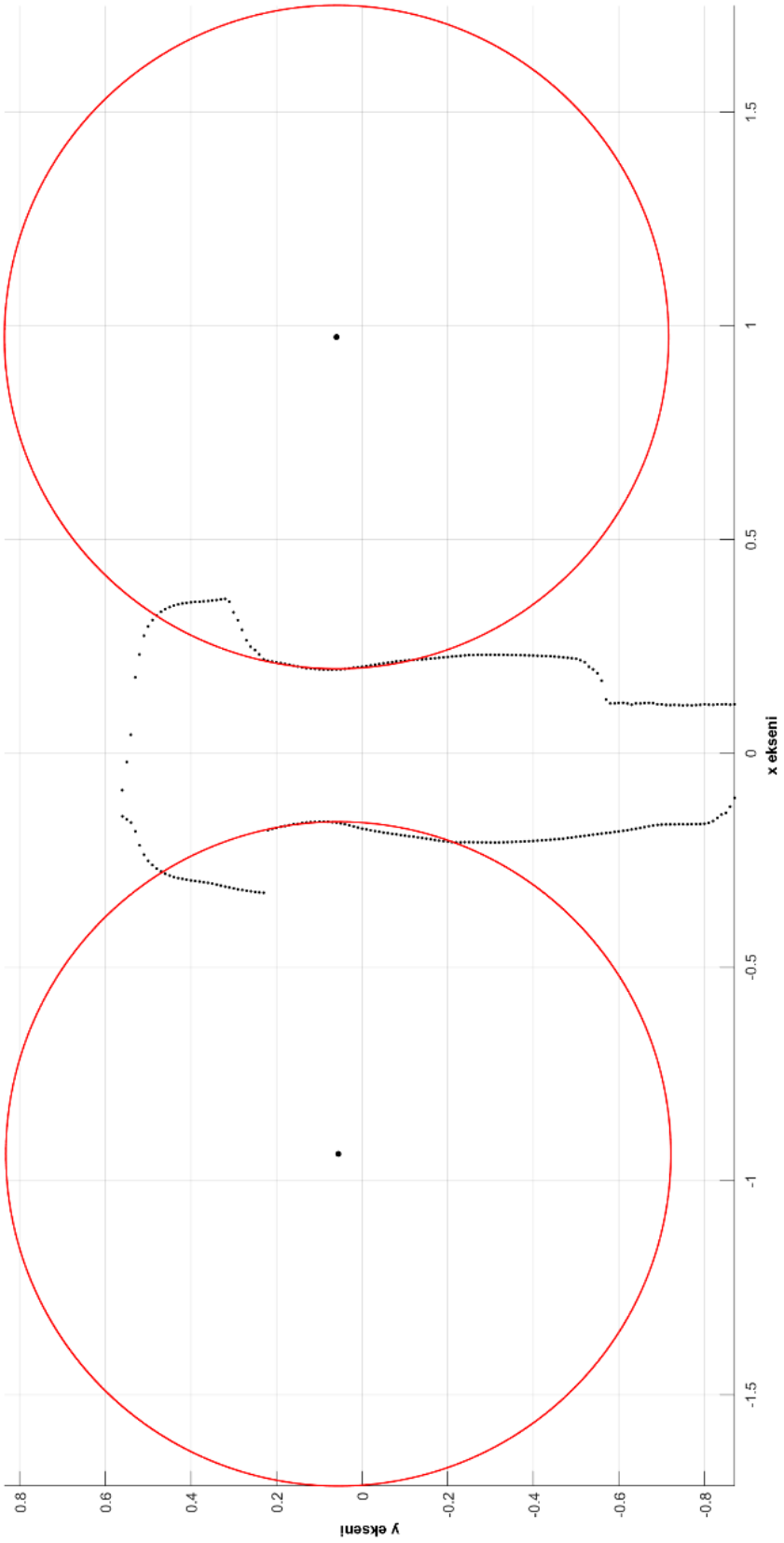
EK 290: Kouros 1/21/03 Sol Thorax Sınırı ile Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
94	-0,161927	0,059891	0,774786	-0,936700	0,055400	0,776800	-2,013984
95	-0,160905	0,069702	0,775927	-0,936700	0,055400	0,776800	-0,873180
96	-0,160242	0,079708	0,776838	-0,936700	0,055400	0,776800	0,038403
97	-0,159898	0,089616	0,777555	-0,936700	0,055400	0,776800	0,755195
98	-0,160158	0,099693	0,777804	-0,936700	0,055400	0,776800	1,004183
99	-0,160312	0,110033	0,778308	-0,936700	0,055400	0,776800	1,507838
100	-0,160787	0,120353	0,778627	-0,936700	0,055400	0,776800	1,826917
101	-0,161530	0,129931	0,778745	-0,936700	0,055400	0,776800	1,944758
102	-0,162619	0,140095	0,778701	-0,936700	0,055400	0,776800	1,900608
103	-0,165152	0,150193	0,777349	-0,936700	0,055400	0,776800	0,549361
104	-0,166017	0,160054	0,777756	-0,936700	0,055400	0,776800	0,956225
105	-0,167623	0,170388	0,777626	-0,936700	0,055400	0,776800	0,825663
106	-0,169958	0,180220	0,776835	-0,936700	0,055400	0,776800	0,035457
107	-0,171814	0,190004	0,776639	-0,936700	0,055400	0,776800	-0,160554
108	-0,174022	0,200191	0,776300	-0,936700	0,055400	0,776800	-0,499694
109	-0,176388	0,210015	0,775874	-0,936700	0,055400	0,776800	-0,926212
110	-0,179420	0,219829	0,774926	-0,936700	0,055400	0,776800	-1,874265
111	-0,180734	0,229913	0,775848	-0,936700	0,055400	0,776800	-0,952476
112	-0,183117	0,240313	0,775938	-0,936700	0,055400	0,776800	-0,861758
113	-0,186208	0,249918	0,775291	-0,936700	0,055400	0,776800	-1,509413
114	-0,188462	0,259905	0,775682	-0,936700	0,055400	0,776800	-1,118107
115	-0,190161	0,270222	0,776833	-0,936700	0,055400	0,776800	0,032653
116	-0,192201	0,280350	0,777741	-0,936700	0,055400	0,776800	0,941129
117	-0,194923	0,289938	0,777972	-0,936700	0,055400	0,776800	1,172487
118	-0,196945	0,299851	0,779098	-0,936700	0,055400	0,776800	2,298037
119	-0,200350	0,310143	0,779170	-0,936700	0,055400	0,776800	2,369634
120	-0,206435	0,320120	0,776765	-0,936700	0,055400	0,776800	-0,035139
Hata Değerleri							
Minimum Hata [mm]		Maksimum Hata [mm]		Ortalama Hata [mm]		Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]	
-2,014		2,37		±1,0735		±1,2807	

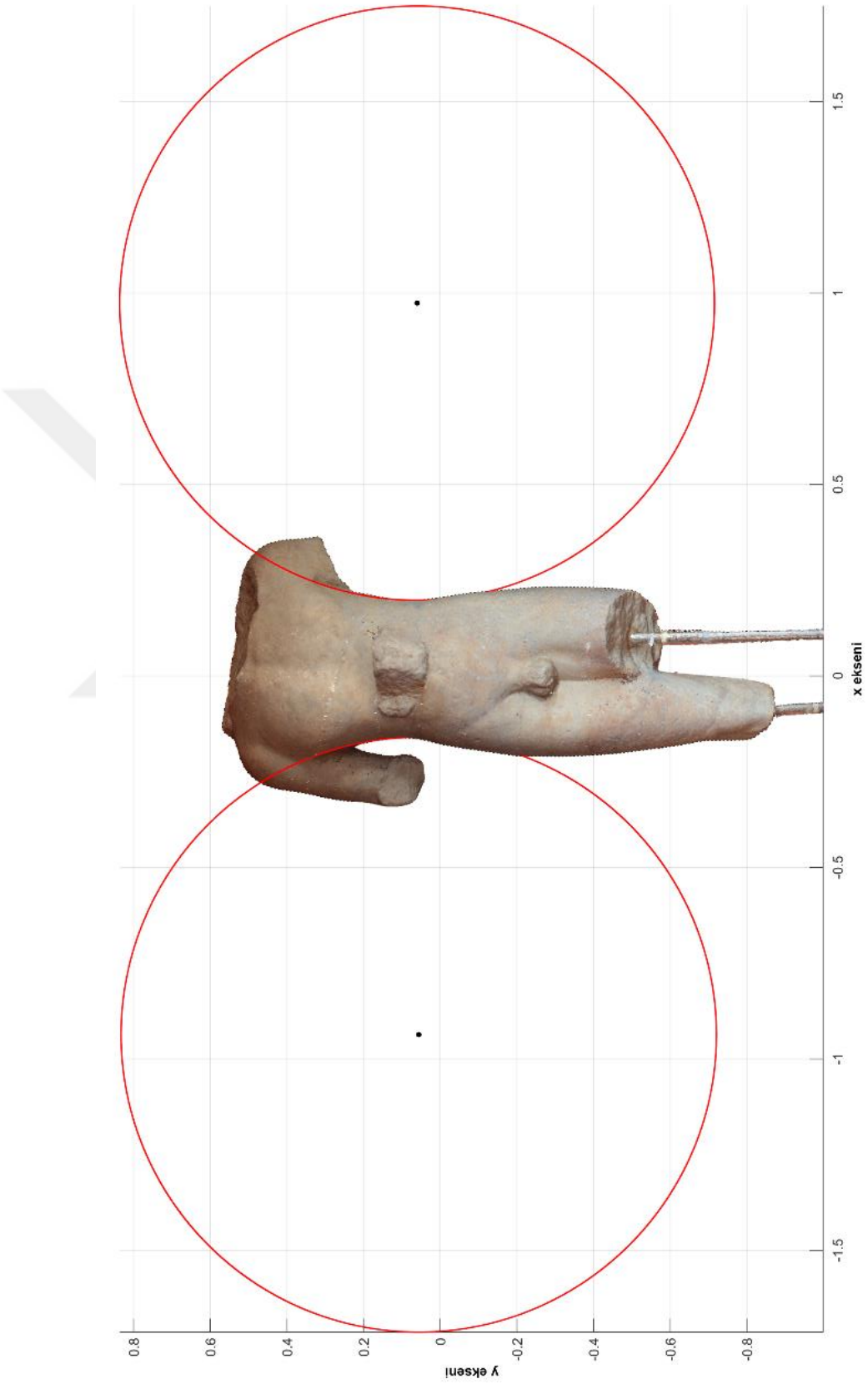
EK 291: Kouros 1/21/03 Sağ Thorax Sınırı ile Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
88	0,202679	0,000078	0,773423	0,973800	0,059700	0,775900	-2,477490
89	0,201383	0,010186	0,774002	0,973800	0,059700	0,775900	-1,897637
90	0,200358	0,019714	0,774475	0,973800	0,059700	0,775900	-1,425076
91	0,198972	0,030205	0,775389	0,973800	0,059700	0,775900	-0,510817
92	0,197422	0,040202	0,776623	0,973800	0,059700	0,775900	0,722798
93	0,196654	0,050148	0,777205	0,973800	0,059700	0,775900	1,304700
94	0,196157	0,060137	0,777643	0,973800	0,059700	0,775900	1,743123
95	0,196025	0,070185	0,777846	0,973800	0,059700	0,775900	1,945670
96	0,196014	0,079735	0,778044	0,973800	0,059700	0,775900	2,143998
97	0,196276	0,089873	0,778109	0,973800	0,059700	0,775900	2,209234
98	0,196879	0,099816	0,777956	0,973800	0,059700	0,775900	2,055997
99	0,197606	0,109808	0,777810	0,973800	0,059700	0,775900	1,909705
100	0,198466	0,119931	0,777670	0,973800	0,059700	0,775900	1,769972
101	0,199326	0,130055	0,777663	0,973800	0,059700	0,775900	1,763039
102	0,201243	0,140333	0,776753	0,973800	0,059700	0,775900	0,853499
103	0,203168	0,150364	0,775947	0,973800	0,059700	0,775900	0,046931
104	0,205179	0,160036	0,775142	0,973800	0,059700	0,775900	-0,757720
105	0,207170	0,169761	0,774490	0,973800	0,059700	0,775900	-1,409858
106	0,209069	0,180400	0,774198	0,973800	0,059700	0,775900	-1,702356
107	0,211281	0,190020	0,773575	0,973800	0,059700	0,775900	-2,324840
108	0,213034	0,200280	0,773646	0,973800	0,059700	0,775900	-2,254317
109	0,214817	0,210332	0,773786	0,973800	0,059700	0,775900	-2,113729
110	0,216601	0,220385	0,774061	0,973800	0,059700	0,775900	-1,839282
111	0,217270	0,230022	0,775466	0,973800	0,059700	0,775900	-0,434189
112	0,219125	0,240145	0,775948	0,973800	0,059700	0,775900	0,047649
113	0,221621	0,249908	0,775856	0,973800	0,059700	0,775900	-0,044130
114	0,222717	0,259643	0,777241	0,973800	0,059700	0,775900	1,340552
115	0,226385	0,270053	0,776452	0,973800	0,059700	0,775900	0,551909
116	0,231088	0,280194	0,774751	0,973800	0,059700	0,775900	-1,149254
117	0,232467	0,290218	0,776346	0,973800	0,059700	0,775900	0,446034
118	0,236578	0,299912	0,775370	0,973800	0,059700	0,775900	-0,530358
119	0,238219	0,309893	0,776966	0,973800	0,059700	0,775900	1,065858
120	0,239297	0,309901	0,775948	0,973800	0,059700	0,775900	0,047935
Hata Değerleri							
Minimum Hata [mm]		Maksimum Hata [mm]		Ortalama Hata [mm]		Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]	
-2,4775		2,21		±1,2982		±1,5019	

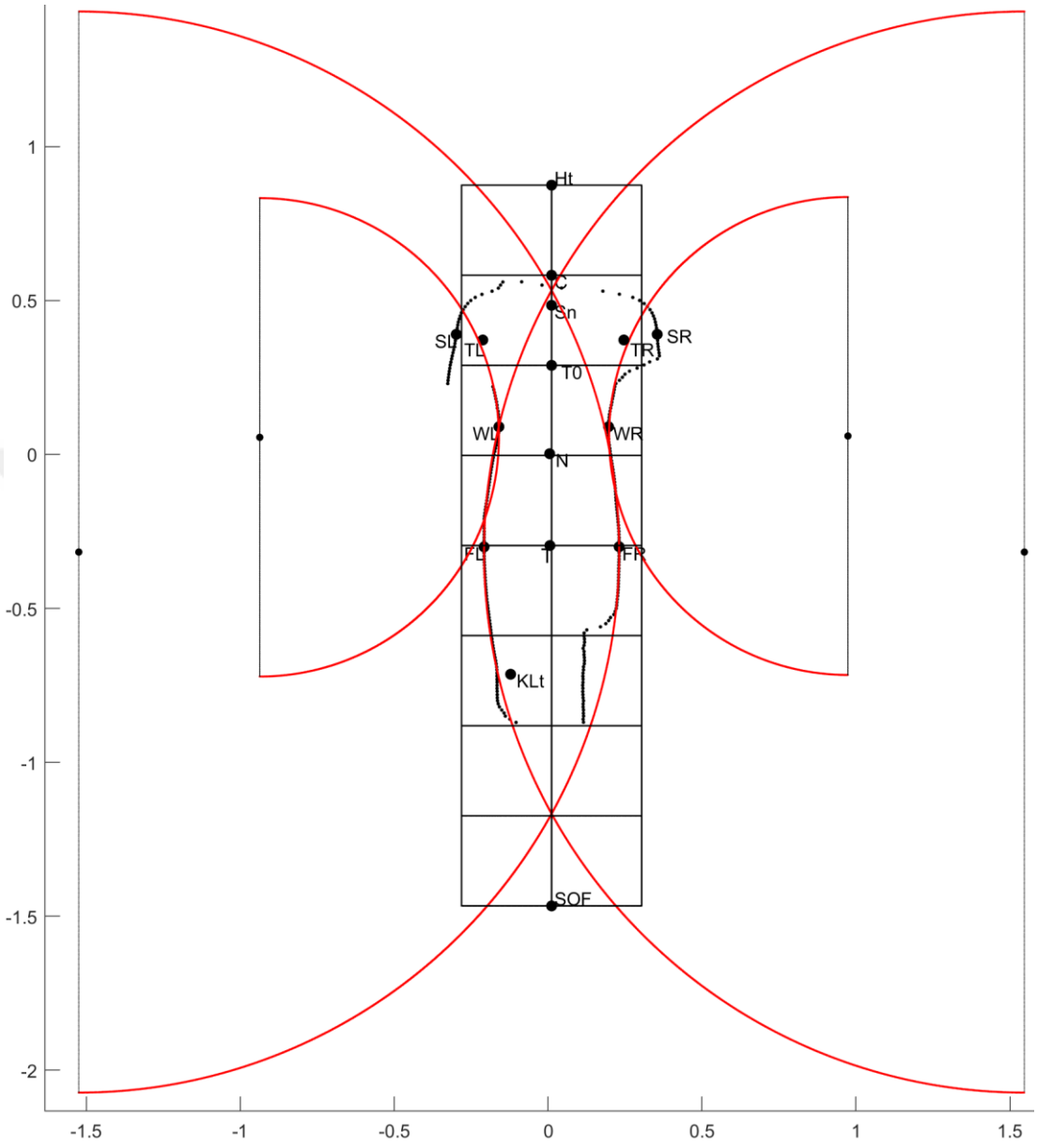
EK 292: Kouros 1/21/03 Thorax Sınırlarına Uyan Çemberler



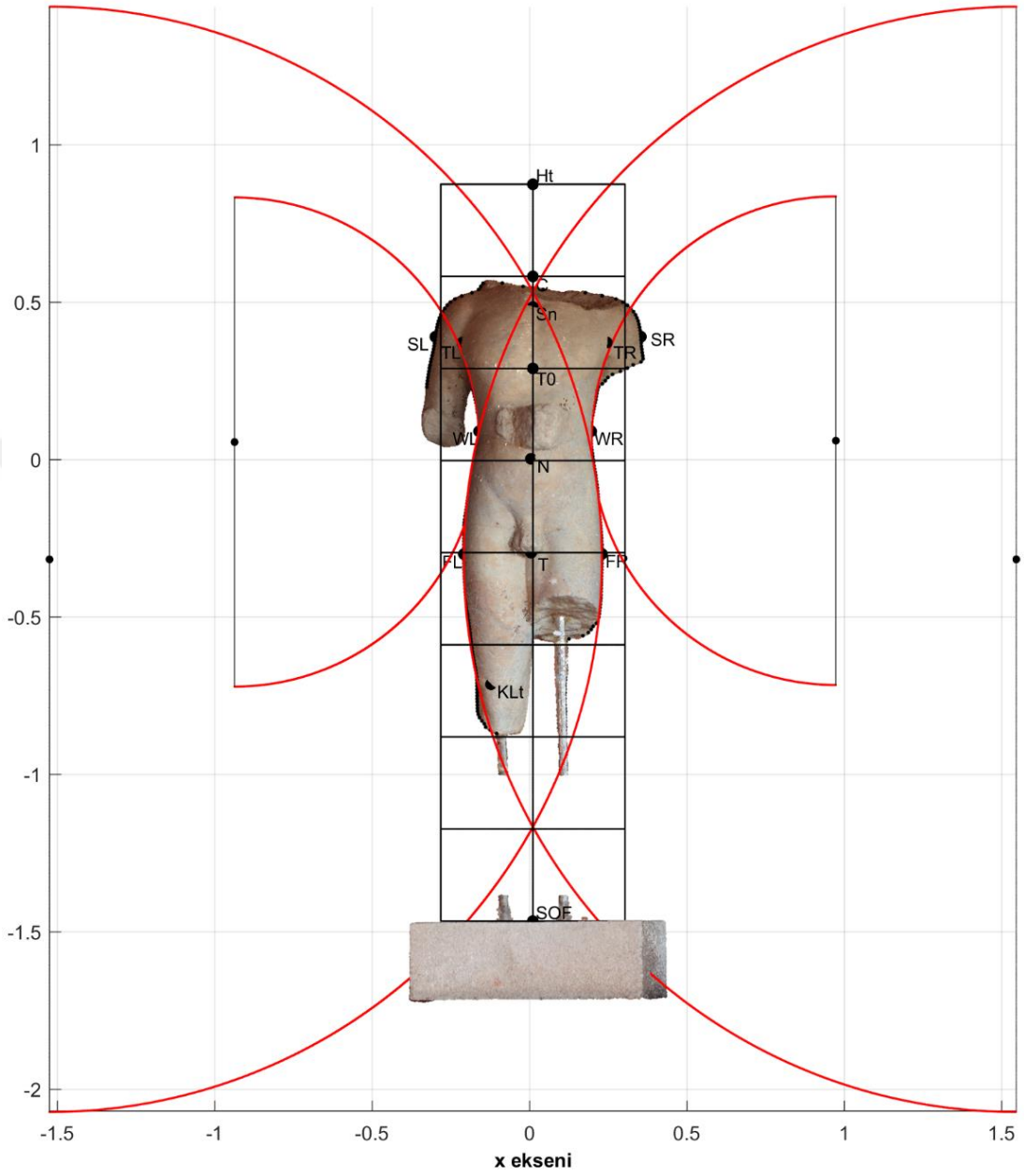
EK 293: Kouros 1/21/03 ve Thorax Sınırlarına Uyan Çemberler



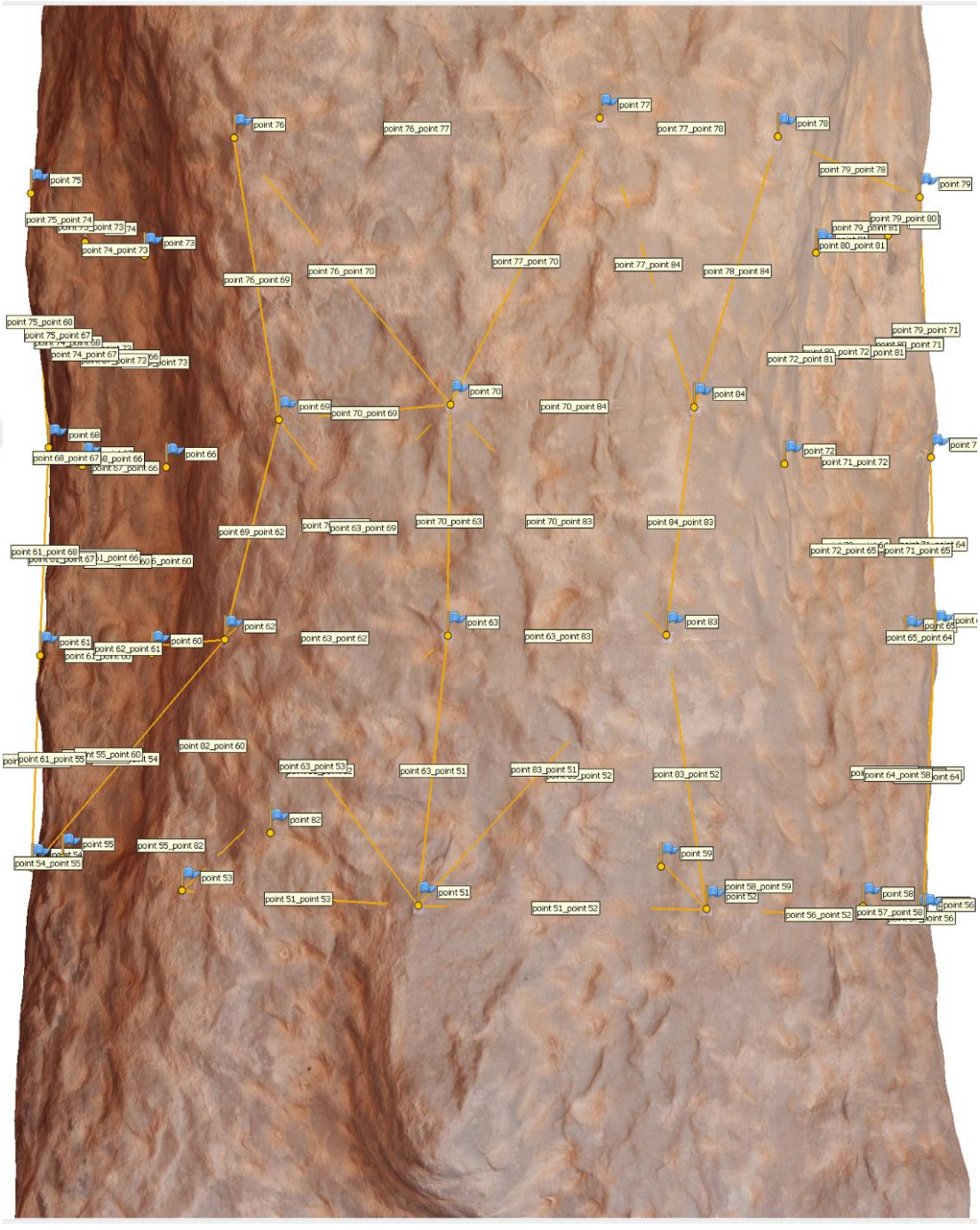
EK 294: Kouros 1/21/03 Geometrik Modeli



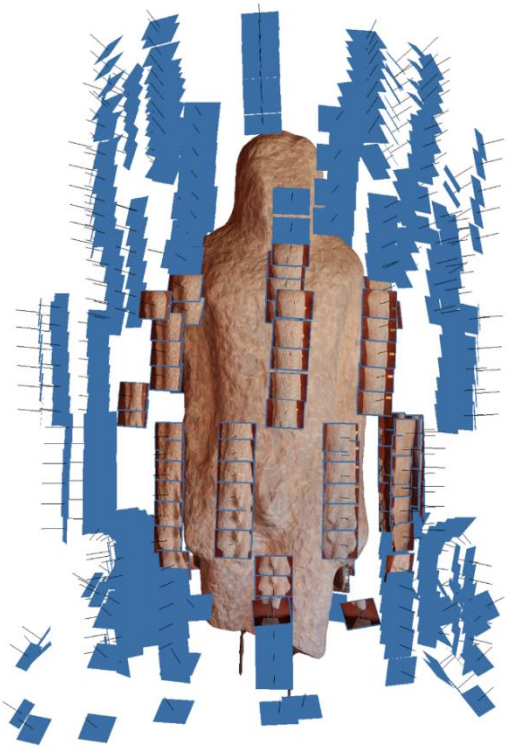
EK 295: Kouros 1/21/03 ve Geometrik Modeli



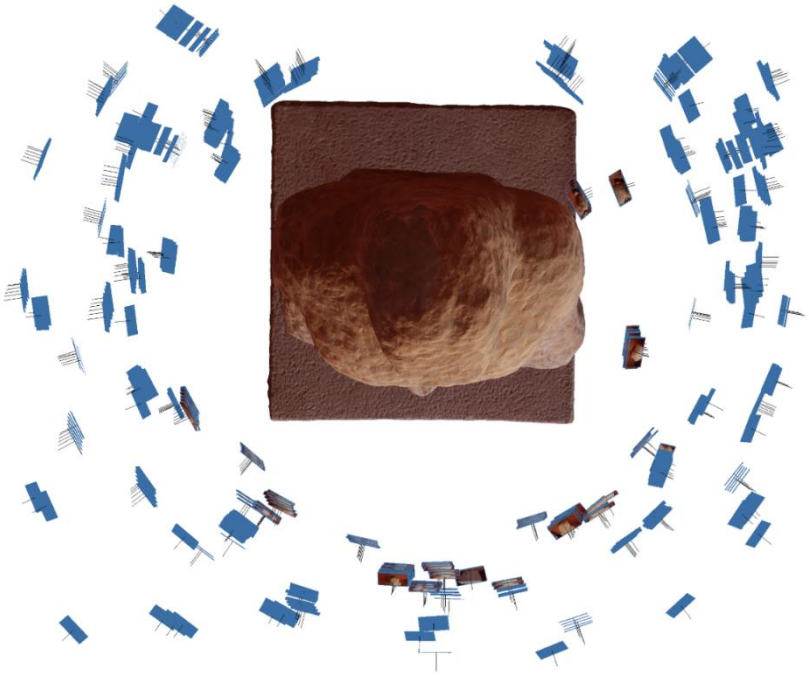
EK 296: Yontu 1/27/93 Hedef Noktalar ve Ölçüm



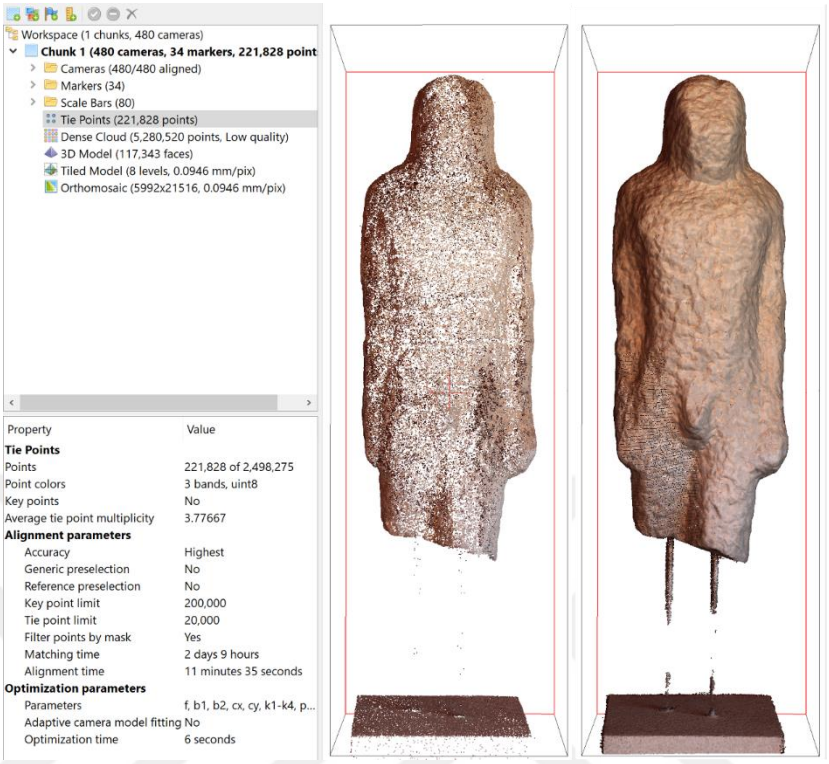
EK 297: Yontu 1/27/93 Fotoğraf Çekimi Planı Önden Görünümü



EK 298: Yontu 1/27/93 Fotoğraf Çekimi Planı Üstten Görünümü



EK 299: Yontu 1/27/93 Nokta Bulutu ve Yoğun Nokta Bulutu Modeli



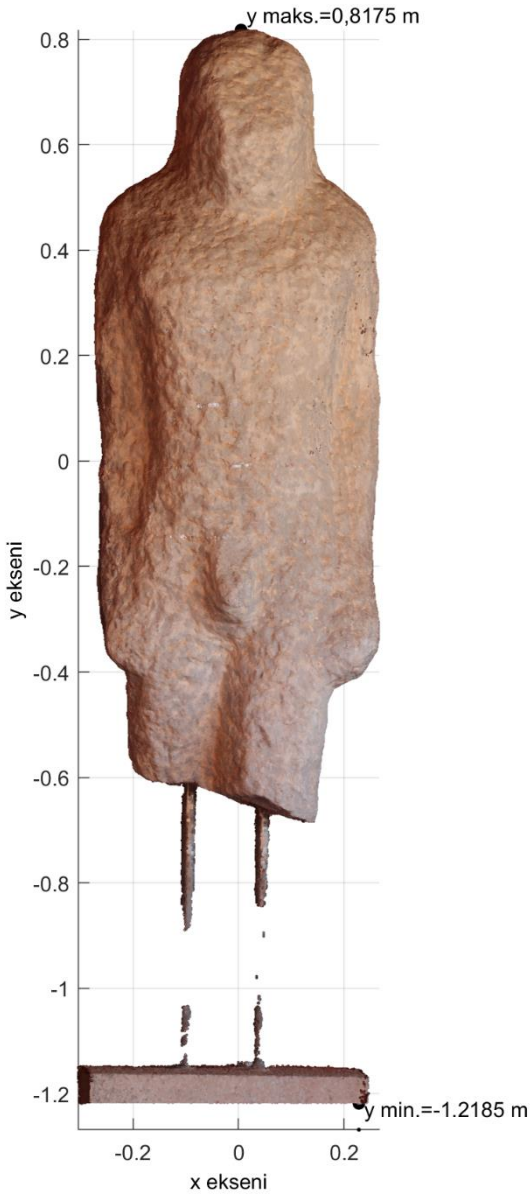
EK 300: Yontu 1/27/93 Dokulandırılmış Modeli



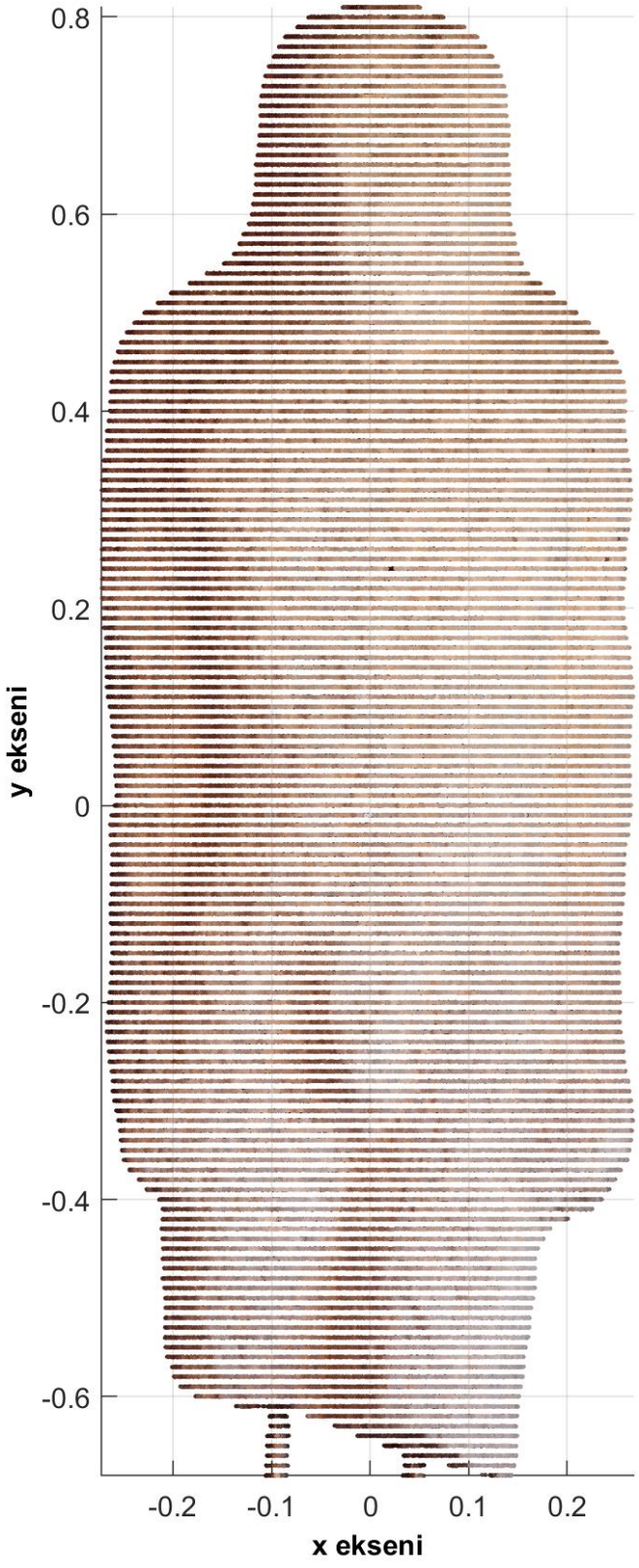
EK 301: Yontu 1/27/93 Modelleme Hata Değerleri

Tip	Ölçüm Sayısı	Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Rmse [mm]
Model Oluşturma	40	-0,53	0,79	-0,01	±0,23
Bağımsız Denetim	40	-0,68	0,41	-0,01	±0,24

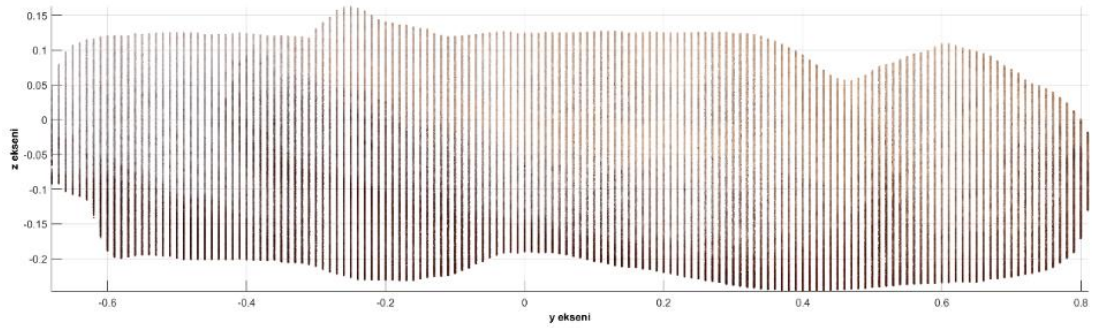
EK 302: Yontu 1/27/93 Modelinin y Ekseninde Ölçüleri



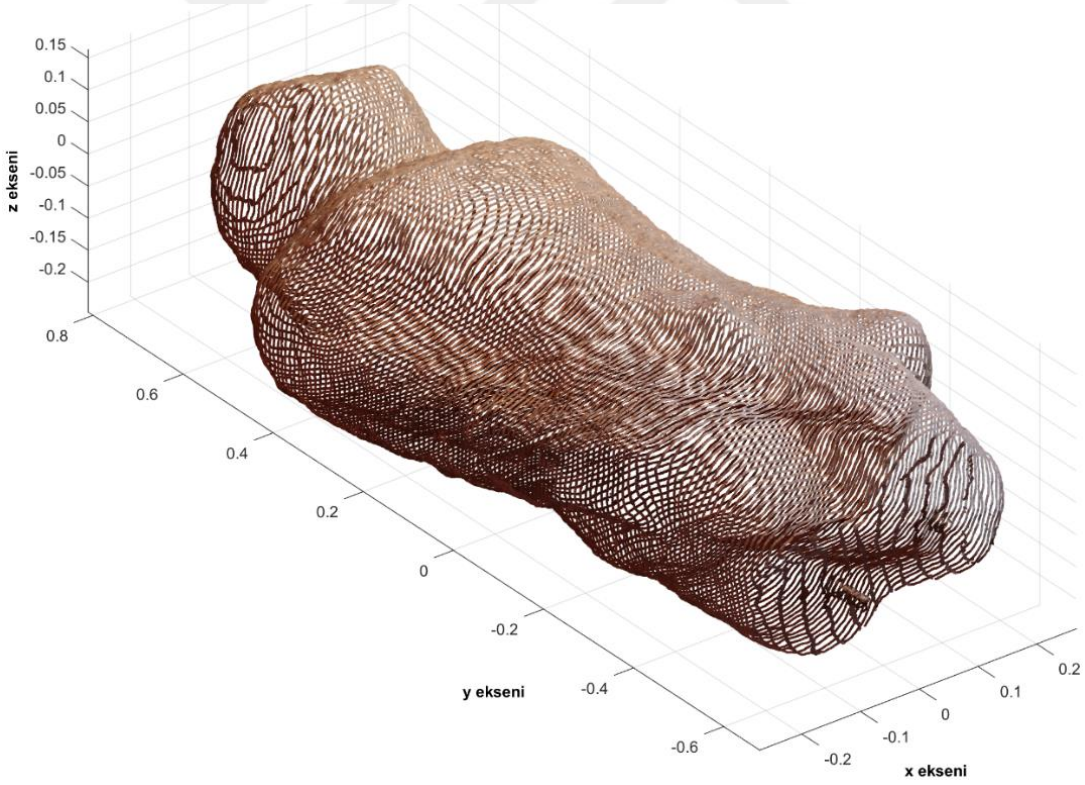
EK 303: Yontu 1/27/93 Transversal Kesitleri Önden Görünümü



EK 304: Yontu 1/27/93 Transversal Kesitleri Yandan Görünümü



EK 305: Yontu 1/27/93 Transversal Kesitleri Üç Boyutlu Görünümü



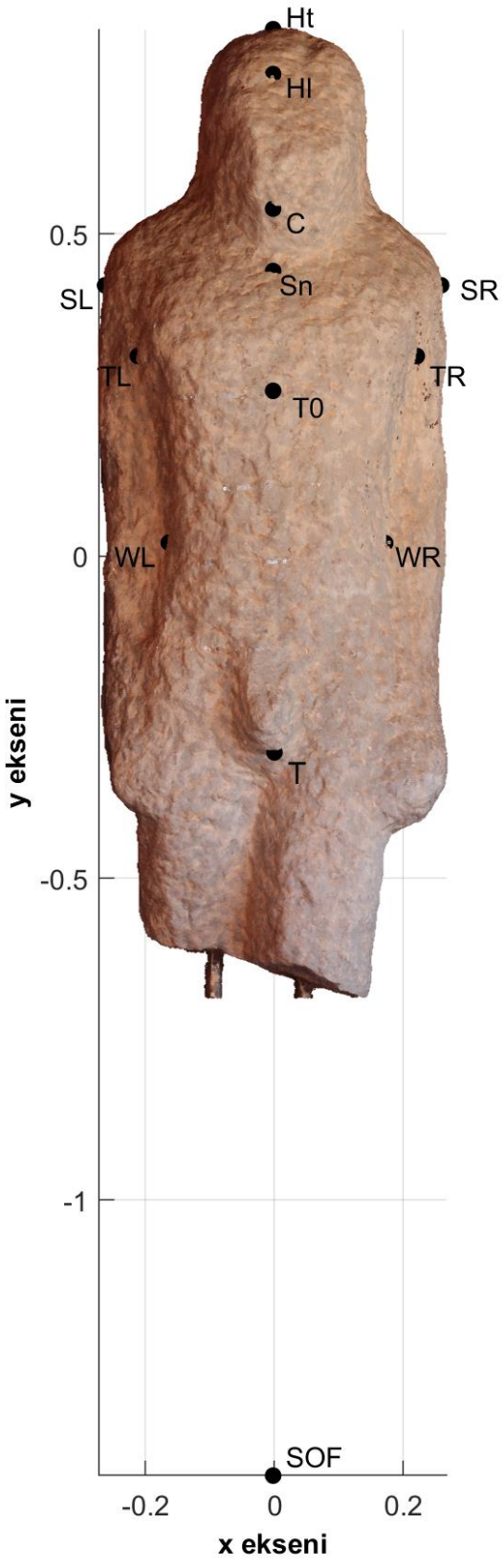
EK 306: Yontu 1/27/93 Referans Noktaların Koordinatları

Referans Nokta	Koordinat Bilgileri		
	x [m]	y [m]	z [m]
Ht	-0,002051	0,817500	-0,059120
Hl	-0,002051	0,747835	0,045000
C	-0,002051	0,538841	0,088000
Sn	-0,002051	0,442210	0,064000
SL	-0,262889	0,419953	-0,128111
SR	0,258787	0,420000	-0,089489
TL	-0,211956	0,310314	0,009009
TR	0,221031	0,310175	-0,025622
NL	---	---	---
NR	---	---	---
T0	-0,002051	0,256250	0,123450
WL	-0,164051	0,020476	0,022920
WR	0,171956	0,019898	0,010312
N	---	---	---
T	0,000000	-0,305000	0,120000
FL	---	---	---
FR	---	---	---
KLt	---	---	---
KRt	---	---	---
KLb	---	---	---
KRb	---	---	---
SOF	-0,002051	-1,427500	0,000000

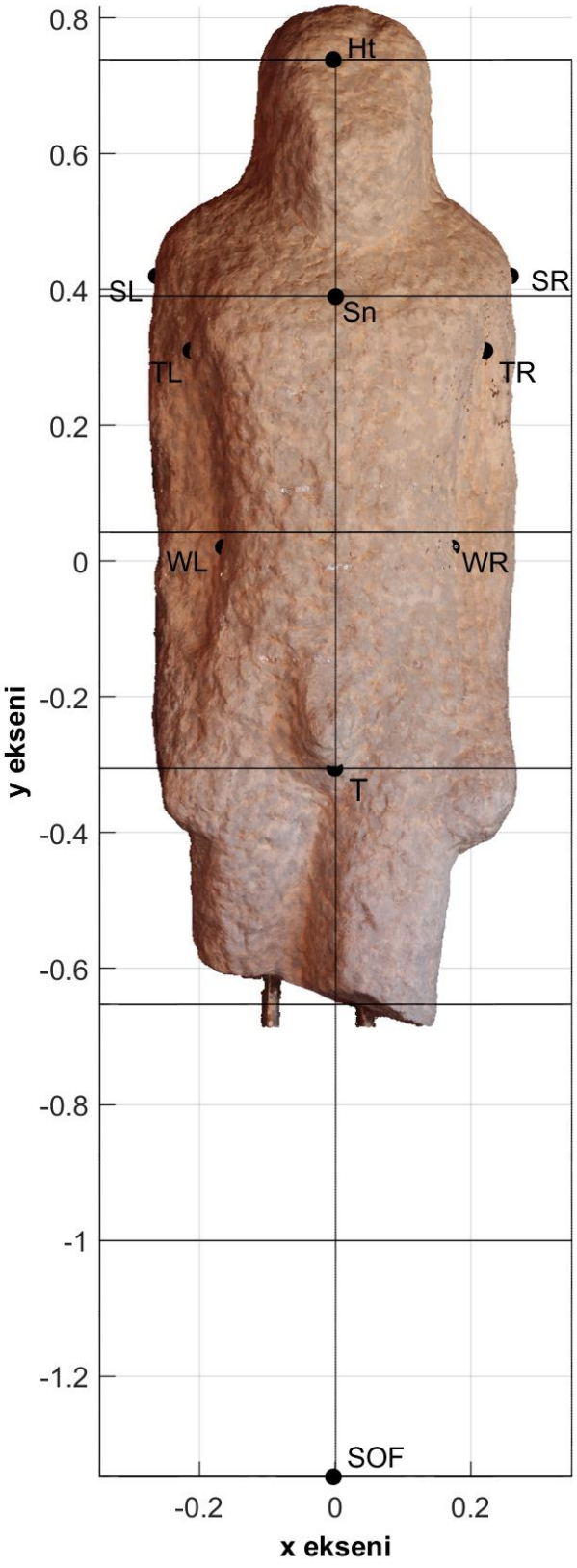
EK 307: Yontu 1/27/93 Teorik Uzunluğuna Oranlar

Ölçme Bilgileri			Uzaklık/Teorik Boy Uzunluğu ($\|P_2-P_1\|$ / [2x$\|Ht-T\|$])
Başlangıç (P_1)	Bitiş (P_2)	Uzaklık [m] ($\|P_2-P_1\|$)	
C	Ht	0,278659	1/8
C	Hl	0,208994	4/43
Hl	Ht	0,069665	1/32
SL	SR	0,521676	23/99
TL	TR	0,432987	11/57
WL	WR	0,336007	3/20
FL	FR	---	---
T	Ht	1,122500	1/2
T	Hl	1,052835	15/32
T	C	0,843841	3/8
T	Sn	0,747210	1/3
T	SL-SR	0,725000	31/96
T	TL-TR	0,615175	20/73
T	T0	0,615175	20/73
T	NL-NR	---	---
T	WL-WR	0,324898	11/76
T	N	---	---
T	FL-FR	---	---
T	KLt-KRt	---	---
T	KLb-KRb	---	---
T	SOF	1,122500	1/2
SOF	Ht	2 12/49	1

EK 308: Yontu 1/27/93 Referans Noktaları

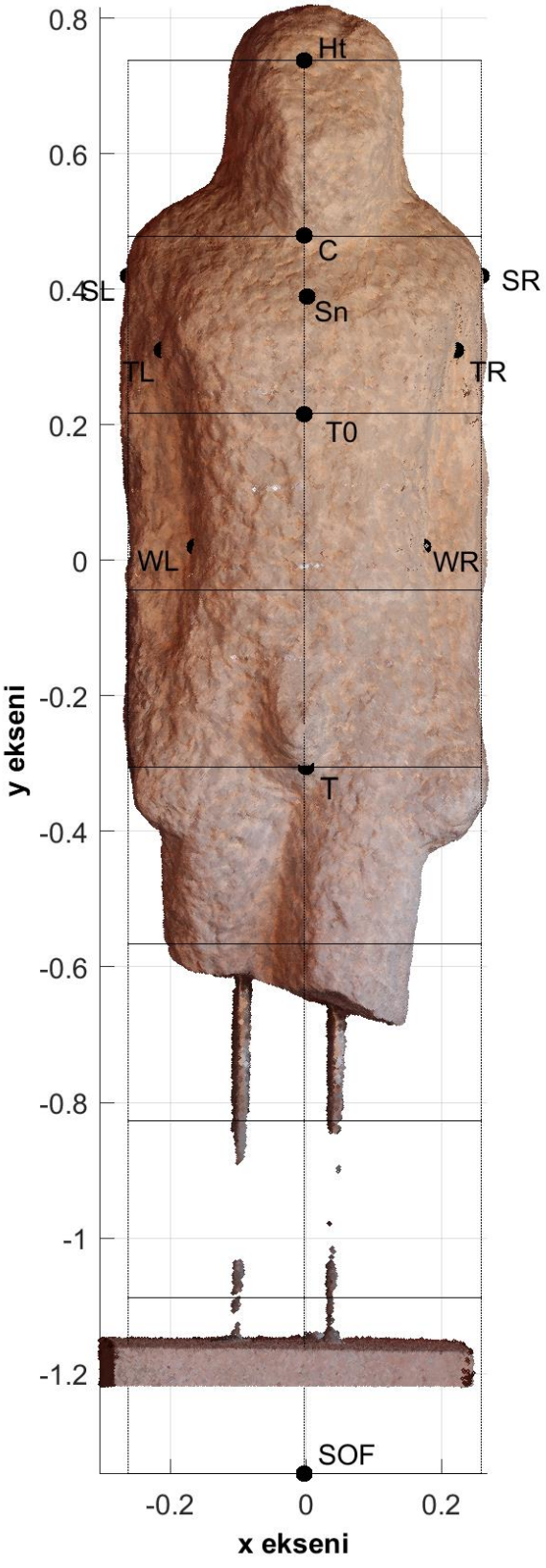


EK 309: Yontu 1/27/93 Omuz Genişliğine Göre h/6 Parçalanması

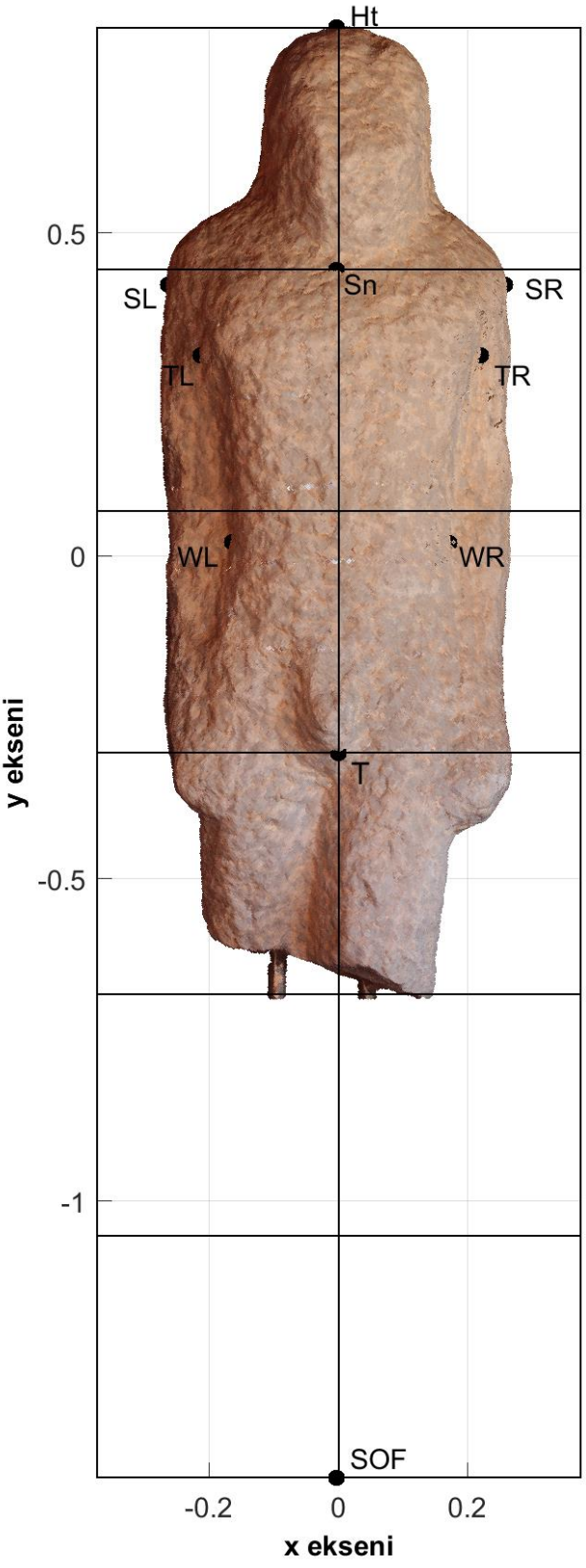


ek s.220

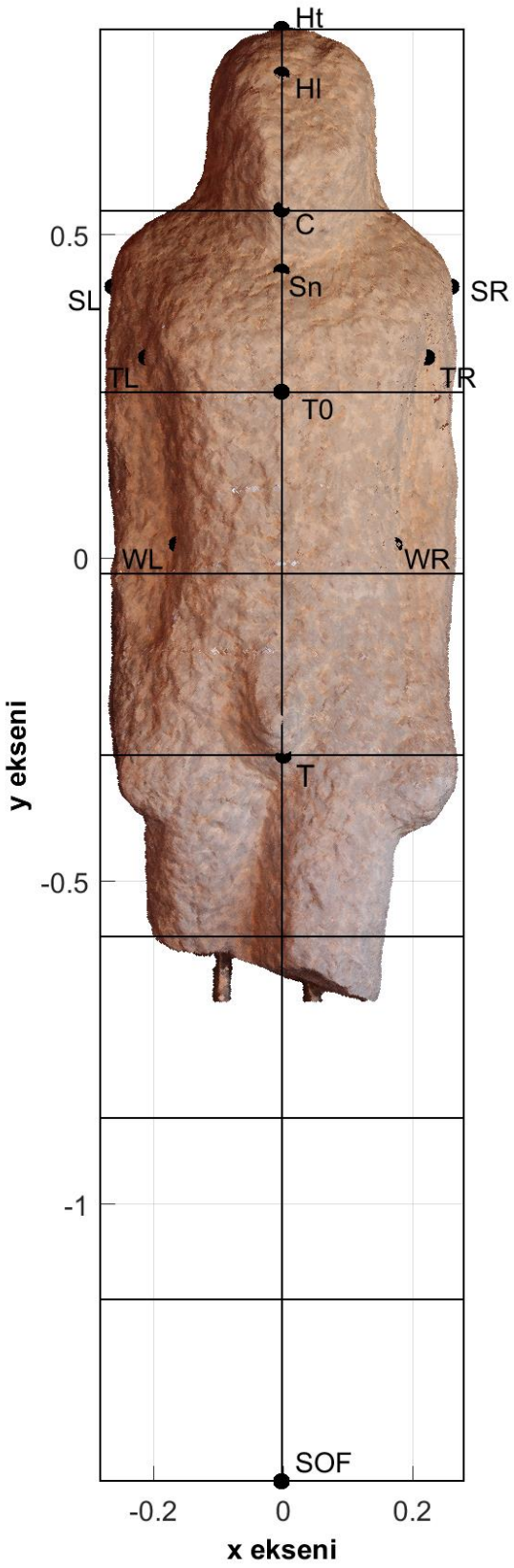
EK 310: Yontu 1/27/93 Omuz Genişliğine Göre h/8 Parçalanması



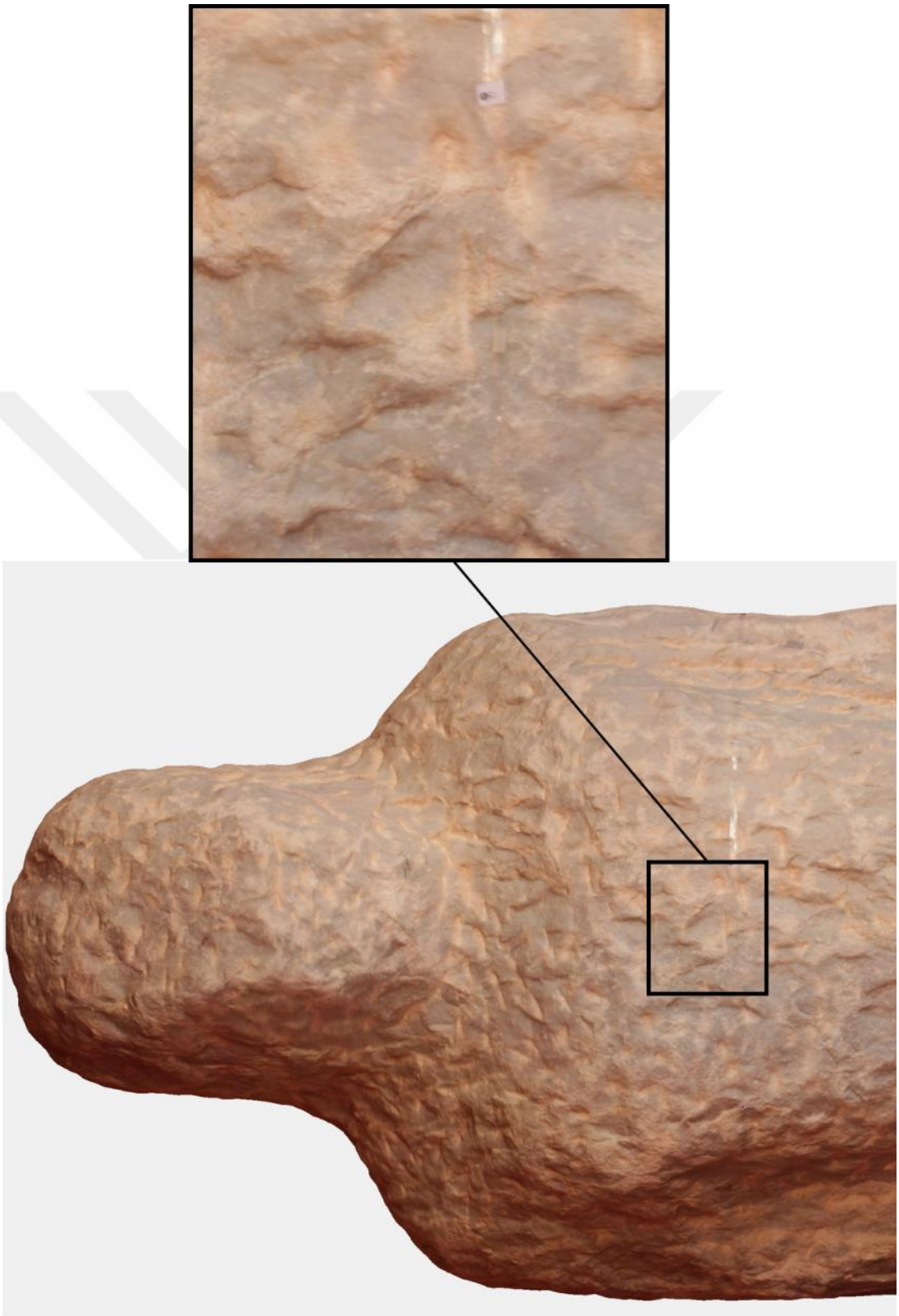
EK 311: Yontu 1/27/93 Teorik Boy h/6 Parçalanması



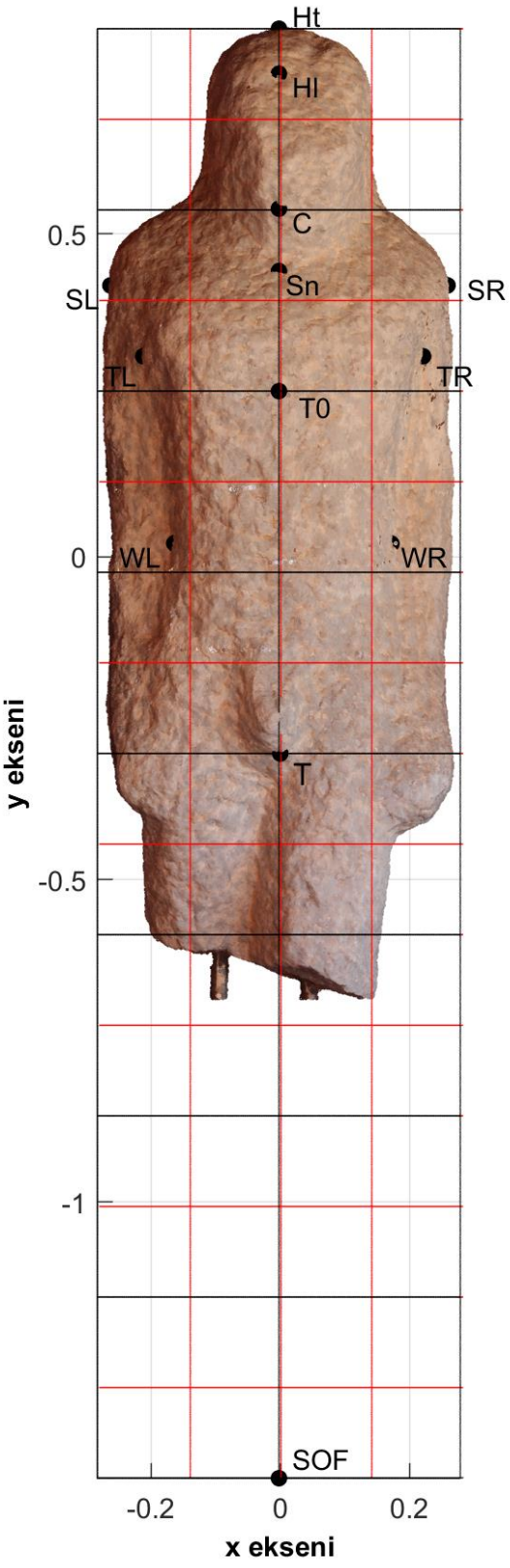
EK 312: Yontu 1/27/93 Teorik Boy h/8 Parçalanması



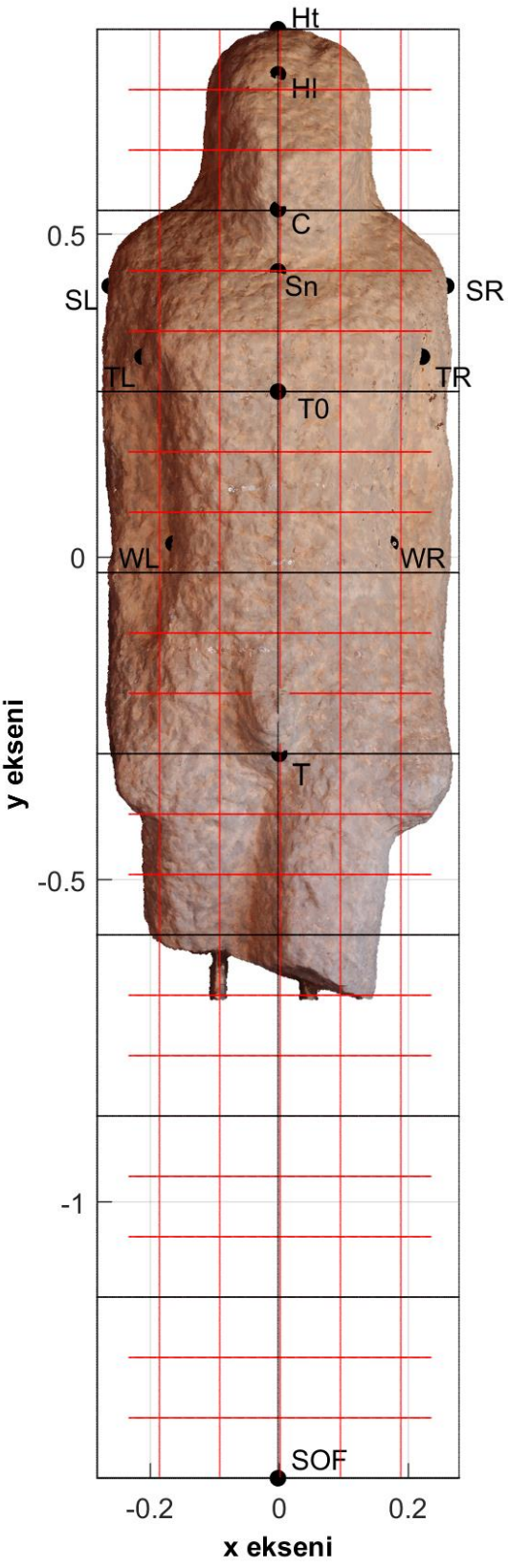
EK 313: Yontu 1/27/93 Göğüs Ortasında Üçgensel İşaret



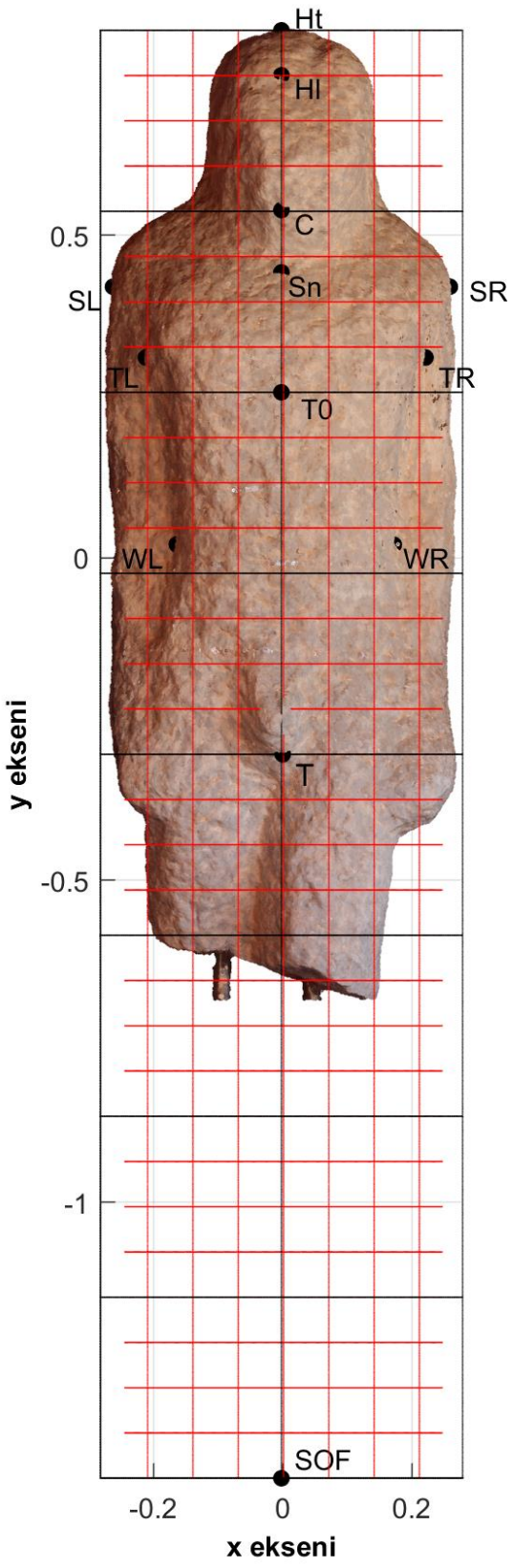
EK 314: Yontu 1/27/93 Teorik Boy h/8/2 Parçalanması



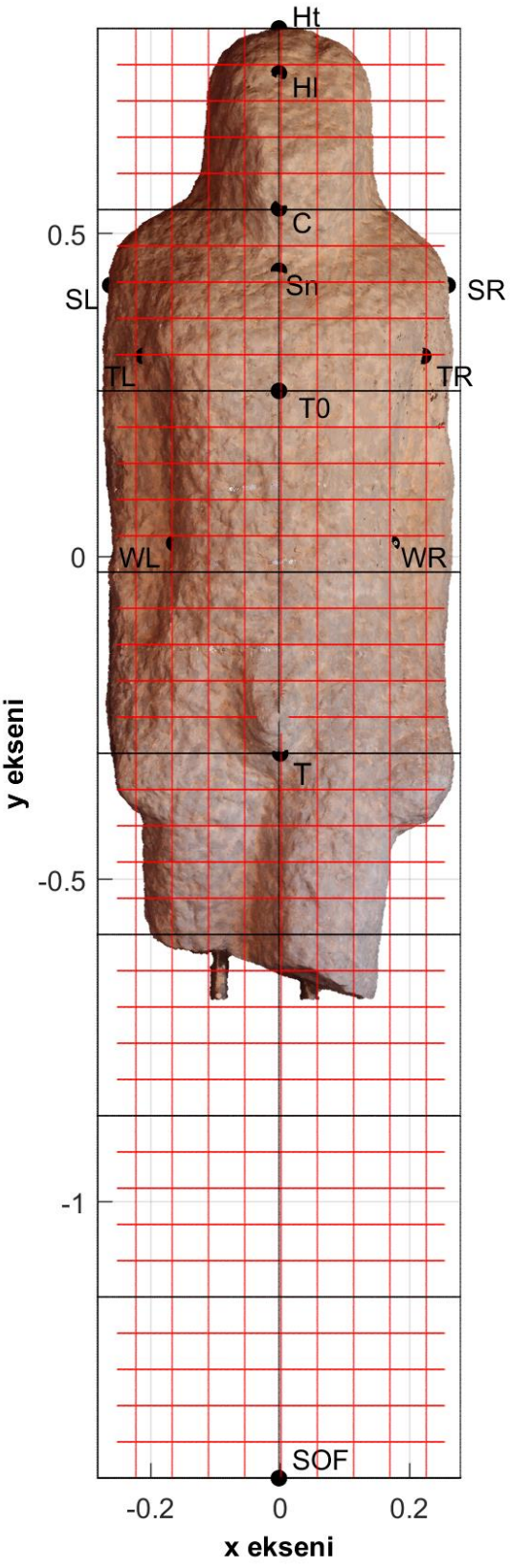
EK 315: Yontu 1/27/93 Teorik Boy h/8/3 Parçalanması



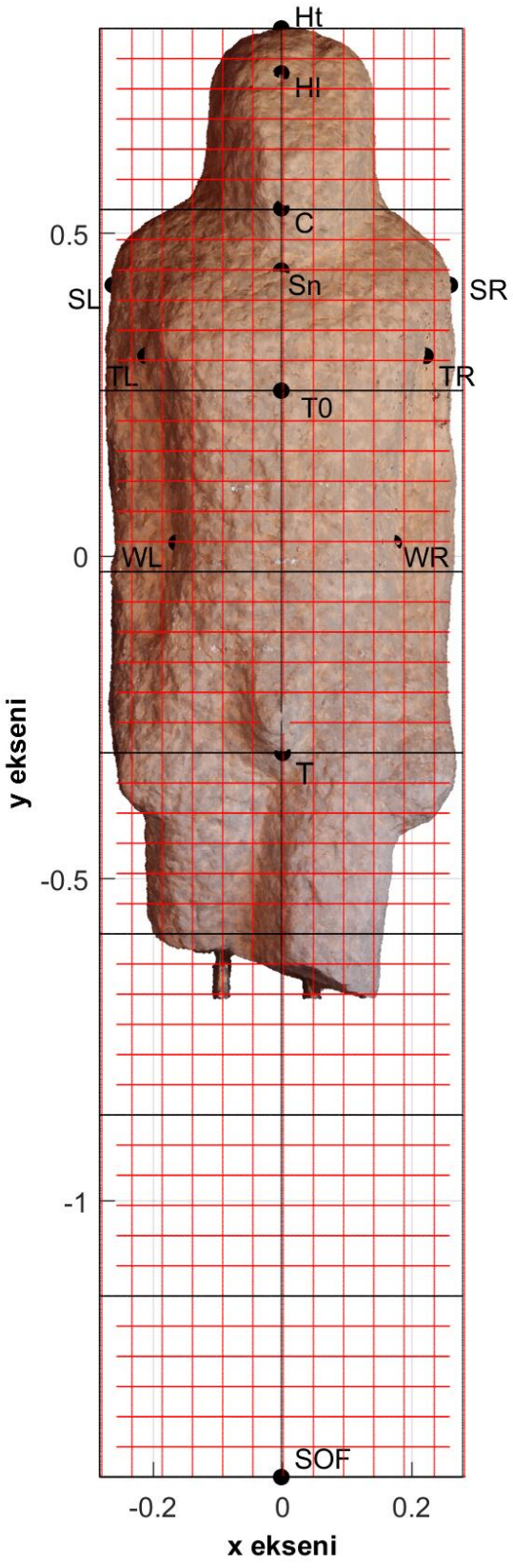
EK 316: Yontu 1/27/93 Teorik Boy h/8/4 Parçalanması



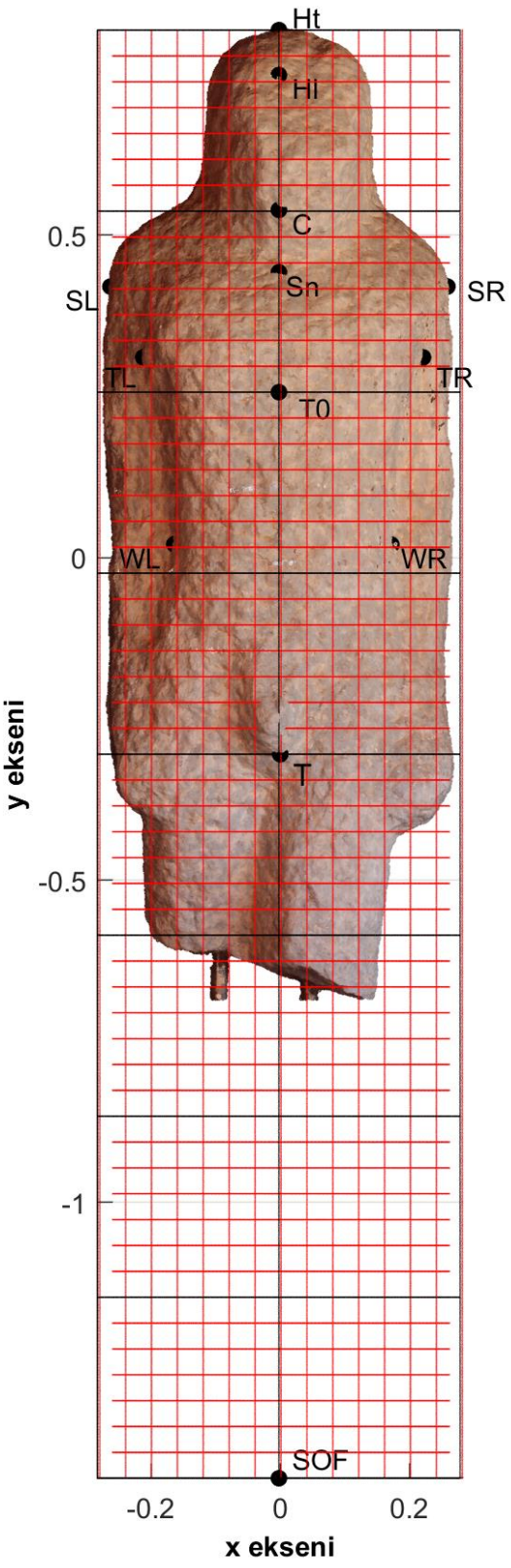
EK 317: Yontu 1/27/93 Teorik Boy h/8/5 Parçalanması



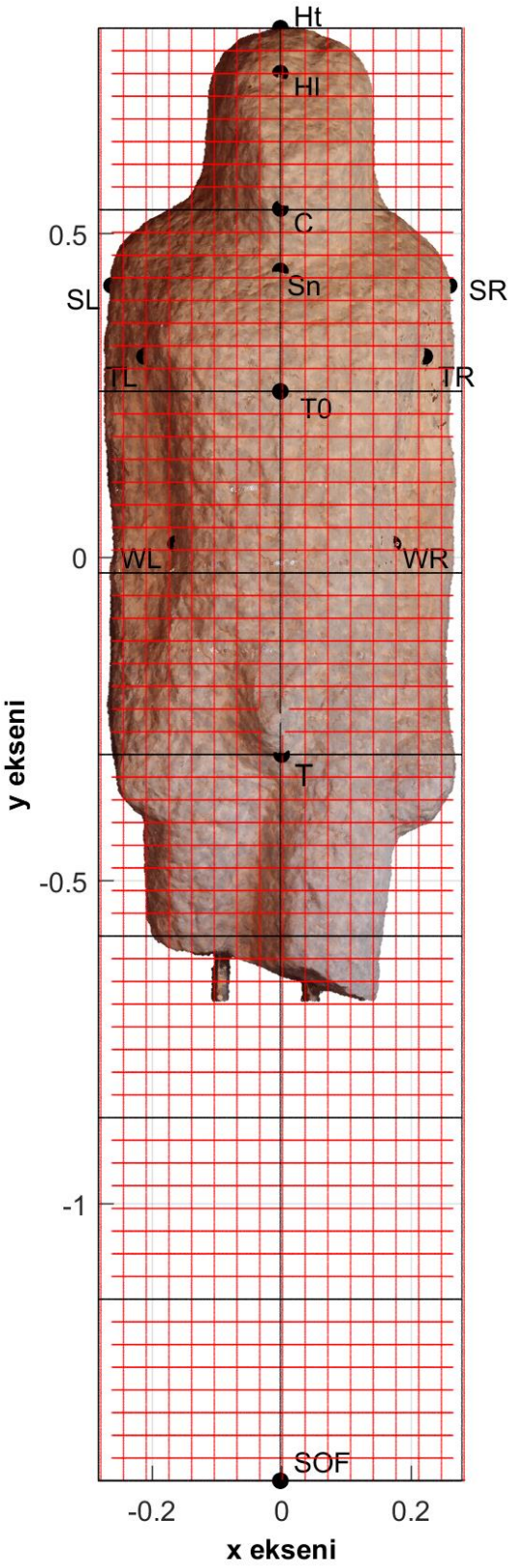
EK 318: Yontu 1/27/93 Teorik Boy h/8/6 Parçalanması



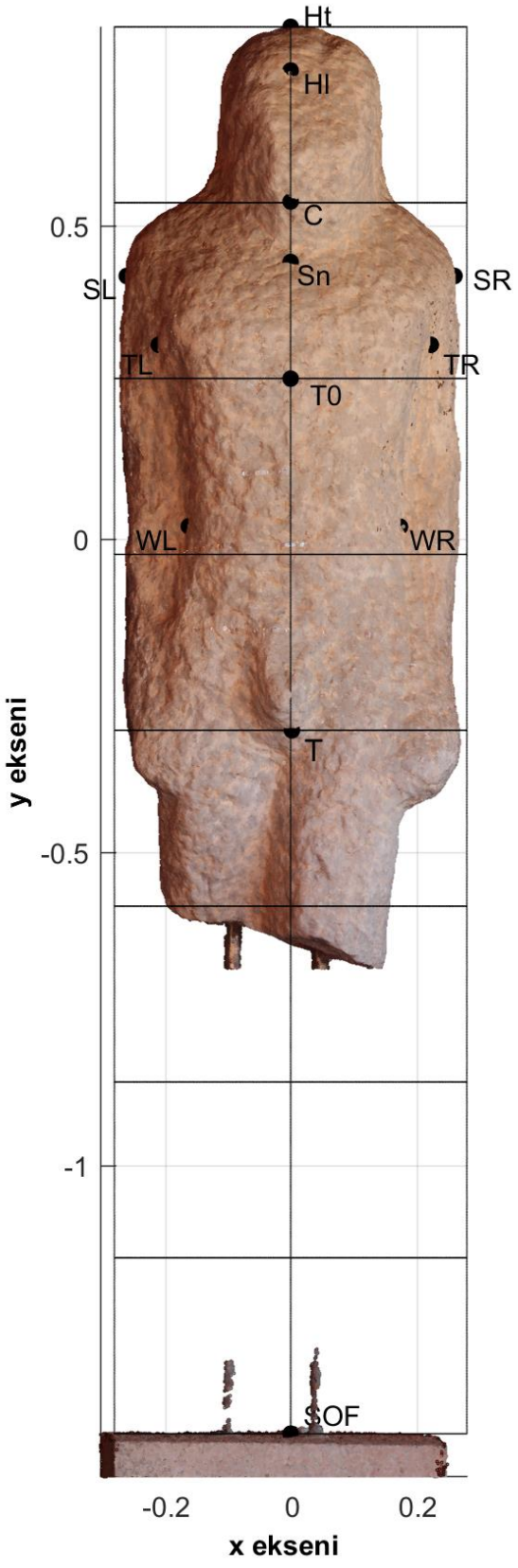
EK 319: Yontu 1/27/93 Teorik Boy h/8/7 Parçalanması



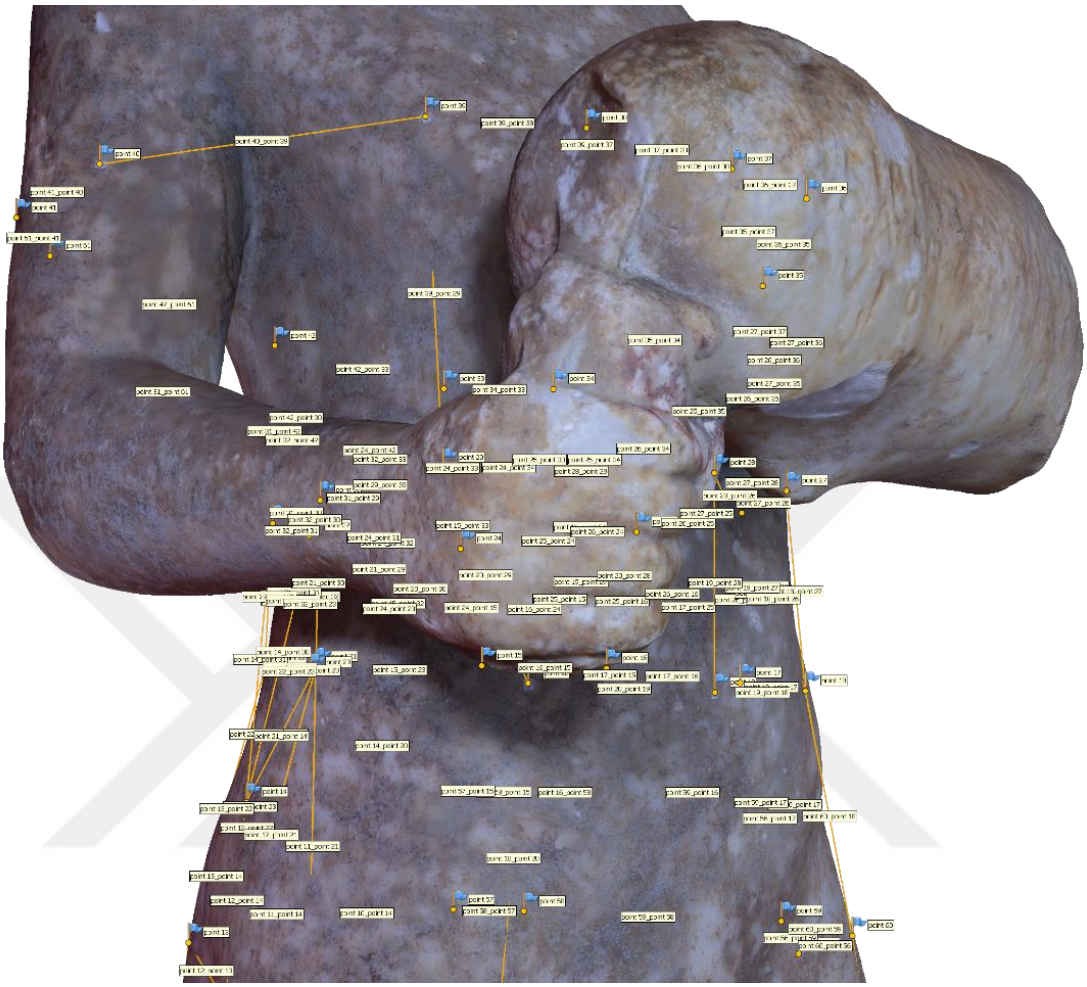
EK 320: Yontu 1/27/93 Teorik Boy h/8/8 Parçalanması



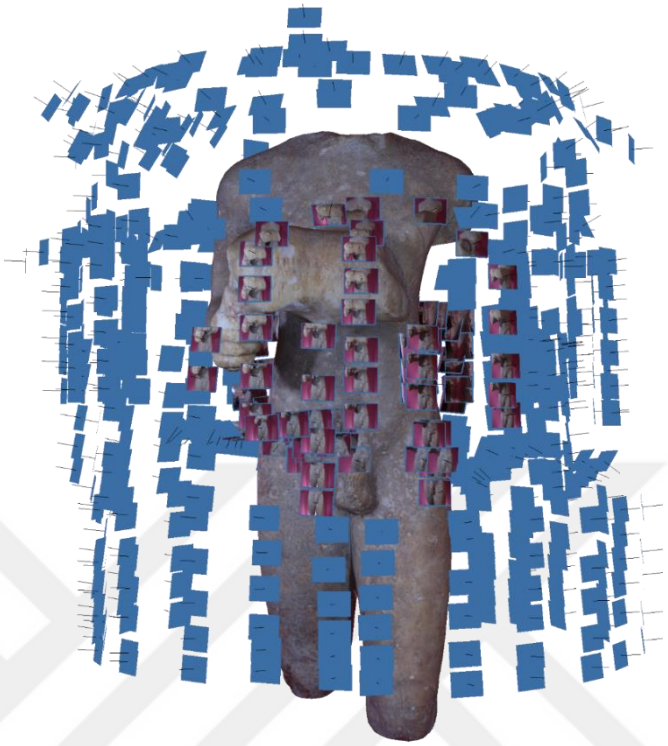
EK 321: Yontu 1/27/93 Teorik Boy h/8 Parçalanması ve Kaide



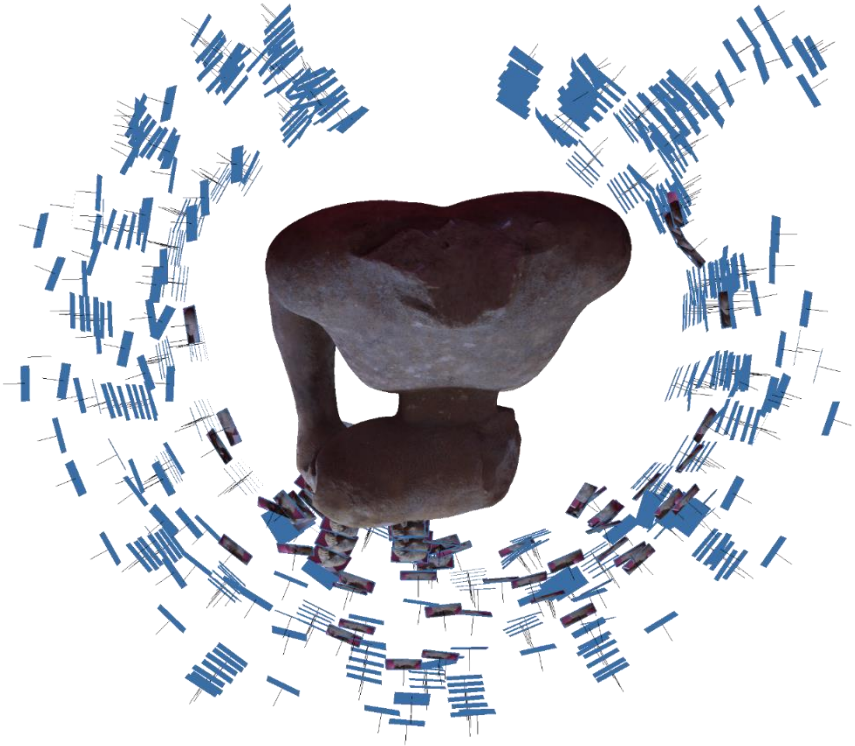
EK 322: Kouros 3504 Hedef Noktalar ve Ölçüm



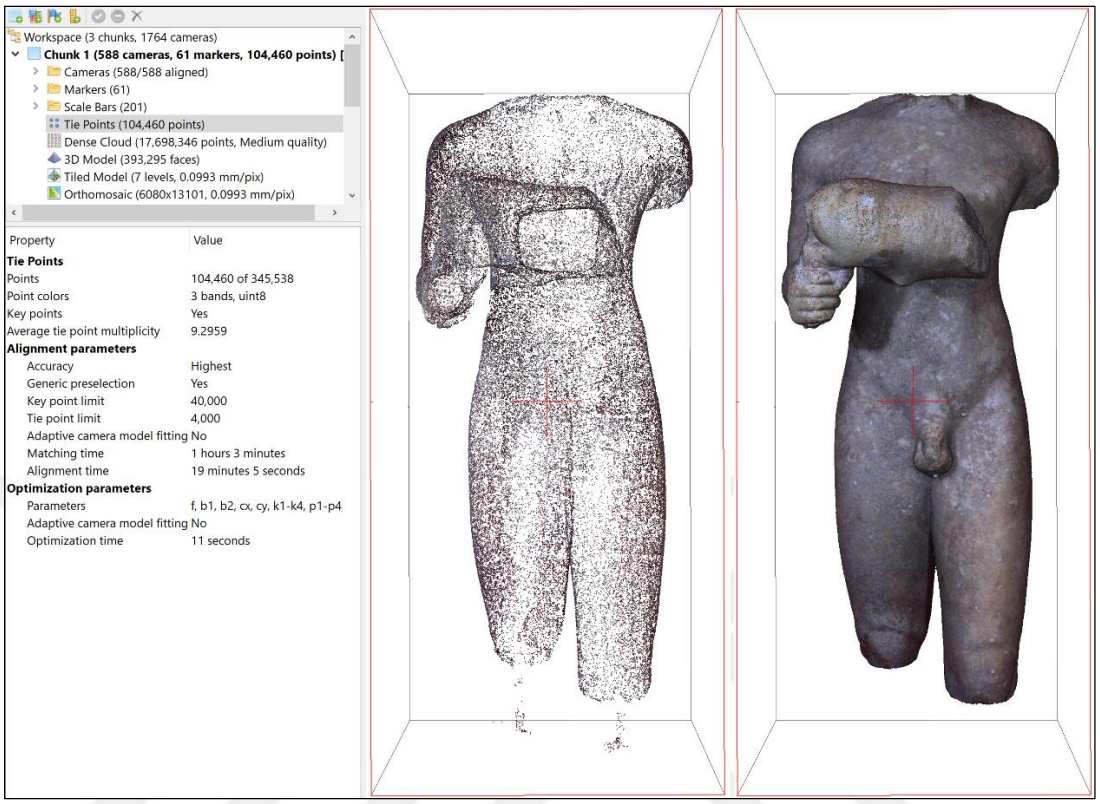
EK 323: Kouros 3504 Fotoğraf Çekimi Planı Önden Görünümü



EK 324: Kouros 3504 Fotoğraf Çekimi Planı Üstten Görünümü



EK 325: Kouros 3504 Nokta Bulutu ve Yoğun Nokta Bulutu Modeli



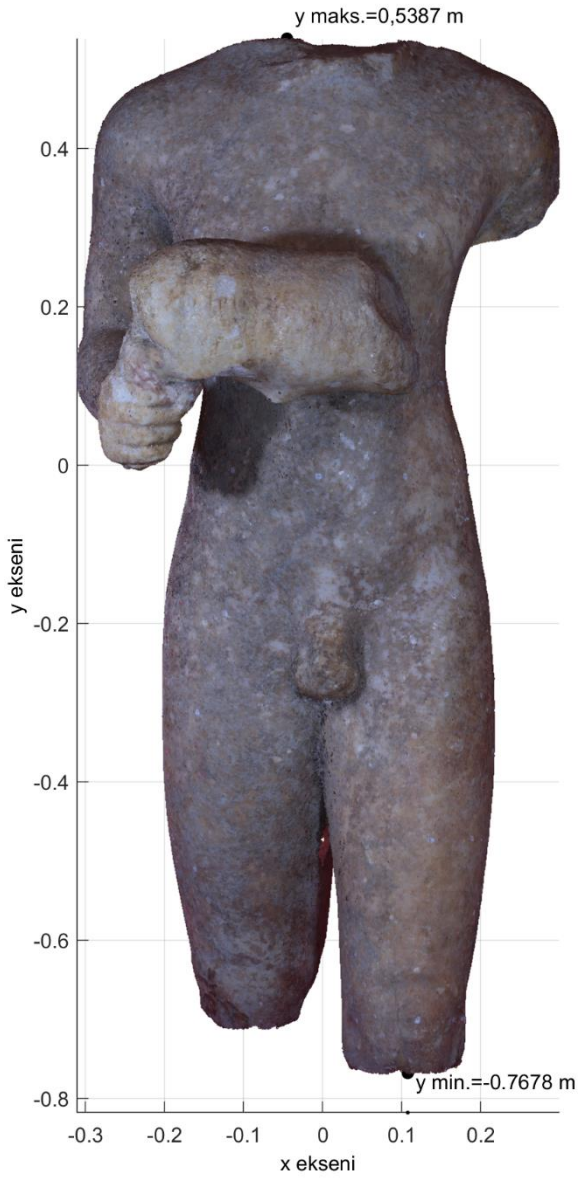
EK 326: Kouros 3504 Dokulandırılmış Modeli



EK 327: Kouros 3504 Modelleme Hata Değerleri

Tip	Ölçüm Sayısı	Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Rmse [mm]
Model Oluşturma	101	-1,02	0,77	+0,0005	±0,34
Bağımsız Denetim	100	-0,86	0,82	-0,0450	±0,35

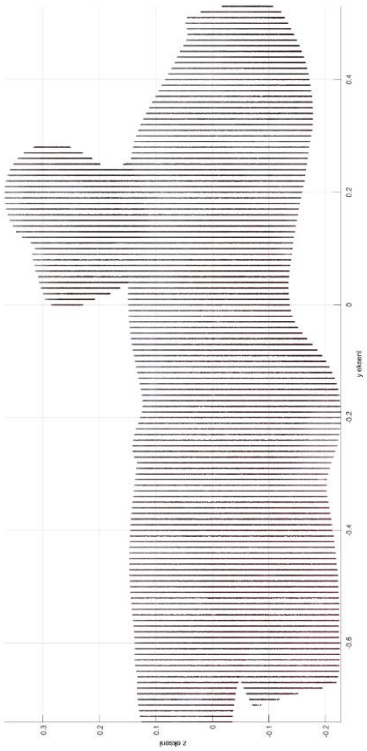
EK 328: Kouros 3504 Modelinin y Ekseninde Ölçüleri



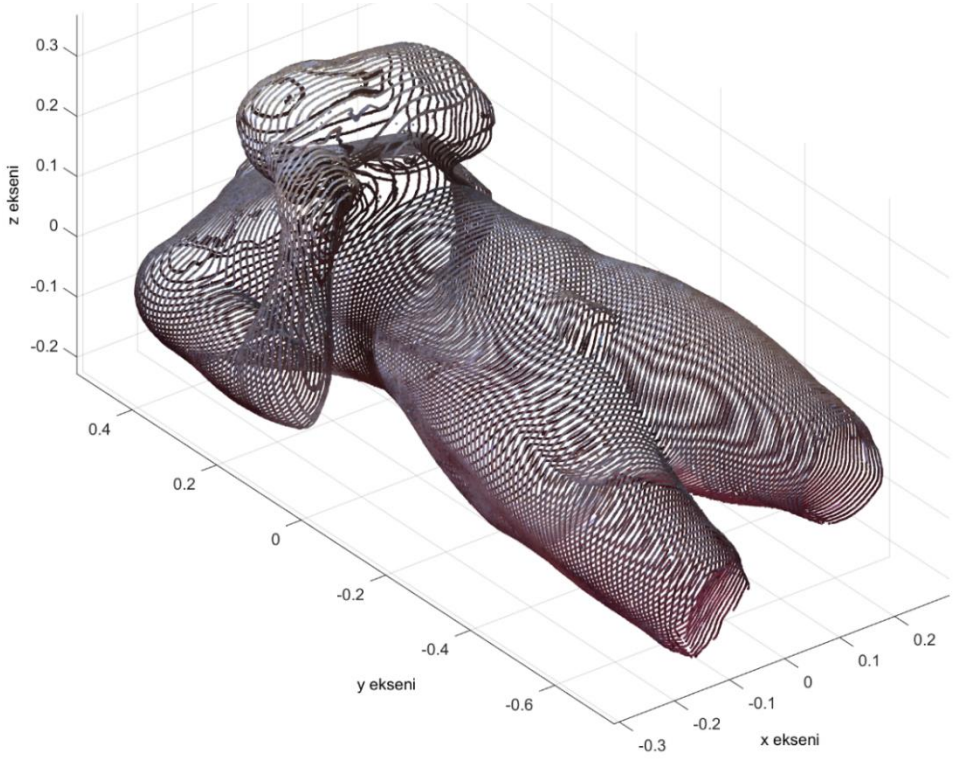
EK 329: Kouros 3504 Transversal Kesitleri Önden Görünümü



EK 330: Kouros 3504 Transversal Kesitleri Yandan Görünümü



EK 331: Kouros 3504 Transversal Kesitleri Üç Boyutlu Görünümü



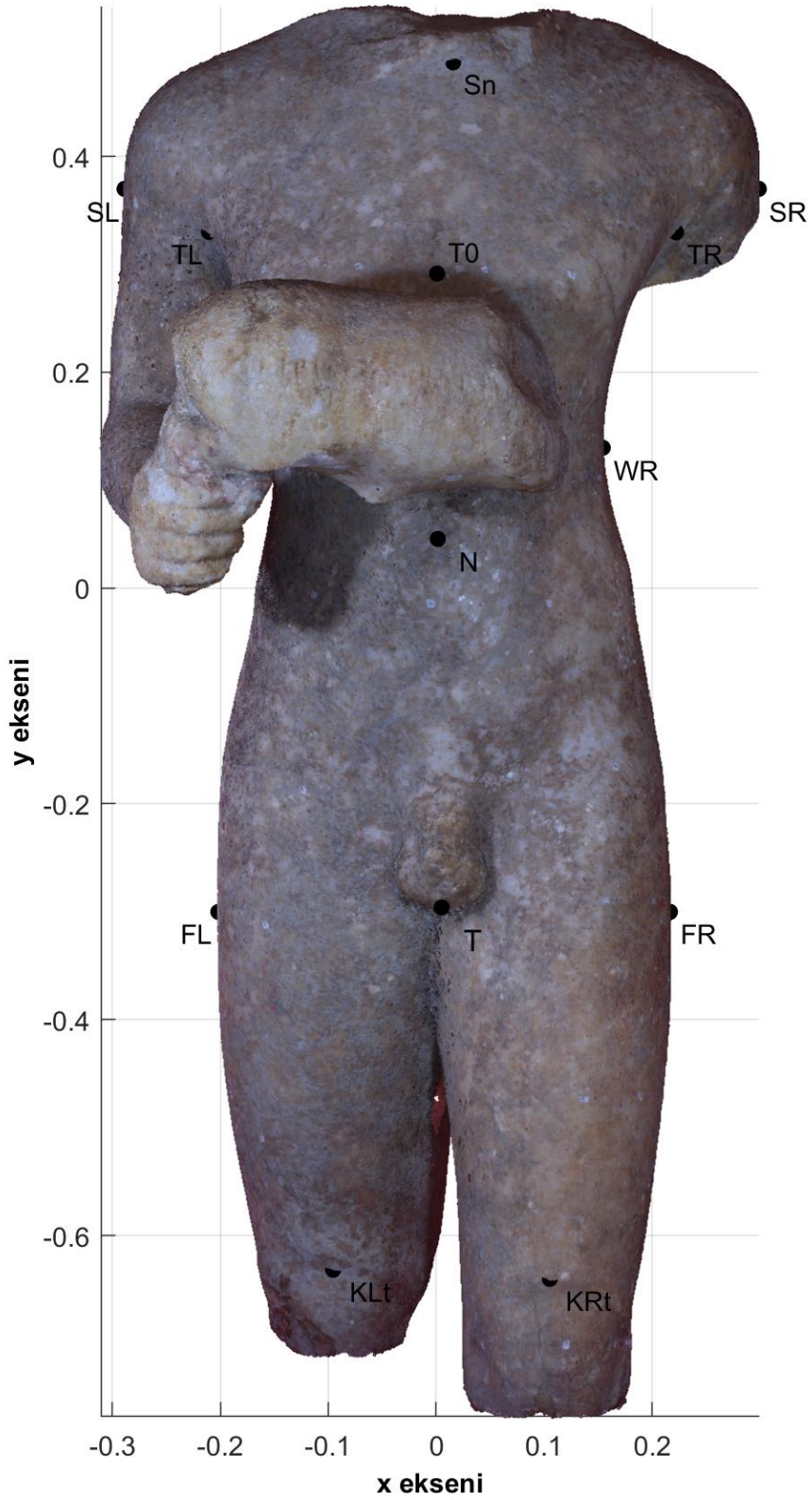
EK 332: Kouros 3504 Referans Noktaların Koordinatları

Referans Nokta	Koordinat Bilgileri		
	x [m]	y [m]	z [m]
Ht	0,007322	0,878682	0,000000
Hl	0,006037	0,805264	0,000000
C	0,006440	0,585012	0,000000
Sn	0,015600	0,487121	0,044000
SL	-0,288640	0,369789	-0,073292
SR	0,298701	0,369784	-0,078339
TL	-0,210505	0,330058	-0,004350
TR	0,222022	0,329648	-0,018472
NL	---	---	---
NR	---	---	---
T0	0,000800	0,291341	0,133500
WL	-0,148649	0,130092	0,008460
WR	0,154158	0,129920	0,005660
N	0,001440	0,045500	0,147700
T	0,005020	-0,296000	0,120000
FL	-0,201790	-0,300102	-0,015664
FR	0,216434	-0,300106	0,019025
KLt	-0,095430	-0,631706	-0,041024
KRt	0,105182	-0,640083	0,136231
KLb	---	---	---
KRb	---	---	---
SOF	0,008204	-1,470682	0,000000

EK 333: Kouros 3504 Teorik Boy Uzunluğuna Oranlar

Ölçme Bilgileri			Uzaklık/Teorik Boy Uzunluğu ($\|P_2-P_1\|$ / [3x|Sn-T|])
Başlangıç (P_1)	Bitiş (P_2)	Uzaklık [m] ($\|P_2-P_1\|$)	
C	Ht	0,291319	1/8
C	Hl	0,218416	3/32
Hl	Ht	0,072903	1/32
SL	SR	0,587341	1/4
TL	TR	0,432527	7/38
WL	WR	0,302807	4/31
FL	FR	0,418224	13/73
T	Ht	1,172330	1/2
T	Hl	1,099427	15/32
T	C	0,881012	3/8
T	Sn	0,783121	1/3
T	SL-SR	0,665784	17/60
T	TL-TR	0,625648	4/15
T	T0	0,587341	1/4
T	NL-NR	---	---
T	WL-WR	0,425920	2/11
T	N	0,341500	8/55
T	FL-FR	0,004102	0
T	KLt-KRt	0,335706	1/7
T	KLb-KRb	---	---
T	SOF	1,175000	1/2

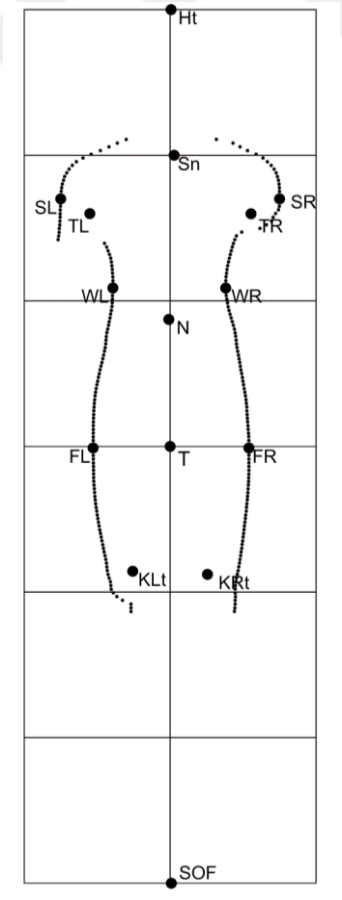
EK 334: Kouros 3504 Referans Noktaları



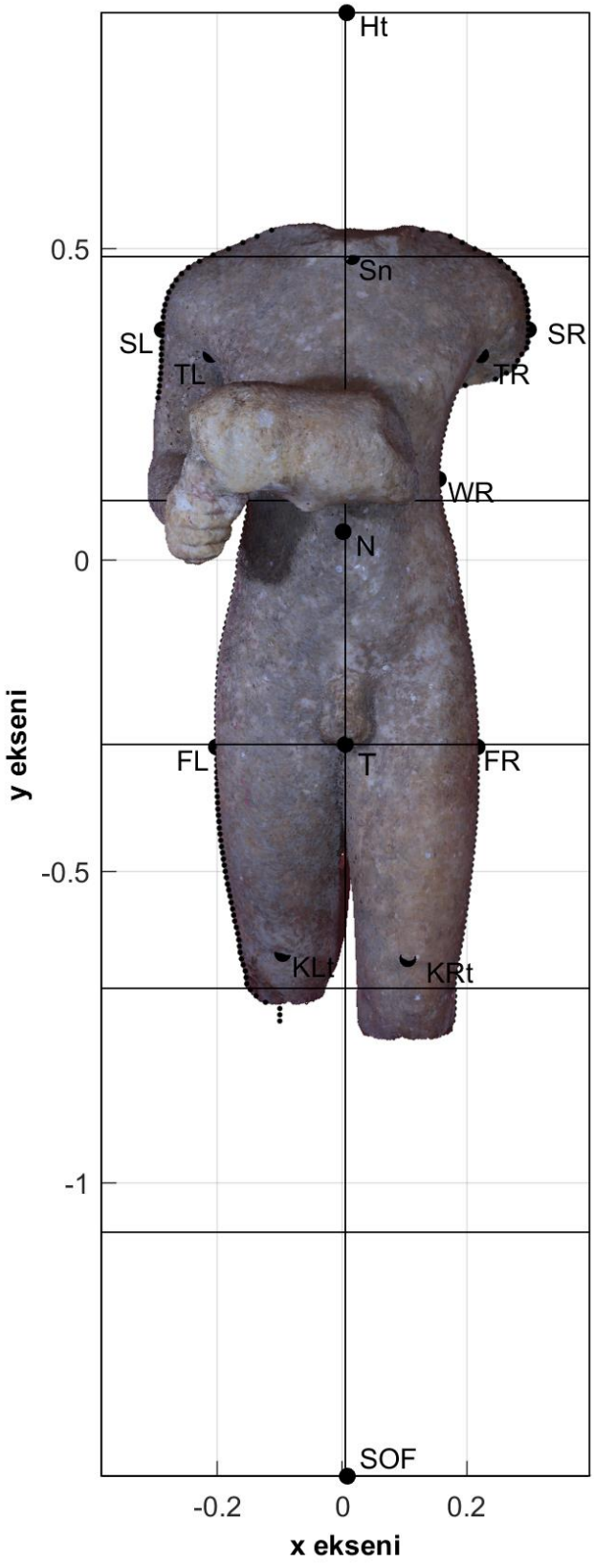
EK 335: Kouros 3504 ve Sn Noktası



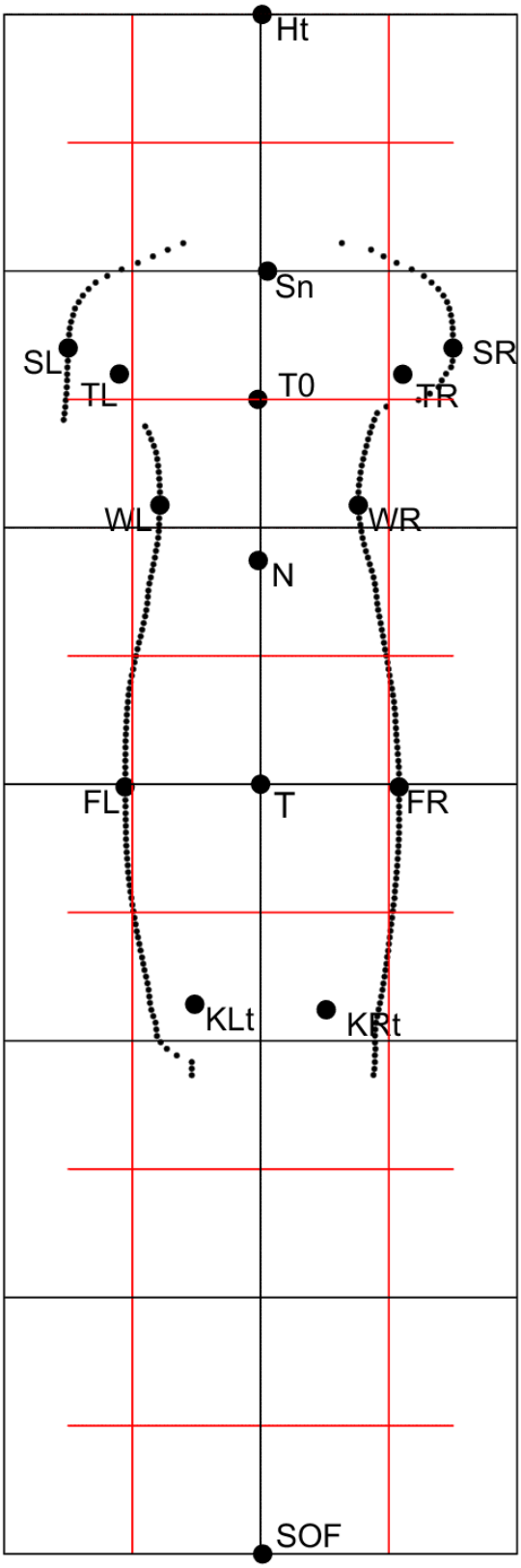
EK 336: Kouros 3504 Sn Noktası ve Teorik Boy h/6 Parçalanması



EK 337: Kouros 3504 Sn Noktası ve Teorik Boy h/6 Parçalanması

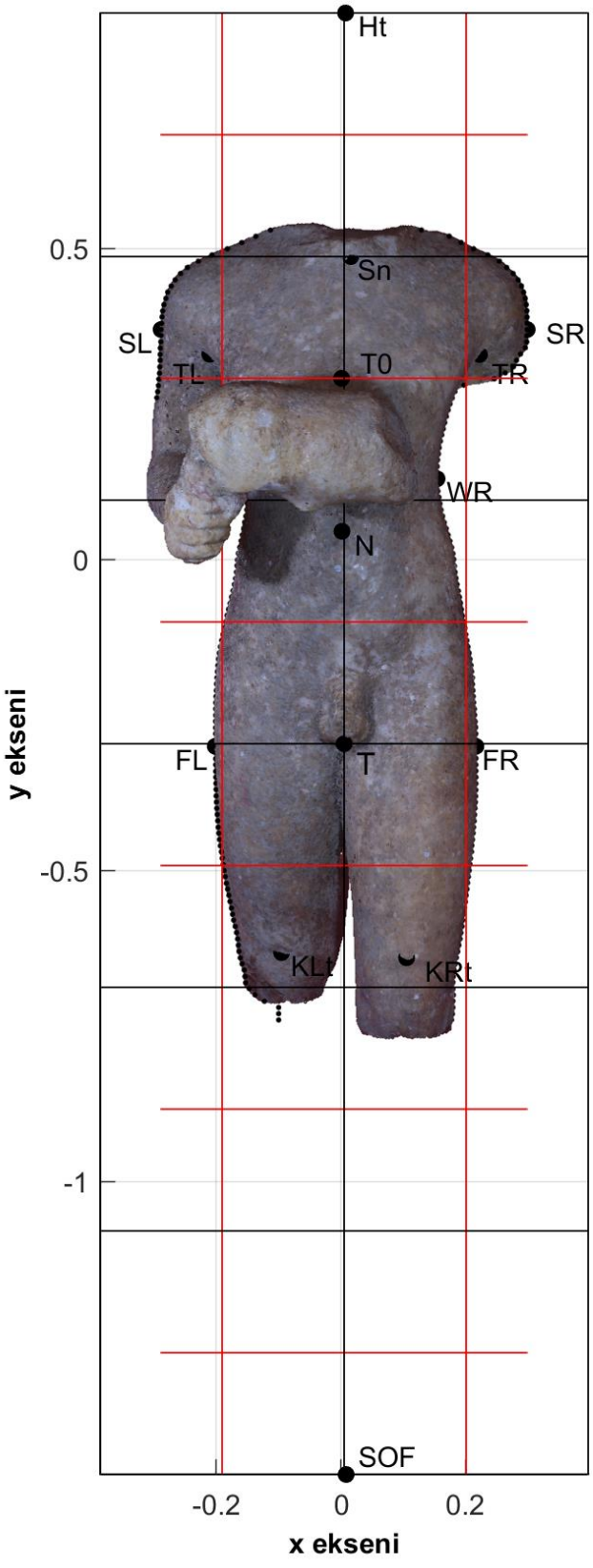


EK 338: Kouros 3504 Teorik Boy h/6/2 Parçalanması

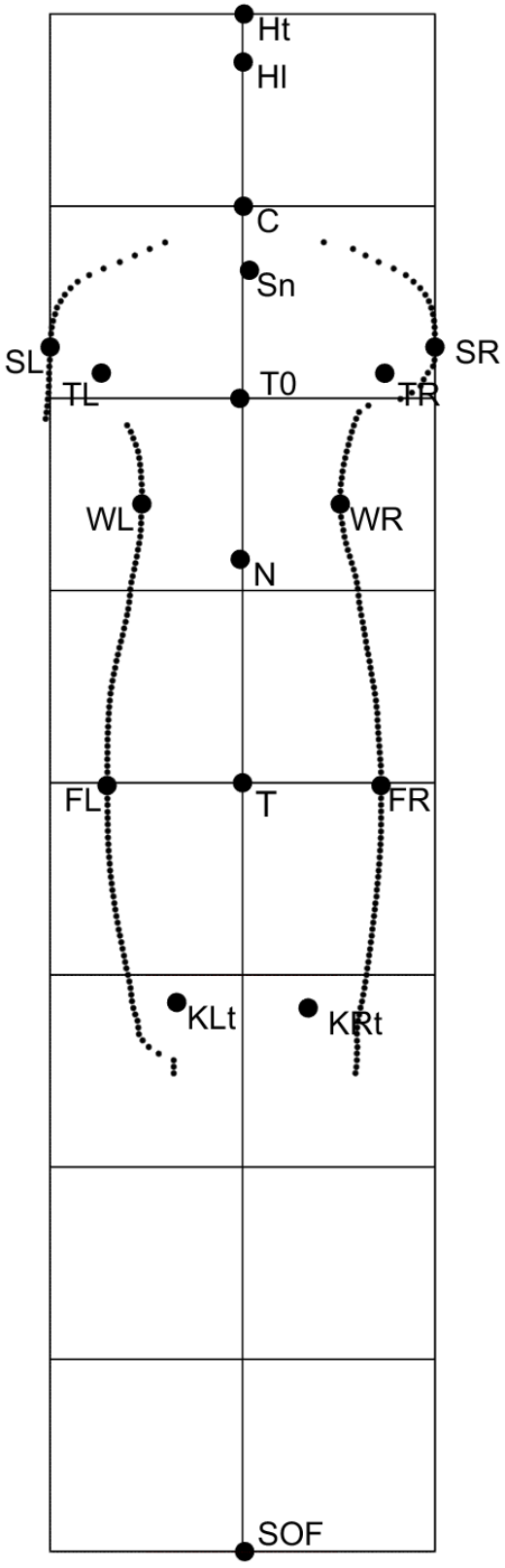


ek s.244

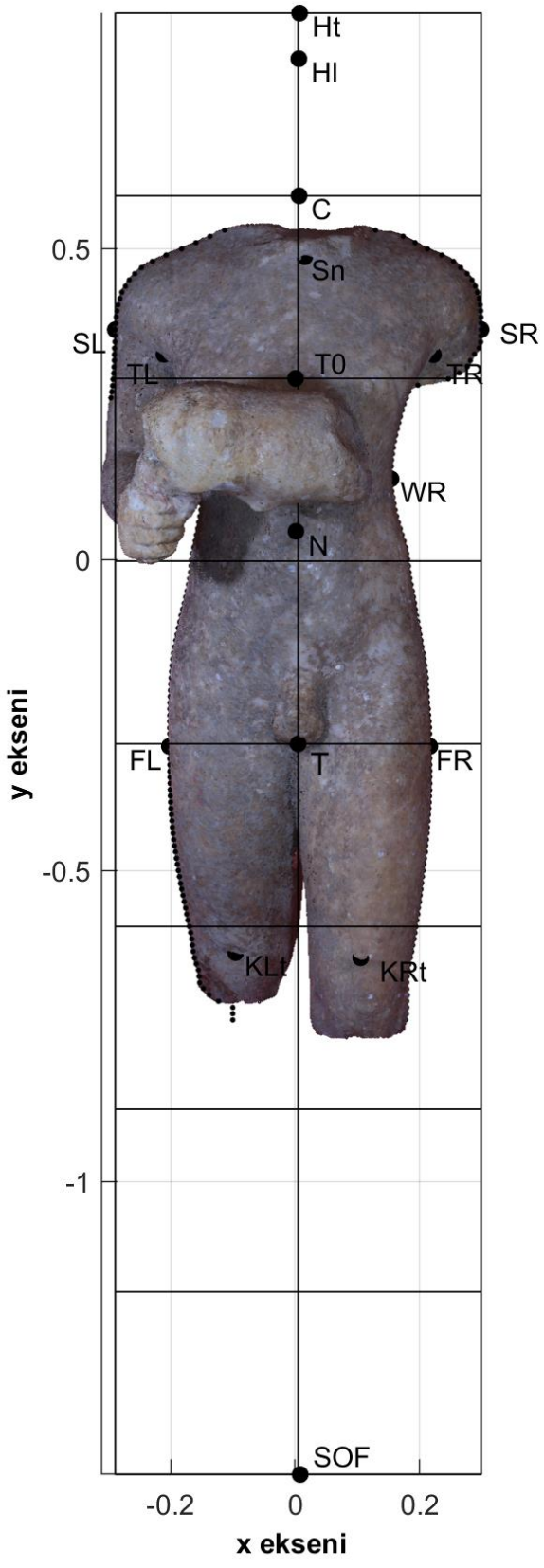
EK 339: Kouros 3504 ve Teorik Boy h/6/2 Parçalanması



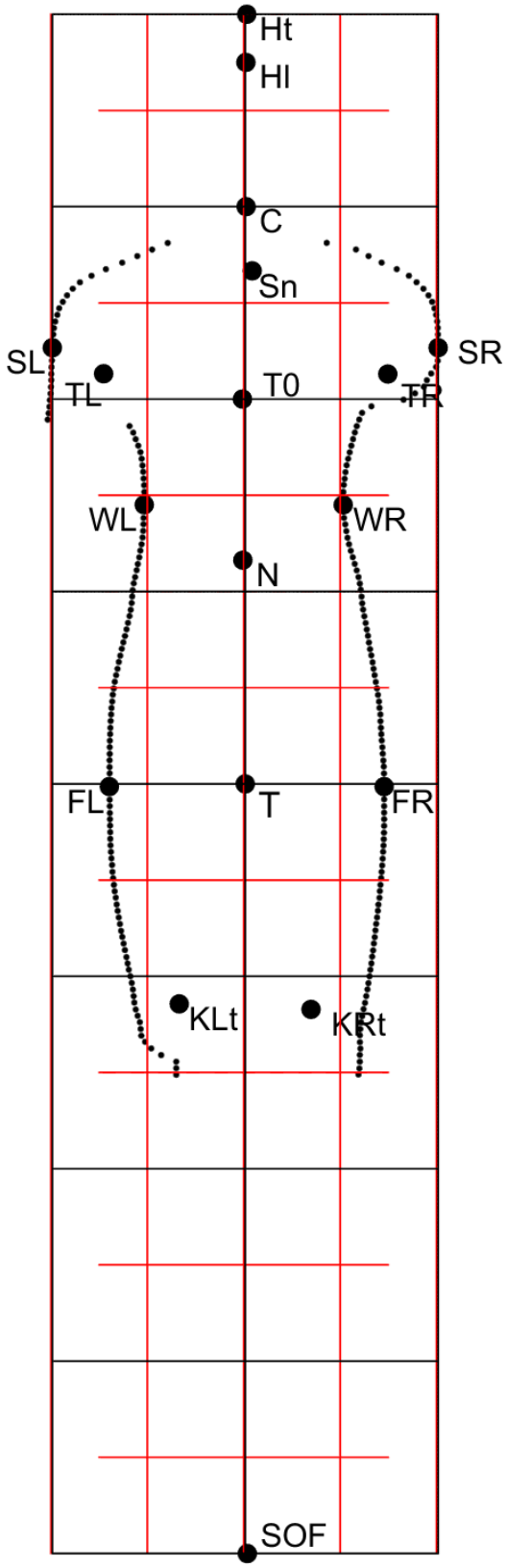
EK 340: Kouros 3504 Teorik Boy h/8 Parçalanması



EK 341: Kouros 3504 ve Teorik Boy h/8 Parçalanması

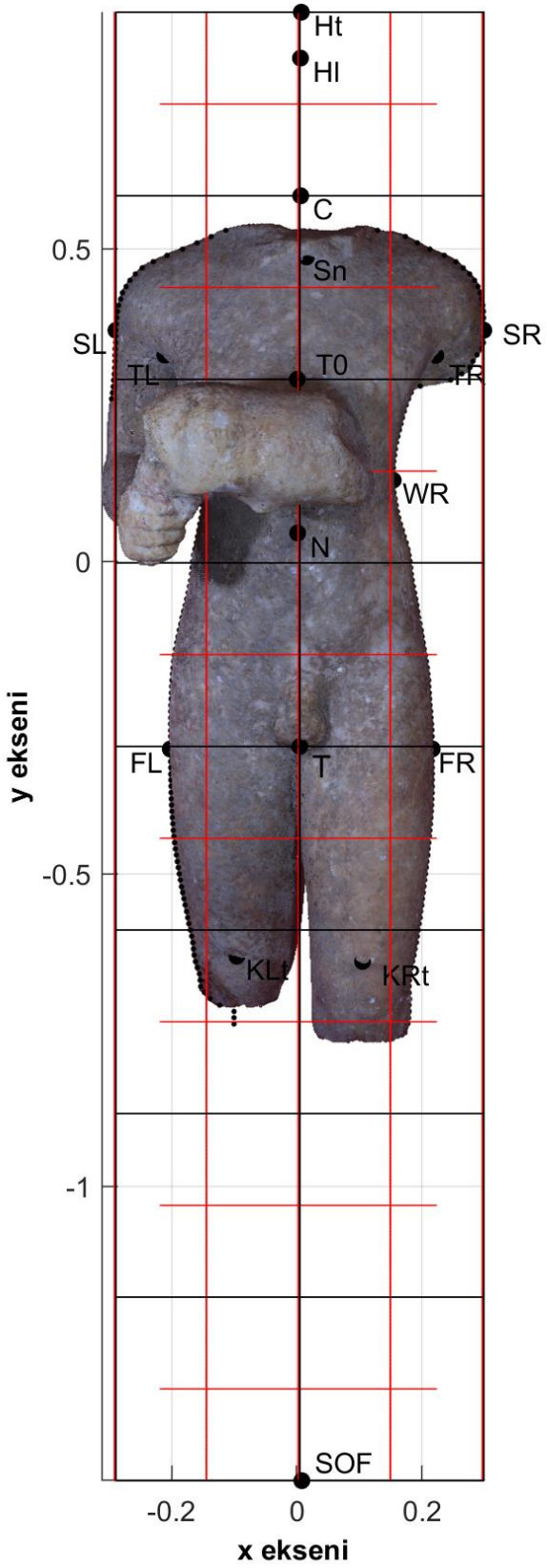


EK 342: Kouros 3504 Teorik Boy h/8/2 Parçalanması



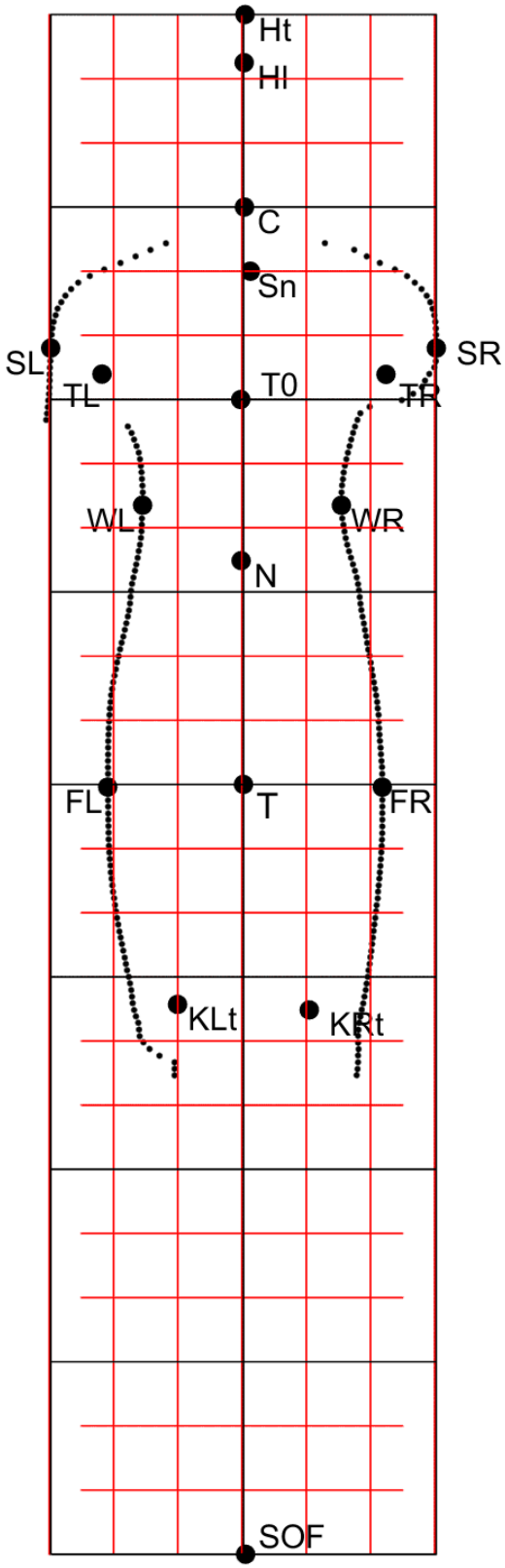
ek s.248

EK 343: Kouros 3504 ve Teorik Boy h/8/2 Parçalanması



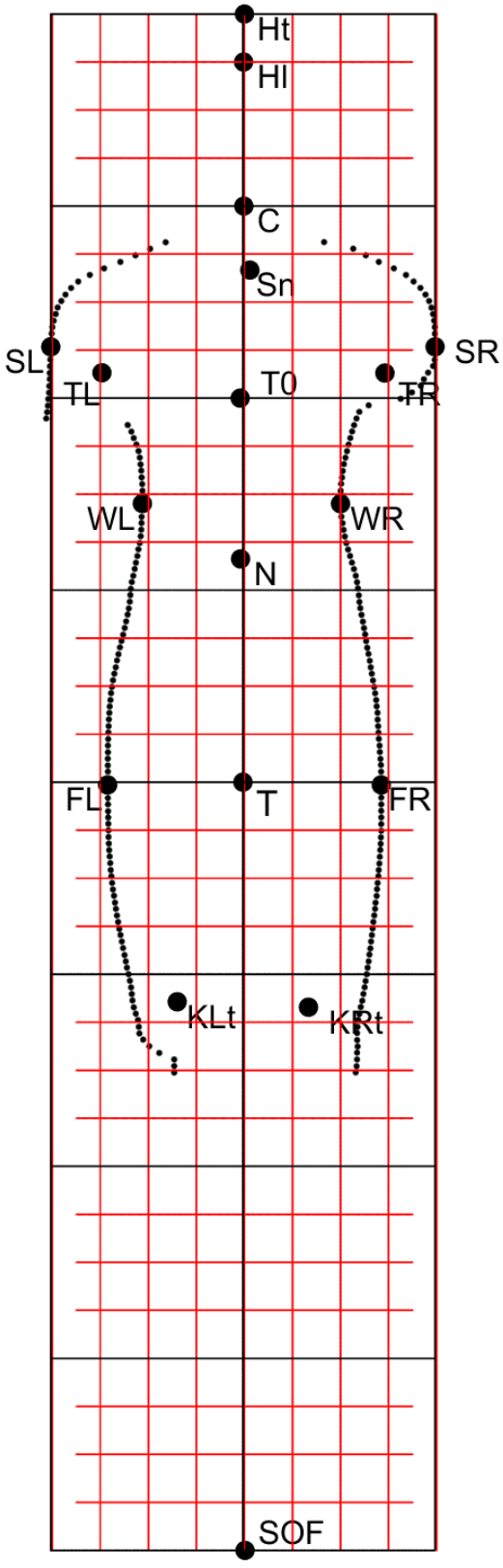
ek s.249

EK 344: Kouros 3504 Teorik Boy h/8/3 Parçalanması

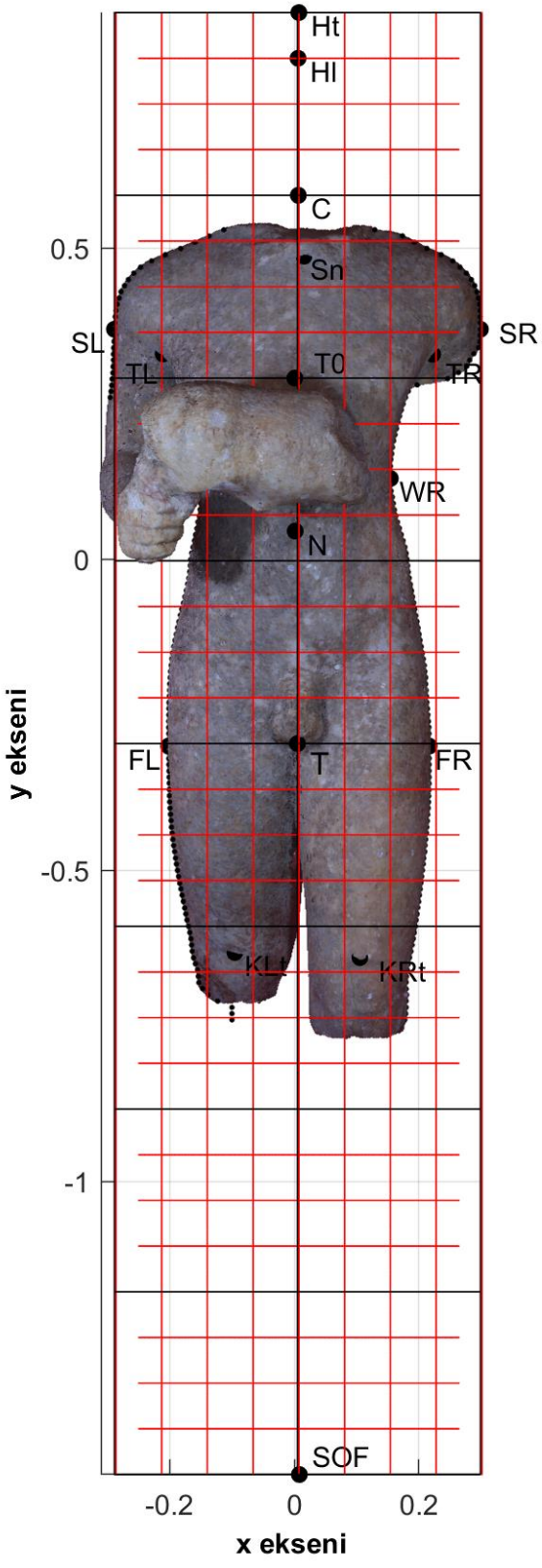


ek s.250

EK 345: Kouros 3504 ve Teorik Boy h/8/4 Parçalanması

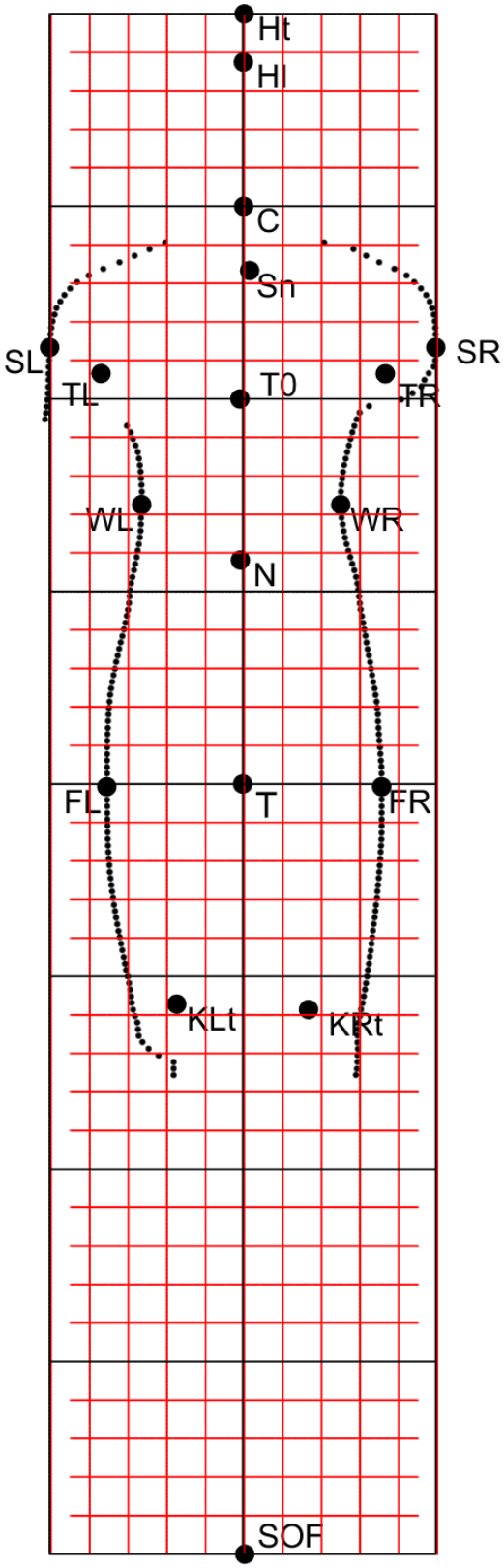


EK 346: Kouros 3504 Teorik Boy h/8/4 Parçalanması

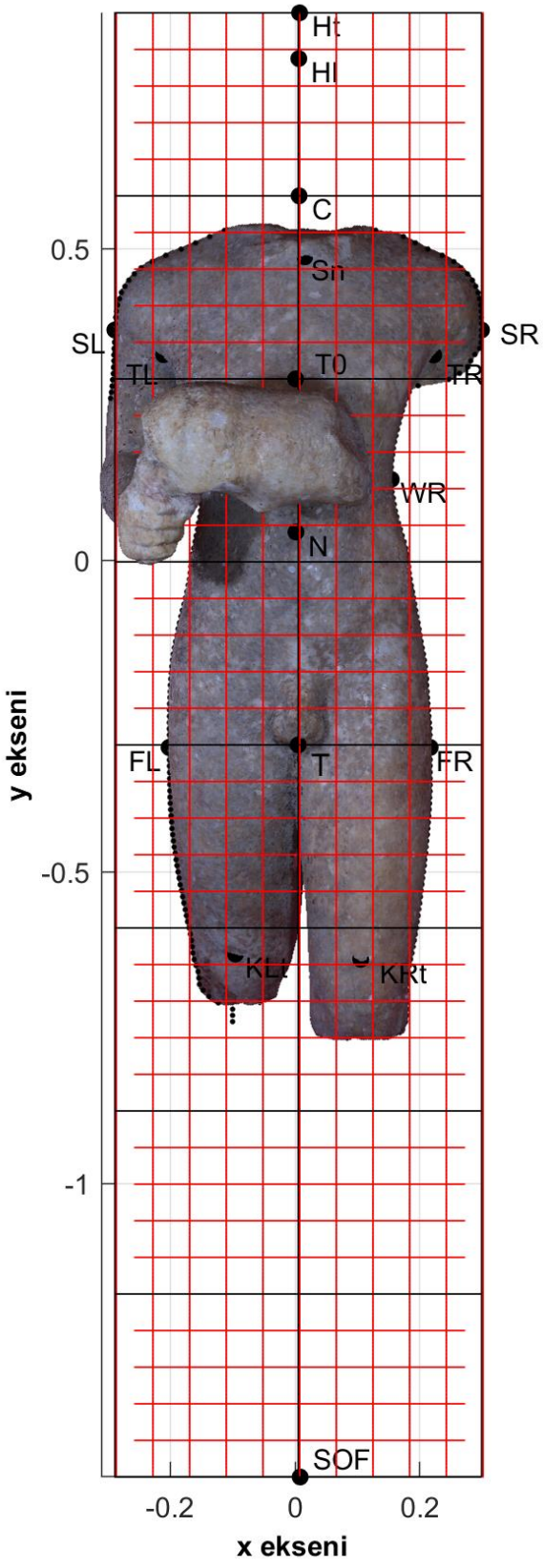


ek s.252

EK 347: Kouros 3504 Teorik Boy h/8/5 Parçalanması

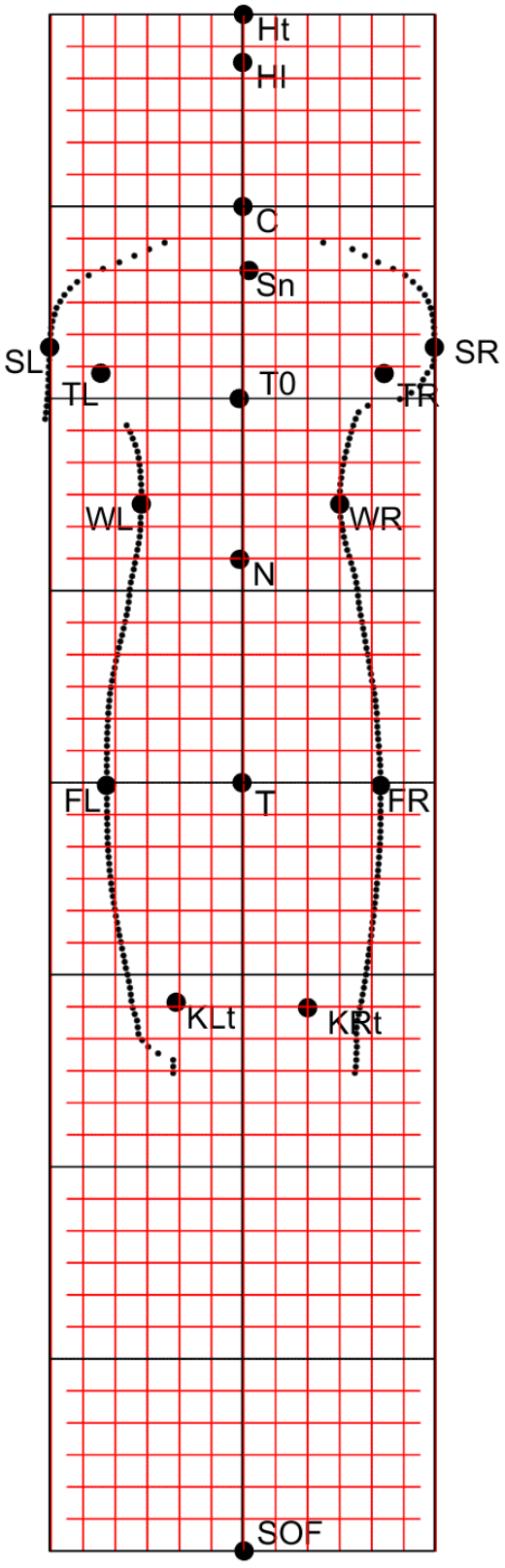


EK 348: Kouros 3504 ve Teorik Boy h/8/5 Parçalanması

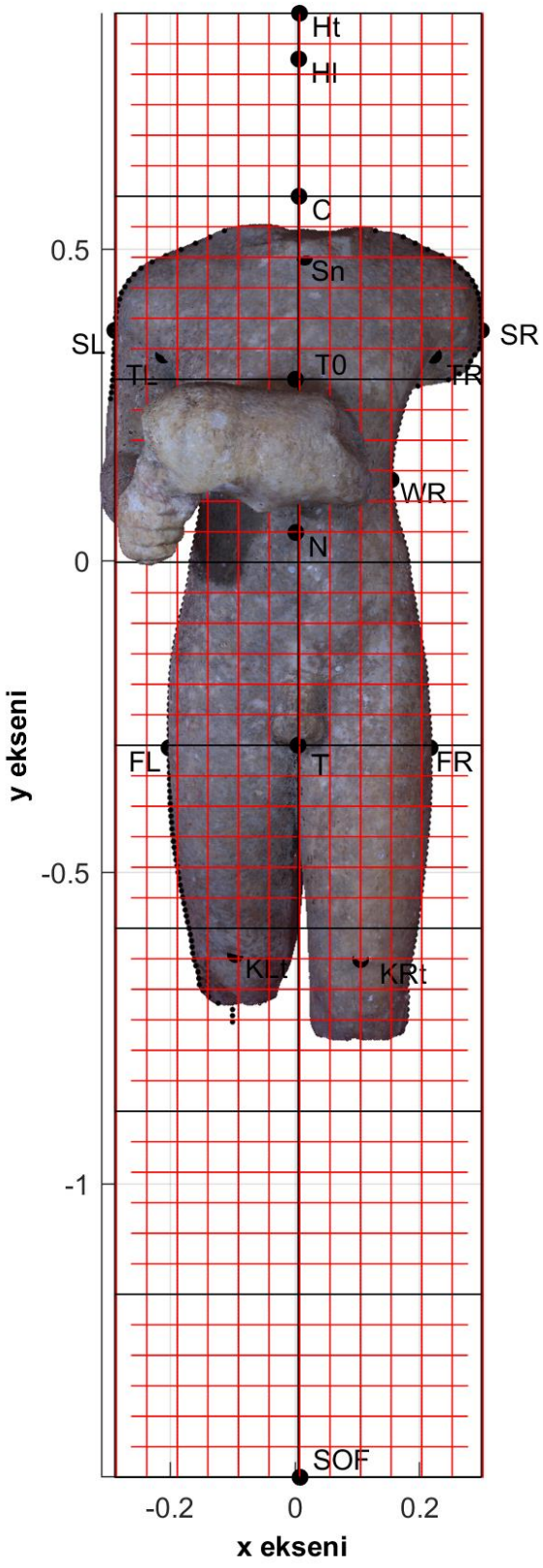


ek s.254

EK 349: Kouros 3504 Teorik Boy h/8/6 Parçalanması

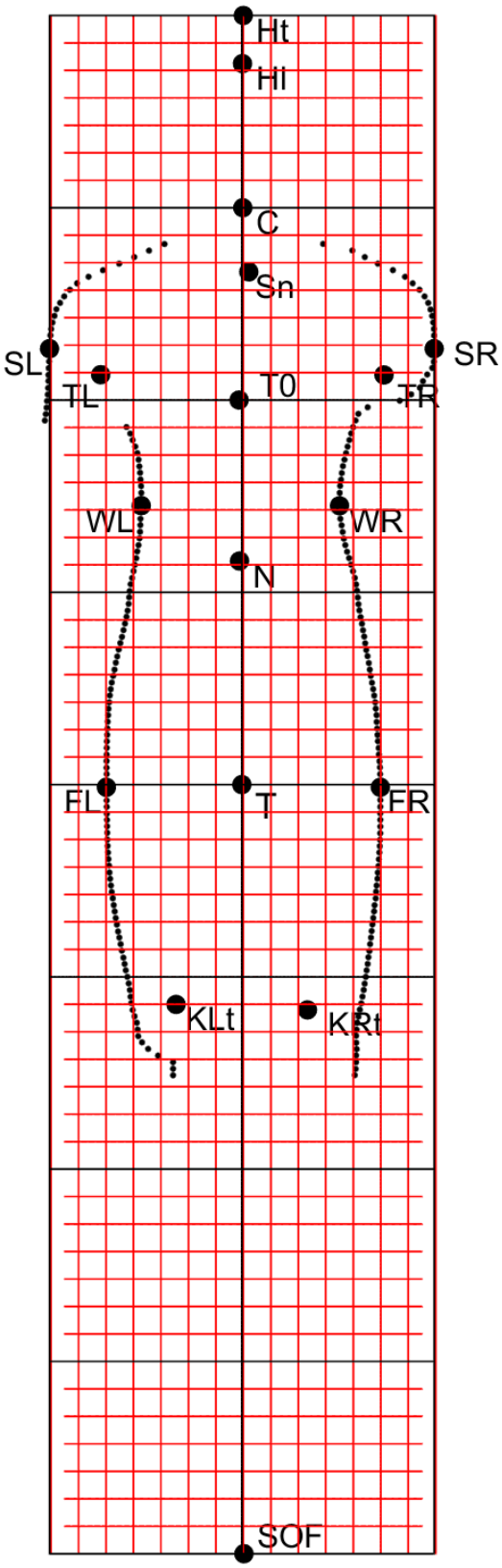


EK 350: Kouros 3504 ve Teorik Boy h/8/6 Parçalanması

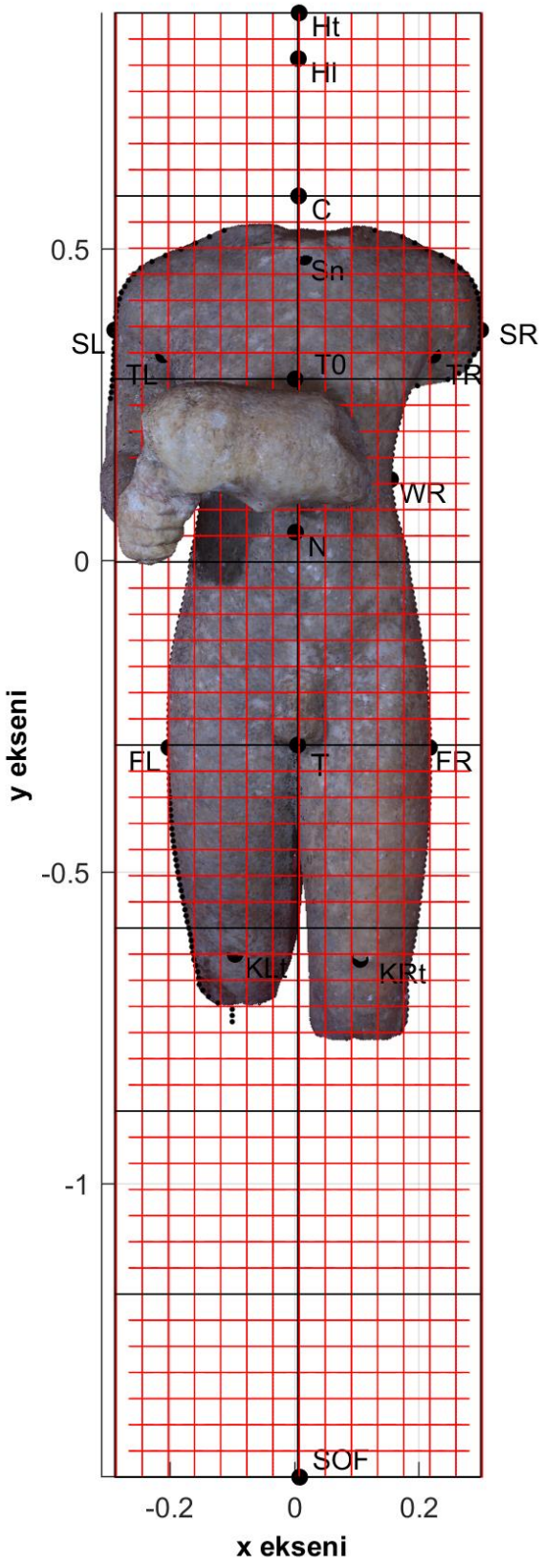


ek s.256

EK 351: Kouros 3504 Teorik Boy h/8/7 Parçalanması

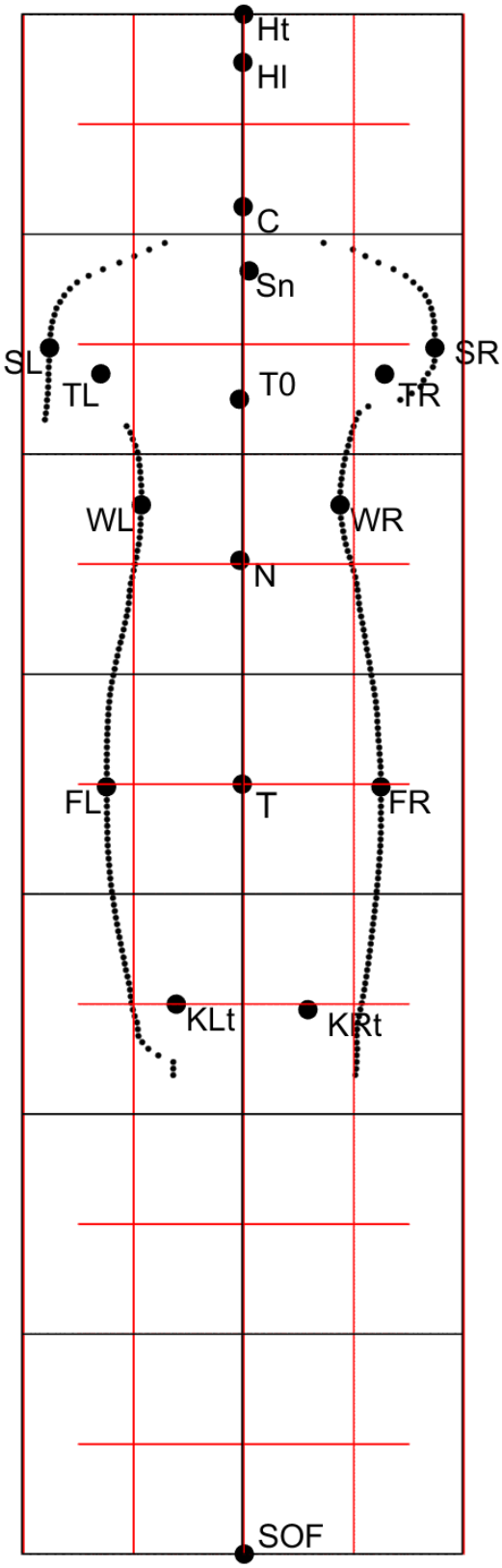


EK 352: Kouros 3504 ve Teorik Boy h/8/7 Parçalanması

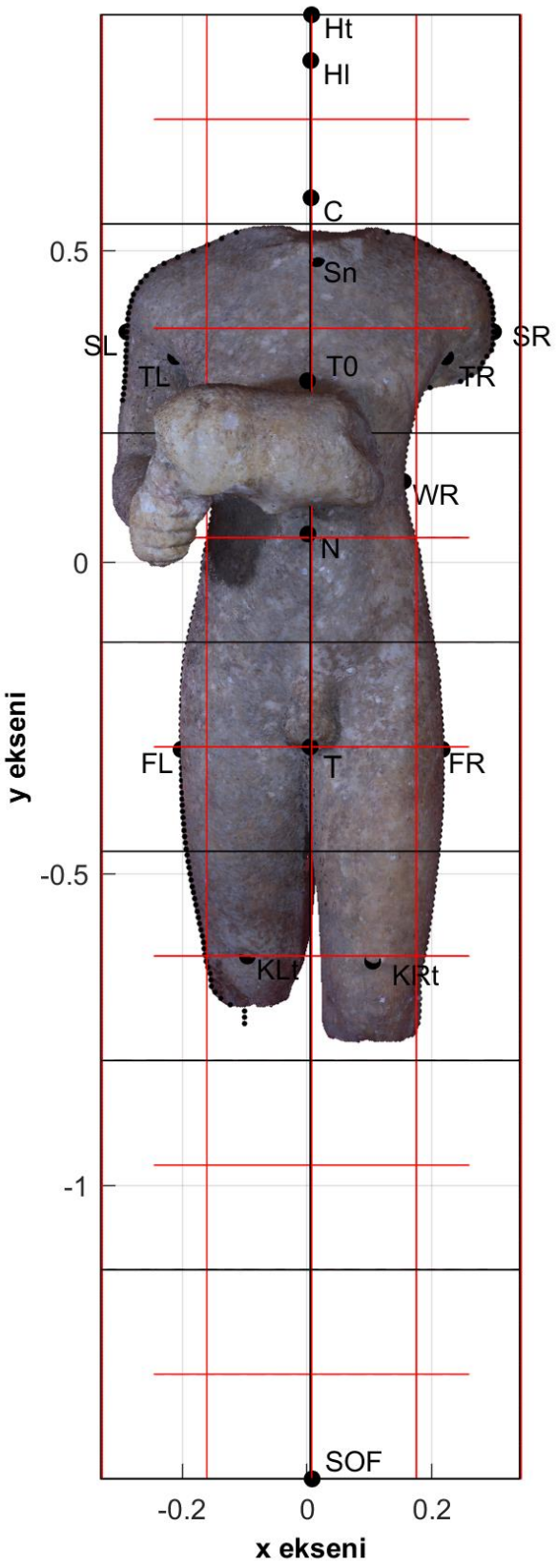


ek s.258

EK 353: Kouros 3504 Teorik Boy h/7/2 Parçalanması

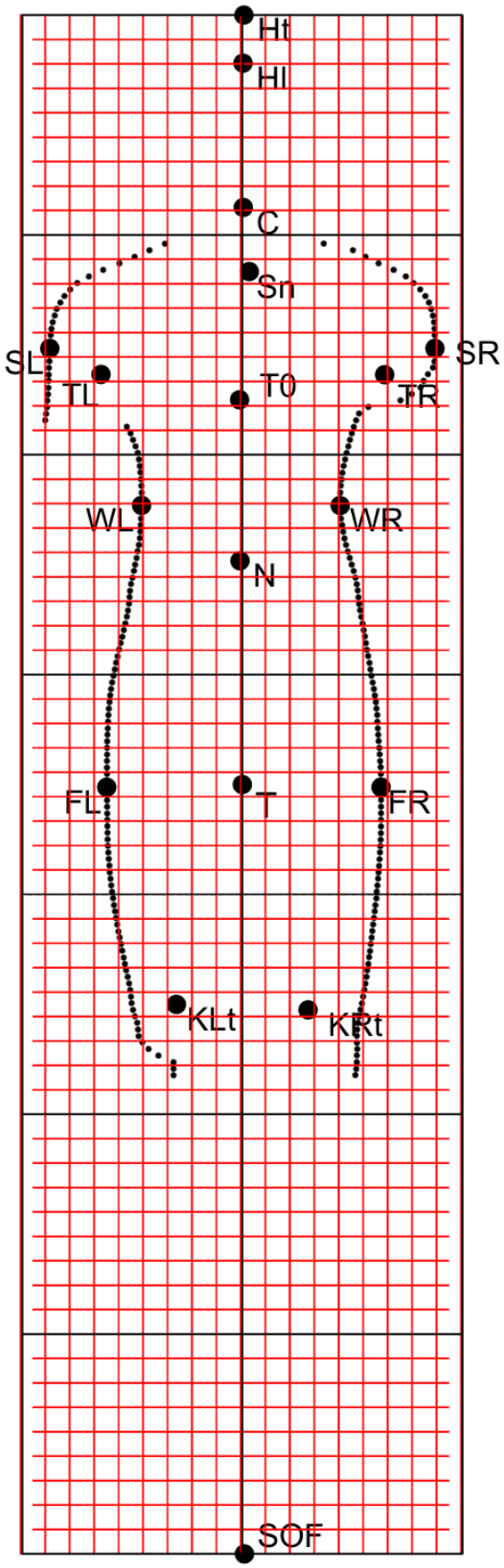


EK 354: Kouros 3504 ve Teorik Boy h/7/2 Parçalanması

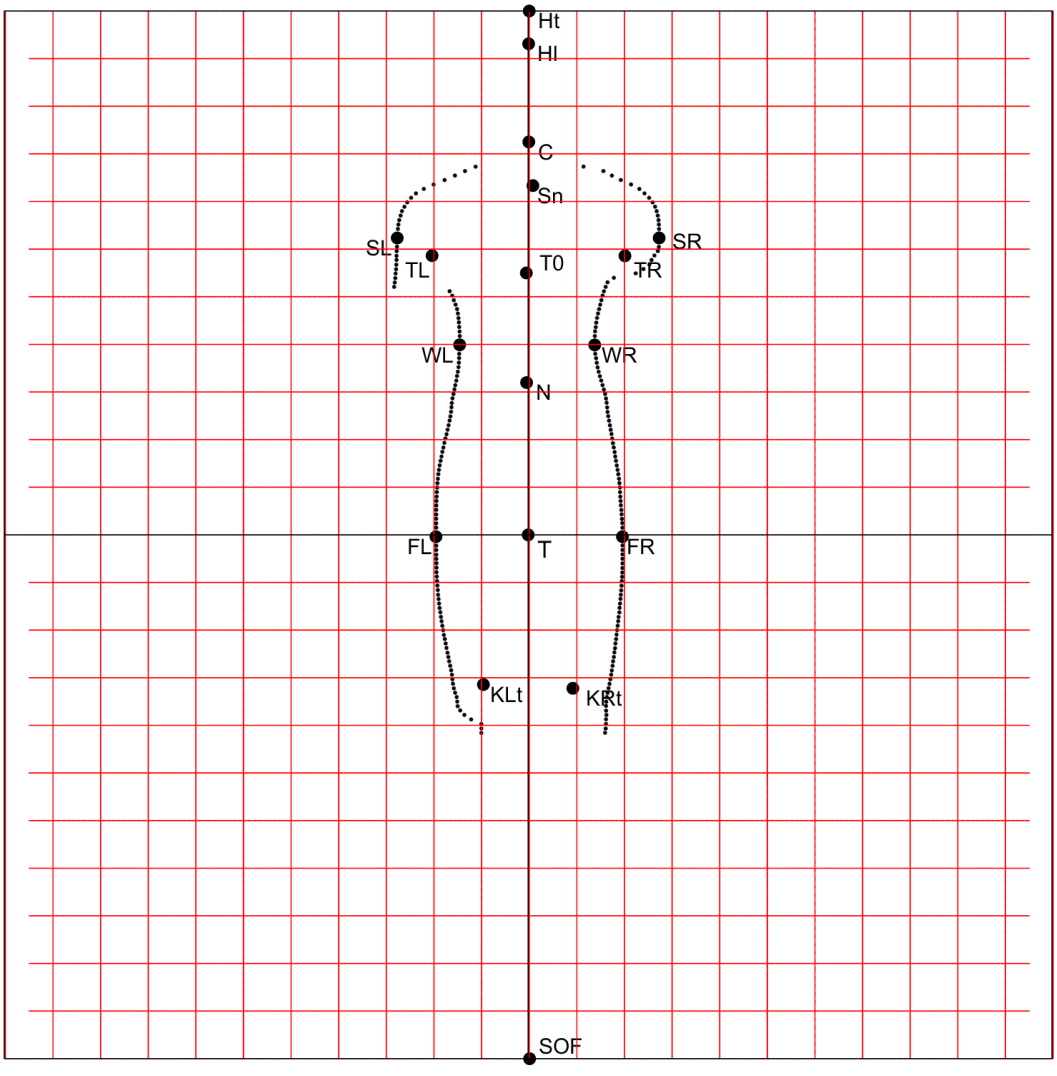


ek s.260

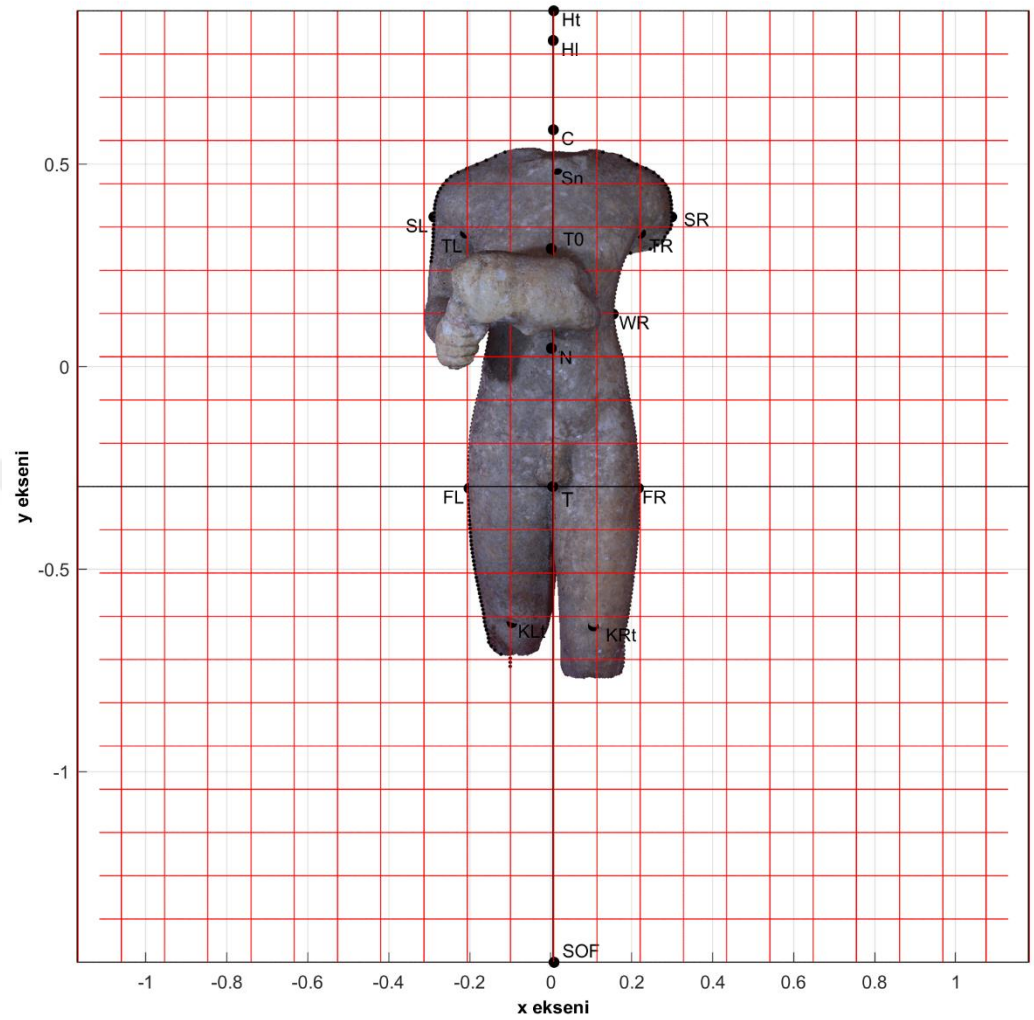
EK 355: Kouros 3504 Teorik Boy h/7/9 Parçalanması



EK 356: Kouros 3504 Teorik Boy h/2/11 Parçalanması



EK 357: Kouros 3504 ve Teorik Boy h/2/11 Parçalanması



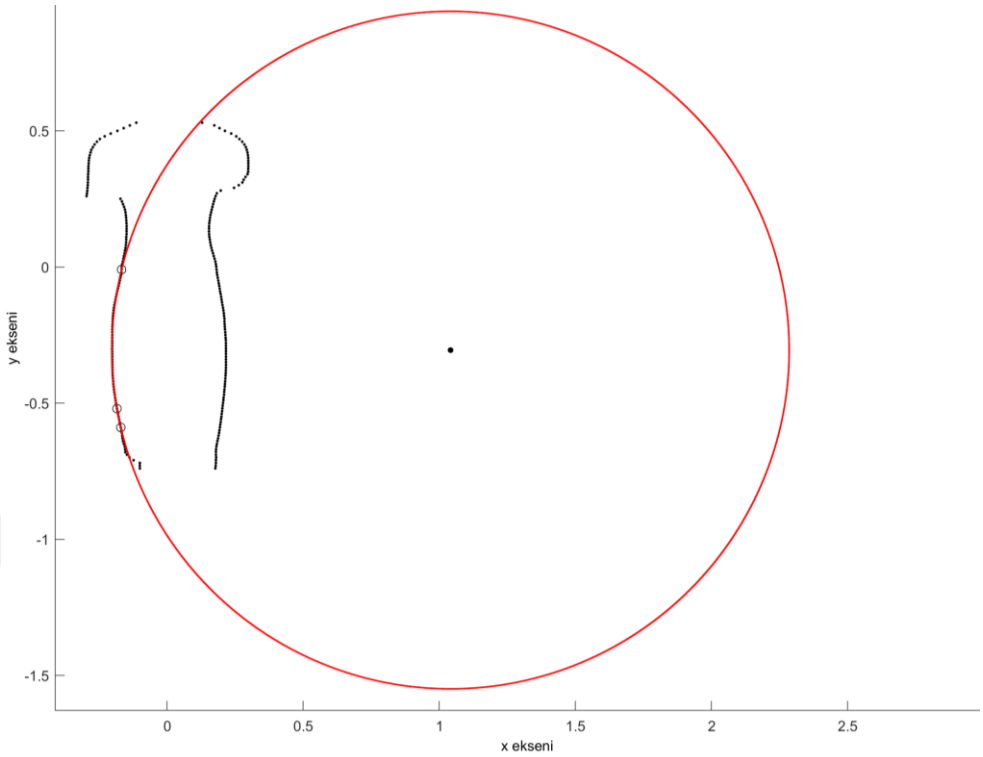
EK 358: Kouros 3504 Sol Femur Sınırı ile Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
6	-0,136398	-0,629792	1,394135	1,214300	-0,284500	1,392600	1,534733
7	-0,138982	-0,619680	1,394173	1,214300	-0,284500	1,392600	1,572803
8	-0,141175	-0,609912	1,393989	1,214300	-0,284500	1,392600	1,389041
9	-0,143042	-0,600133	1,393557	1,214300	-0,284500	1,392600	0,957138
10	-0,144697	-0,589660	1,392837	1,214300	-0,284500	1,392600	0,237202
11	-0,146379	-0,579602	1,392312	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,288062
12	-0,148014	-0,569635	1,391834	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,766173
13	-0,149717	-0,559643	1,391491	1,214300	-0,284500	1,392600	-1,109416
14	-0,151580	-0,549608	1,391370	1,214300	-0,284500	1,392600	-1,230018
15	-0,153928	-0,539749	1,391833	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,766708
16	-0,156064	-0,529706	1,392129	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,470884
17	-0,158169	-0,519602	1,392460	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,140268
18	-0,159781	-0,509678	1,392409	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,190676
19	-0,161182	-0,499883	1,392243	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,357001
20	-0,162481	-0,489639	1,391980	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,620140
21	-0,163798	-0,479814	1,391870	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,730158
22	-0,165172	-0,469856	1,391869	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,730809
23	-0,166413	-0,460054	1,391829	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,771133
24	-0,167457	-0,449665	1,391593	1,214300	-0,284500	1,392600	-1,006710
25	-0,168643	-0,439694	1,391624	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,976301
26	-0,169832	-0,429715	1,391729	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,871295
27	-0,170919	-0,419959	1,391826	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,773567
28	-0,171962	-0,409828	1,391916	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,684255
29	-0,172722	-0,399647	1,391793	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,806603
30	-0,173622	-0,390029	1,391928	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,671896
31	-0,174389	-0,379701	1,391948	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,651593
32	-0,175074	-0,370007	1,392003	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,597285
33	-0,175980	-0,360028	1,392330	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,269954
34	-0,176485	-0,349852	1,392320	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,280425
35	-0,177126	-0,340356	1,392547	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,053338
36	-0,177778	-0,329973	1,392821	1,214300	-0,284500	1,392600	0,220502
37	-0,178117	-0,320151	1,392873	1,214300	-0,284500	1,392600	0,273324
38	-0,178456	-0,310021	1,392990	1,214300	-0,284500	1,392600	0,389805
39	-0,178599	-0,300285	1,392988	1,214300	-0,284500	1,392600	0,388439
40	-0,178728	-0,290184	1,393040	1,214300	-0,284500	1,392600	0,439596
41	-0,178968	-0,280069	1,393275	1,214300	-0,284500	1,392600	0,675046
42	-0,178815	-0,270169	1,393189	1,214300	-0,284500	1,392600	0,588710
43	-0,178741	-0,259942	1,393257	1,214300	-0,284500	1,392600	0,657450
44	-0,178567	-0,250398	1,393284	1,214300	-0,284500	1,392600	0,684402
45	-0,178495	-0,239962	1,393507	1,214300	-0,284500	1,392600	0,906923
46	-0,178284	-0,230146	1,393644	1,214300	-0,284500	1,392600	1,044343
47	-0,178066	-0,220018	1,393858	1,214300	-0,284500	1,392600	1,258316
48	-0,177829	-0,209679	1,394138	1,214300	-0,284500	1,392600	1,538205
49	-0,177322	-0,200012	1,394184	1,214300	-0,284500	1,392600	1,584354
50	-0,177068	-0,190222	1,394558	1,214300	-0,284500	1,392600	1,958444
51	-0,176445	-0,180050	1,394662	1,214300	-0,284500	1,392600	2,061772
52	-0,175388	-0,170388	1,394365	1,214300	-0,284500	1,392600	1,765191
53	-0,174549	-0,159776	1,394438	1,214300	-0,284500	1,392600	1,838102
54	-0,173314	-0,150061	1,394111	1,214300	-0,284500	1,392600	1,511351
55	-0,171836	-0,140086	1,393639	1,214300	-0,284500	1,392600	1,038552
56	-0,170177	-0,130101	1,393060	1,214300	-0,284500	1,392600	0,459803
57	-0,168729	-0,119987	1,392779	1,214300	-0,284500	1,392600	0,179143
58	-0,167247	-0,109807	1,392548	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,052063
59	-0,164808	-0,100155	1,391374	1,214300	-0,284500	1,392600	-1,225875
60	-0,162518	-0,089879	1,390505	1,214300	-0,284500	1,392600	-2,094646
61	-0,160515	-0,079822	1,389967	1,214300	-0,284500	1,392600	-2,632602
62	-0,159100	-0,069874	1,390069	1,214300	-0,284500	1,392600	-2,530980
63	-0,157329	-0,060314	1,389829	1,214300	-0,284500	1,392600	-2,770702
64	-0,155647	-0,050271	1,389827	1,214300	-0,284500	1,392600	-2,773390
65	-0,153954	-0,040070	1,389915	1,214300	-0,284500	1,392600	-2,684523
66	-0,152115	-0,029917	1,389929	1,214300	-0,284500	1,392600	-2,671061
67	-0,150731	-0,020303	1,390363	1,214300	-0,284500	1,392600	-2,236851
68	-0,148956	-0,010178	1,390582	1,214300	-0,284500	1,392600	-2,017575
69	-0,147209	-0,000366	1,390841	1,214300	-0,284500	1,392600	-1,758928
70	-0,145422	0,009823	1,391212	1,214300	-0,284500	1,392600	-1,388317
71	-0,143727	0,019879	1,391720	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,880234
72	-0,142325	0,029763	1,392549	1,214300	-0,284500	1,392600	-0,051034
73	-0,141081	0,039909	1,393664	1,214300	-0,284500	1,392600	1,063824
74	-0,138947	0,049603	1,393880	1,214300	-0,284500	1,392600	1,280288
75	-0,136974	0,059649	1,394410	1,214300	-0,284500	1,392600	1,810254
76	-0,134785	0,070235	1,394943	1,214300	-0,284500	1,392600	2,343460
77	-0,134091	0,079777	1,396730	1,214300	-0,284500	1,392600	4,130476

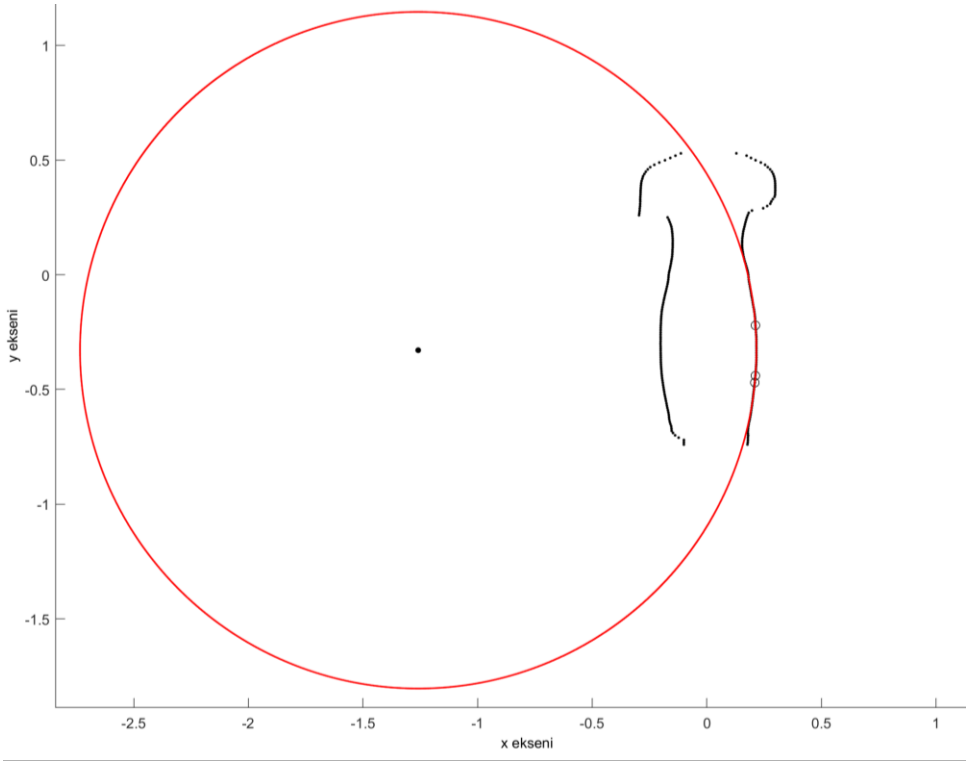
Hata Değerleri			
Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]
-2,78	4,00	±1,13	±1,40

ek s.264

EK 359: Kouros 3504 Sol Femur Sınırına Uyan Çember



EK 360: Kouros 3504 Sağ Femur Sınırına Uyan Çember



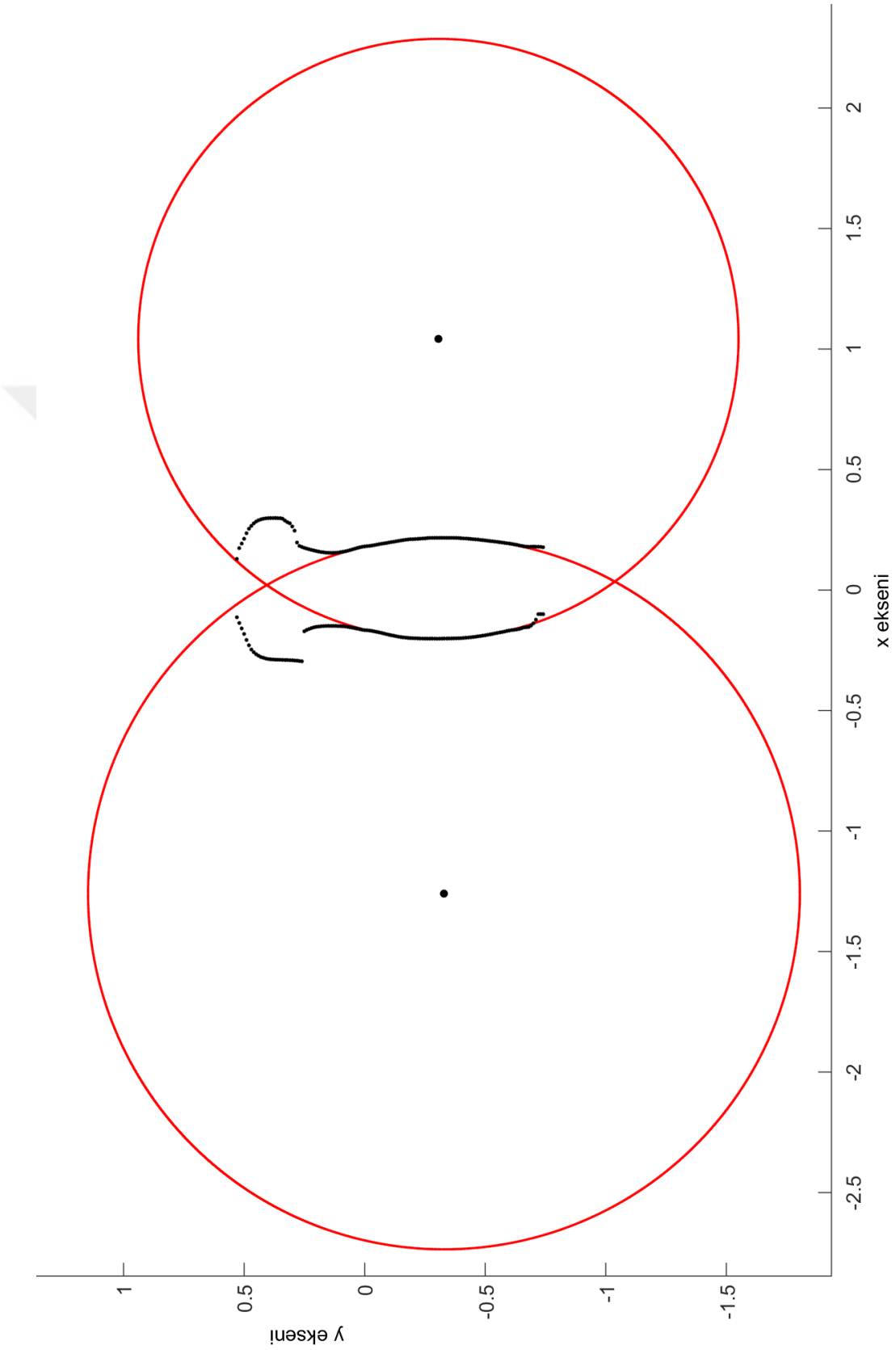
EK 361: Kouros 3504 Sağ Femur Sınırı ile Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
6	-0,136398	-0,629792	1,572729	1,393700	-0,285600	1,569900	2,829158
7	-0,138982	-0,619680	1,571308	1,393700	-0,285600	1,569900	1,407744
8	-0,141175	-0,609912	1,569928	1,393700	-0,285600	1,569900	0,027545
9	-0,143042	-0,600133	1,568465	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,435139
10	-0,144697	-0,589660	1,568040	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,859899
11	-0,146379	-0,579602	1,568244	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,655552
12	-0,148014	-0,569635	1,568447	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,452902
13	-0,149717	-0,559643	1,568705	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,194688
14	-0,151580	-0,549608	1,568907	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,993477
15	-0,153928	-0,539749	1,569195	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,704998
16	-0,156064	-0,529706	1,569105	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,794852
17	-0,158169	-0,519602	1,569252	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,648488
18	-0,159781	-0,509678	1,569067	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,833291
19	-0,161182	-0,499883	1,569128	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,772134
20	-0,162481	-0,489639	1,569359	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,540628
21	-0,163798	-0,479814	1,569500	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,399661
22	-0,165172	-0,469856	1,569637	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,263236
23	-0,166413	-0,460054	1,569503	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,396792
24	-0,167457	-0,449665	1,569315	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,584702
25	-0,168643	-0,439694	1,569174	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,726403
26	-0,169832	-0,429715	1,568960	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,939548
27	-0,170919	-0,419959	1,569106	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,793969
28	-0,171962	-0,409828	1,569405	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,494565
29	-0,172722	-0,399647	1,569902	1,393700	-0,285600	1,569900	0,002458
30	-0,173622	-0,390029	1,569931	1,393700	-0,285600	1,569900	0,031046
31	-0,174389	-0,379701	1,570242	1,393700	-0,285600	1,569900	0,342320
32	-0,175074	-0,370007	1,570077	1,393700	-0,285600	1,569900	0,176847
33	-0,175980	-0,360028	1,570076	1,393700	-0,285600	1,569900	0,176434
34	-0,176485	-0,349852	1,570051	1,393700	-0,285600	1,569900	0,150566
35	-0,177126	-0,340356	1,570076	1,393700	-0,285600	1,569900	0,176402
36	-0,177778	-0,329973	1,570141	1,393700	-0,285600	1,569900	0,241499
37	-0,178117	-0,320151	1,570291	1,393700	-0,285600	1,569900	0,390974
38	-0,178456	-0,310021	1,570402	1,393700	-0,285600	1,569900	0,502455
39	-0,178599	-0,300285	1,570613	1,393700	-0,285600	1,569900	0,713261
40	-0,178728	-0,290184	1,571080	1,393700	-0,285600	1,569900	1,180329
41	-0,178968	-0,280069	1,570969	1,393700	-0,285600	1,569900	1,068562
42	-0,178815	-0,270169	1,571423	1,393700	-0,285600	1,569900	1,522634
43	-0,178741	-0,259942	1,571557	1,393700	-0,285600	1,569900	1,657205
44	-0,178567	-0,250398	1,571644	1,393700	-0,285600	1,569900	1,744367
45	-0,178495	-0,239962	1,571806	1,393700	-0,285600	1,569900	1,906106
46	-0,178284	-0,230146	1,571901	1,393700	-0,285600	1,569900	2,000703
47	-0,178066	-0,220018	1,572011	1,393700	-0,285600	1,569900	2,110770
48	-0,177829	-0,209679	1,571885	1,393700	-0,285600	1,569900	1,985130
49	-0,177322	-0,200012	1,571641	1,393700	-0,285600	1,569900	1,741108
50	-0,177068	-0,190222	1,571482	1,393700	-0,285600	1,569900	1,581780
51	-0,176445	-0,180050	1,571667	1,393700	-0,285600	1,569900	1,767333
52	-0,175388	-0,170388	1,571311	1,393700	-0,285600	1,569900	1,411239
53	-0,174549	-0,159776	1,571013	1,393700	-0,285600	1,569900	1,113019
54	-0,173314	-0,150061	1,571043	1,393700	-0,285600	1,569900	1,143004
55	-0,171836	-0,140086	1,570863	1,393700	-0,285600	1,569900	0,962585
56	-0,170177	-0,130101	1,570518	1,393700	-0,285600	1,569900	0,618348
57	-0,168729	-0,119987	1,569934	1,393700	-0,285600	1,569900	0,034058
58	-0,167247	-0,109807	1,569052	1,393700	-0,285600	1,569900	-0,848034
59	-0,164808	-0,100155	1,567935	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,964969
60	-0,162518	-0,089879	1,567098	1,393700	-0,285600	1,569900	-2,801848
61	-0,160515	-0,079822	1,566736	1,393700	-0,285600	1,569900	-3,163669
62	-0,159100	-0,069874	1,566759	1,393700	-0,285600	1,569900	-3,140924
63	-0,157329	-0,060314	1,567292	1,393700	-0,285600	1,569900	-2,607725
64	-0,155647	-0,050271	1,568088	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,811704
65	-0,153954	-0,040070	1,568448	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,452360
66	-0,152115	-0,029917	1,568374	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,525643
67	-0,150731	-0,020303	1,568591	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,308993
68	-0,148956	-0,010178	1,568020	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,879936
69	-0,147209	-0,000366	1,567570	1,393700	-0,285600	1,569900	-2,330358
70	-0,145422	0,009823	1,566581	1,393700	-0,285600	1,569900	-3,319334
71	-0,143727	0,019879	1,566632	1,393700	-0,285600	1,569900	-3,268305
72	-0,142325	0,029763	1,567930	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,970240
73	-0,141081	0,039909	1,568426	1,393700	-0,285600	1,569900	-1,474392
74	-0,138947	0,049603	1,570656	1,393700	-0,285600	1,569900	0,756272
75	-0,136974	0,059649	1,572190	1,393700	-0,285600	1,569900	2,290198
76	-0,134785	0,070235	1,574926	1,393700	-0,285600	1,569900	5,026153
77	-0,134091	0,079777	1,577875	1,393700	-0,285600	1,569900	7,975193

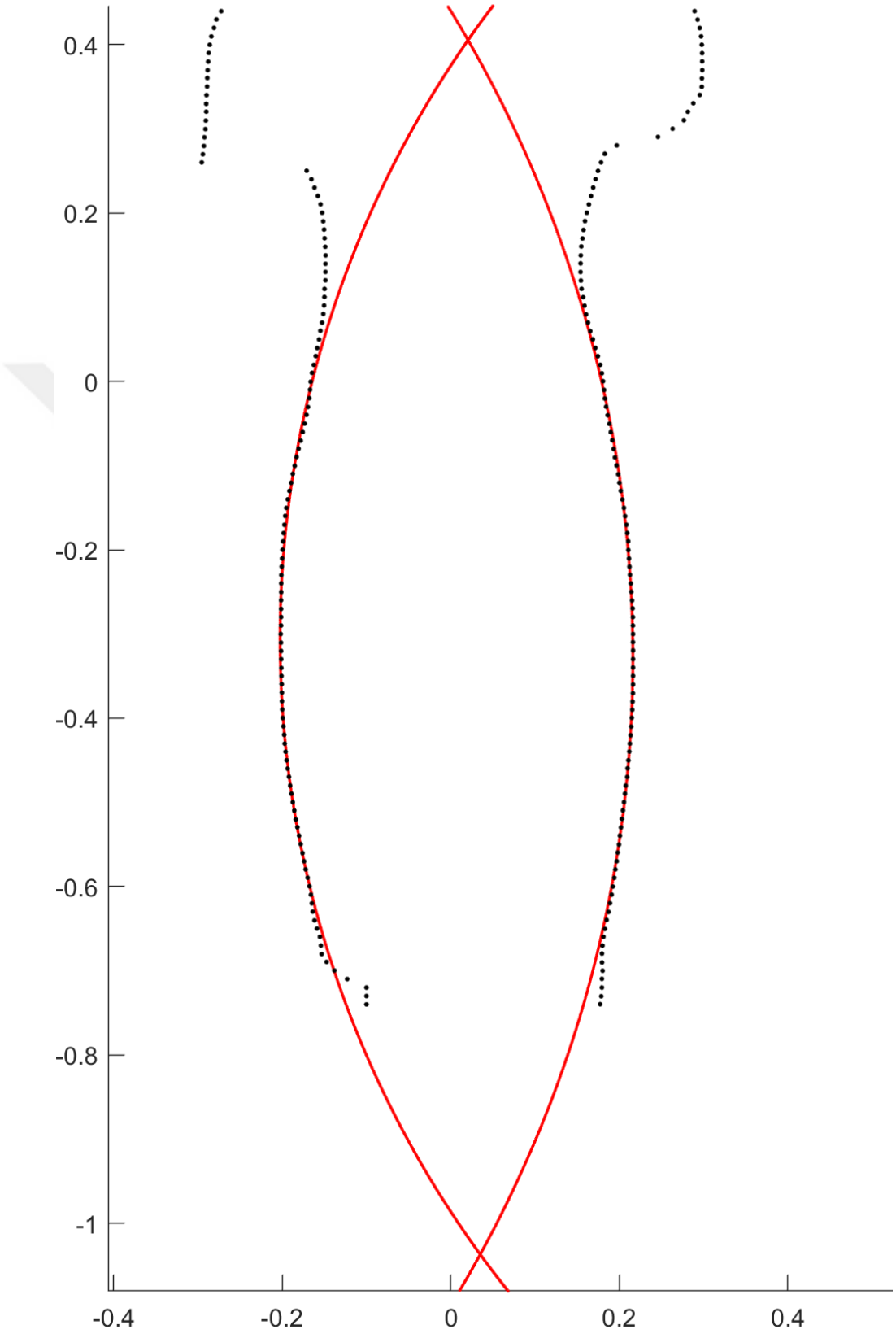
Hata Değerleri			
Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]
-3,32	7,98	±1,40	±1,87

ek s.266

EK 362: Kouros 3504 Femur Sınırları ve Asimetrik Çemberler

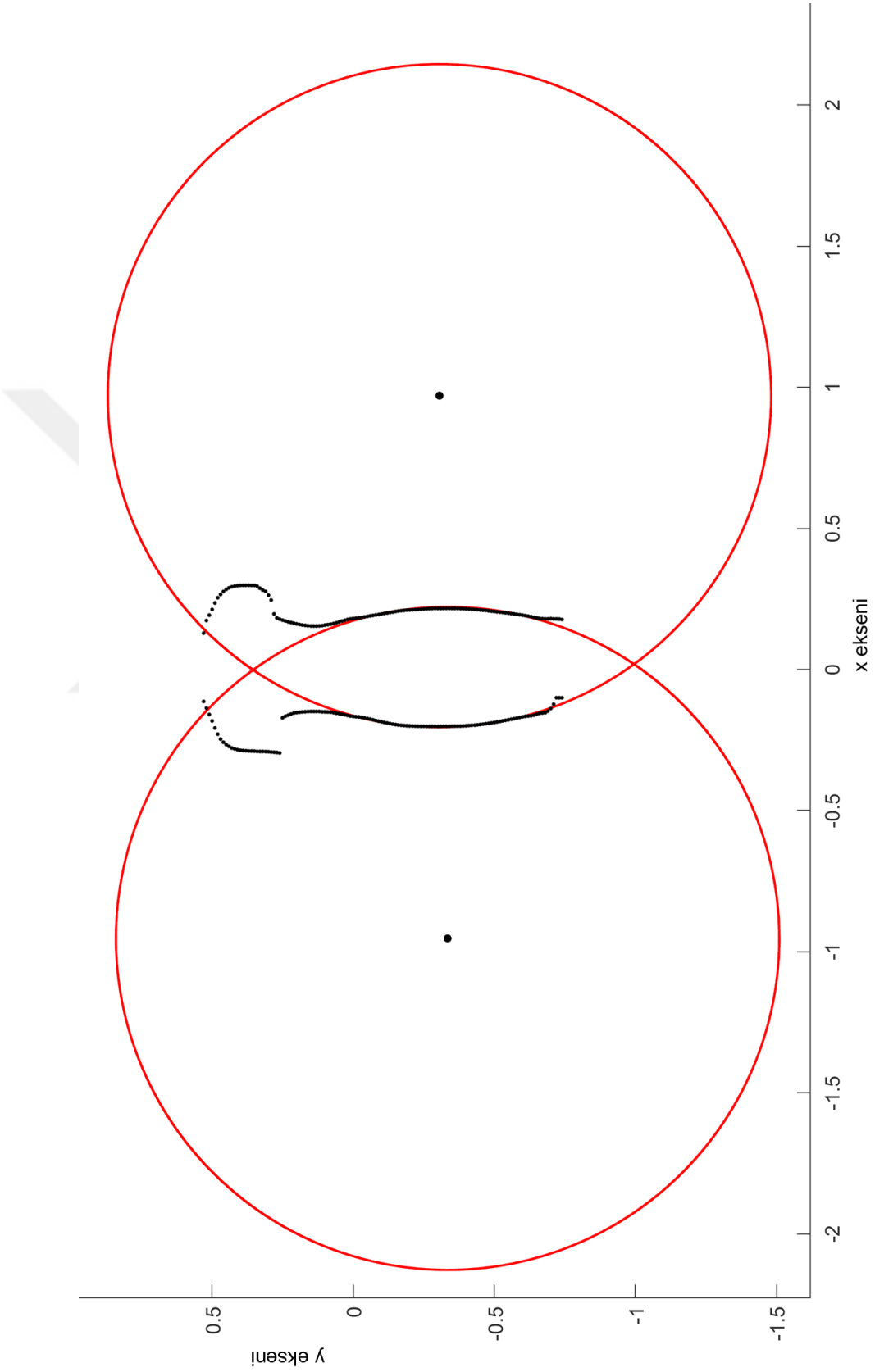


EK 363: Kouros 3504 ve Asimetrik Çemberler Ara Kesiti

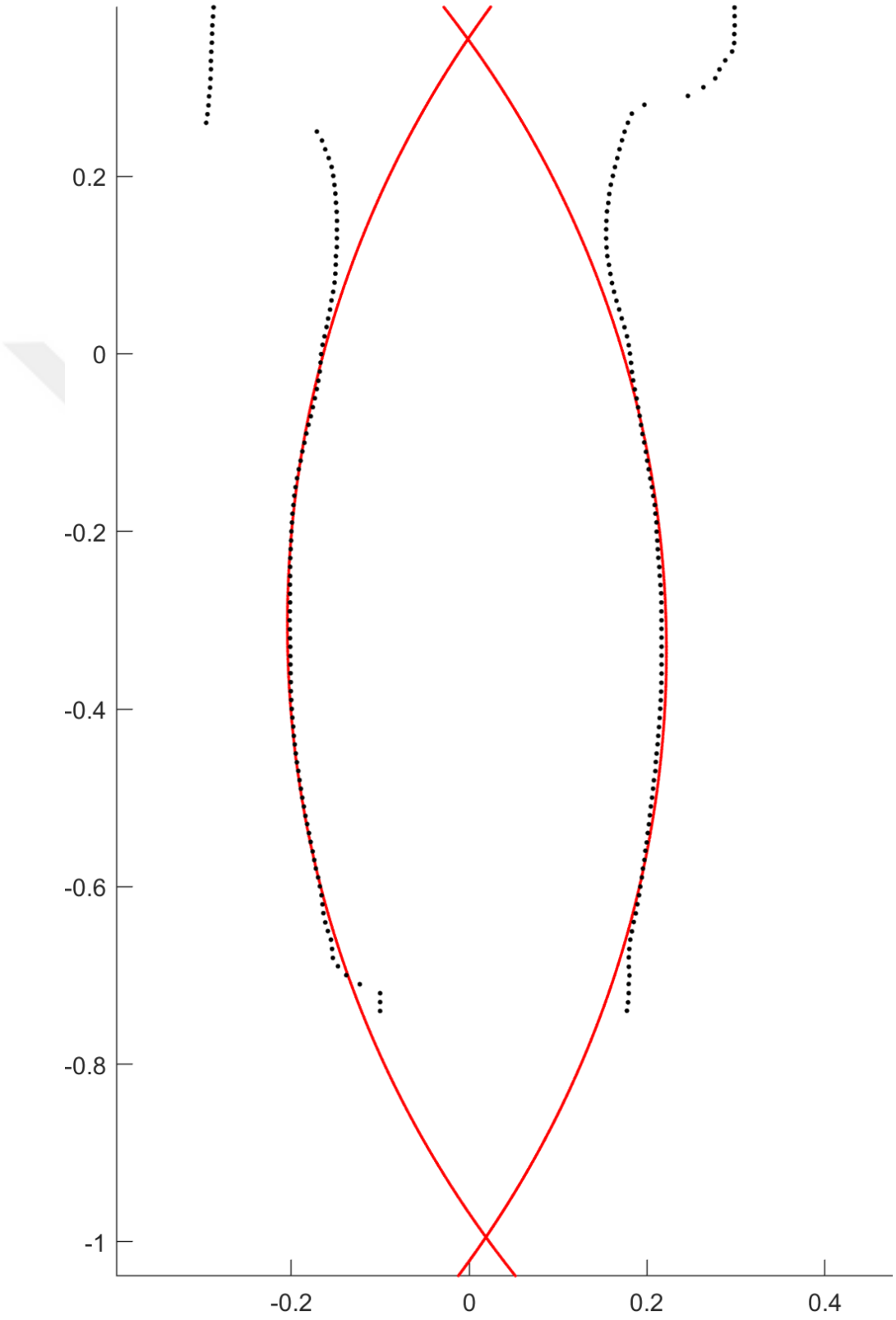


ek s.268

EK 364: Kouros 3504 Femur Sınırları ve Simetrik Çemberler

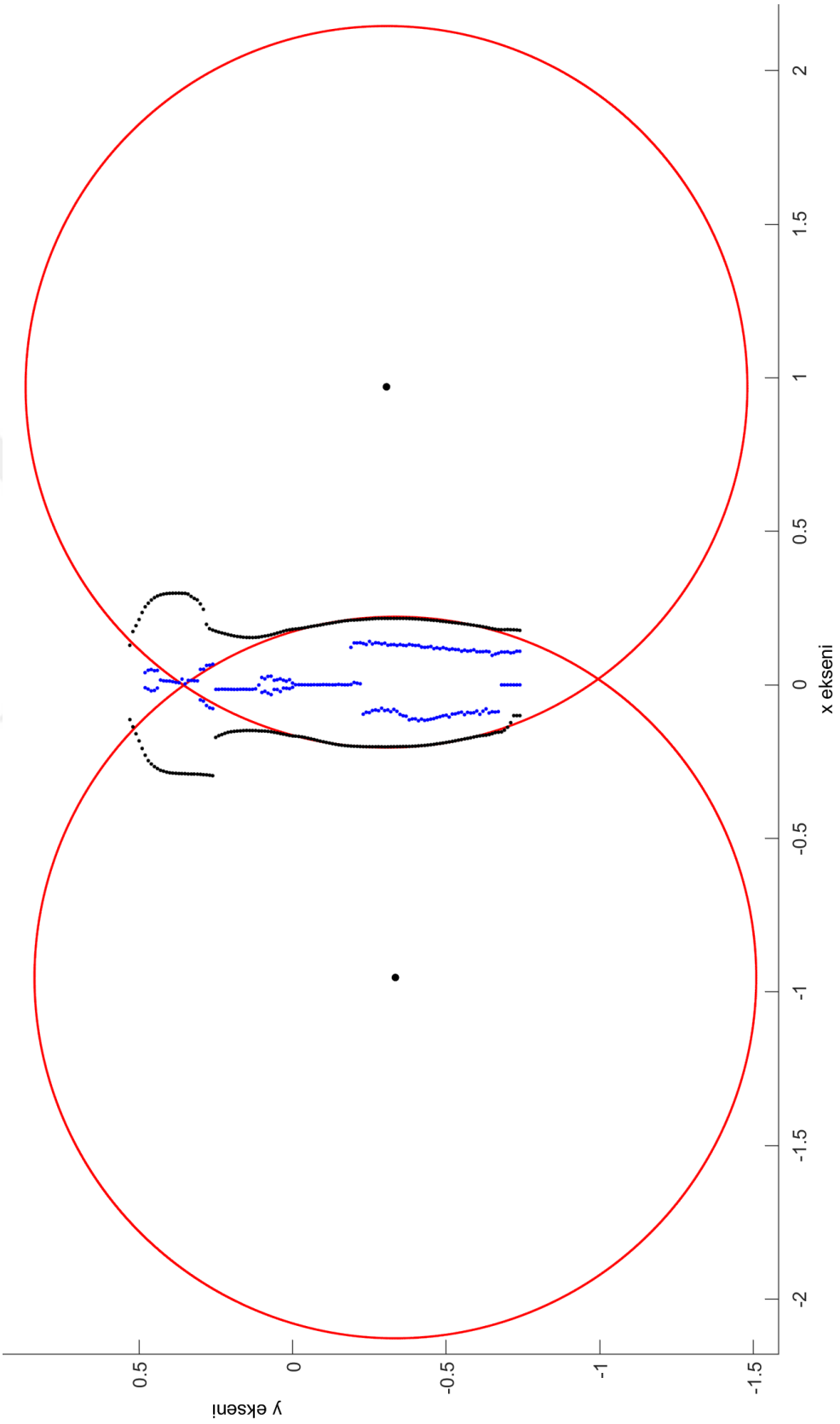


EK 365: Kouros 3504 Femur Sınırlarının Simetrik Çemberlere Uyumu



ek s.270

EK 366: Kouros 3504 Femur Çemberleri ve Göğüs Ön Sınırları



EK 367: Kouros 3504 Sol Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
6	-0,136398	-0,629792	1,431337	1,248200	-0,285600	1,425796	5,540954
7	-0,138982	-0,619680	1,429695	1,248200	-0,285600	1,425796	3,899408
8	-0,141175	-0,609912	1,428096	1,248200	-0,285600	1,425796	2,299869
9	-0,143042	-0,600133	1,426410	1,248200	-0,285600	1,425796	0,613760
10	-0,144697	-0,589660	1,425780	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,015925
11	-0,146379	-0,579602	1,425776	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,019719
12	-0,148014	-0,569635	1,425779	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,016606
13	-0,149717	-0,559643	1,425841	1,248200	-0,285600	1,425796	0,044732
14	-0,151580	-0,549608	1,425856	1,248200	-0,285600	1,425796	0,060311
15	-0,153928	-0,539749	1,425966	1,248200	-0,285600	1,425796	0,169597
16	-0,156064	-0,529706	1,425707	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,088616
17	-0,158169	-0,519602	1,425689	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,106774
18	-0,159781	-0,509678	1,425342	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,453817
19	-0,161182	-0,499883	1,425252	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,543752
20	-0,162481	-0,489639	1,425338	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,458465
21	-0,163798	-0,479814	1,425341	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,455183
22	-0,165172	-0,469856	1,425345	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,450829
23	-0,166413	-0,460054	1,425091	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,704563
24	-0,167457	-0,449665	1,424781	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,014600
25	-0,168643	-0,439694	1,424531	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,265000
26	-0,169832	-0,429715	1,424212	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,584441
27	-0,170919	-0,419959	1,424257	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,539314
28	-0,171962	-0,409828	1,424468	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,328274
29	-0,172722	-0,399647	1,424875	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,920607
30	-0,173622	-0,390029	1,424826	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,970068
31	-0,174389	-0,379701	1,425065	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,730742
32	-0,175074	-0,370007	1,424833	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,962532
33	-0,175980	-0,360028	1,424774	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,022298
34	-0,176485	-0,349852	1,424695	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,100548
35	-0,177126	-0,340356	1,424677	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,119055
36	-0,177778	-0,329973	1,424700	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,096335
37	-0,178117	-0,320151	1,424816	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,979846
38	-0,178456	-0,310021	1,424903	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,893191
39	-0,178599	-0,300285	1,425093	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,702893
40	-0,178728	-0,290184	1,425546	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,250104
41	-0,178968	-0,280069	1,425427	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,369141
42	-0,178815	-0,270169	1,425880	1,248200	-0,285600	1,425796	0,084140
43	-0,178741	-0,259942	1,426020	1,248200	-0,285600	1,425796	0,224202
44	-0,178567	-0,250398	1,426120	1,248200	-0,285600	1,425796	0,324442
45	-0,178495	-0,239962	1,426299	1,248200	-0,285600	1,425796	0,503478
46	-0,178284	-0,230146	1,426420	1,248200	-0,285600	1,425796	0,623940
47	-0,178066	-0,220018	1,426562	1,248200	-0,285600	1,425796	0,766017
48	-0,177829	-0,209679	1,426473	1,248200	-0,285600	1,425796	0,677365
49	-0,177322	-0,200012	1,426274	1,248200	-0,285600	1,425796	0,478353
50	-0,177068	-0,190222	1,426166	1,248200	-0,285600	1,425796	0,369580
51	-0,176445	-0,180050	1,426411	1,248200	-0,285600	1,425796	0,615353
52	-0,175388	-0,170388	1,426118	1,248200	-0,285600	1,425796	0,321966
53	-0,174549	-0,159776	1,425891	1,248200	-0,285600	1,425796	0,095245
54	-0,173314	-0,150061	1,425997	1,248200	-0,285600	1,425796	0,201162
55	-0,171836	-0,140086	1,425902	1,248200	-0,285600	1,425796	0,106216
56	-0,170177	-0,130101	1,425646	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,149623
57	-0,168729	-0,119987	1,425166	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,629969
58	-0,167247	-0,109807	1,424385	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,411066
59	-0,164808	-0,100155	1,423380	1,248200	-0,285600	1,425796	-2,415893
60	-0,162518	-0,089879	1,422661	1,248200	-0,285600	1,425796	-3,134922
61	-0,160515	-0,079822	1,422423	1,248200	-0,285600	1,425796	-3,373015
62	-0,159100	-0,069874	1,422579	1,248200	-0,285600	1,425796	-3,216613
63	-0,157329	-0,060314	1,423247	1,248200	-0,285600	1,425796	-2,549129
64	-0,155647	-0,050271	1,424186	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,609838
65	-0,153954	-0,040070	1,424695	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,100926
66	-0,152115	-0,029917	1,424782	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,014235
67	-0,150731	-0,020303	1,425167	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,629275
68	-0,148956	-0,010178	1,424767	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,029316
69	-0,147209	-0,000366	1,424489	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,307120
70	-0,145422	0,009823	1,423690	1,248200	-0,285600	1,425796	-2,106181
71	-0,143727	0,019879	1,423936	1,248200	-0,285600	1,425796	-1,859900
72	-0,142325	0,029763	1,425427	1,248200	-0,285600	1,425796	-0,369393
73	-0,141081	0,039909	1,426128	1,248200	-0,285600	1,425796	0,332409
74	-0,138947	0,049603	1,428568	1,248200	-0,285600	1,425796	2,771716
75	-0,136974	0,059649	1,430306	1,248200	-0,285600	1,425796	4,509545
76	-0,134785	0,070235	1,433262	1,248200	-0,285600	1,425796	7,466178
77	-0,134091	0,079777	1,436425	1,248200	-0,285600	1,425796	10,628569

Hata Değerleri			
Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]
-3,3373	10,63	±1,29	±2,16

ek s.272

EK 368: Kouros 3504 Sağ Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
6	-0,136398	-0,629792	1,425555	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,241515
7	-0,138982	-0,619680	1,425659	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,137246
8	-0,141175	-0,609912	1,425537	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,259135
9	-0,143042	-0,600133	1,425165	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,631116
10	-0,144697	-0,589660	1,424507	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,289019
11	-0,146379	-0,579602	1,424040	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,756231
12	-0,148014	-0,569635	1,423618	1,247000	-0,285600	1,425796	-2,178449
13	-0,149717	-0,559643	1,423329	1,247000	-0,285600	1,425796	-2,467202
14	-0,151580	-0,549608	1,423261	1,247000	-0,285600	1,425796	-2,534572
15	-0,153928	-0,539749	1,423776	1,247000	-0,285600	1,425796	-2,020126
16	-0,156064	-0,529706	1,424122	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,674162
17	-0,158169	-0,519602	1,424501	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,294874
18	-0,159781	-0,509678	1,424497	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,299502
19	-0,161182	-0,499883	1,424374	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,422370
20	-0,162481	-0,489639	1,424154	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,641850
21	-0,163798	-0,479814	1,424084	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,711570
22	-0,165172	-0,469856	1,424123	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,672983
23	-0,166413	-0,460054	1,424120	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,676343
24	-0,167457	-0,449665	1,423921	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,874591
25	-0,168643	-0,439694	1,423986	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,809950
26	-0,169832	-0,429715	1,424124	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,672336
27	-0,170919	-0,419959	1,424252	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,544354
28	-0,171962	-0,409828	1,424371	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,425320
29	-0,172722	-0,399647	1,424276	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,519578
30	-0,173622	-0,390029	1,424436	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,359866
31	-0,174389	-0,379701	1,424482	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,314454
32	-0,175074	-0,370007	1,424558	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,238186
33	-0,175980	-0,360028	1,424906	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,889851
34	-0,176485	-0,349852	1,424915	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,880644
35	-0,177126	-0,340356	1,425159	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,636722
36	-0,177778	-0,329973	1,425450	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,346186
37	-0,178117	-0,320151	1,425517	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,279223
38	-0,178456	-0,310021	1,425646	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,149822
39	-0,178599	-0,300285	1,425656	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,140366
40	-0,178728	-0,290184	1,425716	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,079631
41	-0,178968	-0,280069	1,425960	1,247000	-0,285600	1,425796	0,163727
42	-0,178815	-0,270169	1,425880	1,247000	-0,285600	1,425796	0,083500
43	-0,178741	-0,259942	1,425953	1,247000	-0,285600	1,425796	0,156858
44	-0,178567	-0,250398	1,425983	1,247000	-0,285600	1,425796	0,186567
45	-0,178495	-0,239962	1,426206	1,247000	-0,285600	1,425796	0,410385
46	-0,178284	-0,230146	1,426343	1,247000	-0,285600	1,425796	0,547390
47	-0,178066	-0,220018	1,426555	1,247000	-0,285600	1,425796	0,759274
48	-0,177829	-0,209679	1,426831	1,247000	-0,285600	1,425796	1,035291
49	-0,177322	-0,200012	1,426872	1,247000	-0,285600	1,425796	1,076223
50	-0,177068	-0,190222	1,427239	1,247000	-0,285600	1,425796	1,443474
51	-0,176445	-0,180050	1,427334	1,247000	-0,285600	1,425796	1,538011
52	-0,175388	-0,170388	1,427027	1,247000	-0,285600	1,425796	1,231462
53	-0,174549	-0,159776	1,427088	1,247000	-0,285600	1,425796	1,291671
54	-0,173314	-0,150061	1,426748	1,247000	-0,285600	1,425796	0,951598
55	-0,171836	-0,140086	1,426259	1,247000	-0,285600	1,425796	0,463445
56	-0,170177	-0,130101	1,425664	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,132388
57	-0,168729	-0,119987	1,425364	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,432022
58	-0,167247	-0,109807	1,425112	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,684070
59	-0,164808	-0,100155	1,423916	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,879560
60	-0,162518	-0,089879	1,423023	1,247000	-0,285600	1,425796	-2,773112
61	-0,160515	-0,079822	1,422459	1,247000	-0,285600	1,425796	-3,337011
62	-0,159100	-0,069874	1,422533	1,247000	-0,285600	1,425796	-3,262526
63	-0,157329	-0,060314	1,422266	1,247000	-0,285600	1,425796	-3,530076
64	-0,155647	-0,050271	1,422232	1,247000	-0,285600	1,425796	-3,563584
65	-0,153954	-0,040070	1,422288	1,247000	-0,285600	1,425796	-3,507754
66	-0,152115	-0,029917	1,422267	1,247000	-0,285600	1,425796	-3,529002
67	-0,150731	-0,020303	1,422667	1,247000	-0,285600	1,425796	-3,129021
68	-0,148956	-0,010178	1,422848	1,247000	-0,285600	1,425796	-2,947665
69	-0,147209	-0,000366	1,423069	1,247000	-0,285600	1,425796	-2,727418
70	-0,145422	0,009823	1,423398	1,247000	-0,285600	1,425796	-2,398353
71	-0,143727	0,019879	1,423863	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,932889
72	-0,142325	0,029763	1,424649	1,247000	-0,285600	1,425796	-1,146927
73	-0,141081	0,039909	1,425718	1,247000	-0,285600	1,425796	-0,077857
74	-0,138947	0,049603	1,425888	1,247000	-0,285600	1,425796	0,092309
75	-0,136974	0,059649	1,426369	1,247000	-0,285600	1,425796	0,572926
76	-0,134785	0,070235	1,426848	1,247000	-0,285600	1,425796	1,052213
77	-0,134091	0,079777	1,428587	1,247000	-0,285600	1,425796	2,790791

Hata Değerleri			
Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]
-3,5636	2,79	±1,39	±1,71

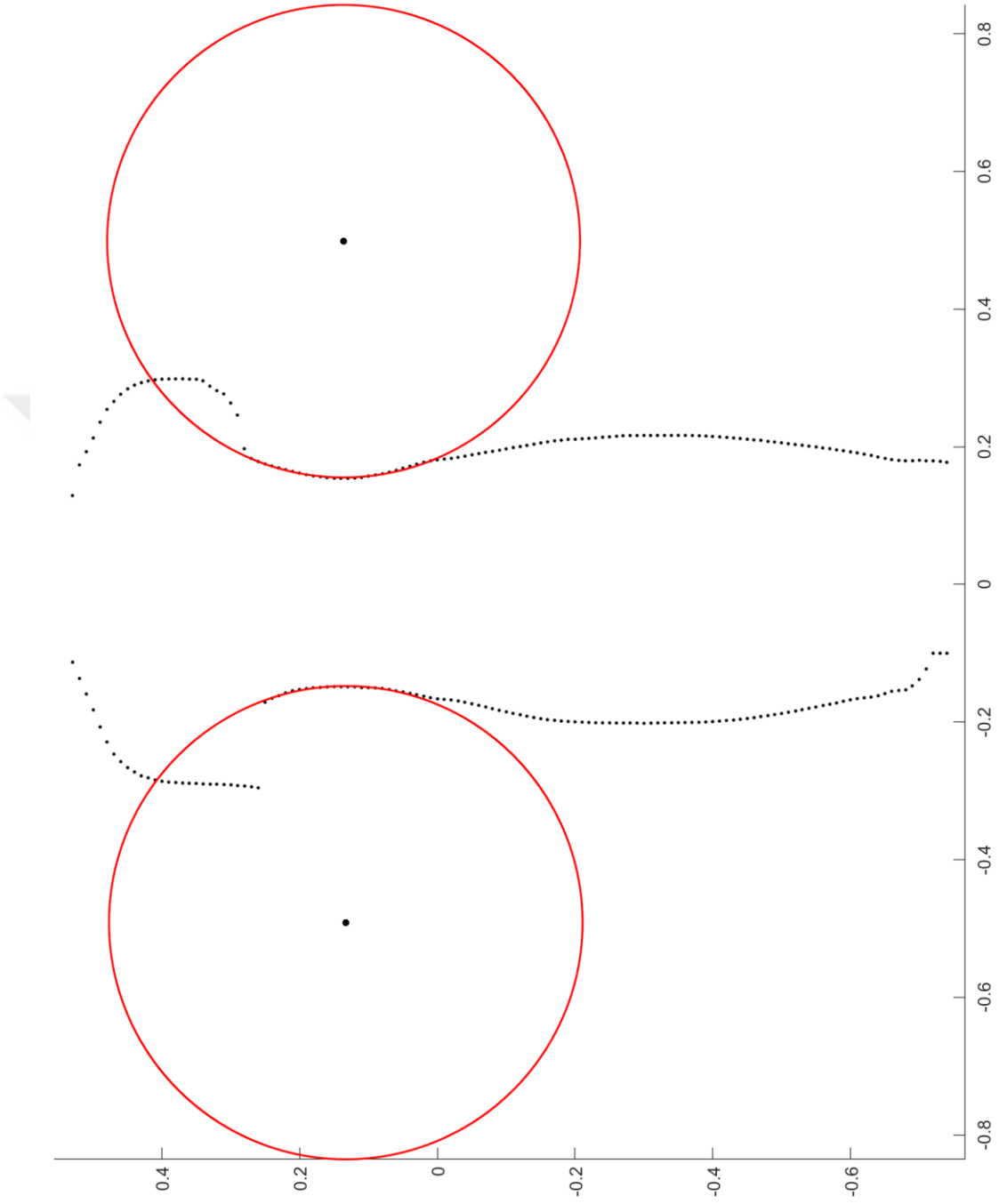
EK 369: Kouros 3504 Sol Thorax Sınırı ile Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
68	-0,148956	-0,010178	0,478294	-0,613100	0,105300	0,477700	0,593656
69	-0,147209	-0,000366	0,477723	-0,613100	0,105300	0,477700	0,023484
70	-0,145422	0,009823	0,477324	-0,613100	0,105300	0,477700	-0,375614
71	-0,143727	0,019879	0,477083	-0,613100	0,105300	0,477700	-0,617449
72	-0,142325	0,029763	0,476797	-0,613100	0,105300	0,477700	-0,903462
73	-0,141081	0,039909	0,476527	-0,613100	0,105300	0,477700	-1,173066
74	-0,138947	0,049603	0,477413	-0,613100	0,105300	0,477700	-0,286947
75	-0,136974	0,059649	0,478310	-0,613100	0,105300	0,477700	0,609504
76	-0,134785	0,070235	0,479599	-0,613100	0,105300	0,477700	1,898575
77	-0,134091	0,079777	0,479688	-0,613100	0,105300	0,477700	1,988488
78	-0,133892	0,089744	0,479460	-0,613100	0,105300	0,477700	1,760422
79	-0,133916	0,099776	0,479216	-0,613100	0,105300	0,477700	1,515839
80	-0,134661	0,110386	0,478466	-0,613100	0,105300	0,477700	0,766032
81	-0,135623	0,120290	0,477712	-0,613100	0,105300	0,477700	0,012241
82	-0,136452	0,130397	0,477308	-0,613100	0,105300	0,477700	-0,391740
83	-0,137078	0,140371	0,477312	-0,613100	0,105300	0,477700	-0,387818
84	-0,138097	0,150101	0,477111	-0,613100	0,105300	0,477700	-0,588923
85	-0,139107	0,160248	0,477167	-0,613100	0,105300	0,477700	-0,532685
86	-0,140639	0,169632	0,476821	-0,613100	0,105300	0,477700	-0,879276
87	-0,142942	0,180043	0,476062	-0,613100	0,105300	0,477700	-1,637965
88	-0,144524	0,190124	0,476192	-0,613100	0,105300	0,477700	-1,508254
89	-0,146611	0,200339	0,476072	-0,613100	0,105300	0,477700	-1,628158
90	-0,146860	0,209778	0,477803	-0,613100	0,105300	0,477700	0,102669
91	-0,149312	0,219755	0,477702	-0,613100	0,105300	0,477700	0,002058
92	-0,152877	0,229791	0,476763	-0,613100	0,105300	0,477700	-0,936727
93	-0,153502	0,239765	0,478864	-0,613100	0,105300	0,477700	1,164446
94	-0,156247	0,250256	0,479298	-0,613100	0,105300	0,477700	1,598347
Hata Değerleri							
Minimum Hata [mm]		Maksimum Hata [mm]		Ortalama Hata [mm]		Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]	
-1,638		1,99		±0,88		±1,07	

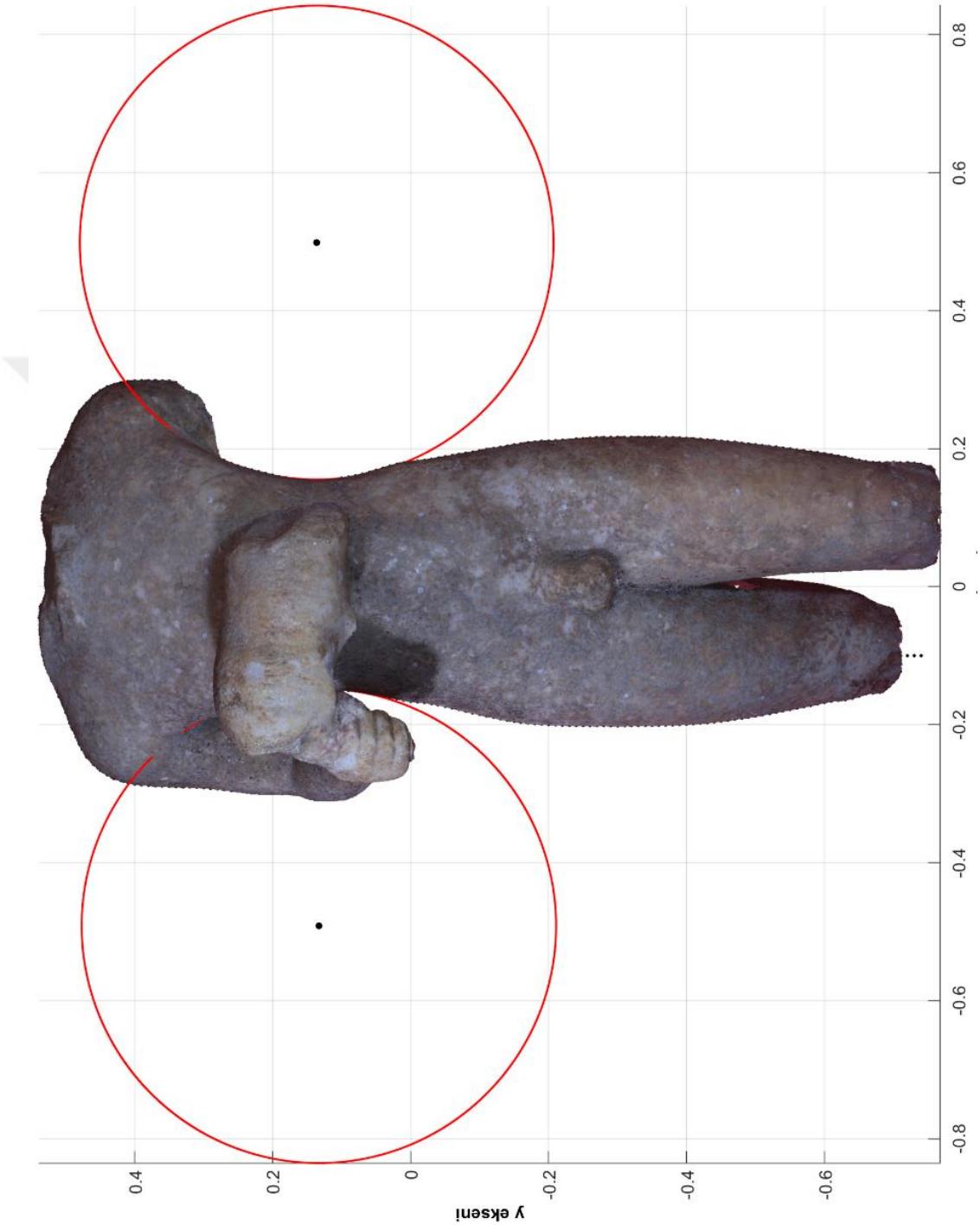
EK 370: Kouros 3504 Sağ Thorax Sınırı ile Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
71	0,142626	0,019855	0,470457	0,611200	0,061900	0,470700	-0,243439
72	0,141932	0,029804	0,470364	0,611200	0,061900	0,470700	-0,335664
73	0,140316	0,039932	0,471396	0,611200	0,061900	0,470700	0,696155
74	0,140364	0,050259	0,470980	0,611200	0,061900	0,470700	0,279885
75	0,139778	0,059938	0,471426	0,611200	0,061900	0,470700	0,726083
76	0,140186	0,070392	0,471091	0,611200	0,061900	0,470700	0,390546
77	0,140869	0,080335	0,470692	0,611200	0,061900	0,470700	-0,007851
78	0,141498	0,090045	0,470544	0,611200	0,061900	0,470700	-0,155518
79	0,142430	0,100331	0,470343	0,611200	0,061900	0,470700	-0,357301
80	0,143348	0,109843	0,470302	0,611200	0,061900	0,470700	-0,397943
81	0,144604	0,120148	0,470218	0,611200	0,061900	0,470700	-0,482330
82	0,146042	0,130304	0,470161	0,611200	0,061900	0,470700	-0,539312
83	0,147532	0,140129	0,470221	0,611200	0,061900	0,470700	-0,478998
84	0,148909	0,150213	0,470651	0,611200	0,061900	0,470700	-0,049222
85	0,150645	0,160375	0,470965	0,611200	0,061900	0,470700	0,265215
86	0,152409	0,170033	0,471362	0,611200	0,061900	0,470700	0,661780
87	0,154582	0,180263	0,471709	0,611200	0,061900	0,470700	1,009442
88	0,157478	0,190099	0,471486	0,611200	0,061900	0,470700	0,785564
89	0,159822	0,200173	0,472082	0,611200	0,061900	0,470700	1,382113
90	0,164311	0,209693	0,470694	0,611200	0,061900	0,470700	-0,006311
91	0,168608	0,219912	0,469953	0,611200	0,061900	0,470700	-0,747374
92	0,172456	0,230178	0,469908	0,611200	0,061900	0,470700	-0,791729
93	0,175863	0,239819	0,470291	0,611200	0,061900	0,470700	-0,409160
94	0,179556	0,249615	0,470695	0,611200	0,061900	0,470700	-0,005339
Hata Değerleri							
Minimum Hata [mm]		Maksimum Hata [mm]		Ortalama Hata [mm]		Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]	
-0,07917		1,38		±0,4668		±0,057	

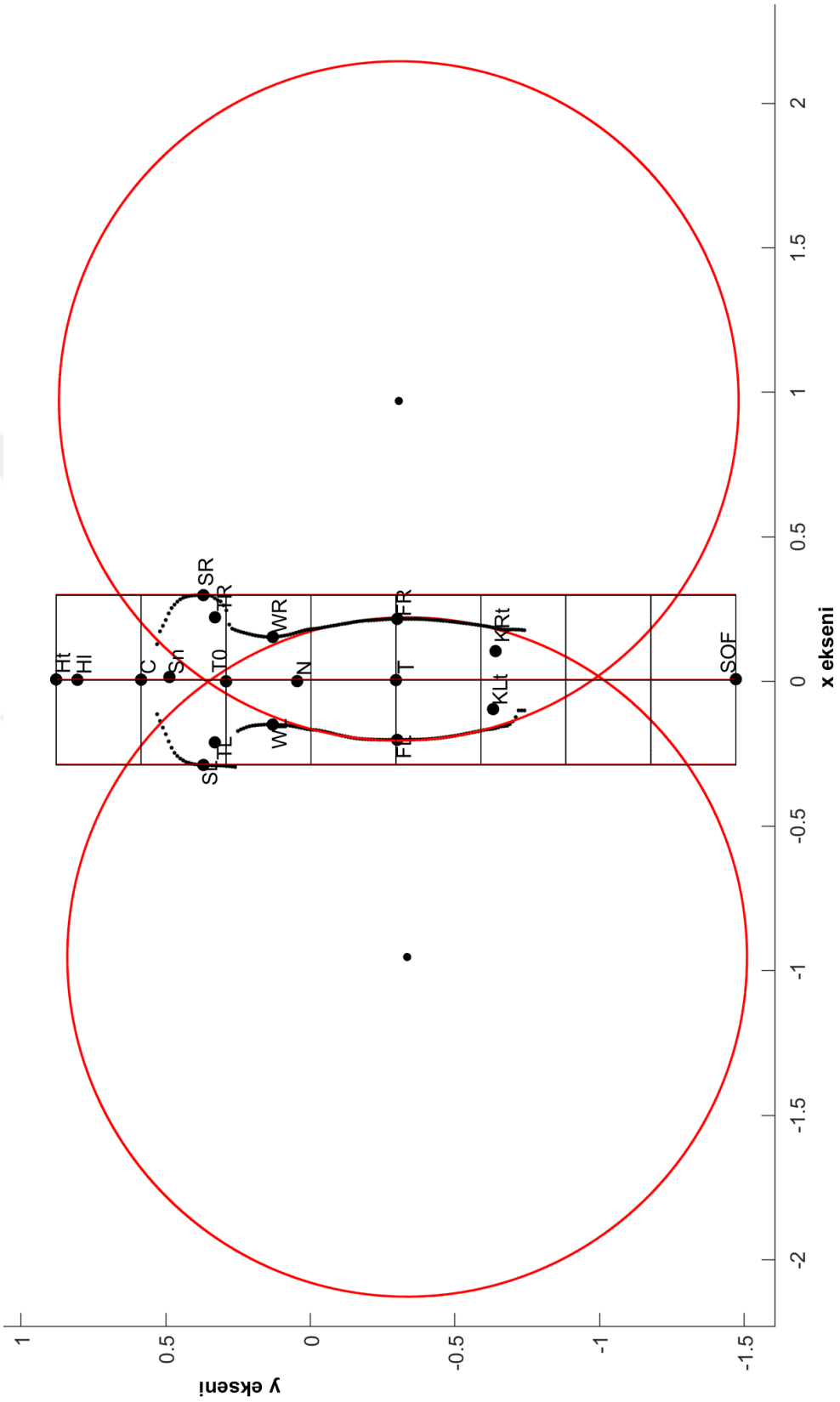
EK 371: Kouros 3504 Thorax Sınırlarına Uyan Çemberler



EK 372: Kouros 3504 ve Thorax Sınırlarına Uyan Çemberler

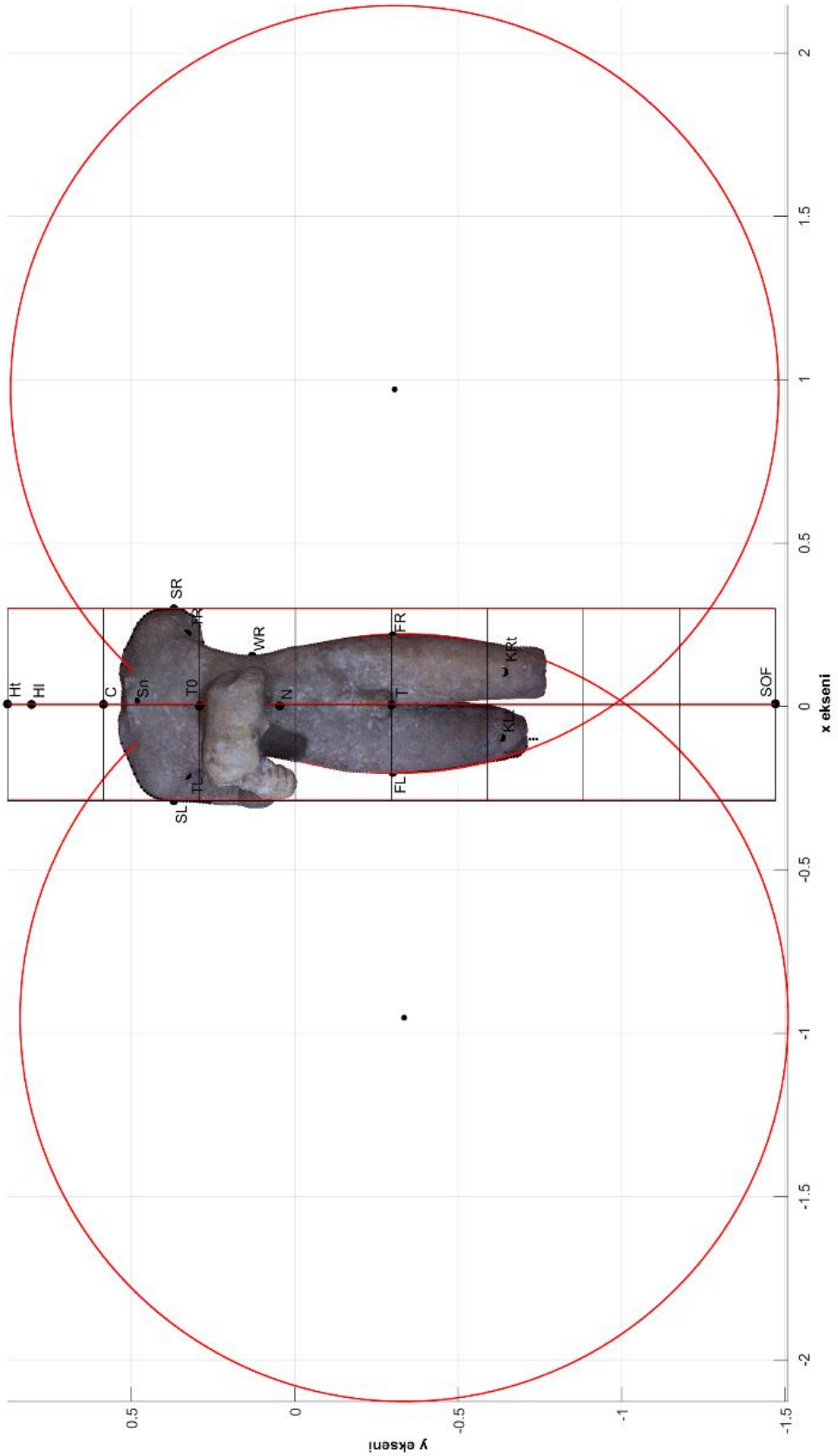


EK 373: Kouros 3504 Femur Çemberleri ve h/8 Parçalanması



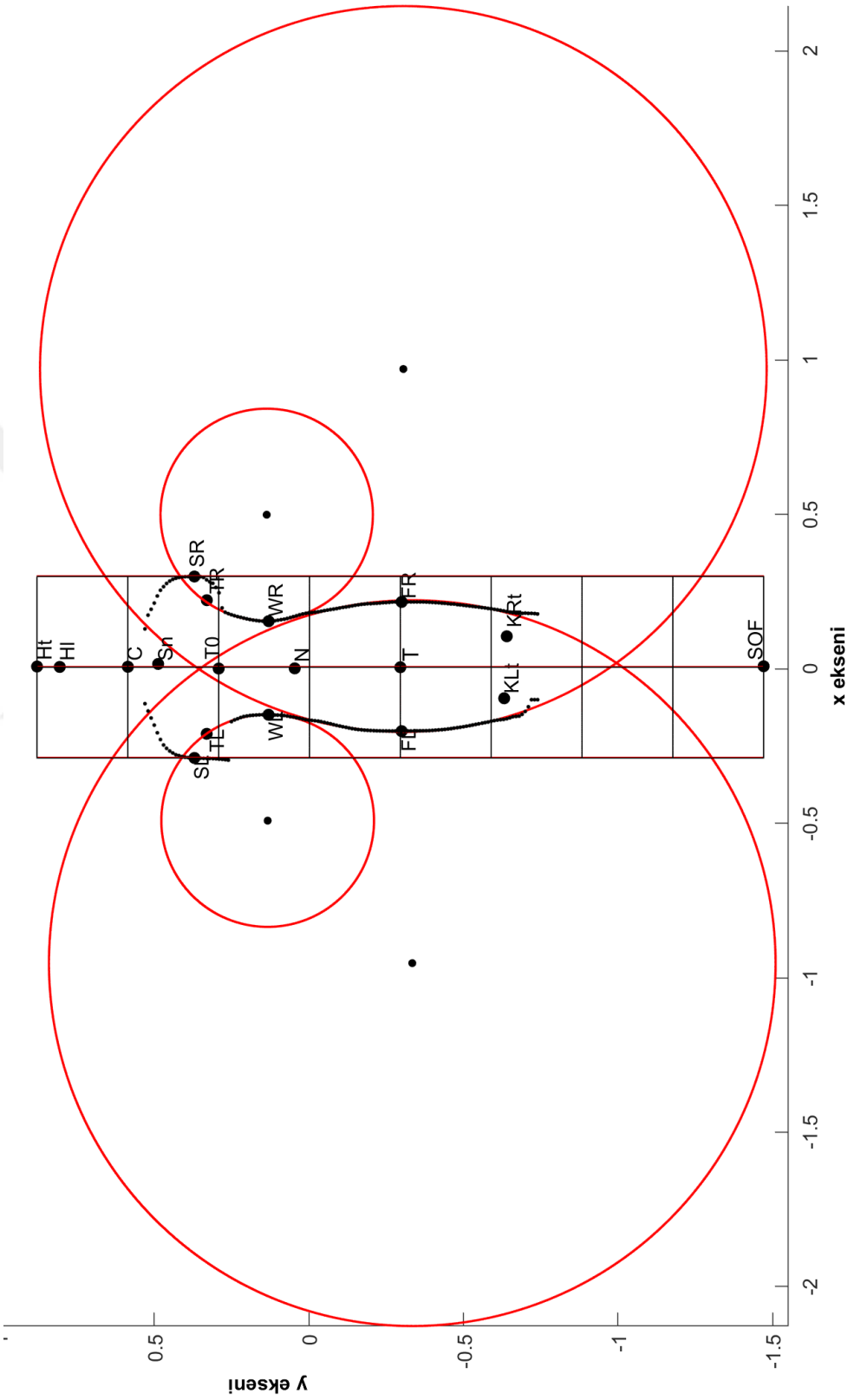
ek s.277

EK 374: Kouros 3504 ile Femur Çemberleri ve h/8 Parçalanması

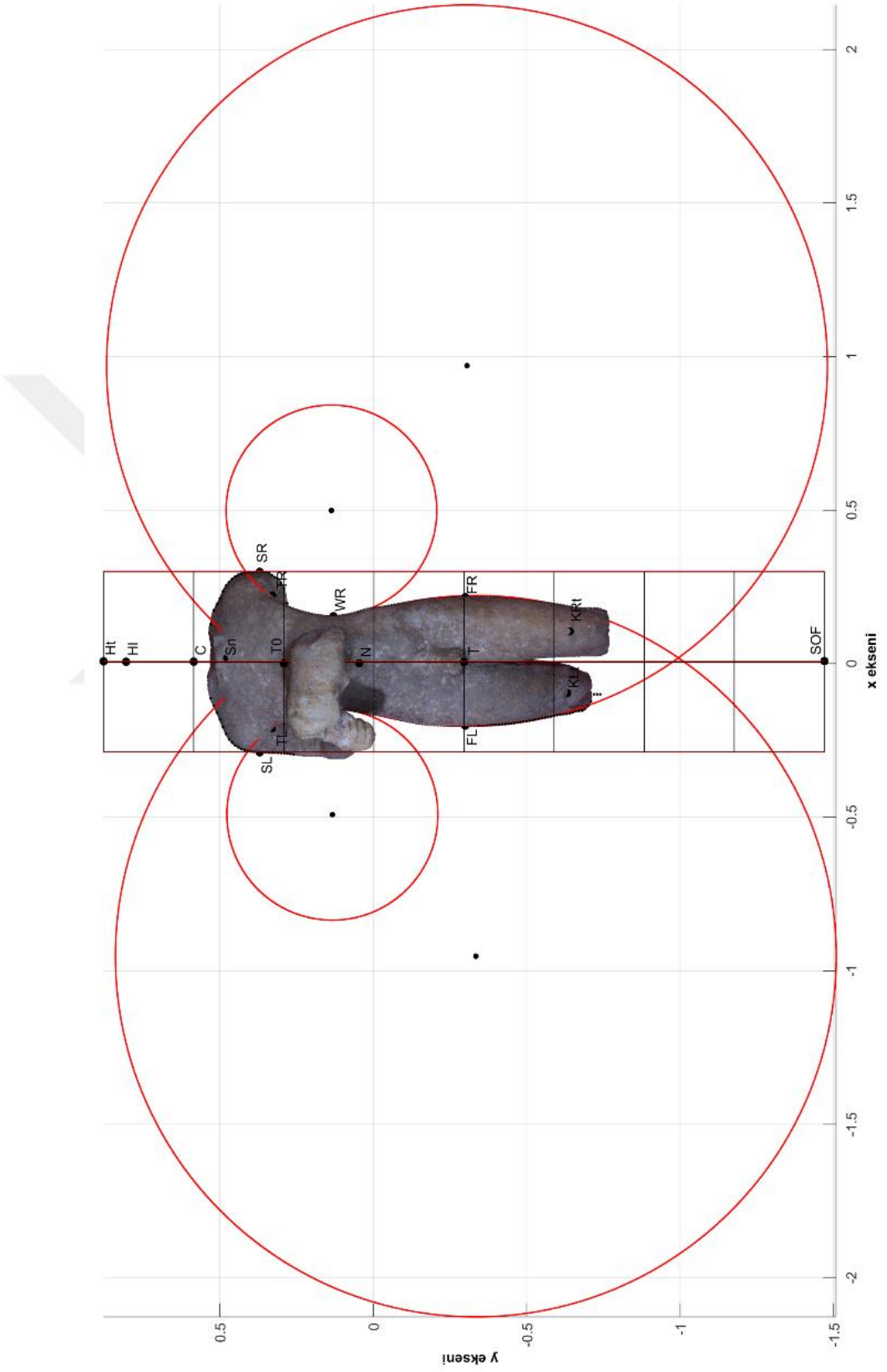


ek s.278

EK 375: Kouros 3504 Femur ve Thorax Çemberleri (h/8)

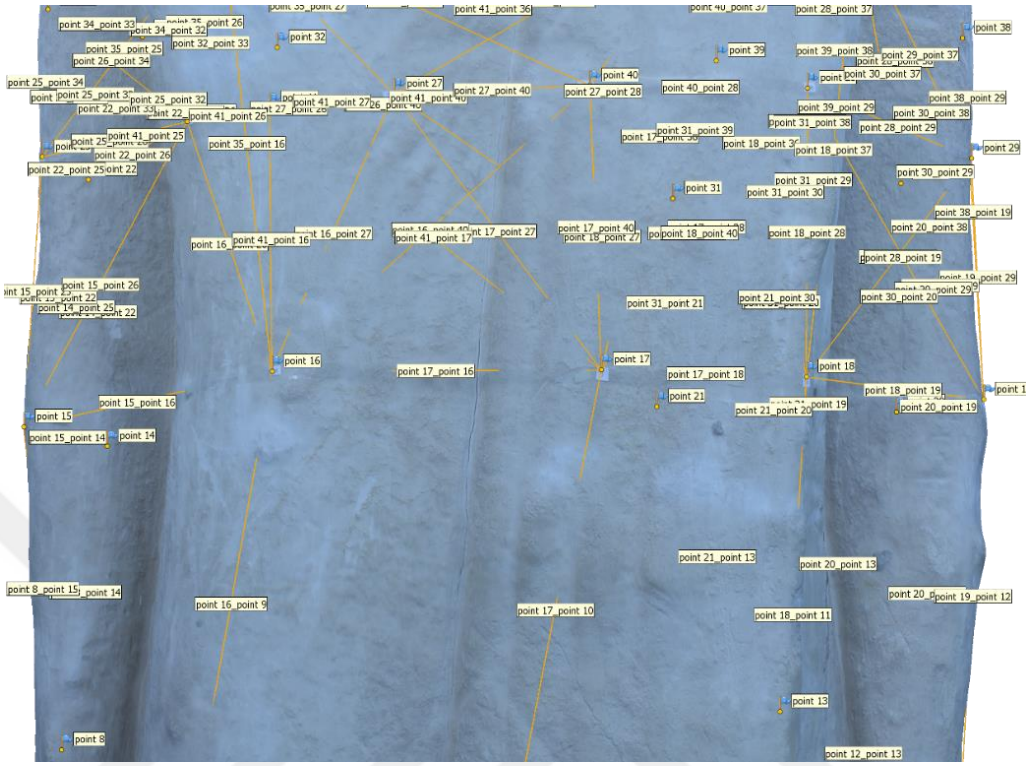


EK 376: Kouros 3504 Geometrik Modeli

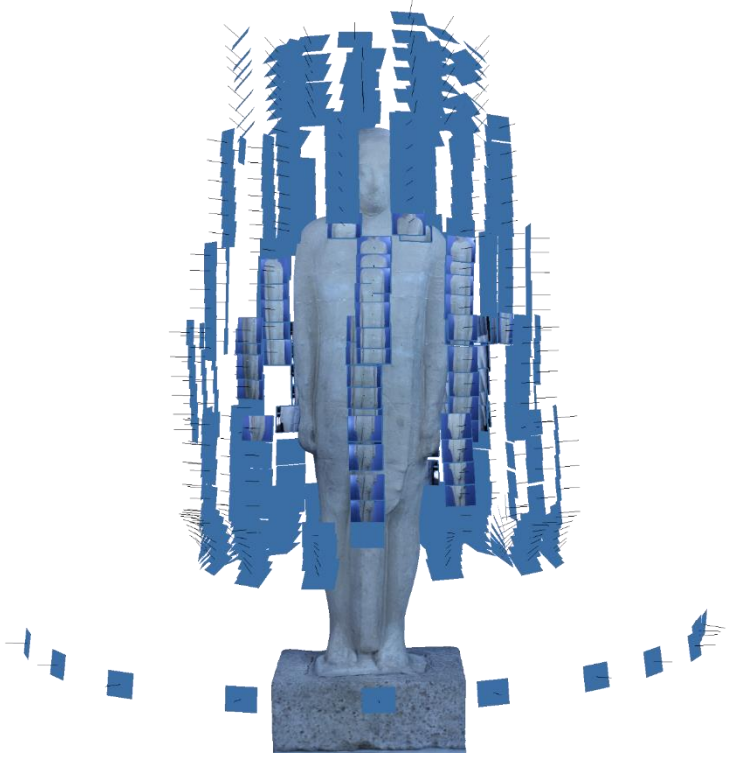


ek s.280

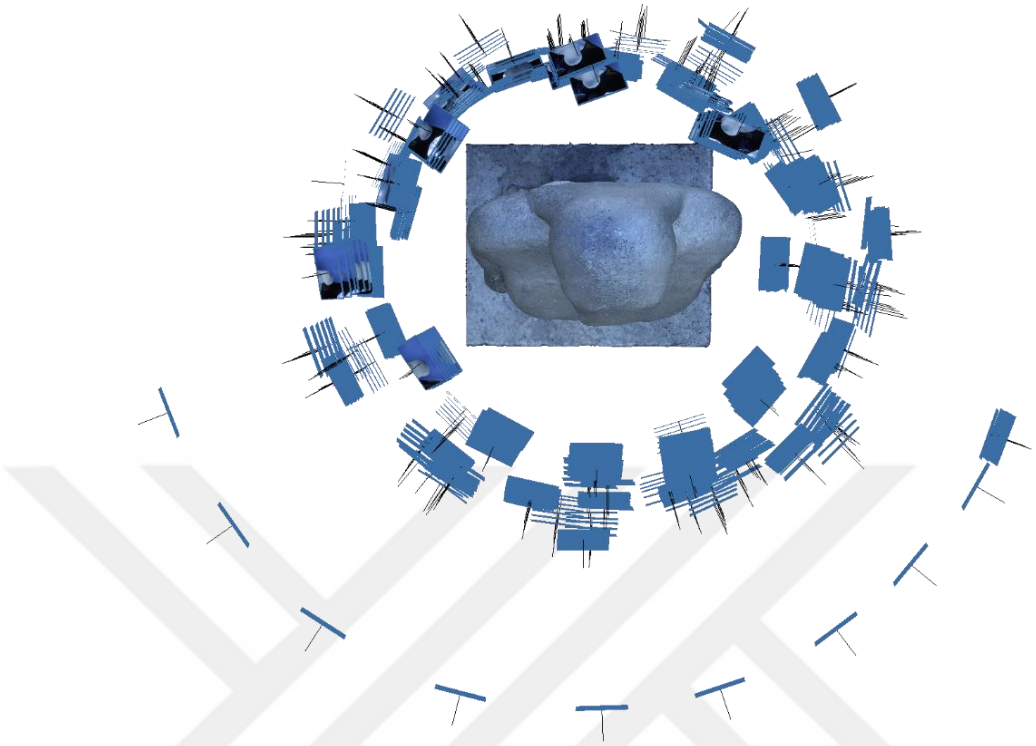
EK 377: Kouros 19 Hedef Noktalar ve Ölçüm



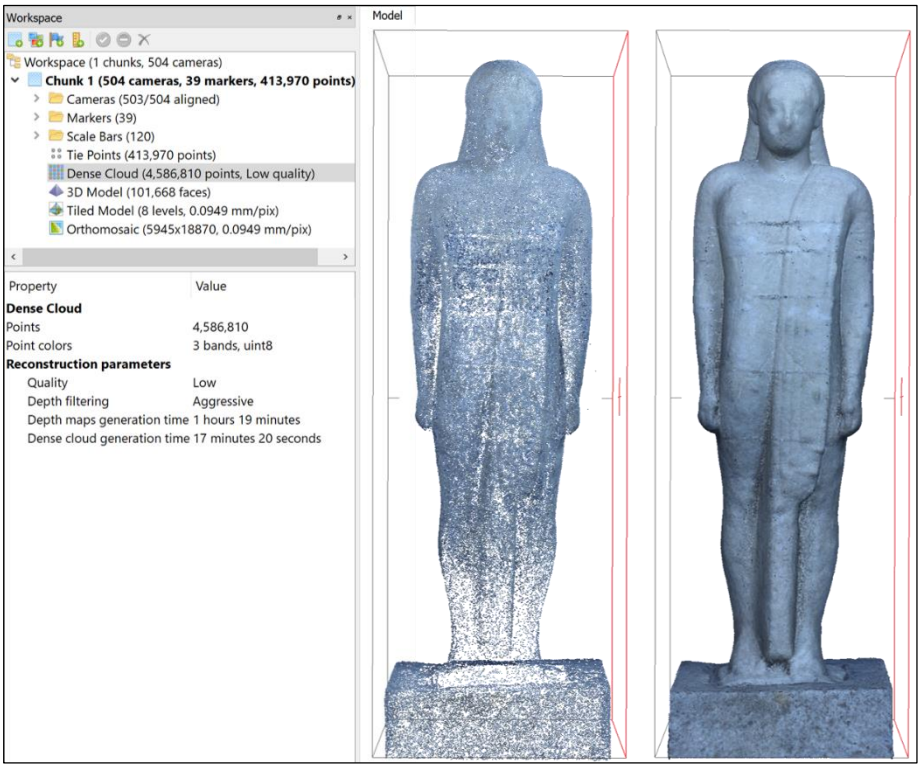
EK 378: Kouros 19 Fotoğraf Çekimi Planı Önden Görünümü



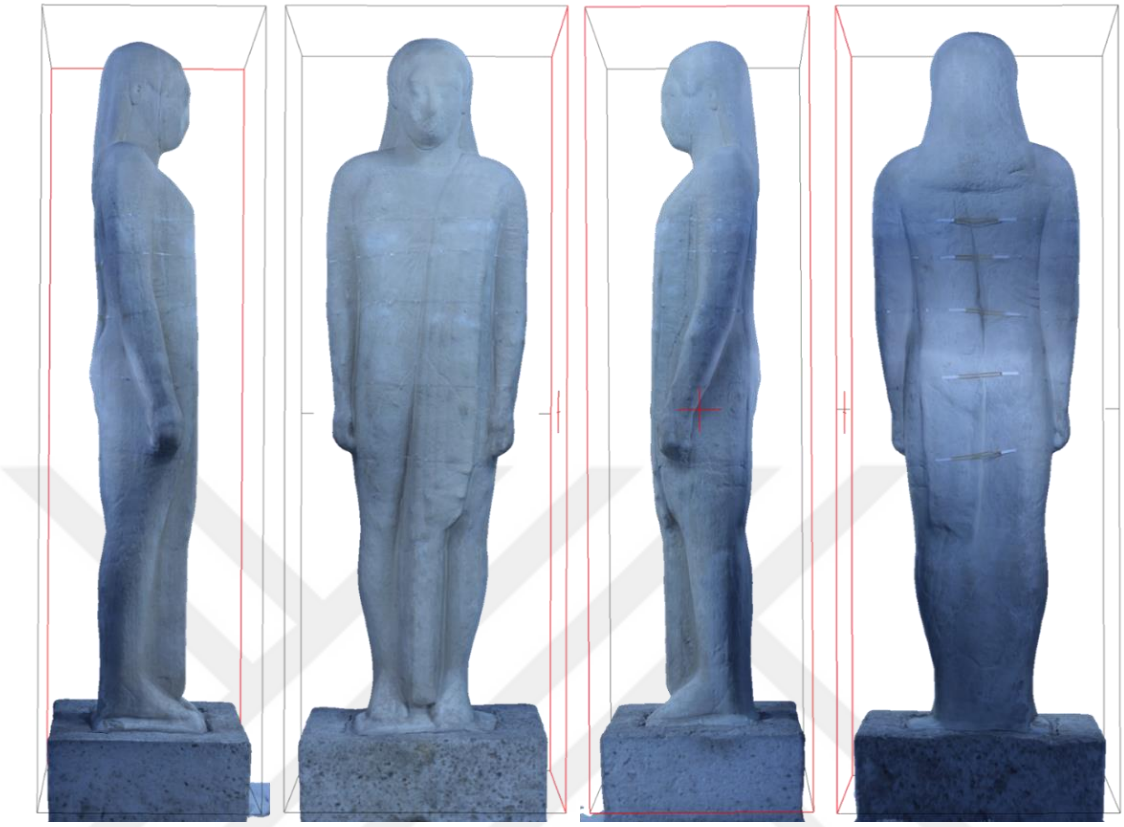
EK 379: Kouros 19 Fotoğraf Çekimi Planı Üstten Görünümü



EK 380: Kouros 19 Nokta Bulutu ve Yoğun Nokta Bulutu Modeli



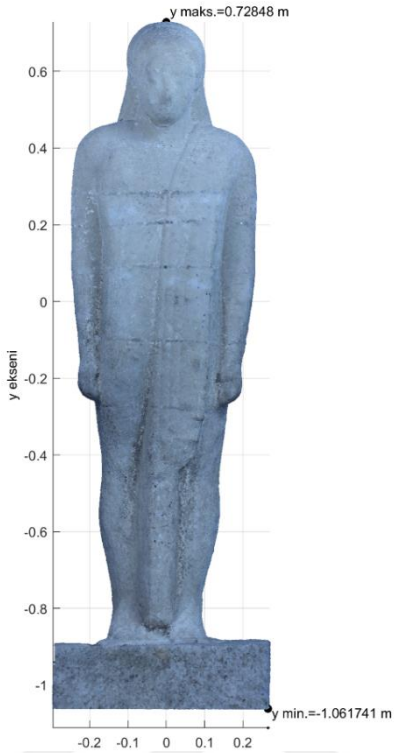
EK 381: Kouros 19 Dokulandırılmış Modeli



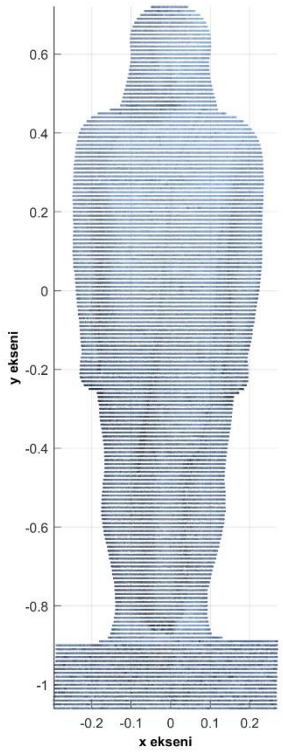
EK 382: Kouros 19 Modelleme Hata Değerleri

Tip	Ölçüm Sayısı	Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Rmse [mm]
Model Oluşturma	61	-0,53	0,62	+0,01	±0,24
Bağımsız Denetim	59	-0,47	0,74	-0,08	±0,26

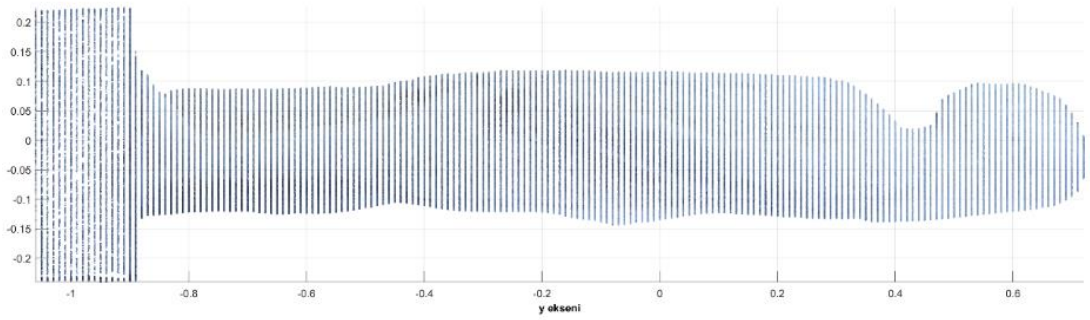
EK 383: Kouros 19 Modelinin y Ekseninde Ölçüleri



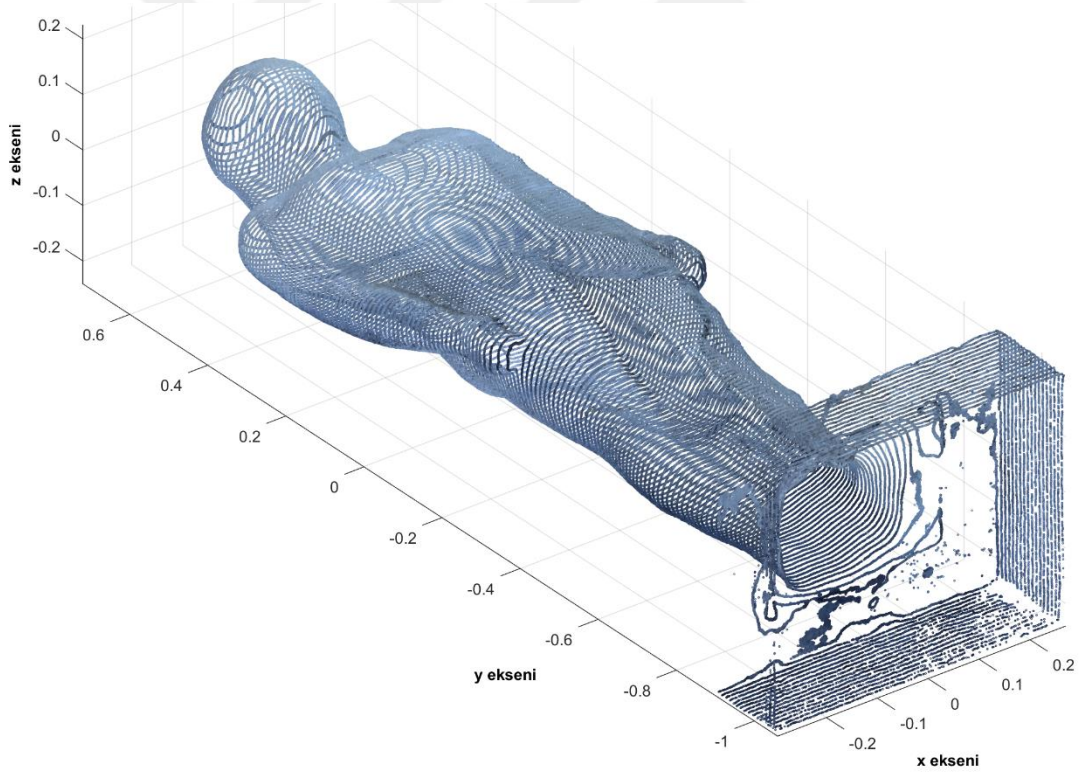
EK 384: Kouros 19 Transversal Kesitleri Önden Görünümü



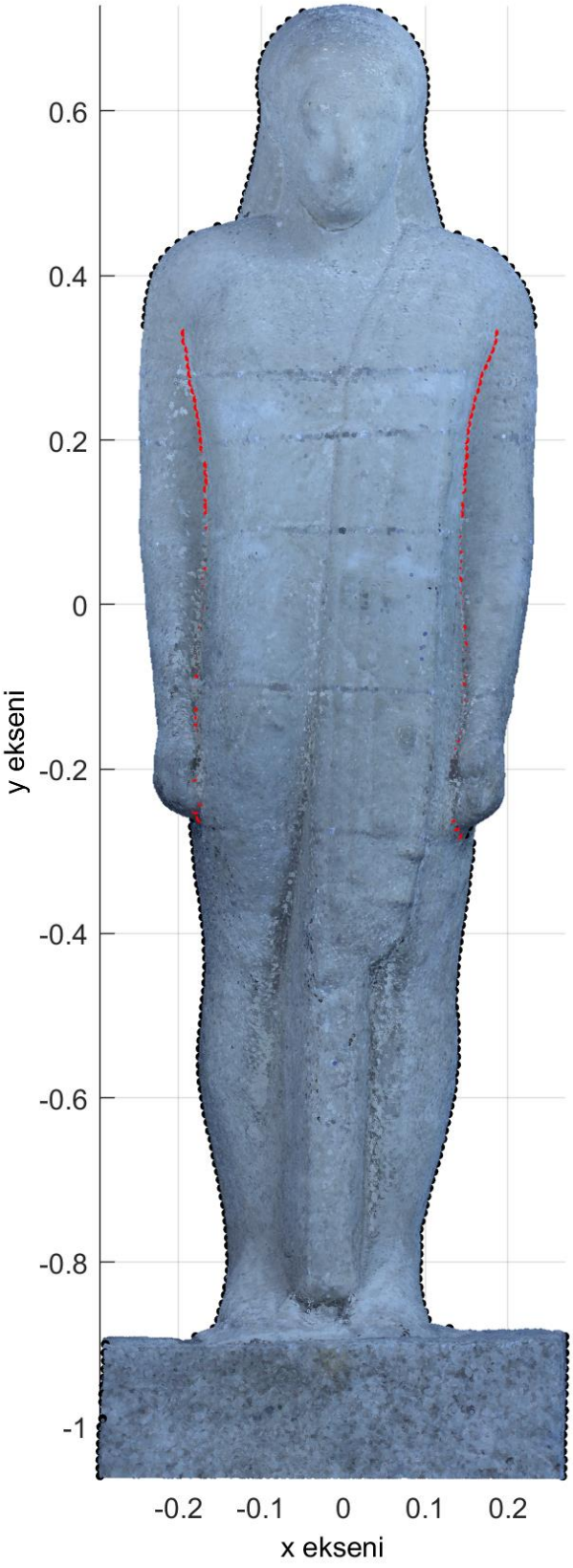
EK 385: Kouros 19 Transversal Kesitleri Yandan Görünümü



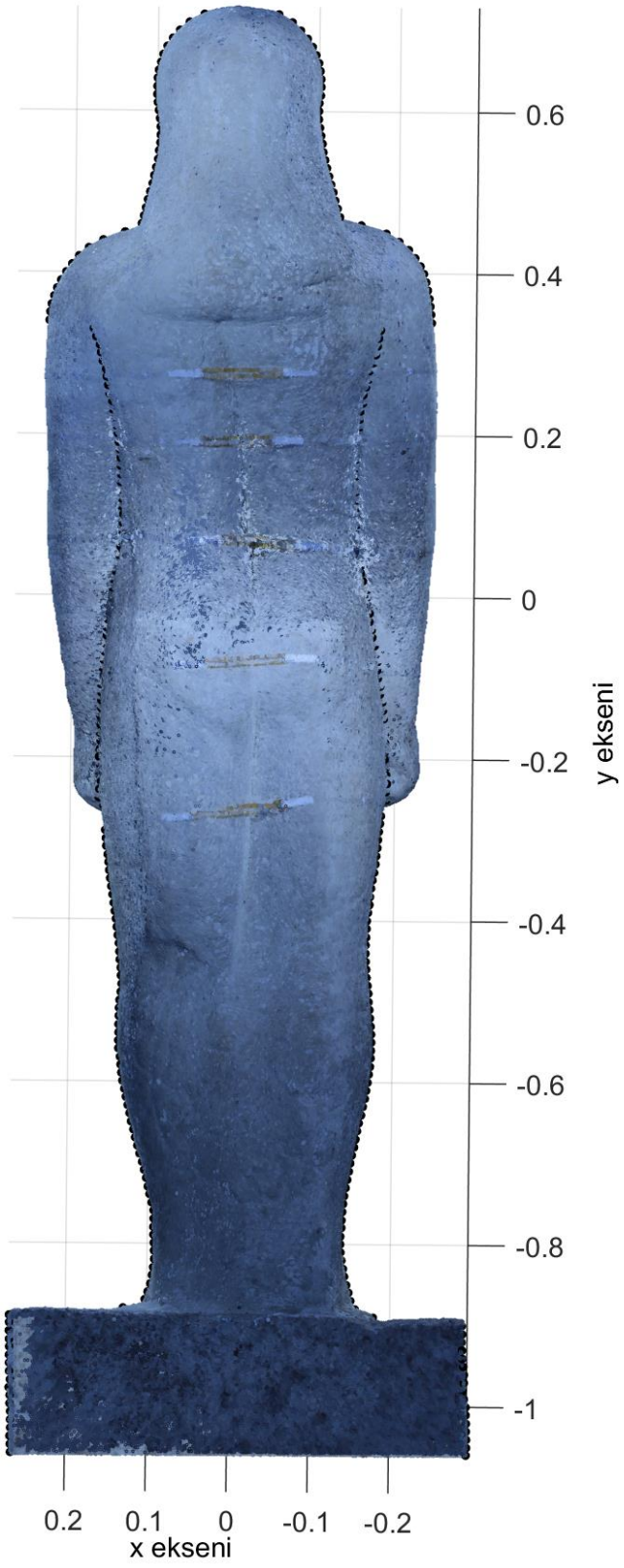
EK 386: Kouros 19 Transversal Kesitleri Üç Boyutlu Görünümü



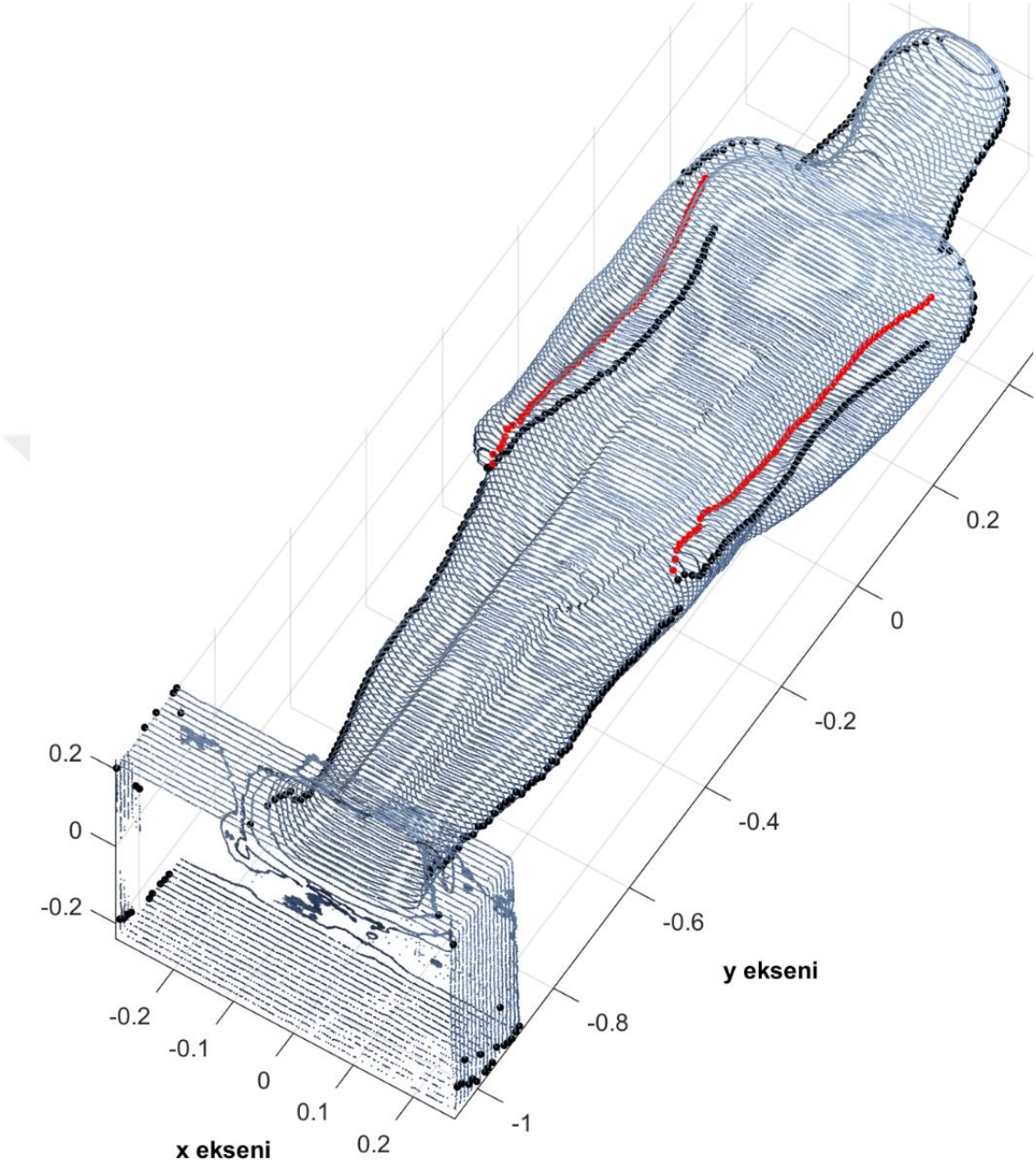
EK 387: Kouros 19 Yan Sınırların Önden Görünümü



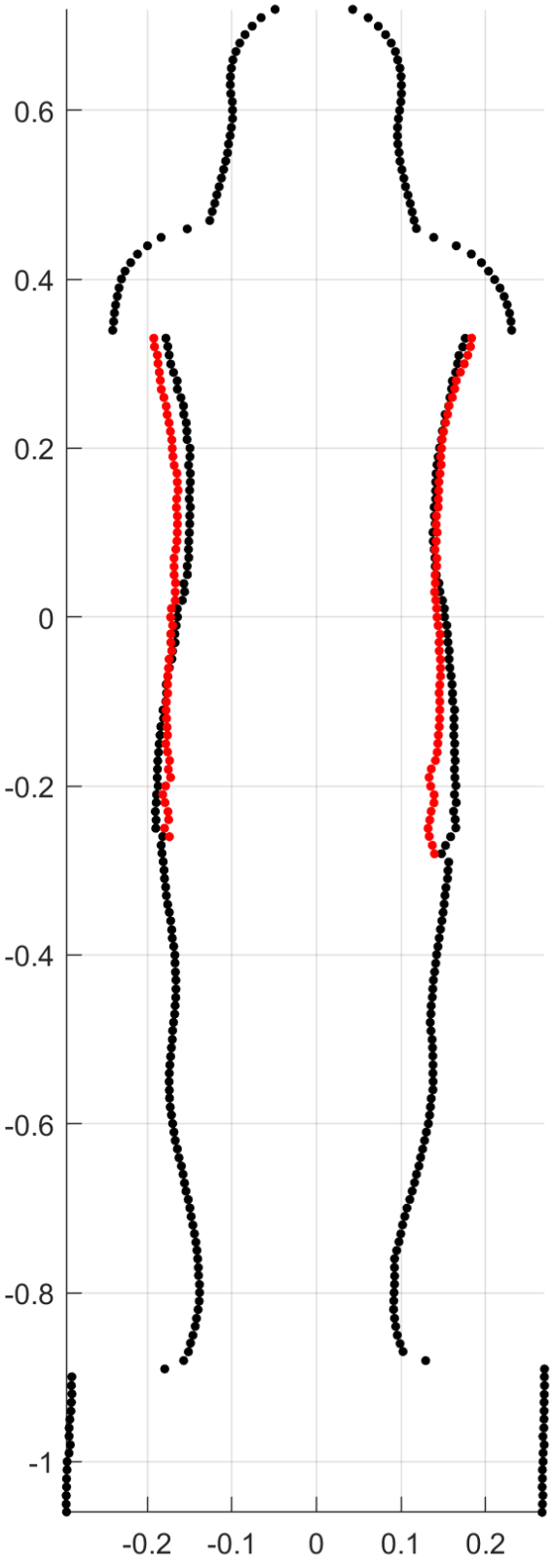
EK 388: Kouros 19 Yan Sınırların Arkadan Görünümü



EK 389: Kouros 19 Yan Sınır ve Transversal Kesitler



EK 390: Kouros 19 Yan Sınır Noktaları



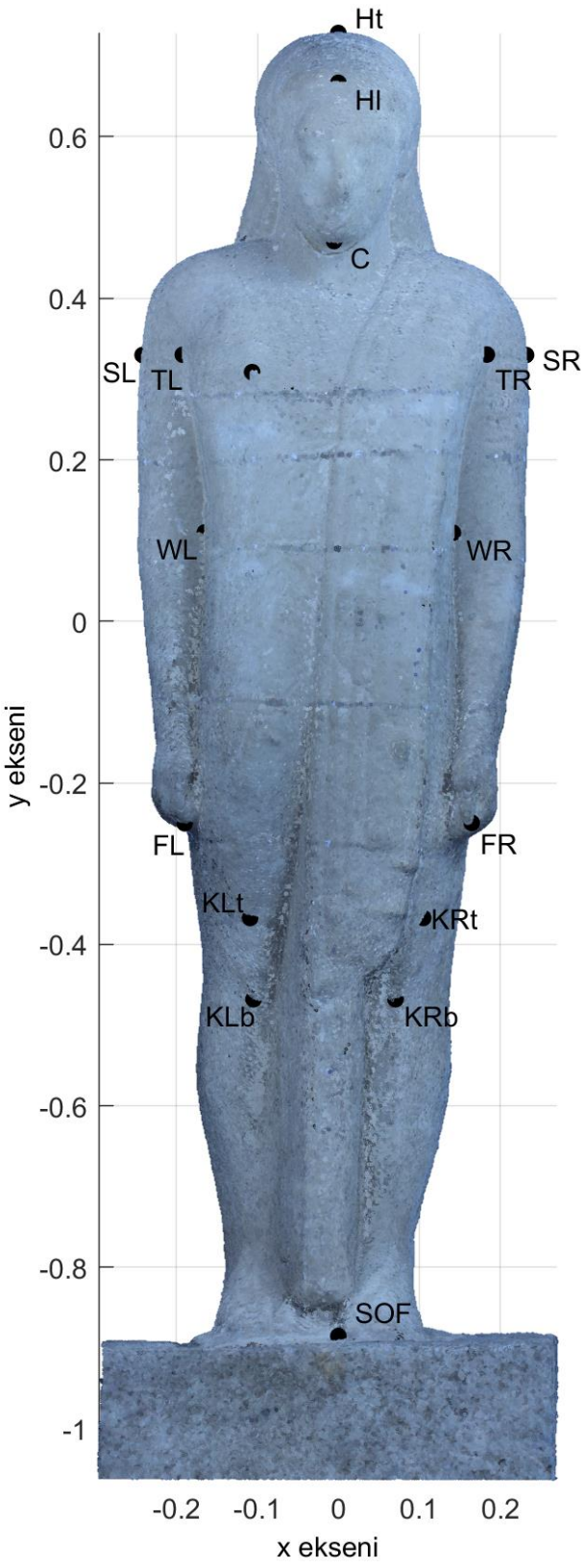
EK 391: Kouros 19 Referans Noktaların Koordinatları

Referans Nokta	Koordinat Bilgileri		
	x [m]	y [m]	z [m]
Ht	-0,000118	0,728480	-0,025432
Hl	0,000000	0,666800	0,076000
C	-0,005250	0,470800	0,045510
Sn	---	---	---
SL	-0,242020	0,329747	-0,049781
SR	0,232015	0,329725	-0,068288
TL	-0,192295	0,330152	0,005187
TR	0,183525	0,330286	0,006713
NL	-0,106627	0,308505	0,100600
NR	---	---	---
T0	---	---	---
WL	-0,165000	0,109953	-0,002800
WR	0,141589	0,109625	0,002676
N	---	---	---
T	---	---	---
FL	-0,189990	-0,250136	0,012855
FR	0,164887	-0,249645	0,025700
KLt	-0,109100	-0,367300	0,048000
KRt	0,104900	-0,367300	0,064000
KLb	-0,104900	-0,468000	0,019000
KRb	0,070680	-0,468000	0,037000
SOF	0,000000	-0,885000	0,121000

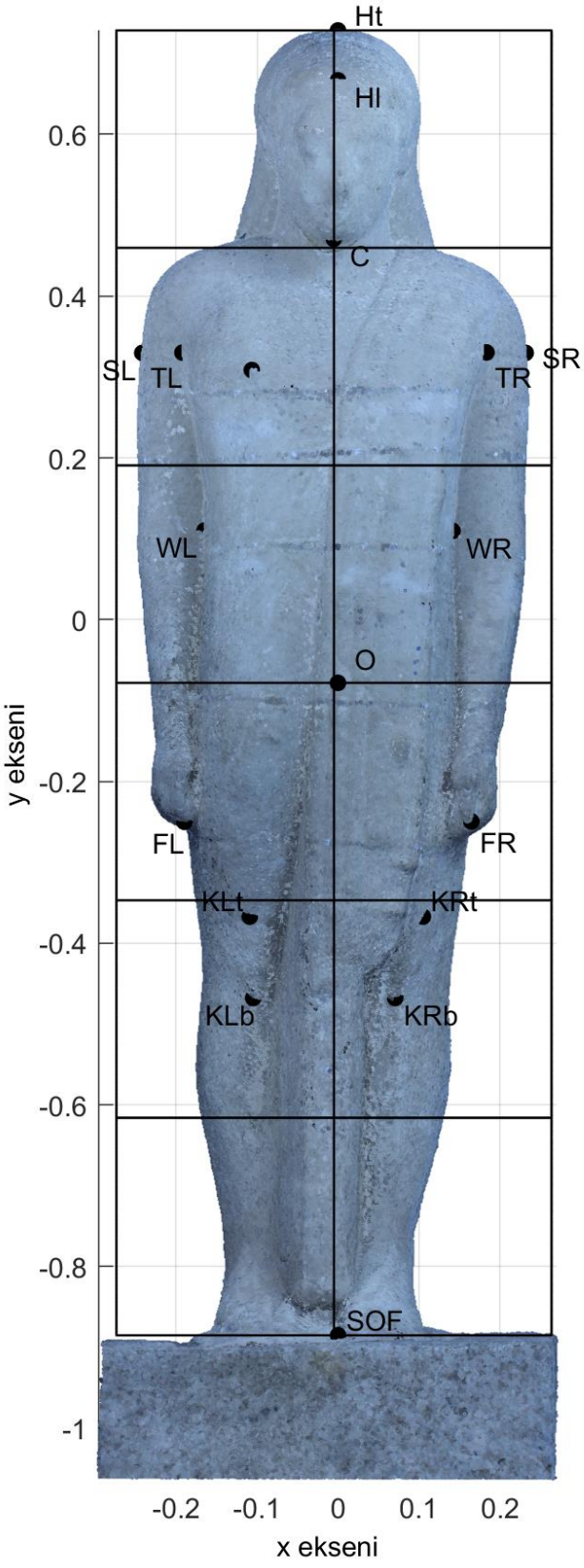
EK 392: Kouros 19 Teorik Uzunluğuna Oranlar

Ölçme Bilgileri			Uzaklık/Boy Uzunluğu ($\|P_2-P_1\|$ / $\|Ht-SOF\|$)
Başlangıç (P_1)	Bitiş (P_2)	Uzaklık [m] ($\|P_2-P_1\|$)	
C	Ht	0,257680	1/6
C	Hl	0,196000	1/8
Hl	Ht	0,061680	1/26
SL	SR	0,474035	2/7
TL	TR	0,375820	1/4
WL	WR	0,306589	1/5
FL	FR	0,354877	11/50
T	Ht	---	---
T	Hl	---	---
T	C	---	---
T	Sn	---	---
T	SL-SR	---	---
T	TL-TR	---	---
T	T0	---	---
T	NL-NR	---	---
T	WL-WR	---	---
T	N	---	---
T	FL-FR	---	---
T	KLt-KRt	---	---
T	KLb-KRb	---	---
T	SOF	---	---

EK 393: Kouros 19 Referans Noktaları

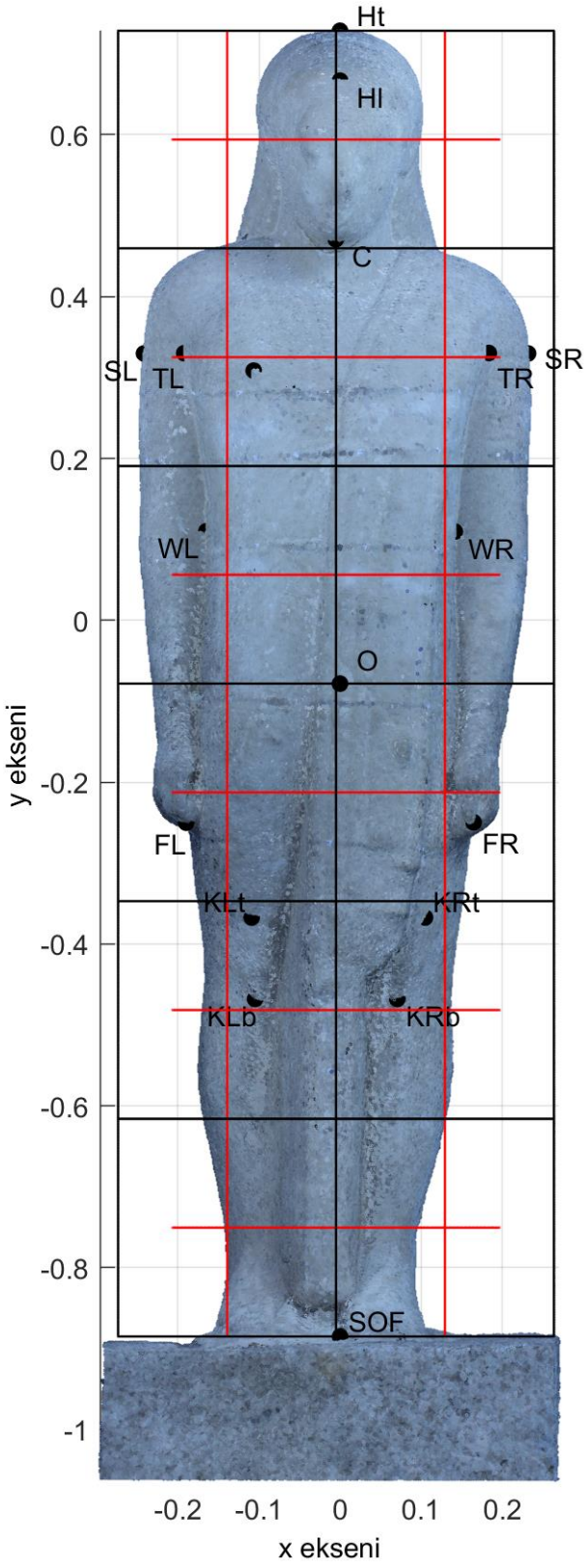


EK 394: Kouros 19 Boy Uzunluğu h/6 Parçalanması



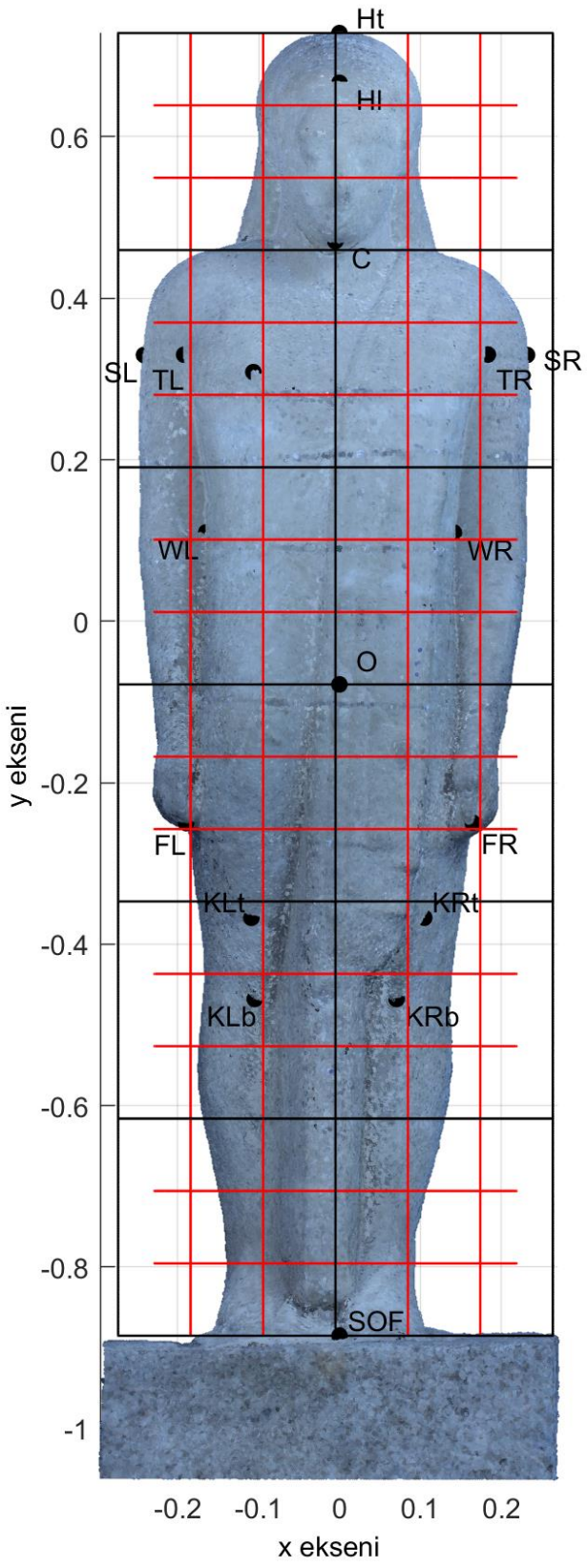
ek s.293

EK 395: Kouros 19 Boy Uzunluğu h/6/2 Parçalanması

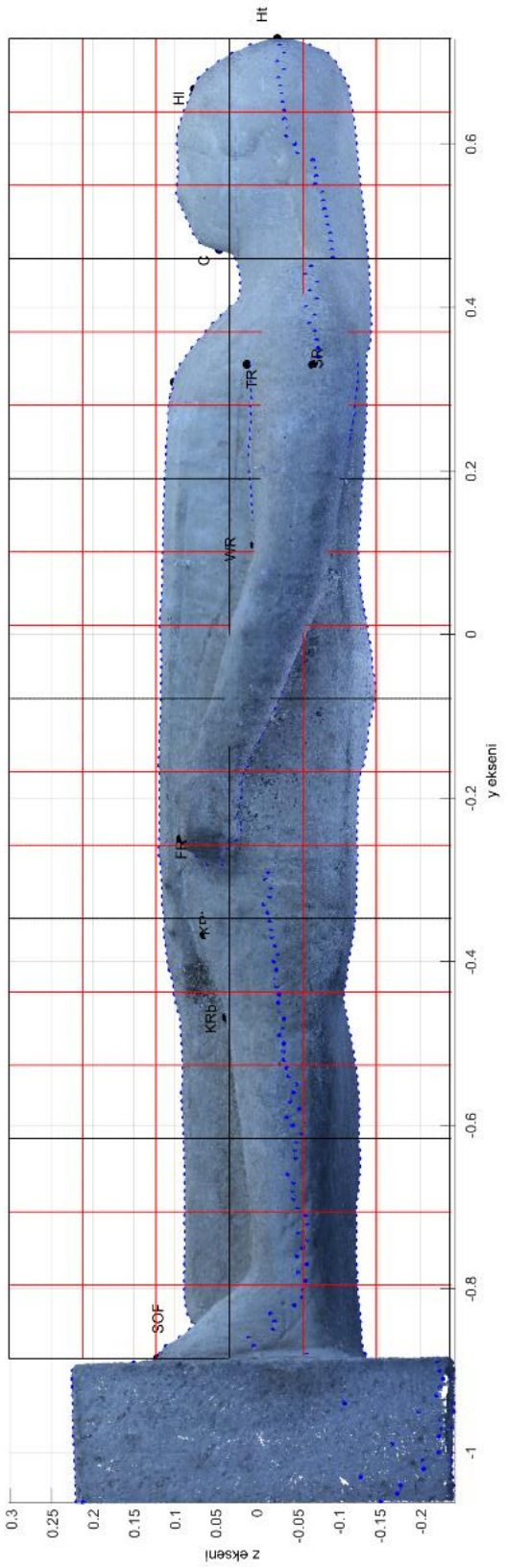


ek s.294

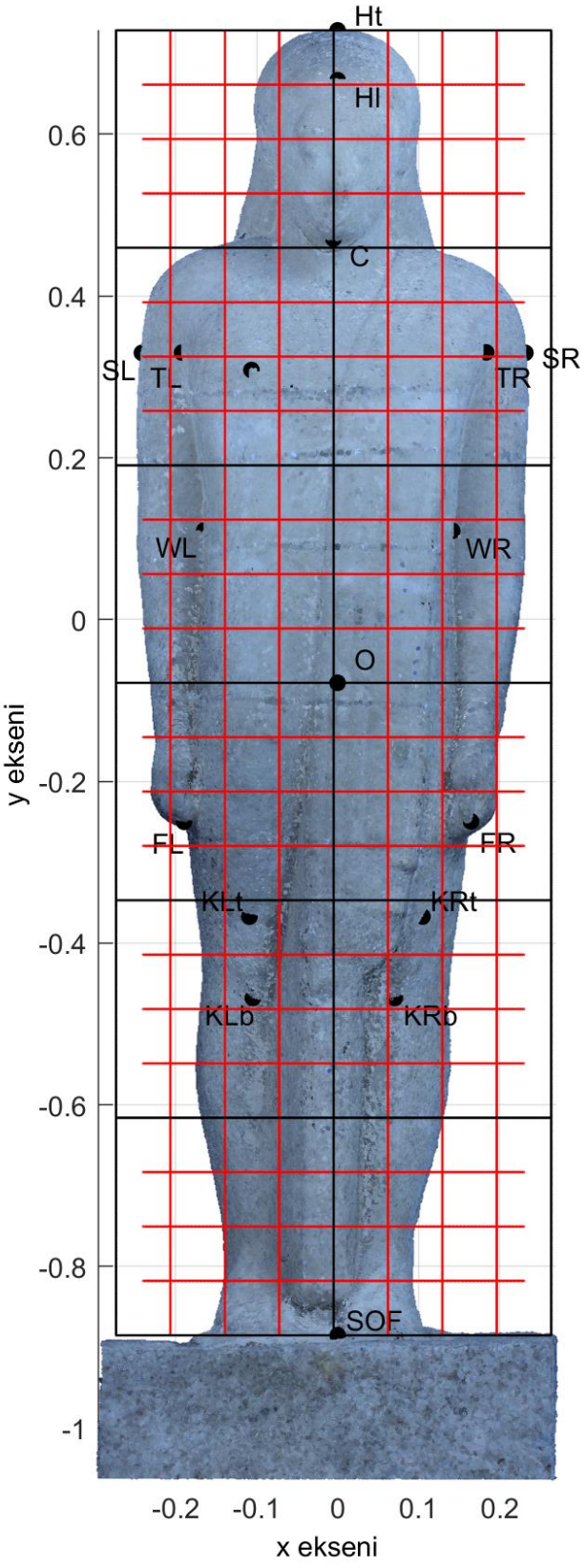
EK 396: Kouros 19 Boy Uzunluğu h/6/3 Parçalanması



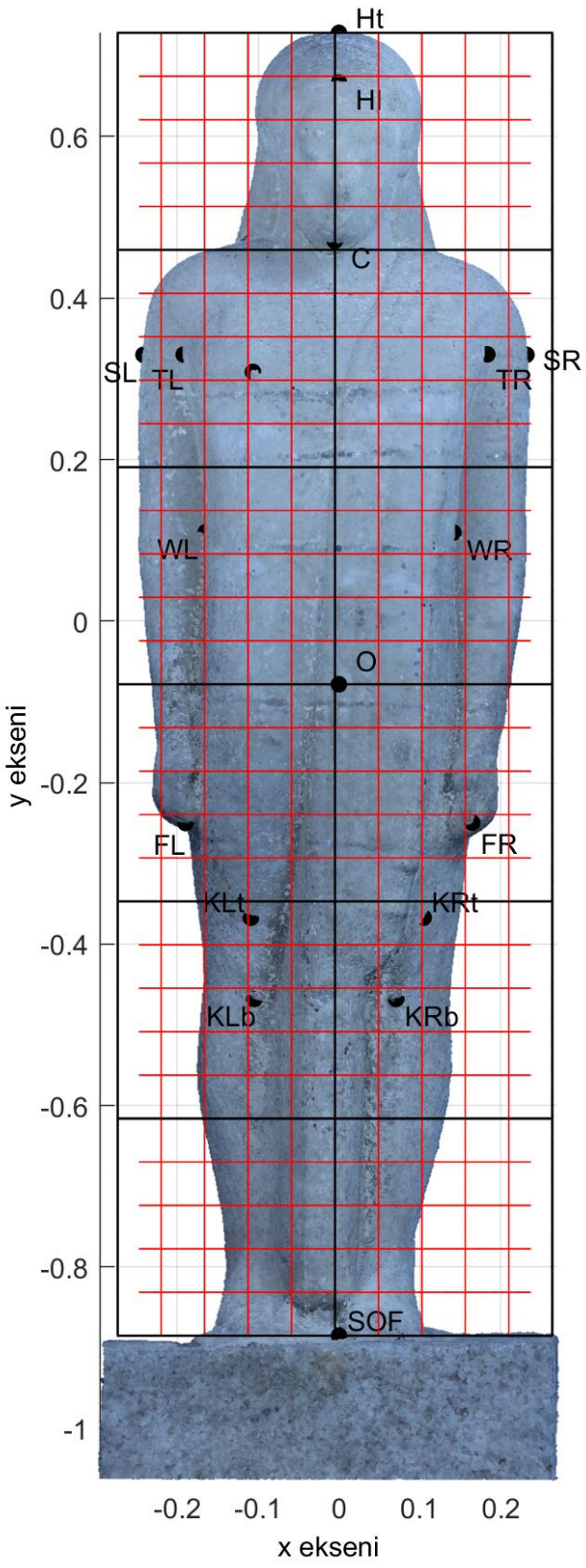
EK 397: Kouros 19 Boy Uzunluğu h/6/3 Profil Parçalanması



EK 398: Kouros 19 Boy Uzunluğu h/6/4 Parçalanması

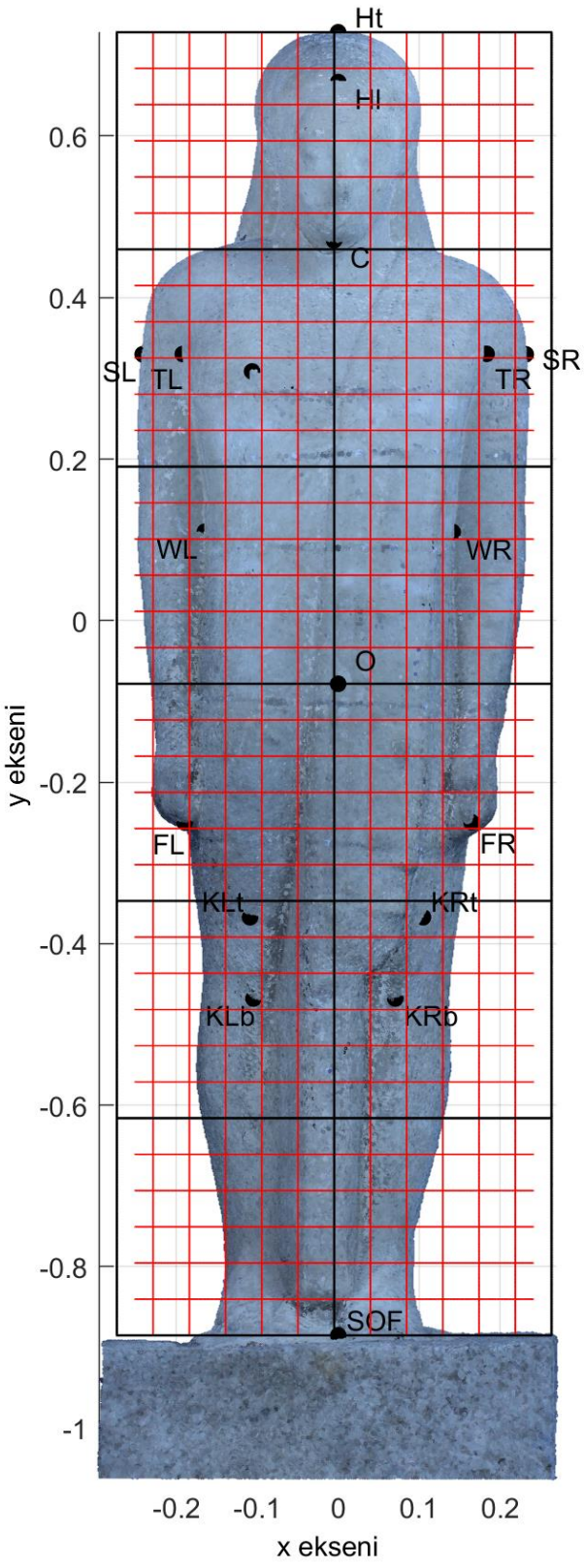


EK 399: Kouros 19 Boy Uzunluğu h/6/5 Parçalanması

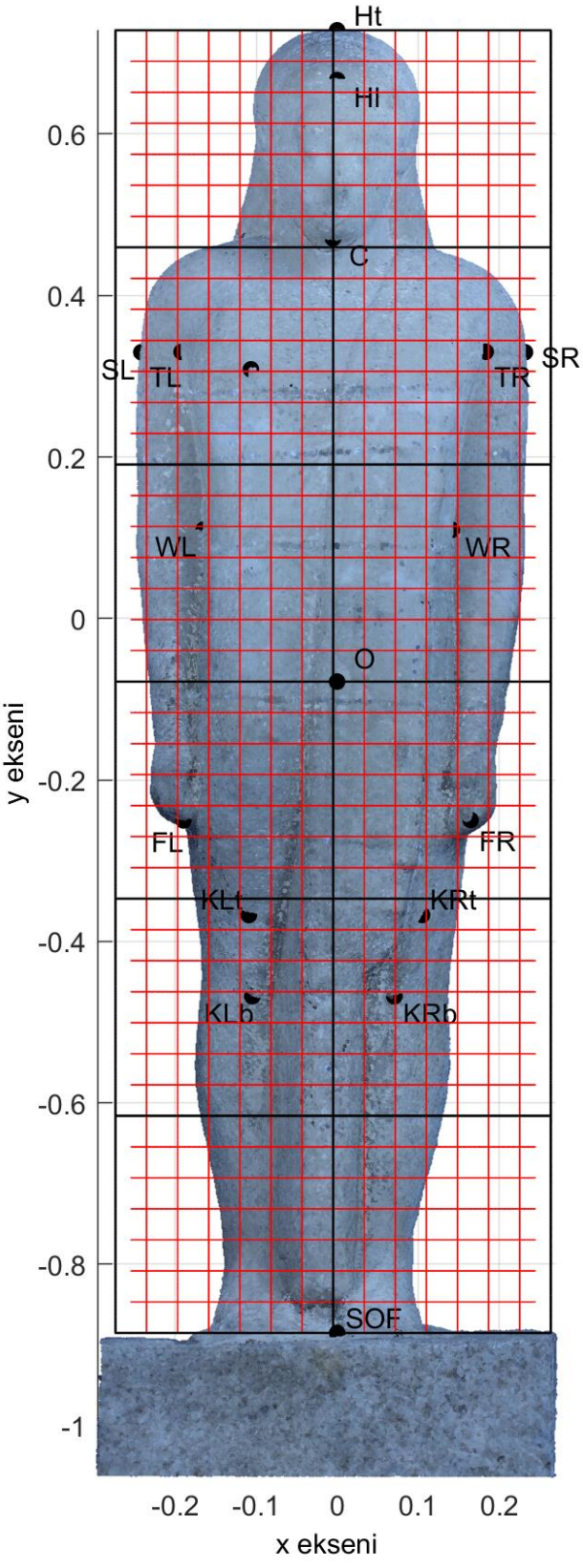


ek s.298

EK 400: Kouros 19 Boy Uzunluğu h/6/6 Parçalanması



EK 401: Kouros 19 Boy Uzunluğu h/6/7 Parçalanması



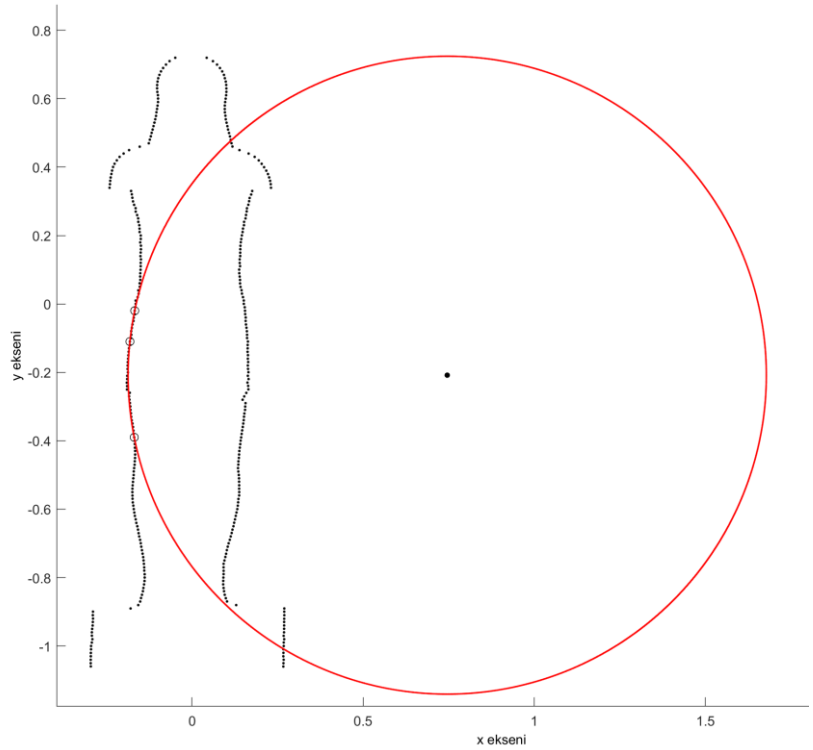
ek s.300

EK 402: Kouros 19 Sol Femur Sınırı ile Çember Uyumu

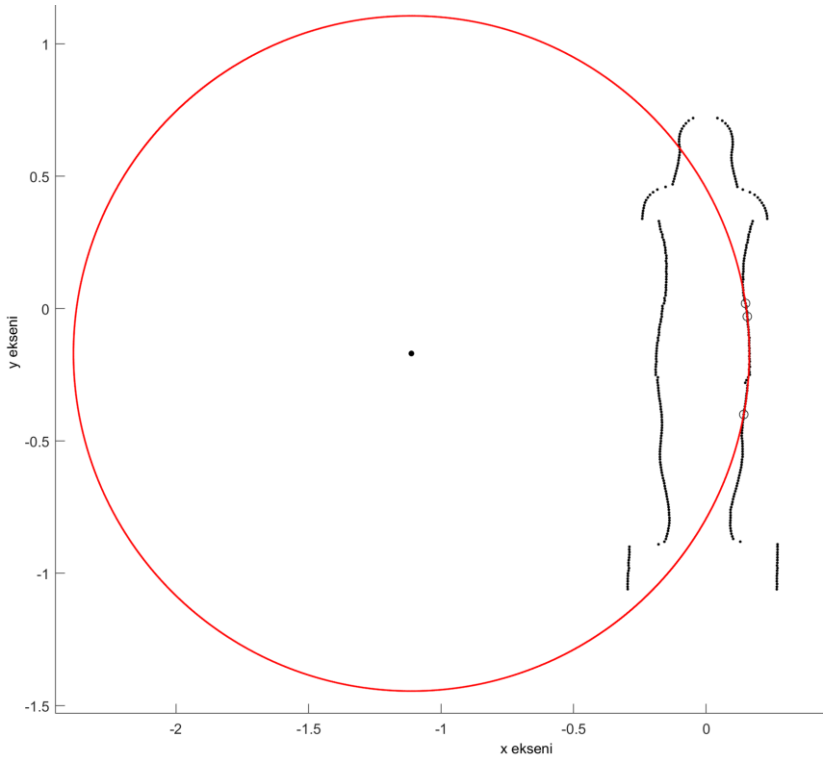
Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
65	-0,166723	-0,420339	0,936834	0,745800	-0,208300	0,932400	4,434437
66	-0,167163	-0,409613	0,934895	0,745800	-0,208300	0,932400	2,494841
67	-0,167373	-0,400133	0,933105	0,745800	-0,208300	0,932400	0,704939
68	-0,168714	-0,389923	0,932375	0,745800	-0,208300	0,932400	-0,025199
69	-0,170479	-0,380152	0,932255	0,745800	-0,208300	0,932400	-0,144501
70	-0,171103	-0,370196	0,931086	0,745800	-0,208300	0,932400	-1,313846
71	-0,172294	-0,359683	0,930491	0,745800	-0,208300	0,932400	-1,909051
72	-0,173970	-0,349604	0,930561	0,745800	-0,208300	0,932400	-1,839054
73	-0,175921	-0,340220	0,931114	0,745800	-0,208300	0,932400	-1,286426
74	-0,177448	-0,329835	0,931213	0,745800	-0,208300	0,932400	-1,187014
75	-0,178275	-0,319654	0,930760	0,745800	-0,208300	0,932400	-1,639924
76	-0,179612	-0,309644	0,930945	0,745800	-0,208300	0,932400	-1,455331
77	-0,180214	-0,299753	0,930519	0,745800	-0,208300	0,932400	-1,881016
78	-0,181211	-0,289630	0,930572	0,745800	-0,208300	0,932400	-1,828153
79	-0,182595	-0,279672	0,931134	0,745800	-0,208300	0,932400	-1,265617
80	-0,183604	-0,270079	0,931455	0,745800	-0,208300	0,932400	-0,944988
81	-0,181755	-0,259778	0,928982	0,745800	-0,208300	0,932400	-3,417620
82	-0,189990	-0,250136	0,936725	0,745800	-0,208300	0,932400	4,324706
83	-0,189554	-0,240314	0,935902	0,745800	-0,208300	0,932400	3,501705
84	-0,190514	-0,230295	0,936572	0,745800	-0,208300	0,932400	4,172307
85	-0,189408	-0,219649	0,935277	0,745800	-0,208300	0,932400	2,876859
86	-0,189058	-0,210143	0,934860	0,745800	-0,208300	0,932400	2,459817
87	-0,187137	-0,200033	0,932974	0,745800	-0,208300	0,932400	0,573627
88	-0,188303	-0,190158	0,934279	0,745800	-0,208300	0,932400	1,879159
89	-0,187947	-0,180100	0,934173	0,745800	-0,208300	0,932400	1,772736
90	-0,187597	-0,170218	0,934174	0,745800	-0,208300	0,932400	1,773538
91	-0,186677	-0,160148	0,933719	0,745800	-0,208300	0,932400	1,319428
92	-0,185918	-0,150159	0,933530	0,745800	-0,208300	0,932400	1,130293
93	-0,184971	-0,139789	0,933289	0,745800	-0,208300	0,932400	0,889029
94	-0,184024	-0,129610	0,933148	0,745800	-0,208300	0,932400	0,747784
95	-0,180789	-0,120022	0,930785	0,745800	-0,208300	0,932400	-1,615288
96	-0,181366	-0,110014	0,932361	0,745800	-0,208300	0,932400	-0,039056
97	-0,178131	-0,100047	0,930251	0,745800	-0,208300	0,932400	-2,148849
98	-0,177190	-0,090039	0,930535	0,745800	-0,208300	0,932400	-1,864560
99	-0,177576	-0,079658	0,932294	0,745800	-0,208300	0,932400	-0,106054
100	-0,175683	-0,070221	0,931771	0,745800	-0,208300	0,932400	-0,629251
101	-0,173973	-0,060050	0,931644	0,745800	-0,208300	0,932400	-0,756058
102	-0,170931	-0,049697	0,930350	0,745800	-0,208300	0,932400	-2,050260
103	-0,170182	-0,040248	0,931270	0,745800	-0,208300	0,932400	-1,129632
104	-0,167132	-0,030296	0,930124	0,745800	-0,208300	0,932400	-2,276212
105	-0,167327	-0,019918	0,932357	0,745800	-0,208300	0,932400	-0,043472
106	-0,165829	-0,009872	0,932974	0,745800	-0,208300	0,932400	0,574332
107	-0,164317	0,000133	0,933679	0,745800	-0,208300	0,932400	1,279425
108	-0,164517	0,009774	0,936073	0,745800	-0,208300	0,932400	3,673346
109	-0,158630	0,019754	0,932739	0,745800	-0,208300	0,932400	0,339112
110	-0,155804	0,029993	0,932563	0,745800	-0,208300	0,932400	0,162774

Hata Değerleri			
Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]
-3,4126	4,43	±1,6061	±1,9740

EK 403: Kouros 19 Sol Femur Sınırına Uyan Çember



EK 404: Kouros 19 Sağ Femur Sınırına Uyan Çember

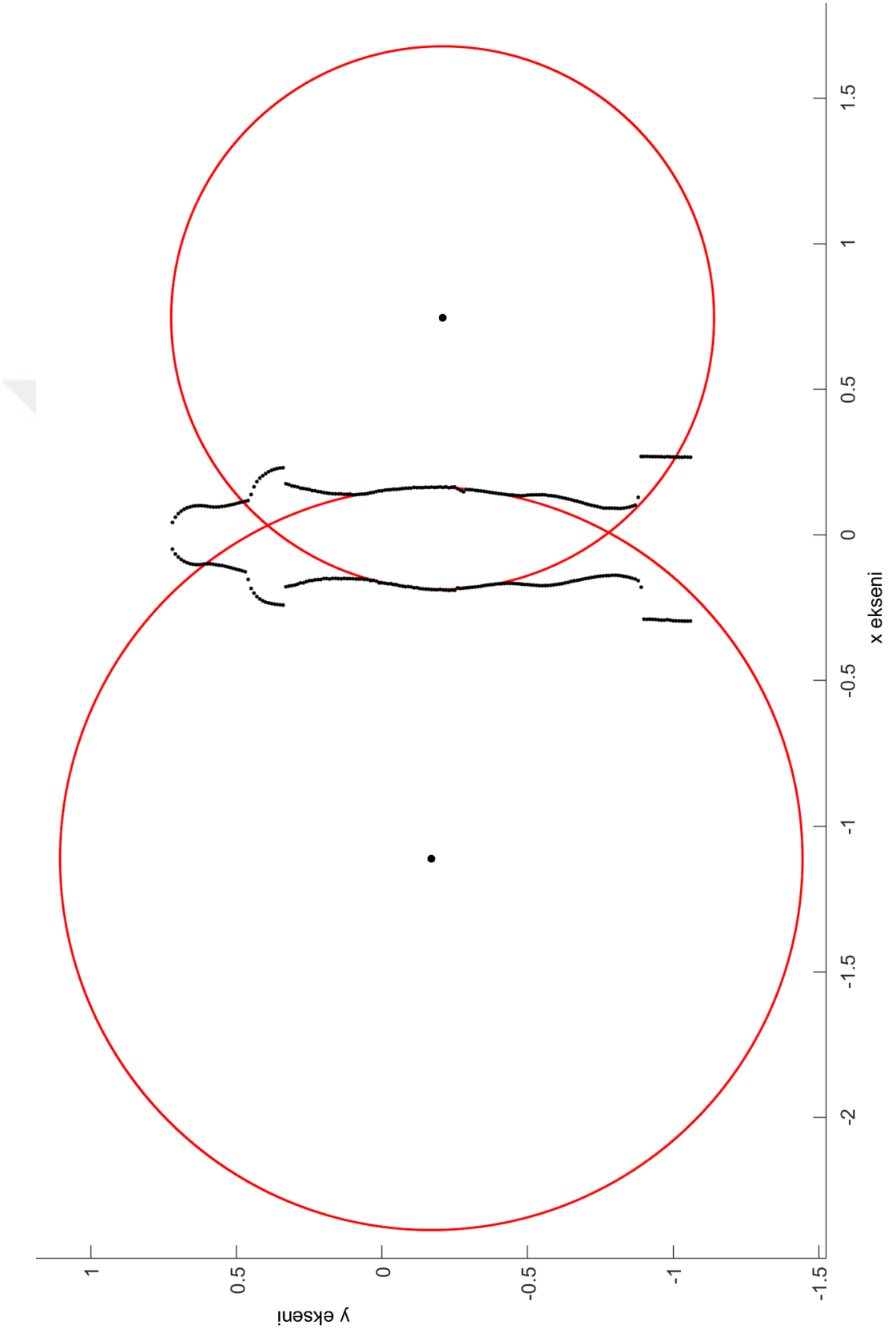


EK 405: Kouros 19 Sağ Femur Sınırı ile Çember Uyumu

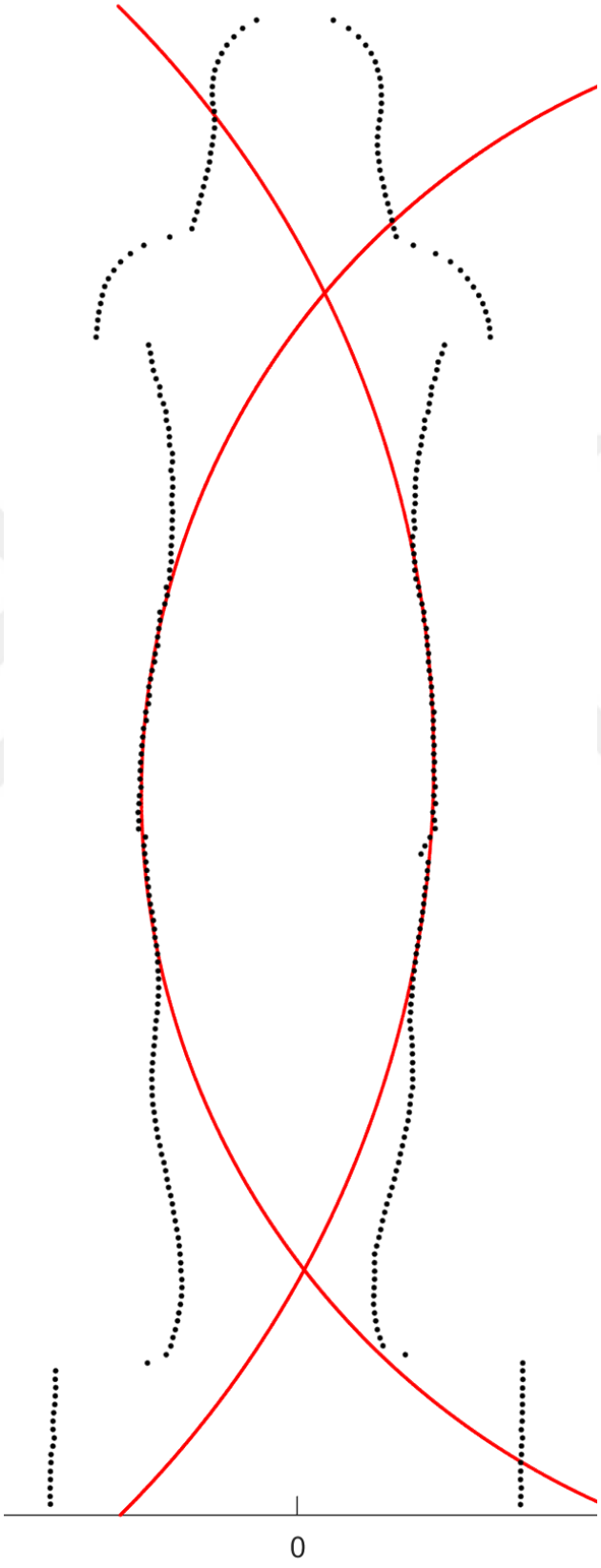
Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
63	-0,166071	-0,440359	1,278640	-1,112000	-1,169400	1,275200	3,440340
64	-0,166123	-0,429847	1,277202	-1,112000	-1,169400	1,275200	2,001885
65	-0,166723	-0,420339	1,276670	-1,112000	-1,169400	1,275200	1,469597
66	-0,167163	-0,409613	1,275987	-1,112000	-1,169400	1,275200	0,786503
67	-0,167373	-0,400133	1,275195	-1,112000	-1,169400	1,275200	-0,005205
68	-0,168714	-0,389923	1,275001	-1,112000	-1,169400	1,275200	-0,198997
69	-0,170479	-0,380152	1,274738	-1,112000	-1,169400	1,275200	-0,462137
70	-0,171103	-0,370196	1,274523	-1,112000	-1,169400	1,275200	-0,677135
71	-0,172294	-0,359683	1,274636	-1,112000	-1,169400	1,275200	-0,563966
72	-0,173970	-0,349604	1,274664	-1,112000	-1,169400	1,275200	-0,535515
73	-0,175921	-0,340220	1,274576	-1,112000	-1,169400	1,275200	-0,624258
74	-0,177448	-0,329835	1,274143	-1,112000	-1,169400	1,275200	-1,056825
75	-0,178275	-0,319654	1,274153	-1,112000	-1,169400	1,275200	-1,046973
76	-0,179612	-0,309644	1,274813	-1,112000	-1,169400	1,275200	-0,386872
77	-0,180214	-0,299753	1,274292	-1,112000	-1,169400	1,275200	-0,907502
78	-0,181211	-0,289630	1,274243	-1,112000	-1,169400	1,275200	-0,956876
79	-0,182595	-0,279672	1,264829	-1,112000	-1,169400	1,275200	-10,371163
80	-0,183604	-0,270079	1,268686	-1,112000	-1,169400	1,275200	-6,514379
81	-0,181755	-0,259778	1,274009	-1,112000	-1,169400	1,275200	-1,190530
82	-0,189990	-0,250136	1,279406	-1,112000	-1,169400	1,275200	4,205984
83	-0,189554	-0,240314	1,278071	-1,112000	-1,169400	1,275200	2,871221
84	-0,190514	-0,230295	1,275653	-1,112000	-1,169400	1,275200	0,453454
85	-0,189408	-0,219649	1,278368	-1,112000	-1,169400	1,275200	3,168111
86	-0,189058	-0,210143	1,275943	-1,112000	-1,169400	1,275200	0,742917
87	-0,187137	-0,200033	1,277349	-1,112000	-1,169400	1,275200	2,149404
88	-0,188303	-0,190158	1,275994	-1,112000	-1,169400	1,275200	0,793958
89	-0,187947	-0,180100	1,275282	-1,112000	-1,169400	1,275200	0,082032
90	-0,187597	-0,170218	1,276173	-1,112000	-1,169400	1,275200	0,973100
91	-0,186677	-0,160148	1,275276	-1,112000	-1,169400	1,275200	0,076453
92	-0,185918	-0,150159	1,275771	-1,112000	-1,169400	1,275200	0,570707
93	-0,184971	-0,139789	1,274825	-1,112000	-1,169400	1,275200	-0,375174
94	-0,184024	-0,129610	1,275304	-1,112000	-1,169400	1,275200	0,104390
95	-0,180789	-0,120022	1,275648	-1,112000	-1,169400	1,275200	0,448314
96	-0,181366	-0,110014	1,276845	-1,112000	-1,169400	1,275200	1,645494
97	-0,178131	-0,100047	1,274934	-1,112000	-1,169400	1,275200	-0,265755
98	-0,177190	-0,090039	1,275474	-1,112000	-1,169400	1,275200	0,273574
99	-0,177576	-0,079658	1,275589	-1,112000	-1,169400	1,275200	0,388709
100	-0,175683	-0,070221	1,275213	-1,112000	-1,169400	1,275200	0,013181
101	-0,173973	-0,060050	1,274489	-1,112000	-1,169400	1,275200	-0,711282
102	-0,170931	-0,049697	1,274481	-1,112000	-1,169400	1,275200	-0,719023
103	-0,170182	-0,040248	1,275640	-1,112000	-1,169400	1,275200	0,439734
104	-0,167132	-0,030296	1,275188	-1,112000	-1,169400	1,275200	-0,012372
105	-0,167327	-0,019918	1,275727	-1,112000	-1,169400	1,275200	0,527075
106	-0,165829	-0,009872	1,276208	-1,112000	-1,169400	1,275200	1,008213
107	-0,164317	0,000133	1,274867	-1,112000	-1,169400	1,275200	-0,333423
108	-0,164517	0,009774	1,276021	-1,112000	-1,169400	1,275200	0,821484
109	-0,158630	0,019754	1,275187	-1,112000	-1,169400	1,275200	-0,013399
110	-0,155804	0,029993	1,273764	-1,112000	-1,169400	1,275200	-1,435862
111	-0,156777	0,039672	1,274237	-1,112000	-1,169400	1,275200	-0,962848
112	-0,152615	0,050267	1,272867	-1,112000	-1,169400	1,275200	-2,333265

Hata Değerleri			
Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]
-10,3712	4,21	±1,2423	±2,1642

EK 406: Kouros 19 Femur Sınırlarına Uyan Asimetrik Çemberler



EK 407: Kouros 19 ve Asimetrik Çember Ara Kesiti

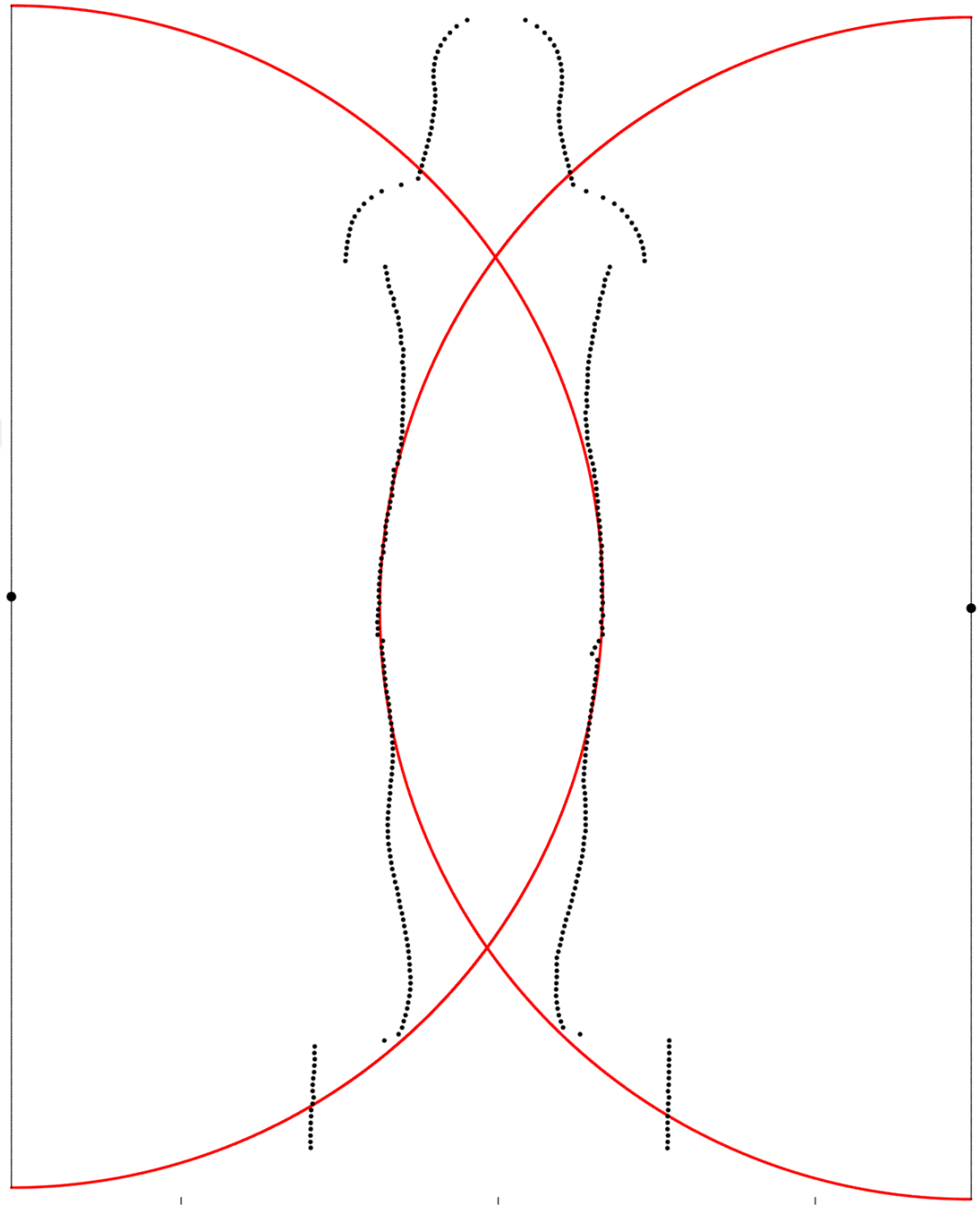


EK 408: Kouros 19 Sağ Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
63	-0,166071	-0,440359	0,939096	-0,767513	-0,190000	0,932400	6,696484
64	-0,166123	-0,429847	0,937099	-0,767513	-0,190000	0,932400	4,699360
65	-0,166723	-0,420339	0,936047	-0,767513	-0,190000	0,932400	3,646802
66	-0,167163	-0,409613	0,934858	-0,767513	-0,190000	0,932400	2,457697
67	-0,167373	-0,400133	0,933596	-0,767513	-0,190000	0,932400	1,196382
68	-0,168714	-0,389923	0,932980	-0,767513	-0,190000	0,932400	0,579961
69	-0,170479	-0,380152	0,932301	-0,767513	-0,190000	0,932400	-0,099438
70	-0,171103	-0,370196	0,931692	-0,767513	-0,190000	0,932400	-0,707935
71	-0,172294	-0,359683	0,931450	-0,767513	-0,190000	0,932400	-0,950358
72	-0,173970	-0,349604	0,931159	-0,767513	-0,190000	0,932400	-1,241015
73	-0,175921	-0,340220	0,930780	-0,767513	-0,190000	0,932400	-1,619655
74	-0,177448	-0,329835	0,930082	-0,767513	-0,190000	0,932400	-2,317607
75	-0,178275	-0,319654	0,929873	-0,767513	-0,190000	0,932400	-2,526904
76	-0,179612	-0,309644	0,930315	-0,767513	-0,190000	0,932400	-2,085104
77	-0,180214	-0,299753	0,929628	-0,767513	-0,190000	0,932400	-2,772421
78	-0,181211	-0,289630	0,929433	-0,767513	-0,190000	0,932400	-2,967486
79	-0,182595	-0,279672	0,919911	-0,767513	-0,190000	0,932400	-12,488520
80	-0,183604	-0,270079	0,923677	-0,767513	-0,190000	0,932400	-8,722658
81	-0,181755	-0,259778	0,928939	-0,767513	-0,190000	0,932400	-3,461491
82	-0,189990	-0,250136	0,934306	-0,767513	-0,190000	0,932400	1,905778
83	-0,189554	-0,240314	0,932974	-0,767513	-0,190000	0,932400	0,574072
84	-0,190514	-0,230295	0,930586	-0,767513	-0,190000	0,932400	-1,813714
85	-0,189408	-0,219649	0,933364	-0,767513	-0,190000	0,932400	0,964157
86	-0,189058	-0,210143	0,931024	-0,767513	-0,190000	0,932400	-1,375932
87	-0,187137	-0,200033	0,932554	-0,767513	-0,190000	0,932400	0,154003
88	-0,188303	-0,190158	0,931341	-0,767513	-0,190000	0,932400	-1,059000
89	-0,187947	-0,180100	0,930802	-0,767513	-0,190000	0,932400	-1,597531
90	-0,187597	-0,170218	0,931903	-0,767513	-0,190000	0,932400	-0,497295
91	-0,186677	-0,160148	0,931234	-0,767513	-0,190000	0,932400	-1,165884
92	-0,185918	-0,150159	0,932001	-0,767513	-0,190000	0,932400	-0,399234
93	-0,184971	-0,139789	0,931342	-0,767513	-0,190000	0,932400	-1,058419
94	-0,184024	-0,129610	0,932146	-0,767513	-0,190000	0,932400	-0,254413
95	-0,180789	-0,120022	0,932831	-0,767513	-0,190000	0,932400	0,431202
96	-0,181366	-0,110014	0,934410	-0,767513	-0,190000	0,932400	2,009595
97	-0,178131	-0,100047	0,932922	-0,767513	-0,190000	0,932400	0,522292
98	-0,177190	-0,090039	0,933873	-0,767513	-0,190000	0,932400	1,472677
99	-0,177576	-0,079658	0,934469	-0,767513	-0,190000	0,932400	2,069470
100	-0,175683	-0,070221	0,934598	-0,767513	-0,190000	0,932400	2,198050
101	-0,173973	-0,060050	0,934381	-0,767513	-0,190000	0,932400	1,980677
102	-0,170931	-0,049697	0,934944	-0,767513	-0,190000	0,932400	2,544381
103	-0,170182	-0,040248	0,936677	-0,767513	-0,190000	0,932400	4,276932
104	-0,167132	-0,030296	0,936837	-0,767513	-0,190000	0,932400	4,437004
105	-0,167327	-0,019918	0,937999	-0,767513	-0,190000	0,932400	5,598792
106	-0,165829	-0,009872	0,939153	-0,767513	-0,190000	0,932400	6,753011
107	-0,164317	0,000133	0,938521	-0,767513	-0,190000	0,932400	6,120755
108	-0,164517	0,009774	0,940371	-0,767513	-0,190000	0,932400	7,971079
109	-0,158630	0,019754	0,940285	-0,767513	-0,190000	0,932400	7,884701
110	-0,155804	0,029993	0,939697	-0,767513	-0,190000	0,932400	7,296540
111	-0,156777	0,039672	0,940978	-0,767513	-0,190000	0,932400	8,578156
112	-0,152615	0,050267	0,940439	-0,767513	-0,190000	0,932400	8,039335

Hata Değerleri			
Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]
-12,4885	8,58	±3,0848	±4,2016

EK 409: Kouros 19 Femur Sınırları ve Simetrik Çemberler Ara Kesiti

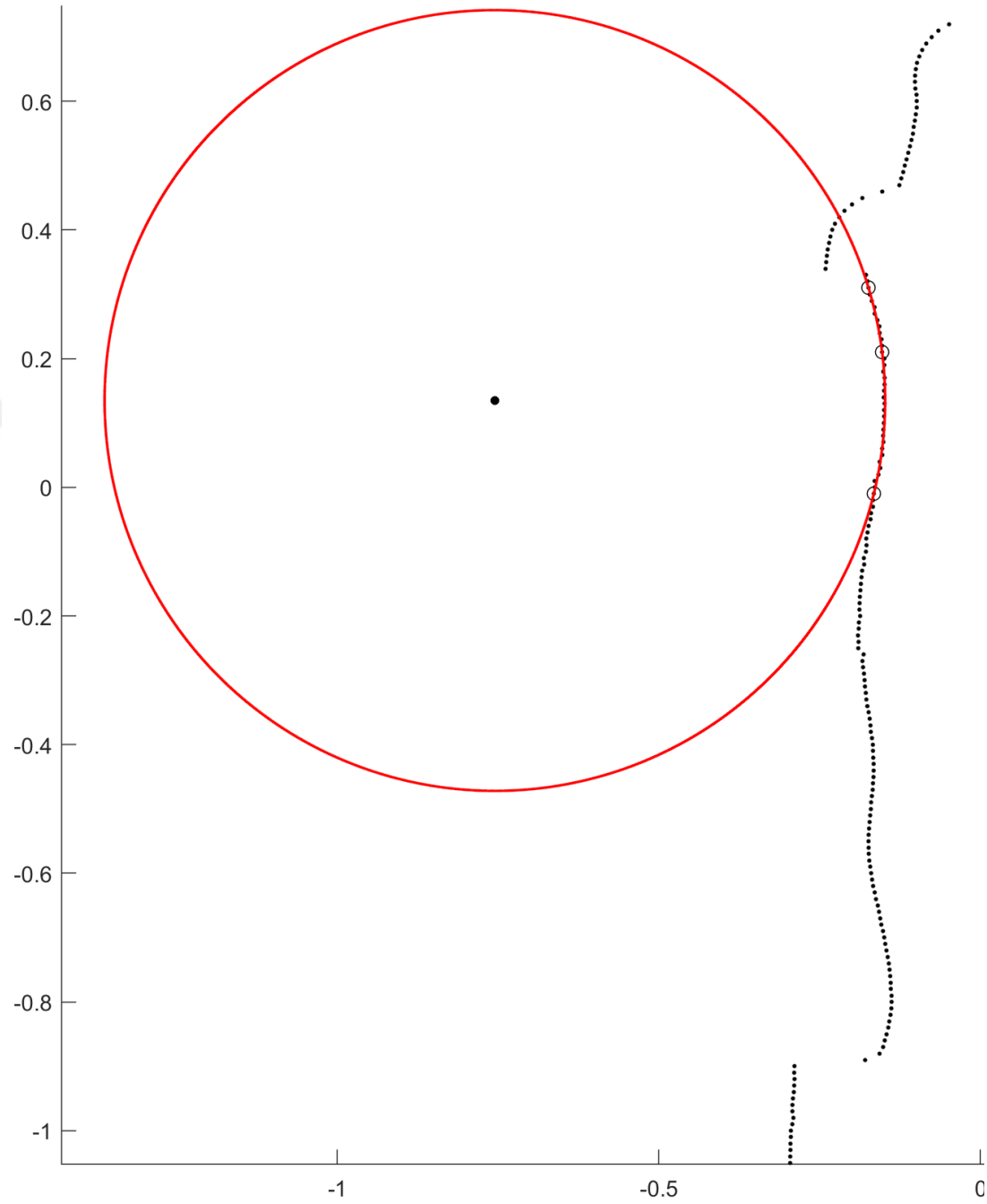


EK 410: Kouros 19 Sol Thorax Sınırı ile Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
105	-0,167327	-0,019918	0,607820	-0,755100	0,134900	0,606800	1,020461
106	-0,165829	-0,009872	0,606794	-0,755100	0,134900	0,606800	-0,005765
107	-0,164317	0,000133	0,605959	-0,755100	0,134900	0,606800	-0,840680
108	-0,164517	0,009774	0,603693	-0,755100	0,134900	0,606800	-3,107366
109	-0,158630	0,019754	0,607483	-0,755100	0,134900	0,606800	0,682561
110	-0,155804	0,029993	0,608409	-0,755100	0,134900	0,606800	1,608723
111	-0,156777	0,039672	0,605854	-0,755100	0,134900	0,606800	-0,946235
112	-0,152615	0,050267	0,608400	-0,755100	0,134900	0,606800	1,600296
113	-0,152828	0,060320	0,606872	-0,755100	0,134900	0,606800	0,072094
114	-0,150947	0,070356	0,607591	-0,755100	0,134900	0,606800	0,790961
115	-0,151343	0,080200	0,606230	-0,755100	0,134900	0,606800	-0,570171
116	-0,150964	0,089623	0,605830	-0,755100	0,134900	0,606800	-0,969732
117	-0,150225	0,099857	0,605889	-0,755100	0,134900	0,606800	-0,910755
118	-0,149853	0,110243	0,605749	-0,755100	0,134900	0,606800	-1,050961
119	-0,149866	0,120077	0,605415	-0,755100	0,134900	0,606800	-1,384510
120	-0,149113	0,130271	0,606005	-0,755100	0,134900	0,606800	-0,795320
121	-0,150464	0,139755	0,604655	-0,755100	0,134900	0,606800	-2,144508
122	-0,149904	0,150146	0,605388	-0,755100	0,134900	0,606800	-1,411993
123	-0,149155	0,159785	0,606456	-0,755100	0,134900	0,606800	-0,344226
124	-0,149163	0,170170	0,606963	-0,755100	0,134900	0,606800	0,162619
125	-0,151267	0,179824	0,605502	-0,755100	0,134900	0,606800	-1,298177
126	-0,149566	0,190024	0,608038	-0,755100	0,134900	0,606800	1,237894
127	-0,149566	0,200008	0,609024	-0,755100	0,134900	0,606800	2,224201
128	-0,153002	0,210235	0,606793	-0,755100	0,134900	0,606800	-0,007314
129	-0,153207	0,220076	0,607890	-0,755100	0,134900	0,606800	1,089903
130	-0,153980	0,230102	0,608612	-0,755100	0,134900	0,606800	1,812089
131	-0,156837	0,239926	0,607412	-0,755100	0,134900	0,606800	0,611786
132	-0,157230	0,250139	0,608875	-0,755100	0,134900	0,606800	2,074834
133	-0,160281	0,259787	0,607788	-0,755100	0,134900	0,606800	0,988126
134	-0,164473	0,269815	0,605840	-0,755100	0,134900	0,606800	-0,959831
135	-0,164674	0,279835	0,607955	-0,755100	0,134900	0,606800	1,154781
136	-0,169054	0,289670	0,606138	-0,755100	0,134900	0,606800	-0,661677
137	-0,172294	0,299689	0,605655	-0,755100	0,134900	0,606800	-1,144778
138	-0,174211	0,310296	0,606791	-0,755100	0,134900	0,606800	-0,008613

Hata Değerleri			
Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]
-3,1074	2,22	±1,0498	±1,2524

EK 411: Kouros 19 Sol Thorax Sınırına Uyan Çember



EK 412: Kouros 19 Sağ Thorax Sınırı ile Çember Uyumu

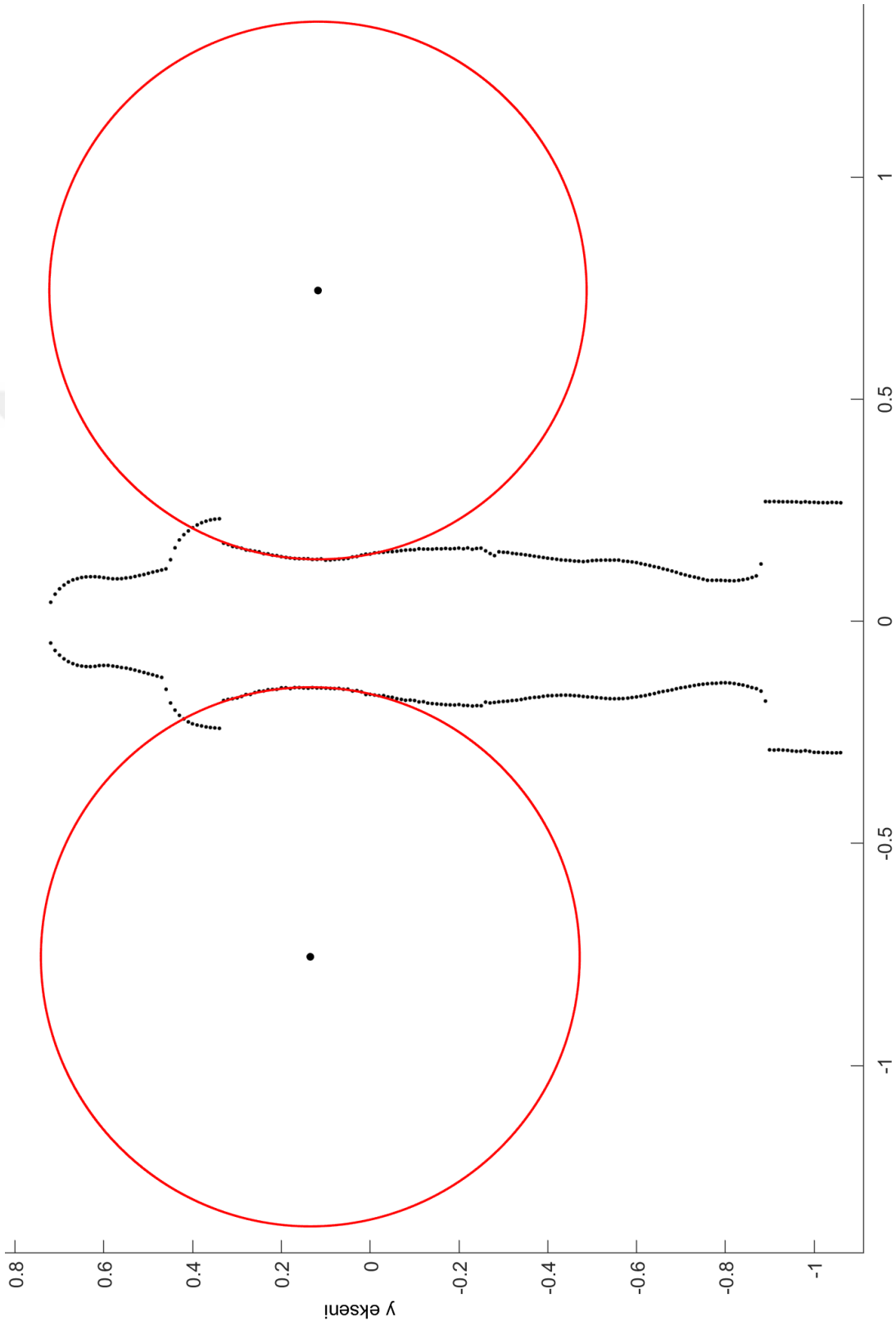
Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
107	0,151539	0,000170	0,604771	0,744800	0,117600	0,605100	-0,328623
108	0,151354	0,009953	0,603130	0,744800	0,117600	0,605100	-1,969805
109	0,149083	0,019731	0,603703	0,744800	0,117600	0,605100	-1,397188
110	0,146045	0,030094	0,605116	0,744800	0,117600	0,605100	0,015568
111	0,144895	0,040112	0,604889	0,744800	0,117600	0,605100	-0,211251
112	0,141872	0,049677	0,606742	0,744800	0,117600	0,605100	1,641878
113	0,140534	0,060066	0,606999	0,744800	0,117600	0,605100	1,898814
114	0,140320	0,070122	0,606342	0,744800	0,117600	0,605100	1,241678
115	0,139367	0,079929	0,606604	0,744800	0,117600	0,605100	1,503842
116	0,138220	0,089750	0,607219	0,744800	0,117600	0,605100	2,119004
117	0,137830	0,100331	0,607216	0,744800	0,117600	0,605100	2,115612
118	0,140465	0,110383	0,604378	0,744800	0,117600	0,605100	-0,721909
119	0,139510	0,119632	0,605293	0,744800	0,117600	0,605100	0,193411
120	0,139310	0,130213	0,605621	0,744800	0,117600	0,605100	0,521357
121	0,141005	0,140052	0,604212	0,744800	0,117600	0,605100	-0,887708
122	0,140992	0,149696	0,604660	0,744800	0,117600	0,605100	-0,439555
123	0,141170	0,159907	0,605111	0,744800	0,117600	0,605100	0,010783
124	0,141547	0,169899	0,605516	0,744800	0,117600	0,605100	0,415786
125	0,142669	0,180312	0,605388	0,744800	0,117600	0,605100	0,287922
126	0,143993	0,189749	0,605124	0,744800	0,117600	0,605100	0,023565
127	0,145681	0,200361	0,604808	0,744800	0,117600	0,605100	-0,291800
128	0,147940	0,210215	0,604003	0,744800	0,117600	0,605100	-1,097187
129	0,149066	0,220238	0,604511	0,744800	0,117600	0,605100	-0,588993
130	0,151898	0,230083	0,603478	0,744800	0,117600	0,605100	-1,622406
131	0,152273	0,239893	0,605016	0,744800	0,117600	0,605100	-0,084444
132	0,156429	0,249941	0,603071	0,744800	0,117600	0,605100	-2,029047
133	0,157938	0,259954	0,603881	0,744800	0,117600	0,605100	-1,219492
134	0,159826	0,270348	0,604588	0,744800	0,117600	0,605100	-0,512097
135	0,160756	0,279637	0,606105	0,744800	0,117600	0,605100	1,005093
136	0,164717	0,289886	0,605127	0,744800	0,117600	0,605100	0,027055
137	0,166977	0,300302	0,606019	0,744800	0,117600	0,605100	0,919340
138	0,168480	0,309771	0,607515	0,744800	0,117600	0,605100	2,414967

Hata Değerleri			
Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]
-2,029	2,42	±0,9299	±1,1852

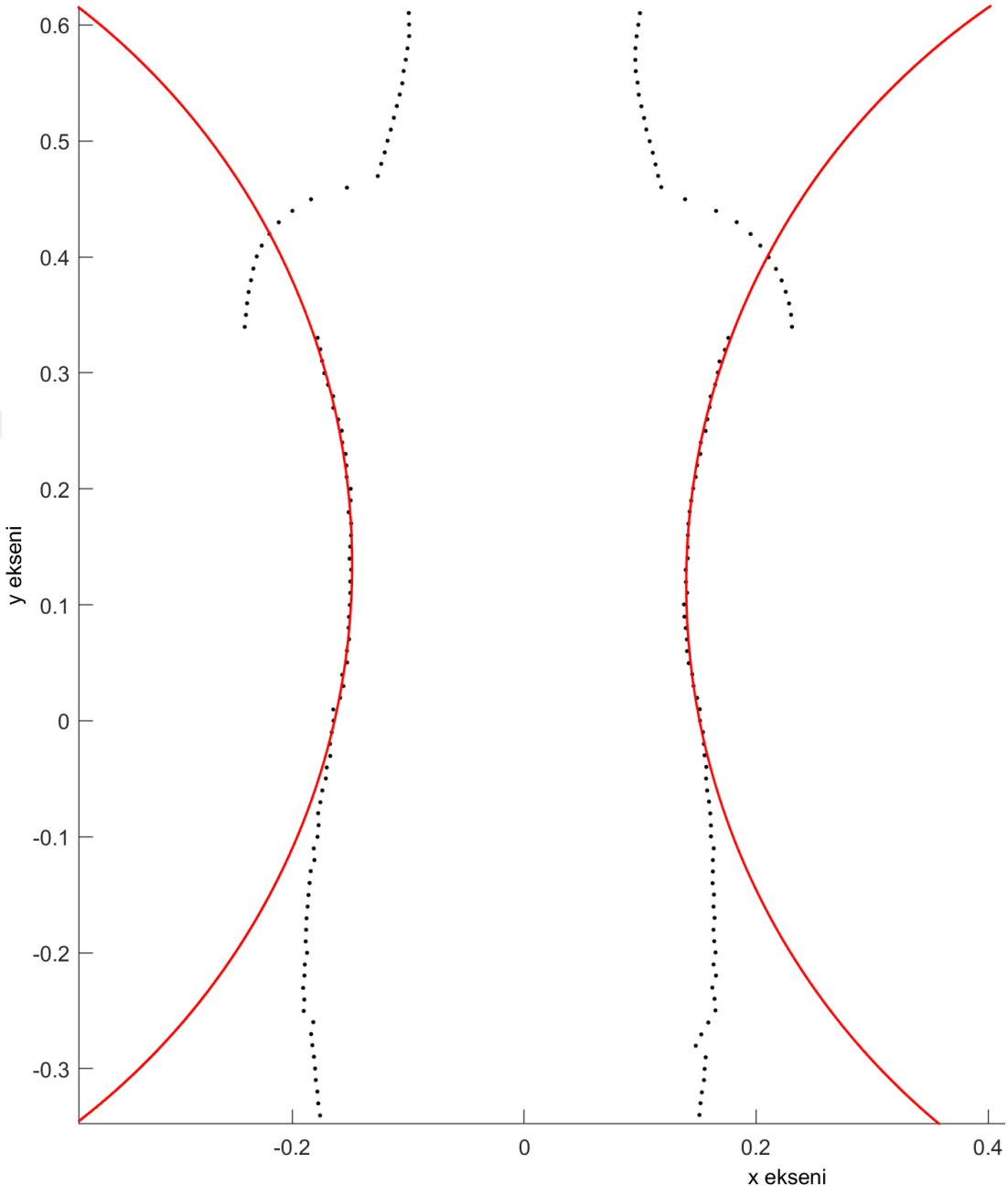
EK 413: Kouros 19 Sağ Thorax Sınırına Uyan Çember



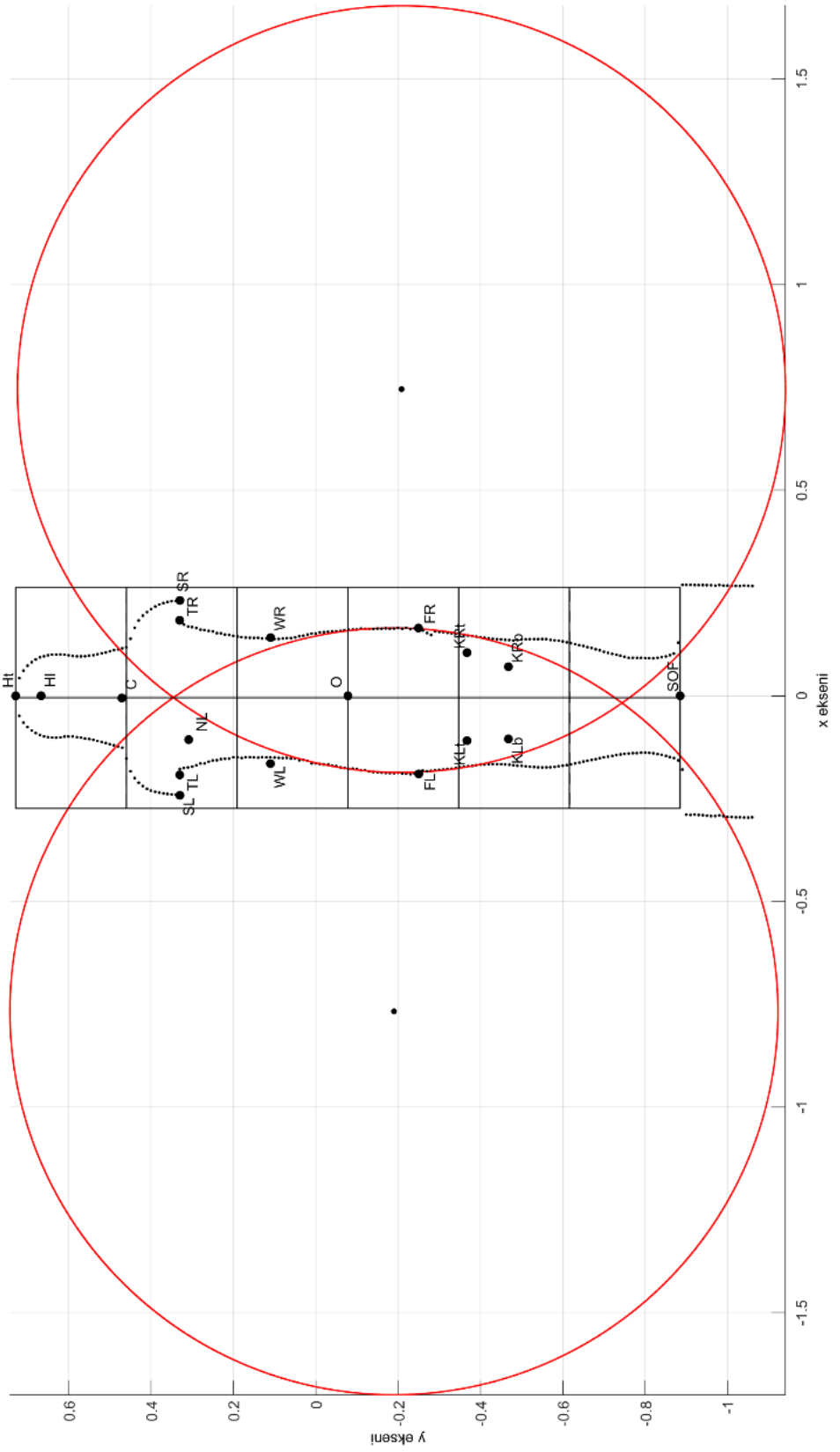
EK 414: Kouros 19 Thorax Sınırlarına Uyan Çemberler



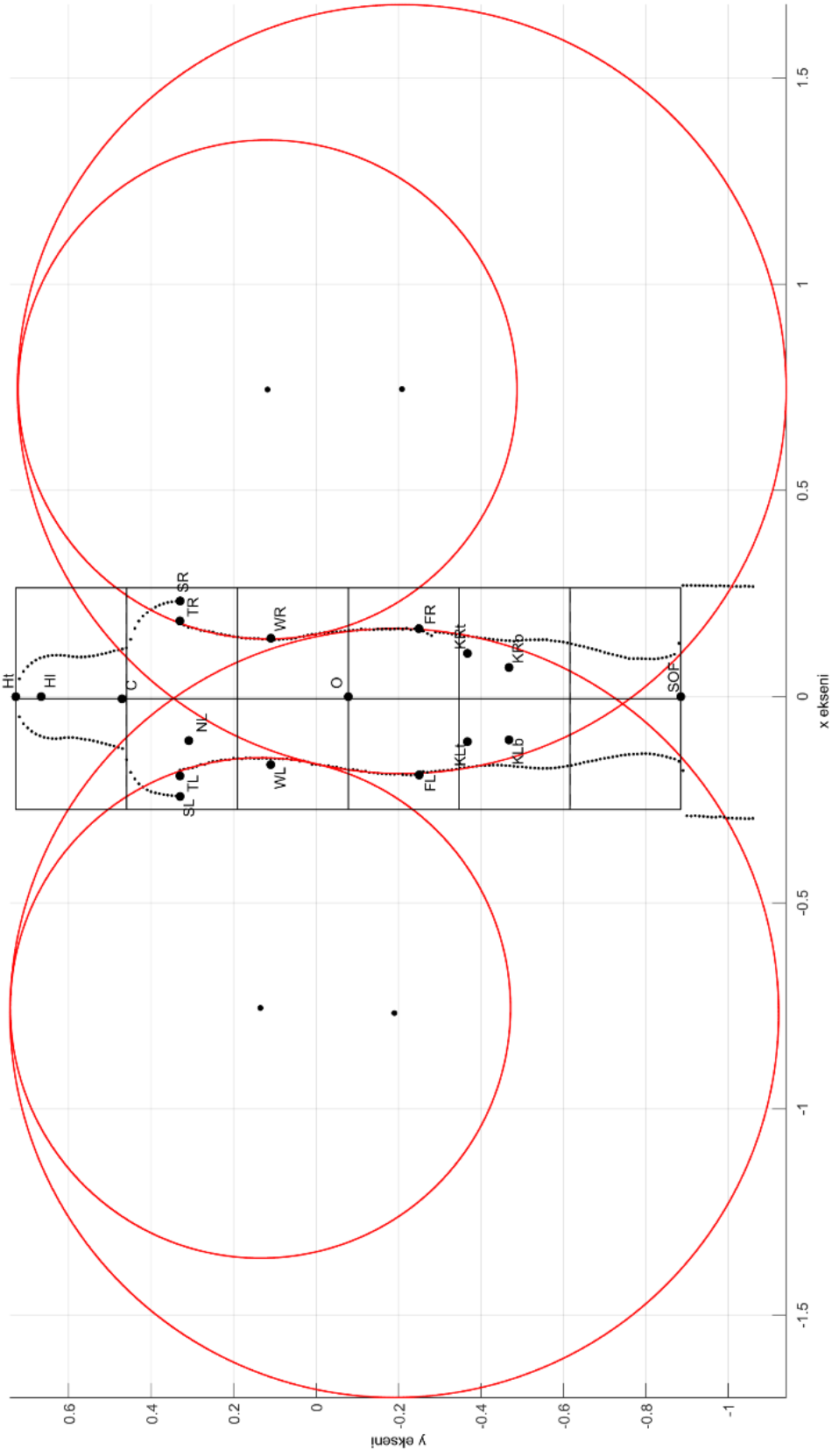
EK 415: Kouros 19 Thorax Sınırlarının Çemberlere Uyumu



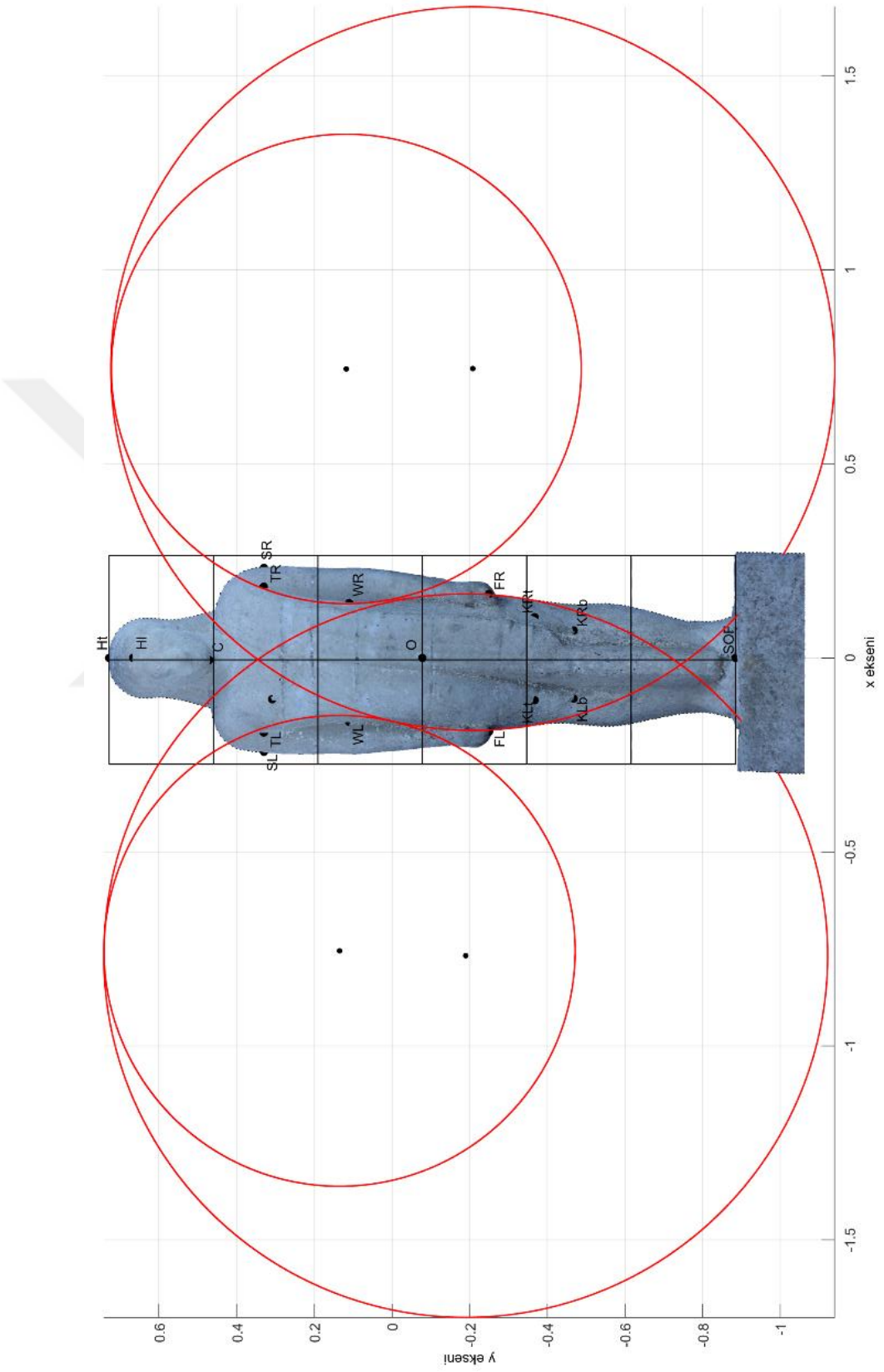
EK 416: Kouros 19 Femur Simetrik Çemberleri ve h/6 Parçalanması



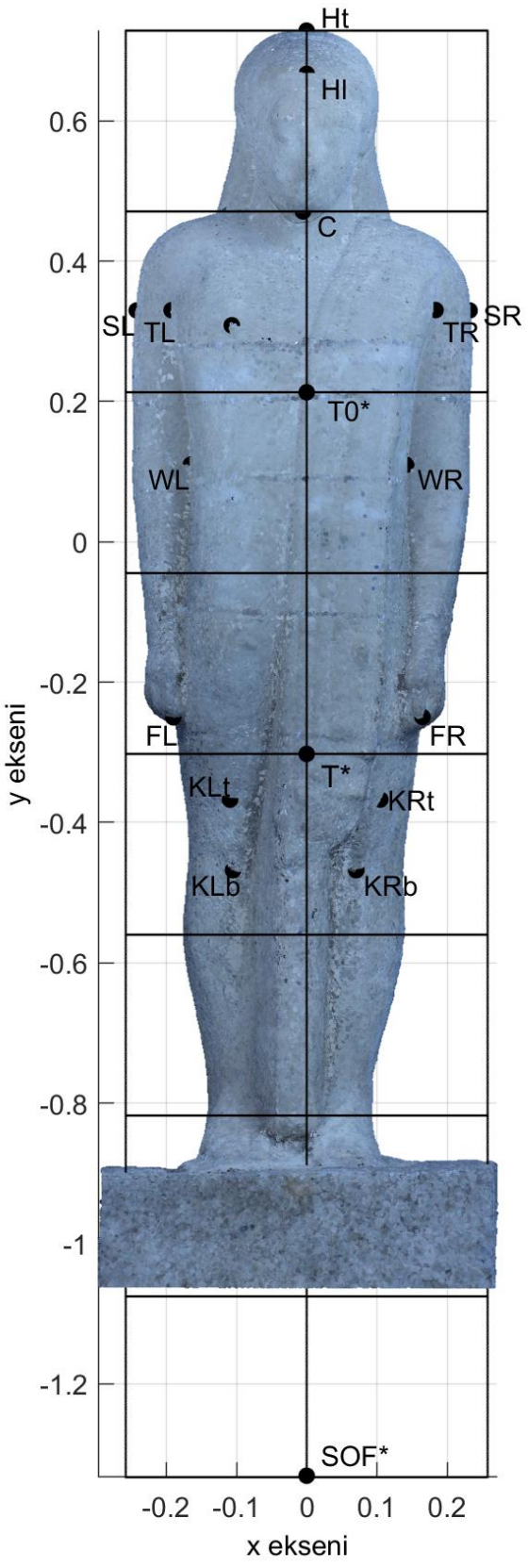
EK 417: Kouros 19 Femur ve Thorax Çemberleri ve h/6 Parçalanması



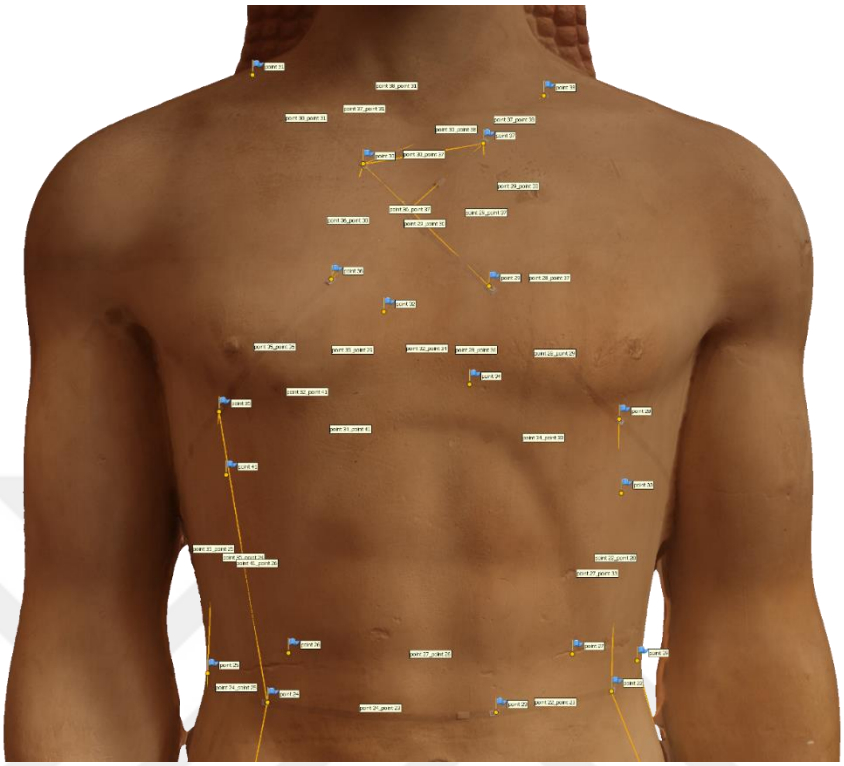
EK 418: Kouros 19 Femur ve Thorax Çemberleri ve h/6 Parçalanması



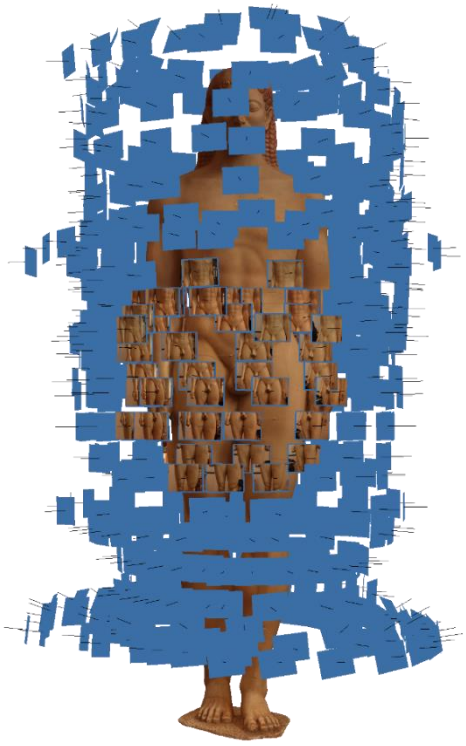
EK 419: Kouros 19 Olası Teorik Boy Uzunluğu h/8 Parçalanması



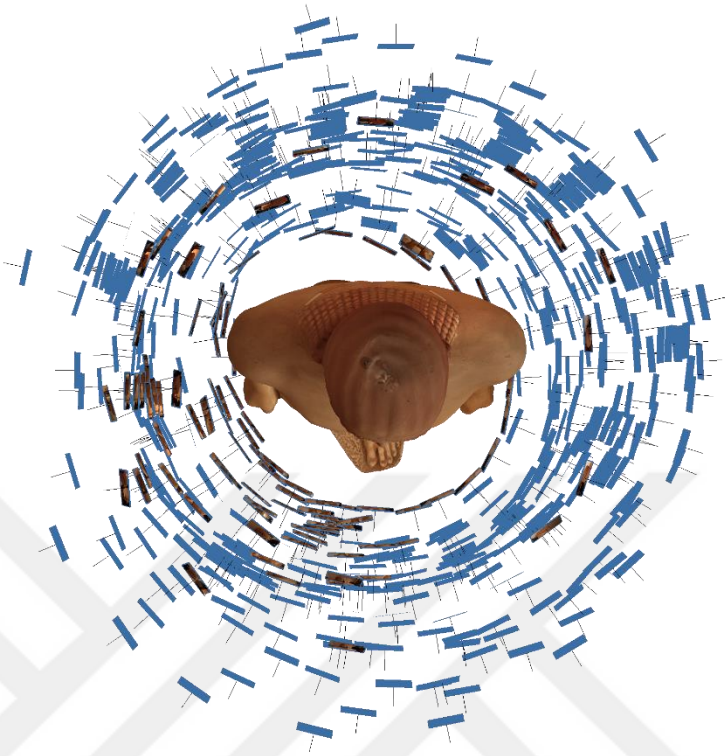
EK 420: Kouros 3851 Hedef Noktalar ve Ölçüm



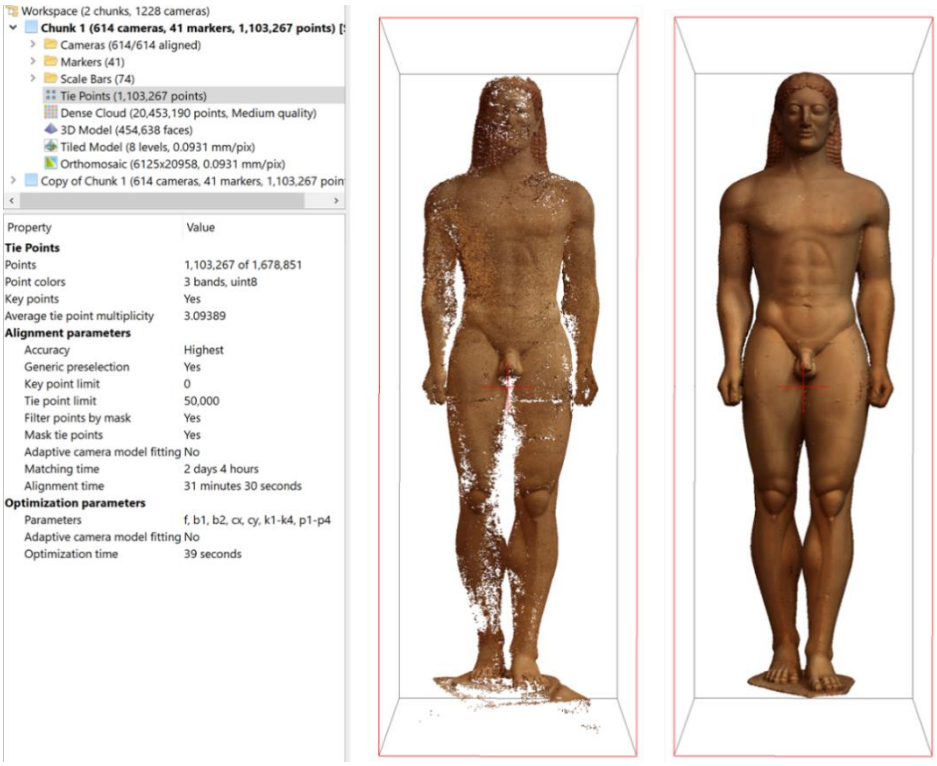
EK 421: Kouros 3851 Fotoğraf Çekimi Planı Önden Görünümü



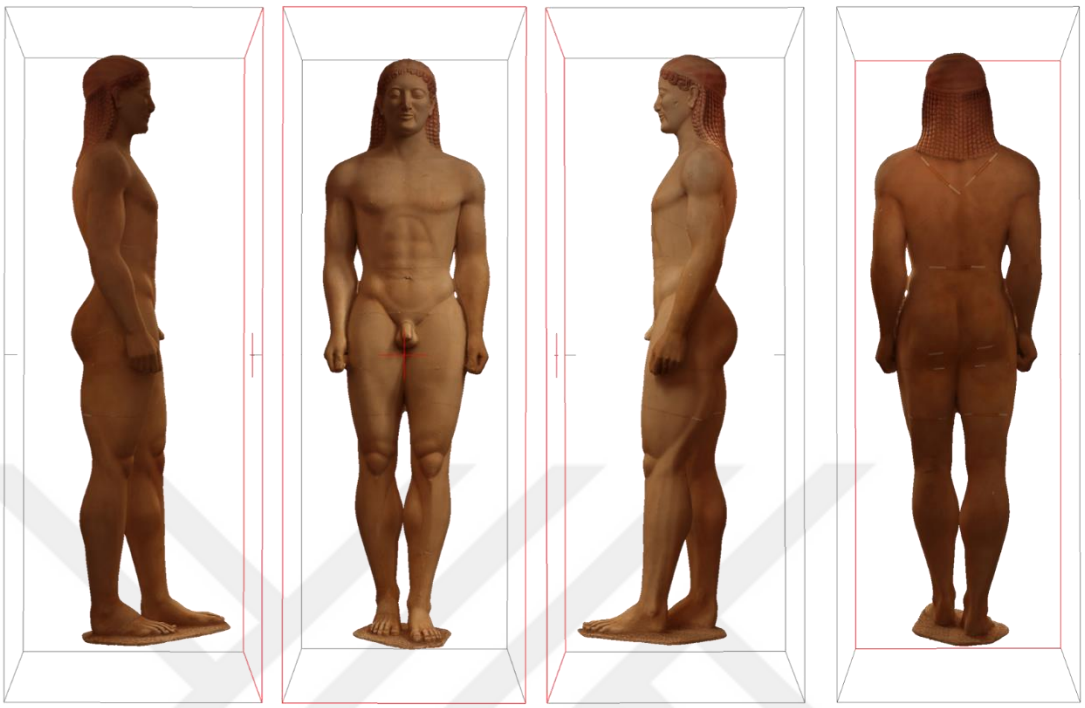
EK 422: Kouros 3851 Fotoğraf Çekimi Planı Üstten Görünümü



EK 423: Kouros 3851 Nokta Bulutu ve Yoğun Nokta Bulutu Modeli



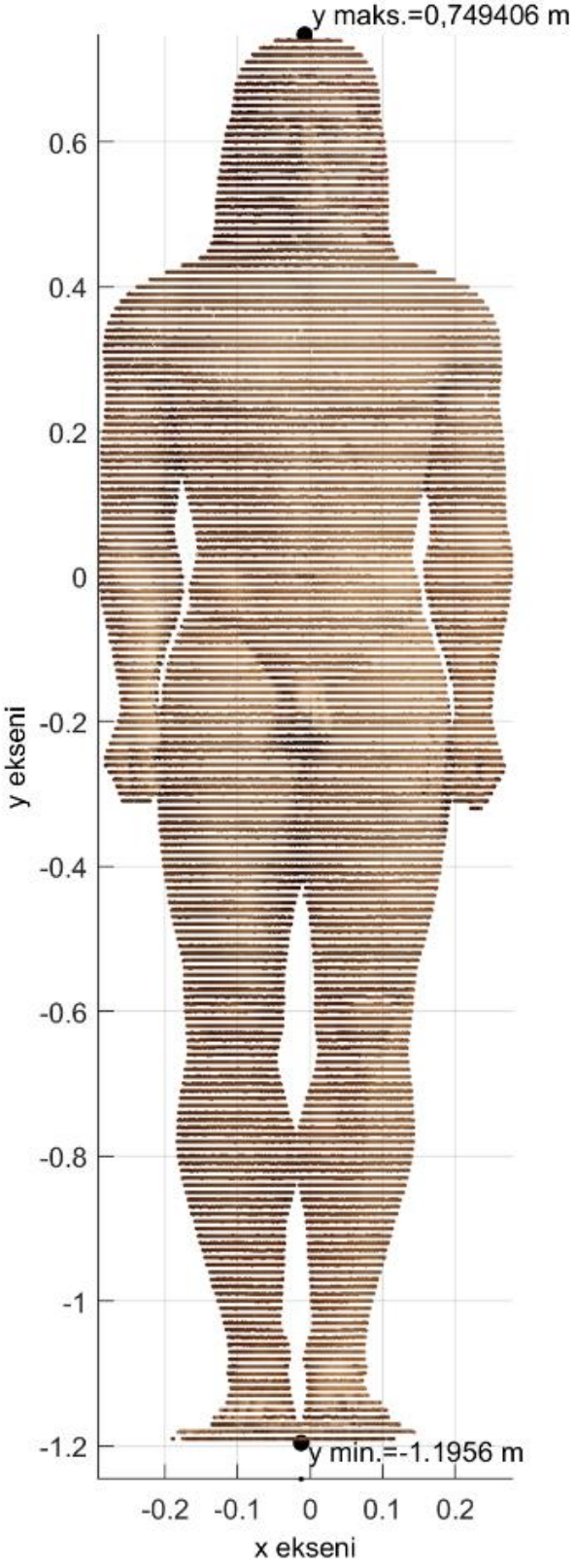
EK 424: Kouros 3851 Dokulandırılmış Modeli



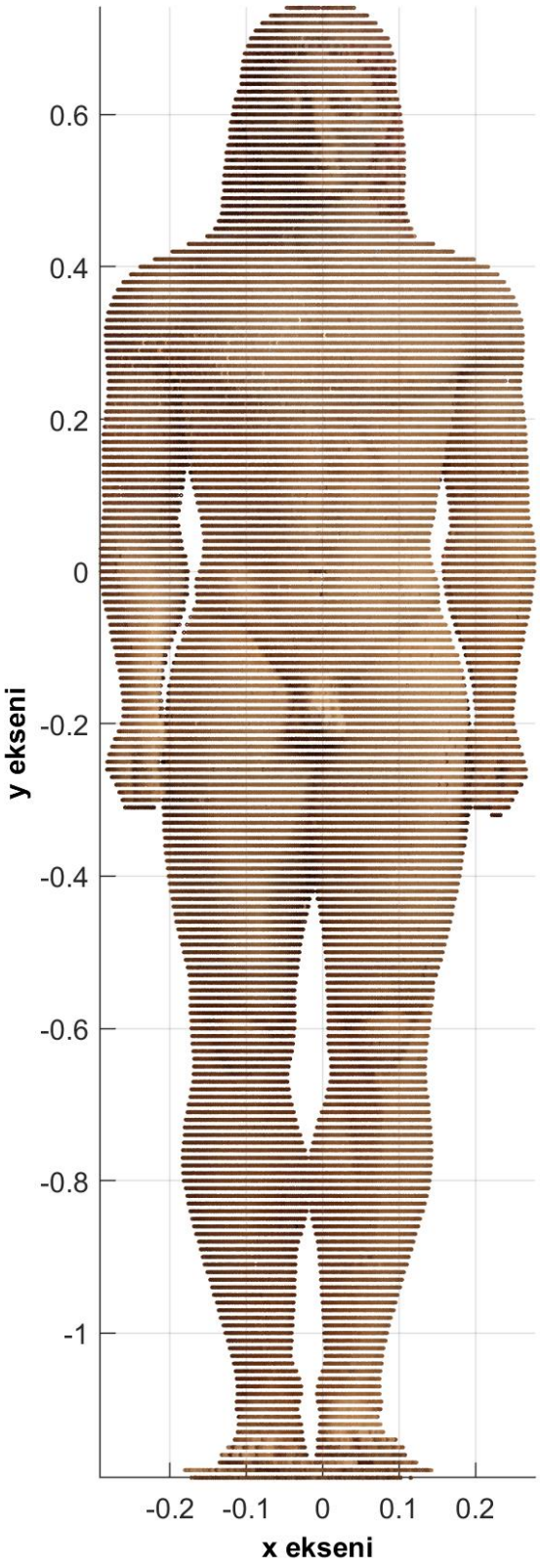
EK 425: Kouros 3851 Modelleme Hata Değerleri

Tip	Ölçüm Sayısı	Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Rmse [mm]
Model Oluşturma	37	-0,76	0,81	+0,27	±0,35
Bağımsız Denetim	37	-0,69	0,73	-0,29	±0,35

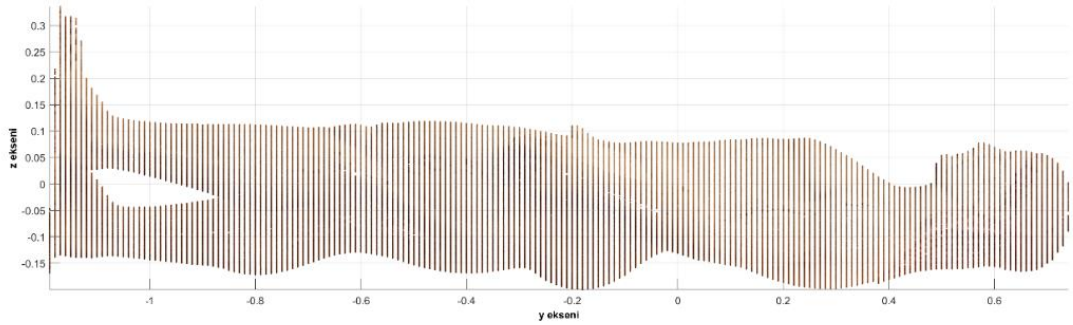
EK 426: Kouros 3851 Modelinin y Ekseninde Ölçüleri



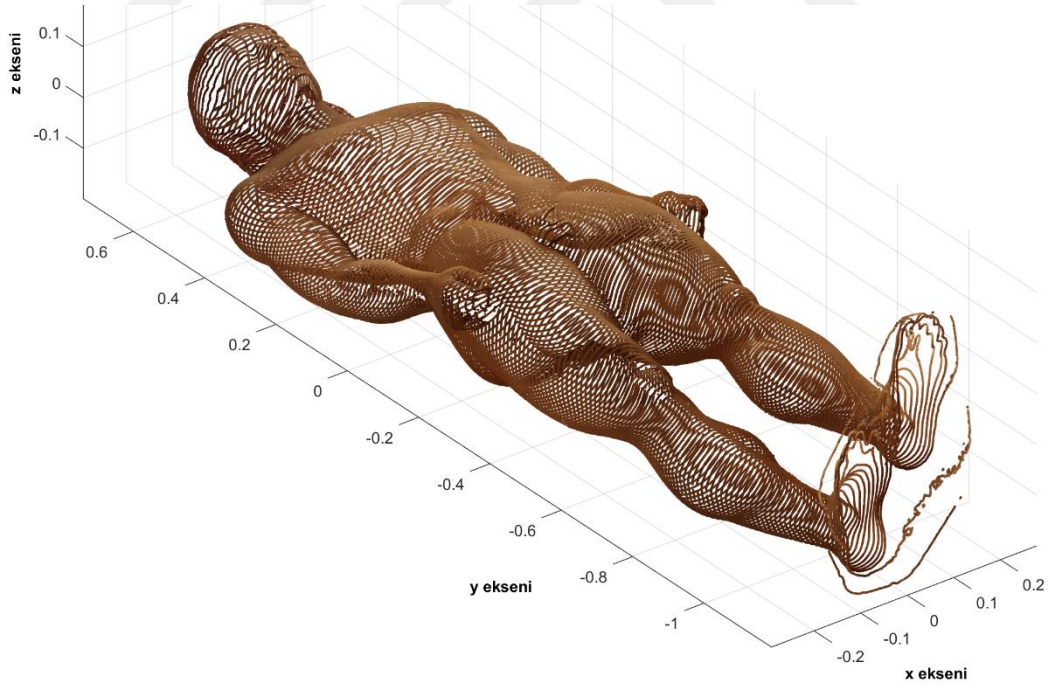
EK 427: Kouros 3851 Transversal Kesitleri Önden Görünümü



EK 428: Kouros 3851 Transversal Kesitleri Yandan Görünümü



EK 429: Kouros 3851 Transversal Kesitleri Üç Boyutlu Görünümü



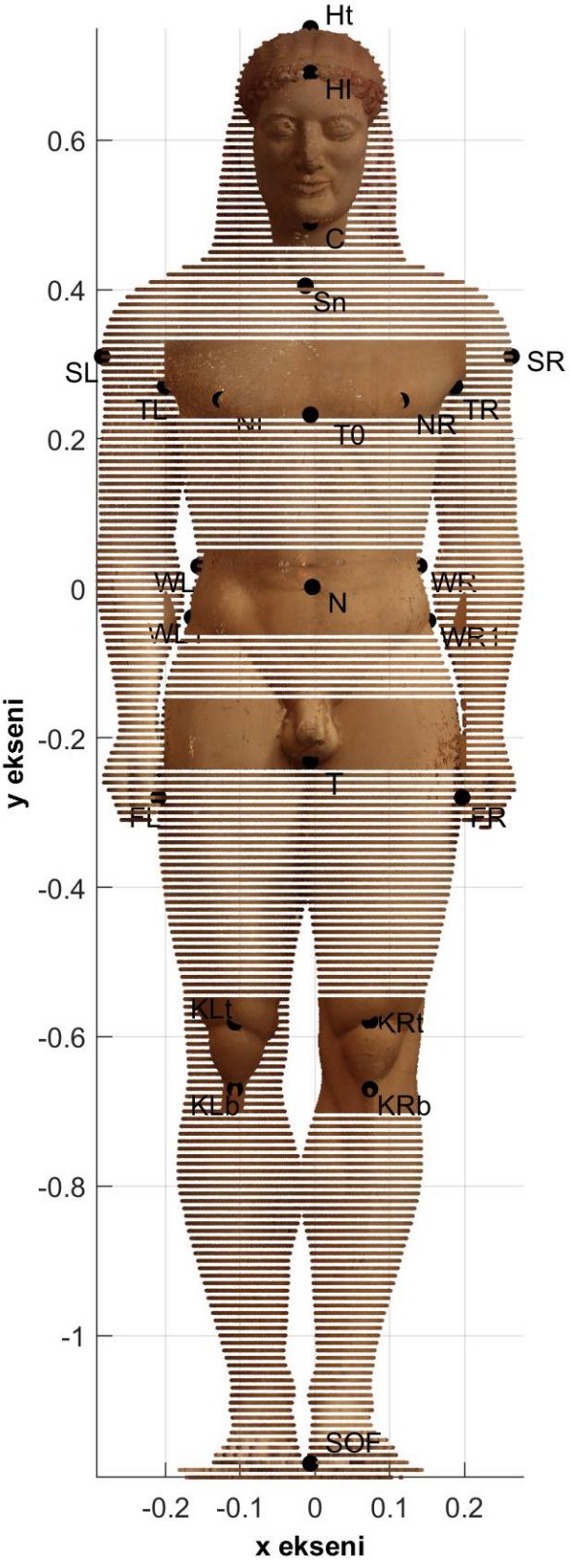
EK 430: Kouros 3851 Referans Noktaların Koordinatları

Referans Nokta	Koordinat Bilgileri		
	x [m]	y [m]	z [m]
Ht	-0,006174	0,749406	-0,019965
Hl	-0,006174	0,689659	0,054666
C	-0,006300	0,490000	0,042264
Sn	-0,012780	0,406253	-0,001002
SL	-0,284732	0,310150	-0,077685
SR	0,262852	0,310396	-0,077496
TL	-0,200628	0,270470	-0,021552
TR	0,187296	0,270334	-0,022277
NL	-0,126341	0,252529	0,069620
NR	0,115108	0,251260	0,064870
T0	-0,006174	0,234677	0,082585
WL	-0,155785	0,029565	-0,048627
WR	0,139449	0,029941	-0,056918
N	-0,003561	0,001822	0,076880
T	-0,006174	-0,230720	0,071710
FL	-0,209626	-0,280053	-0,004309
FR	0,196903	-0,280002	0,021453
KLt	-0,107111	-0,580890	0,007281
KRt	0,073401	-0,579509	0,107000
KLb	-0,107111	-0,669855	-0,013625
KRb	0,073401	-0,670336	0,107213
SOF	-0,006174	-1,171325	0,332602
WL1	-0,164615	-0,039079	-0,025061
WR1	0,151317	-0,043308	-0,030852
EL	-0,291707	0,010218	-0,052078
ER	0,278350	0,009531	-0,071084

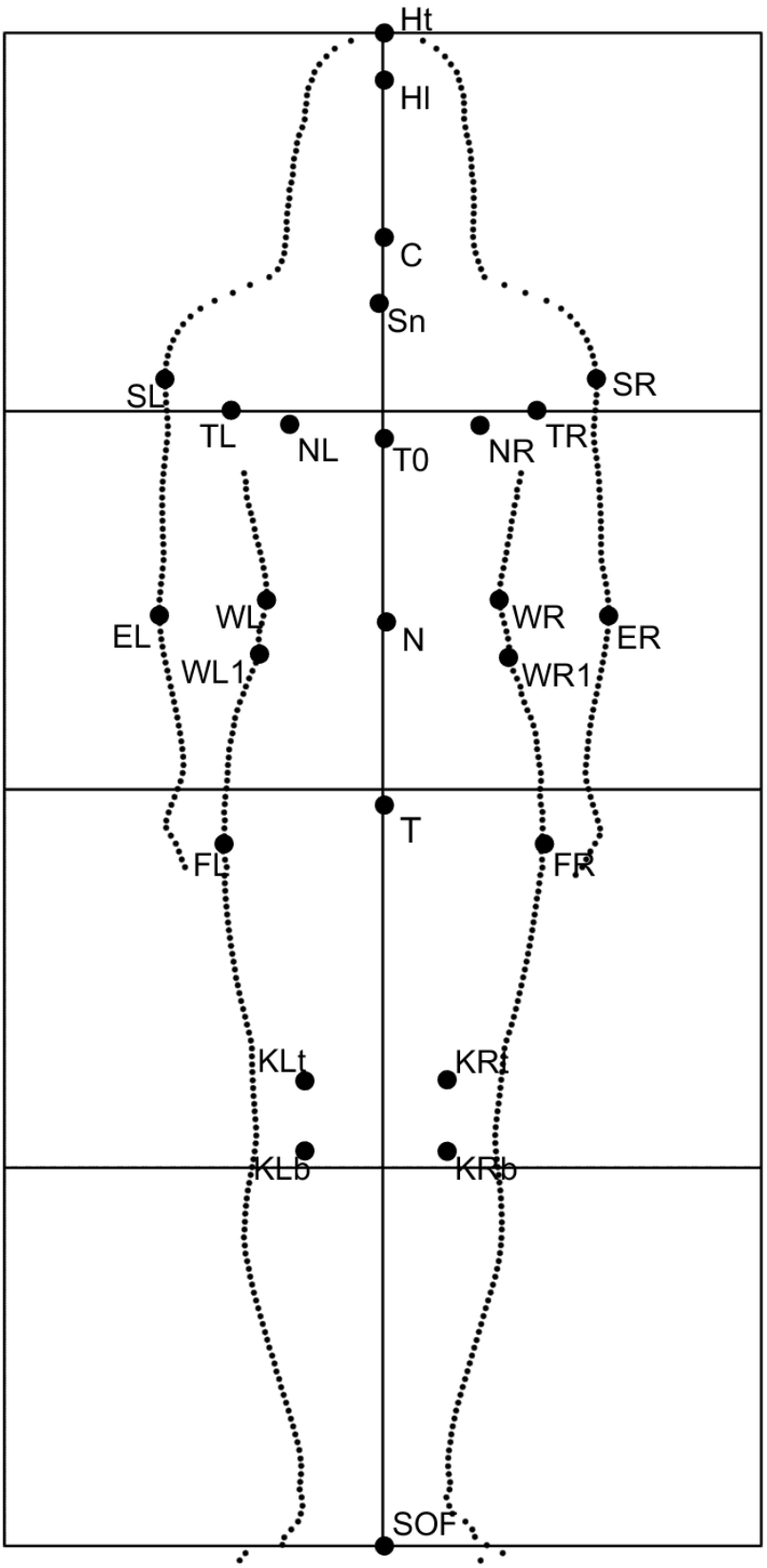
EK 431: Kouros 3851 Teorik Uzunluğuna Oranlar

Ölçme Bilgileri			Uzaklık/Boy Uzunluğu ($\|P_2-P_1\|$ / |Ht-SOF|)	Uzaklık/Teorik Boy Uzunluğu ($\|P_2-P_1\|$ / [2x|Ht-FL|])
Başlangıç (P_1)	Bitiş (P_2)	Uzaklık [m] ($\|P_2-P_1\|$)		
C	Ht	0,259406	5/37	1/8
C	Hl	0,199659	8/77	3/31
Hl	Ht	0,059747	1/32	2/69
SL	SR	0,547584	2/7	25/94
TL	TR	0,387924	20/99	13/69
WL	WR	0,295234	2/13	1/7
FL	FR	0,406529	11/52	16/81
T	Ht	0,980126	25/49	10/21
T	Hl	0,920379	23/48	38/85
T	C	0,720720	3/8	7/20
T	Sn	0,636973	1/3	13/42
T	SL-SR	0,541116	20/71	5/19
T	TL-TR	0,501054	6/23	9/37
T	T0	0,465397	8/33	7/31
T	NL-NR	29/60	1/4	23/98
T	WL-WR	0,260661	8/59	10/79
T	N	0,232542	4/33	7/62
T	FL-FR	0,049333	1/39	1/42
T	KLt-KRt	0,350170	2/11	8/47
T	KLb-KRb	29/66	8/35	16/75
T	SOF	0,940605	24/49	37/81
WL1	WR1	6/19	13/79	2/13
EL	ER	0,570057	19/64	18/65

EK 432: Kouros 3851 Referans Noktaları

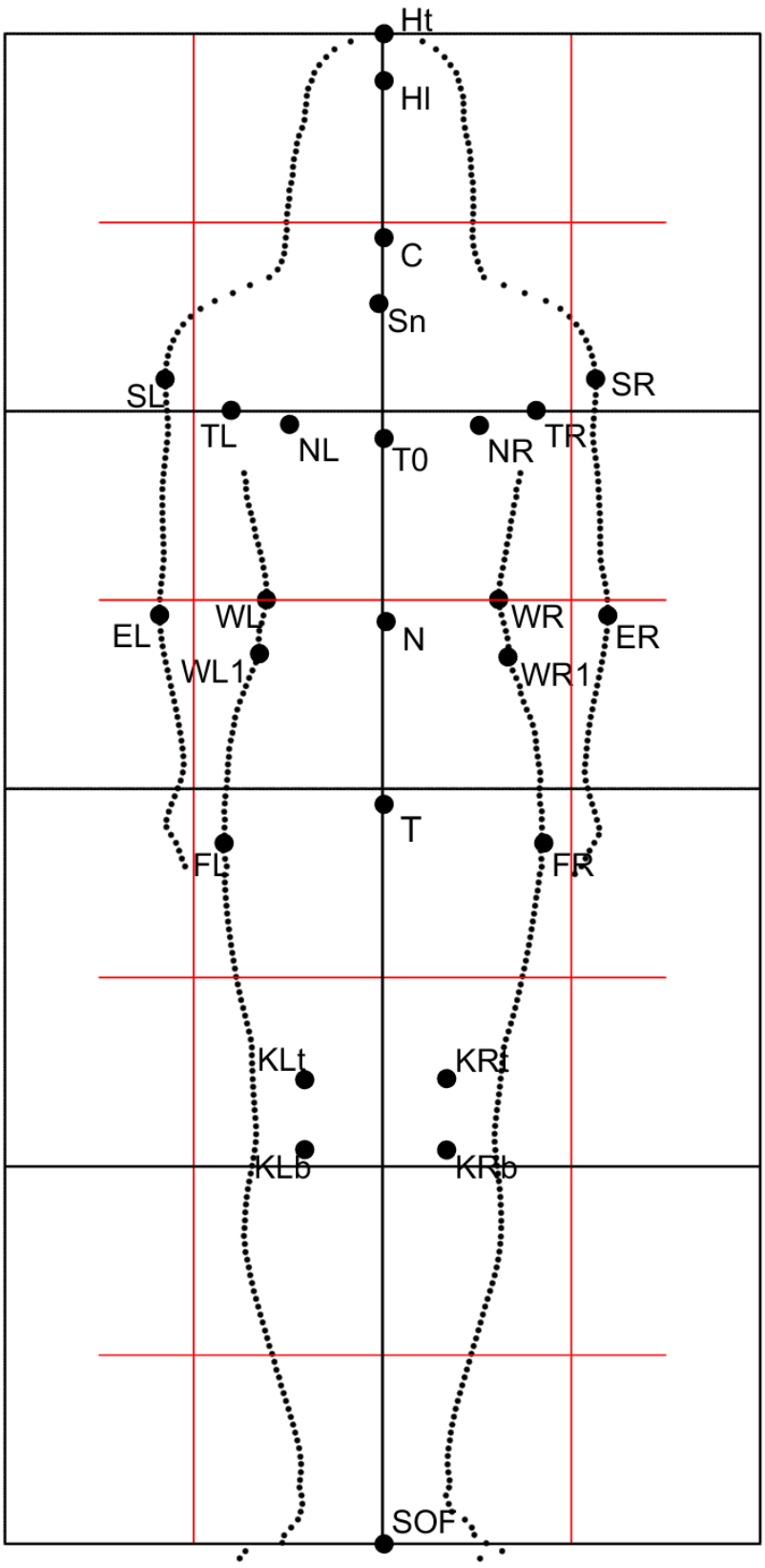


EK 433: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/4 Parçalanması



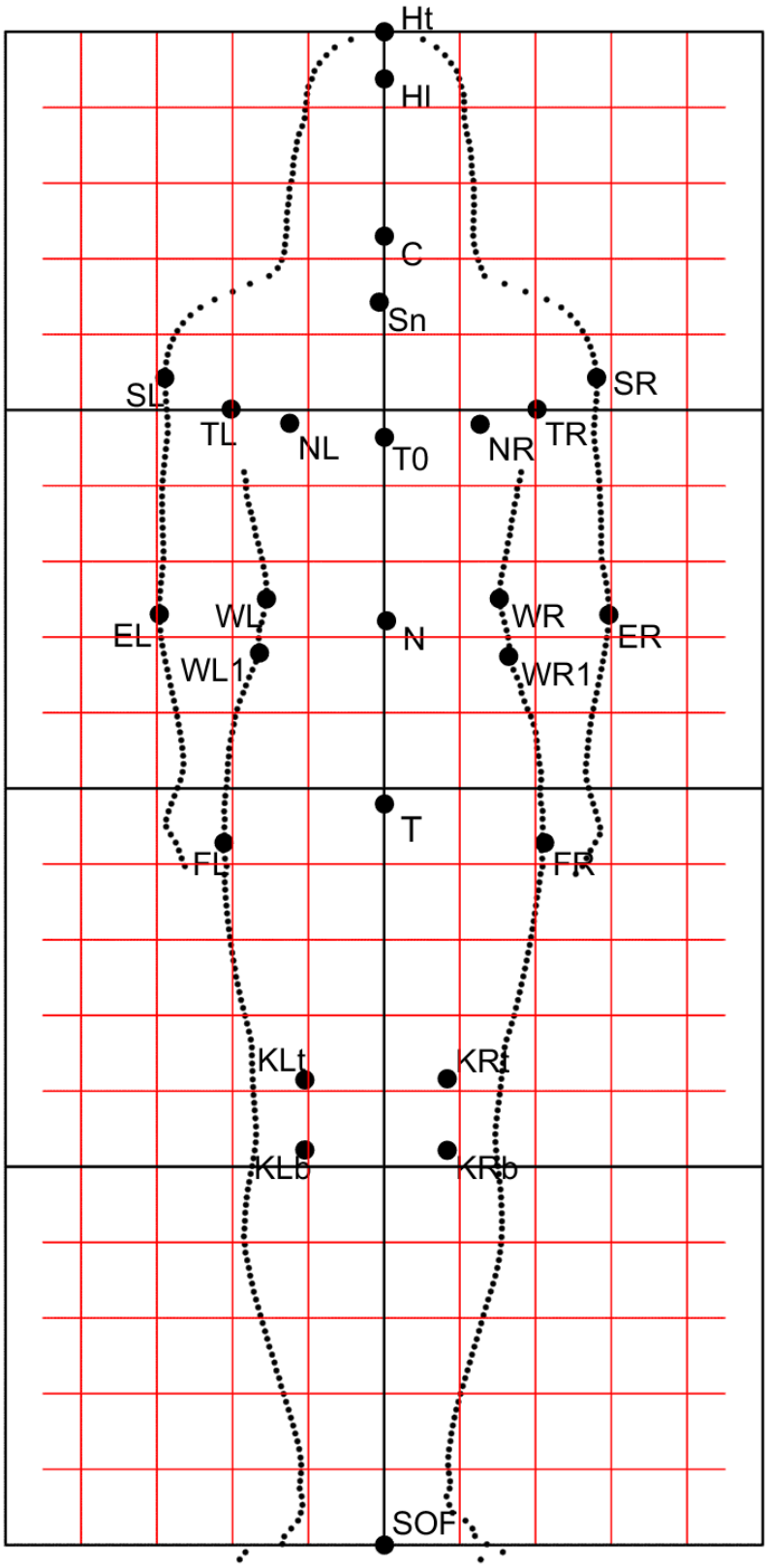
ek s.327

EK 434: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/4/2 Parçalanması



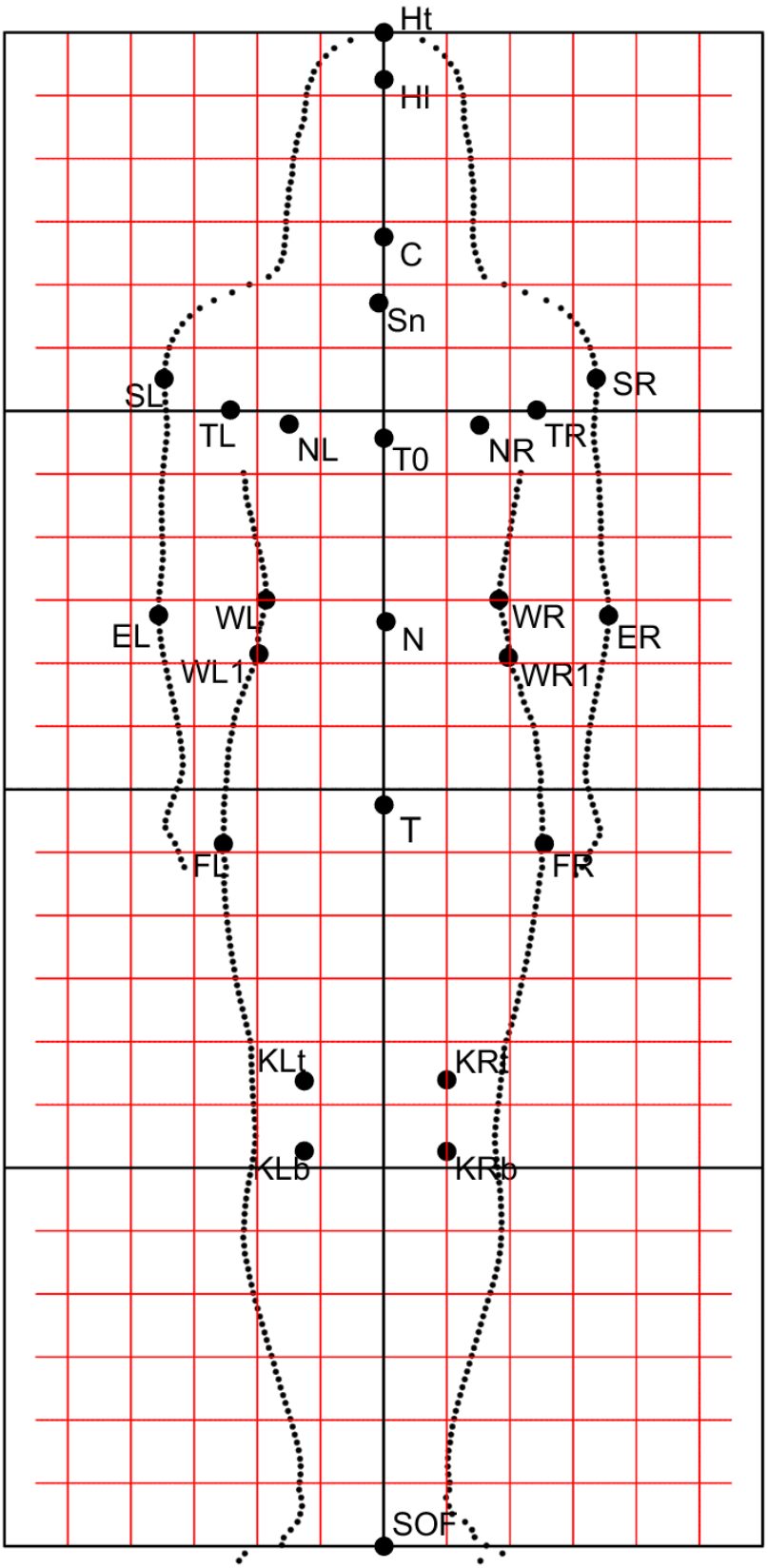
ek s.328

EK 435: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/4/5 Parçalanması



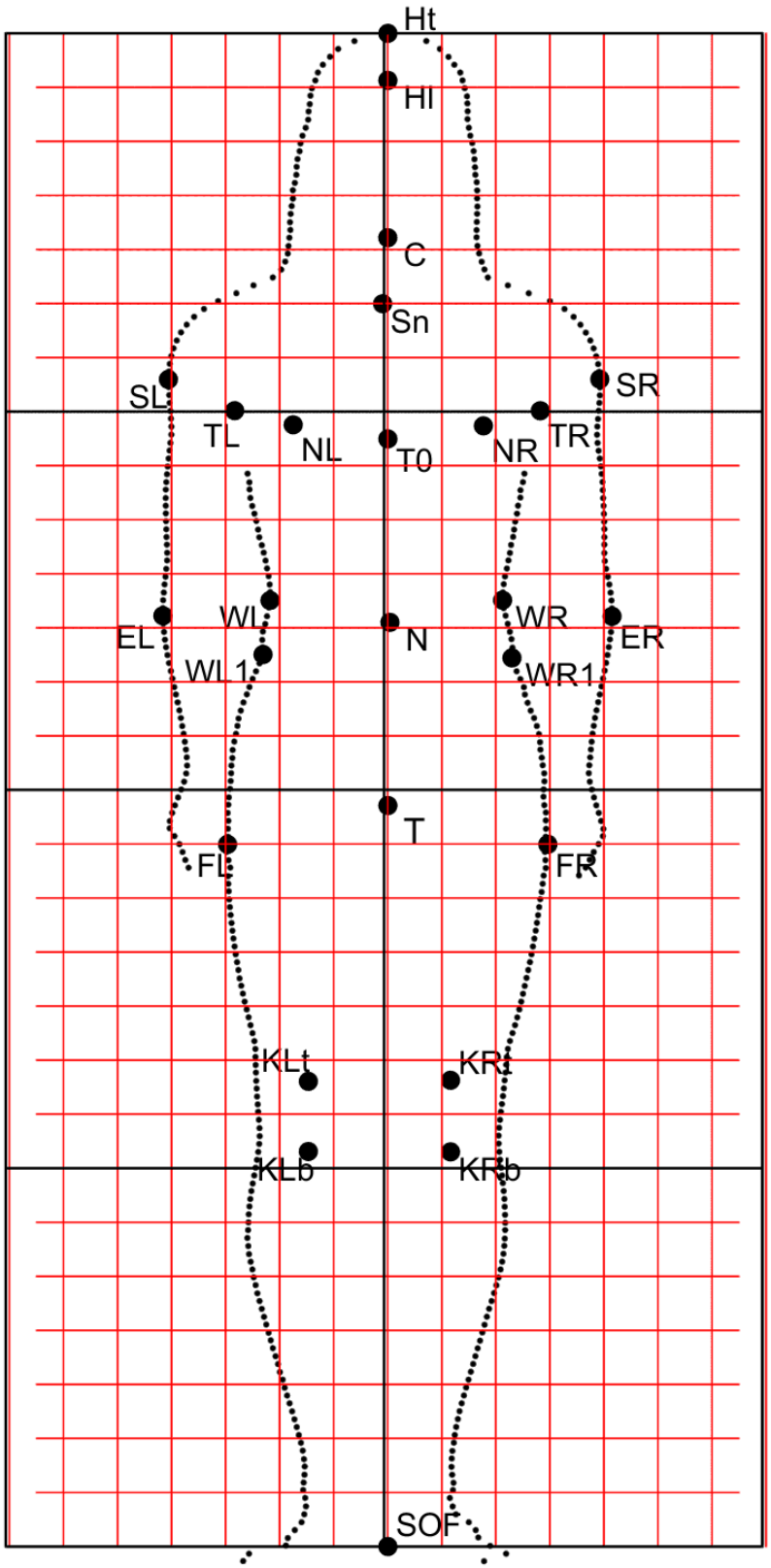
ek s.329

EK 436: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/4/6 Parçalanması

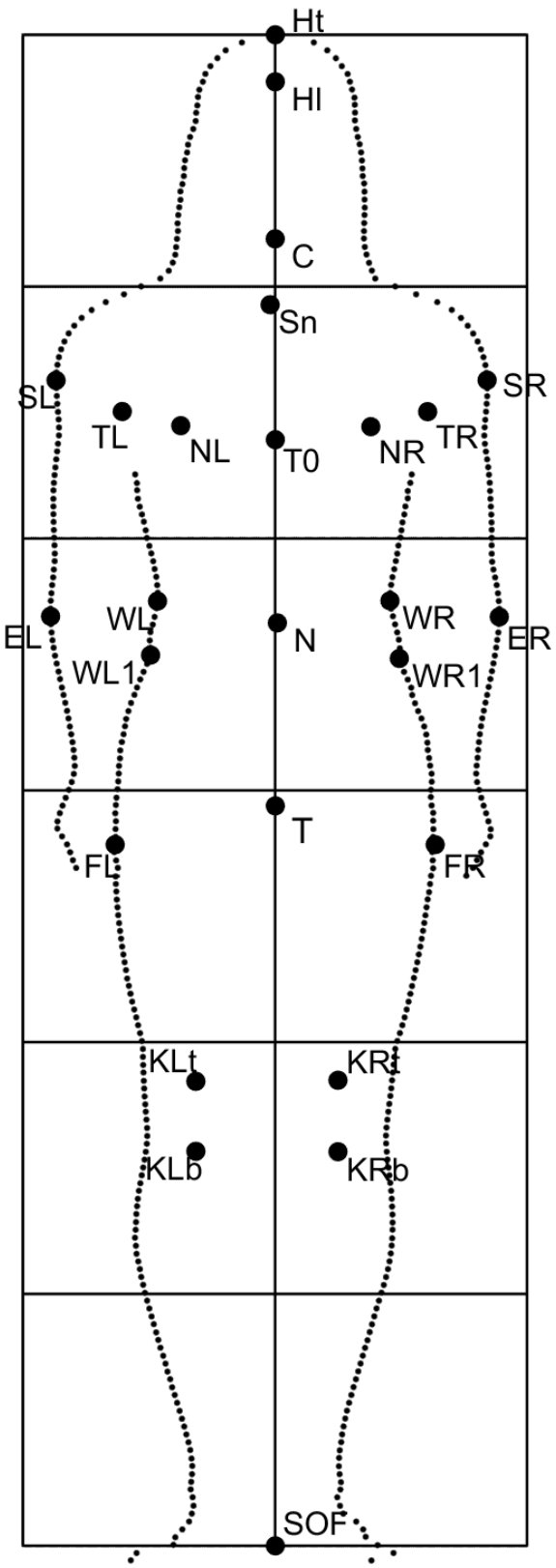


ek s.330

EK 437: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/4/7 Parçalanması

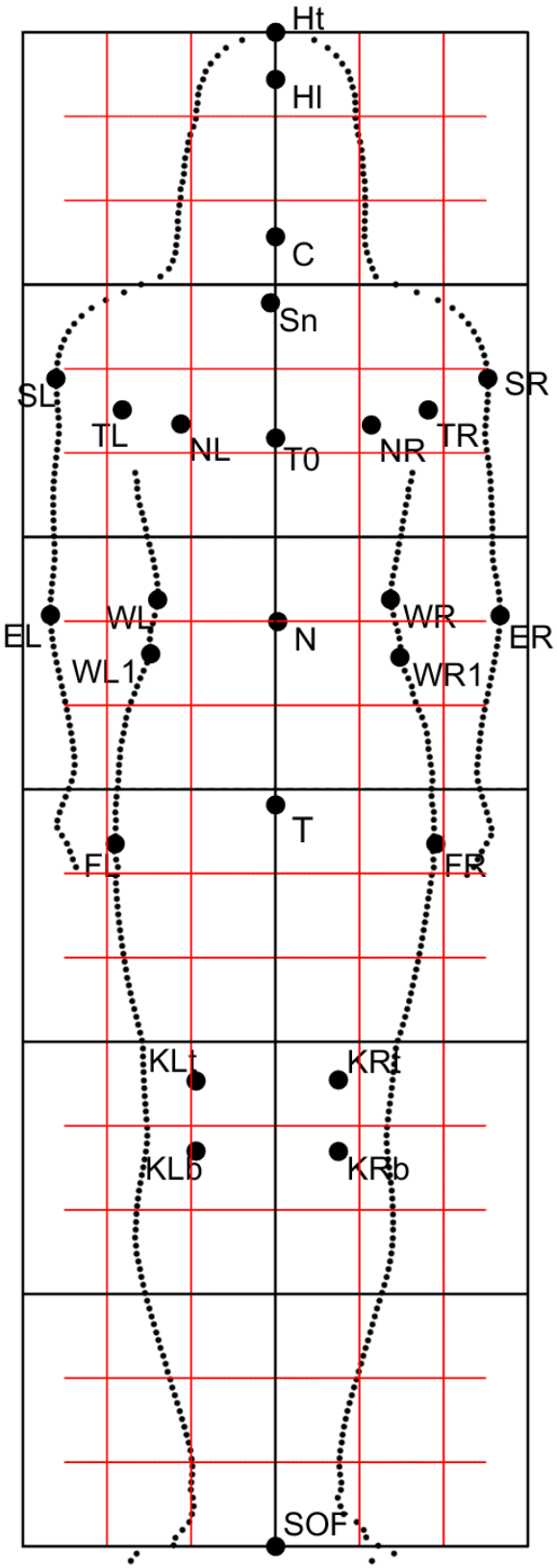


EK 438: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/6/1 Parçalanması

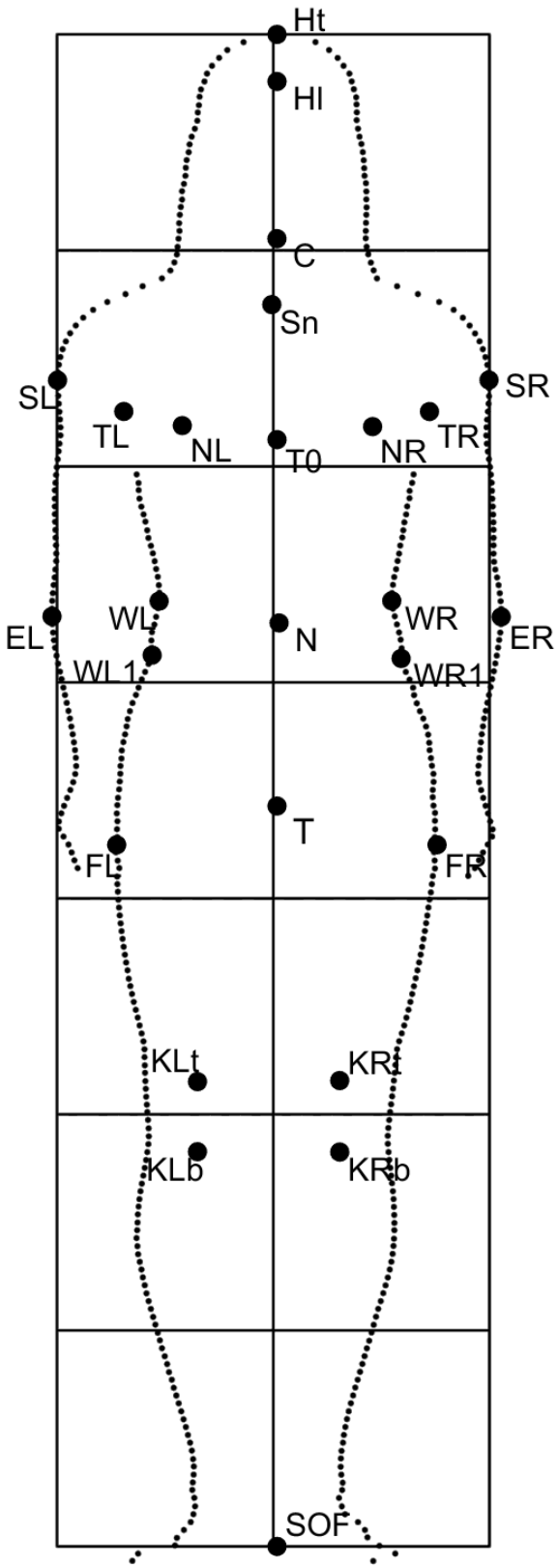


ek s.332

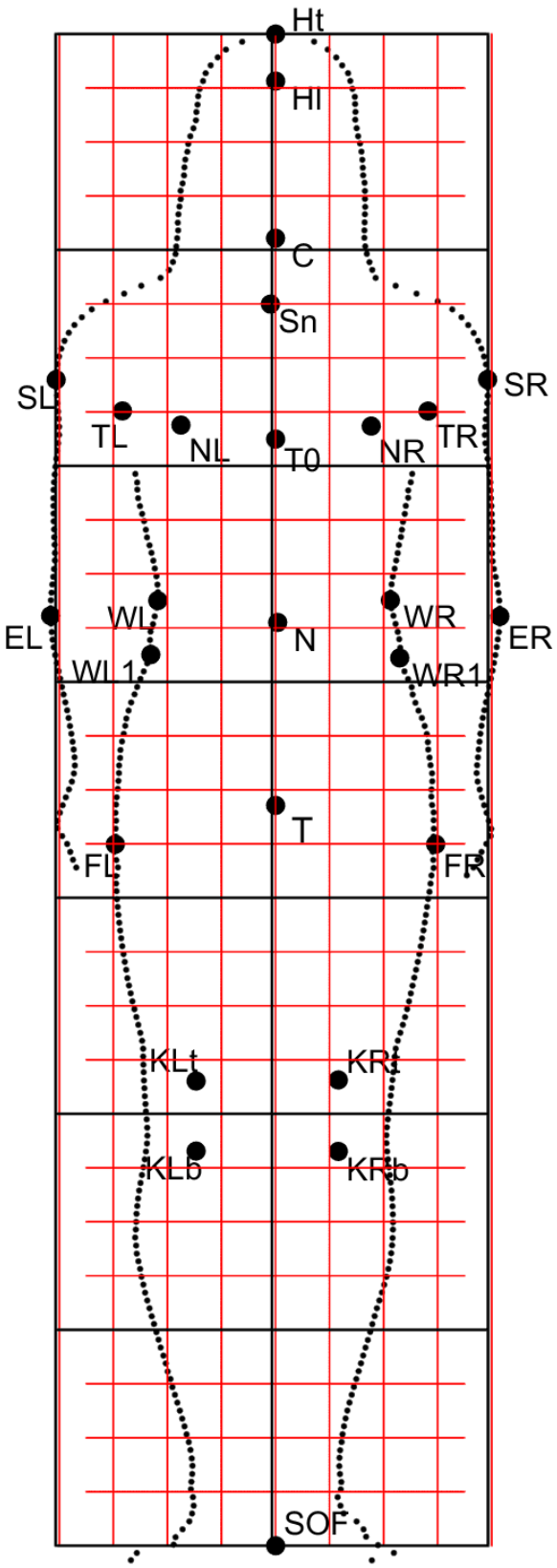
EK 439: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/6/3 Parçalanması



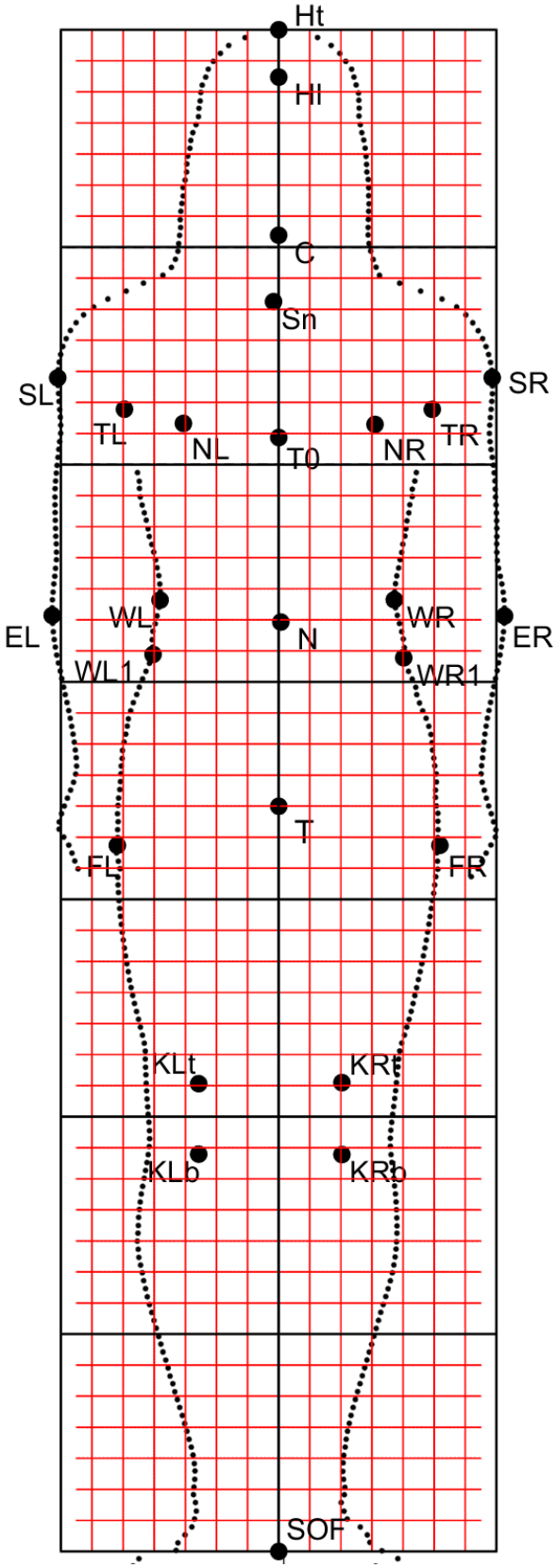
EK 440: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/7/1 Parçalanması



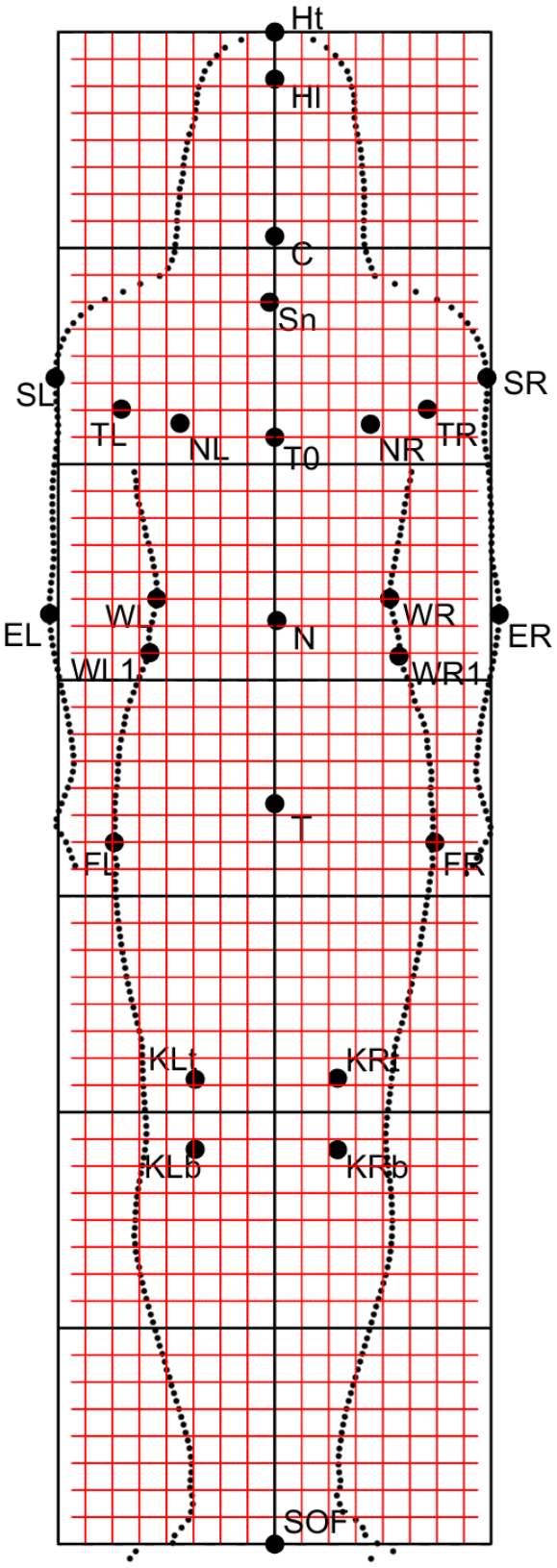
EK 441: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/7/4 Parçalanması



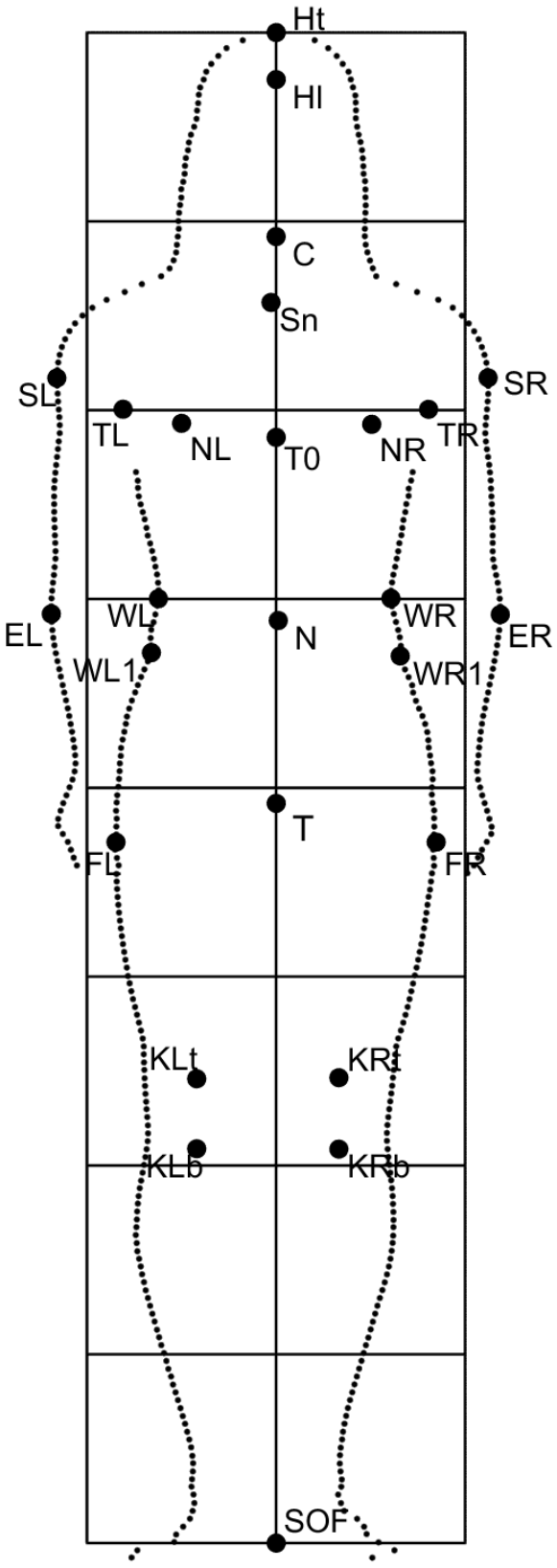
EK 442: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/7/7 Parçalanması



EK 443: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/7/8 Parçalanması

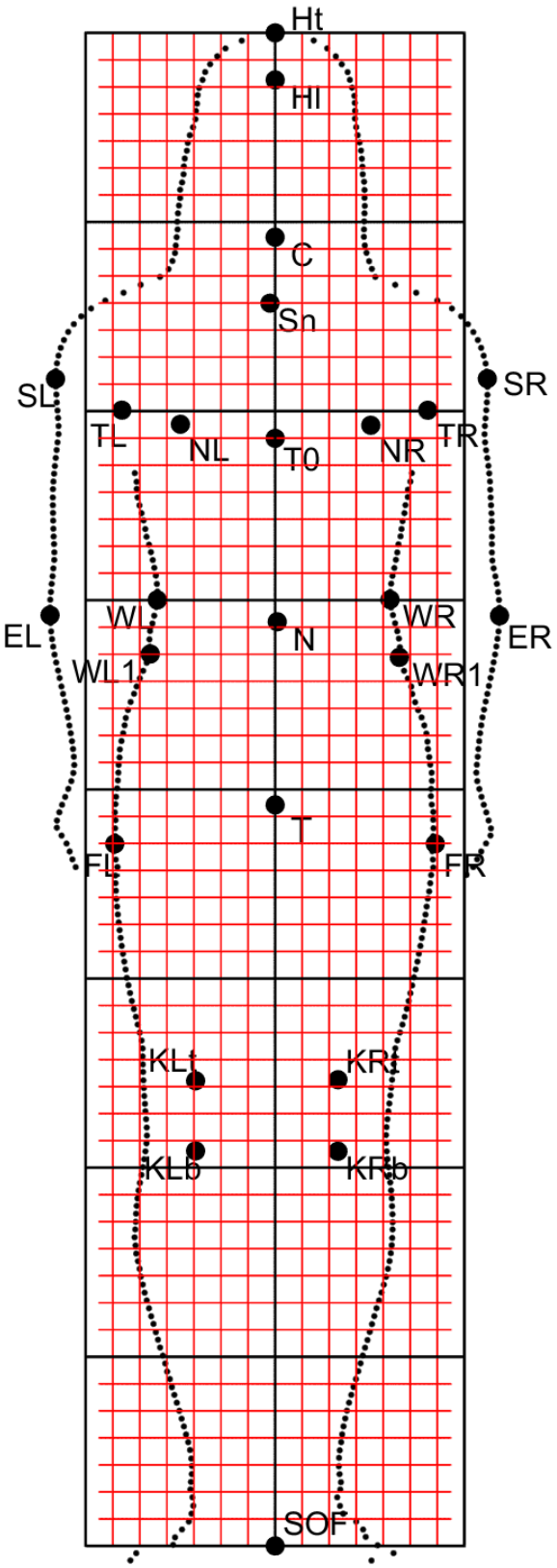


EK 444: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/8/1 Parçalanması

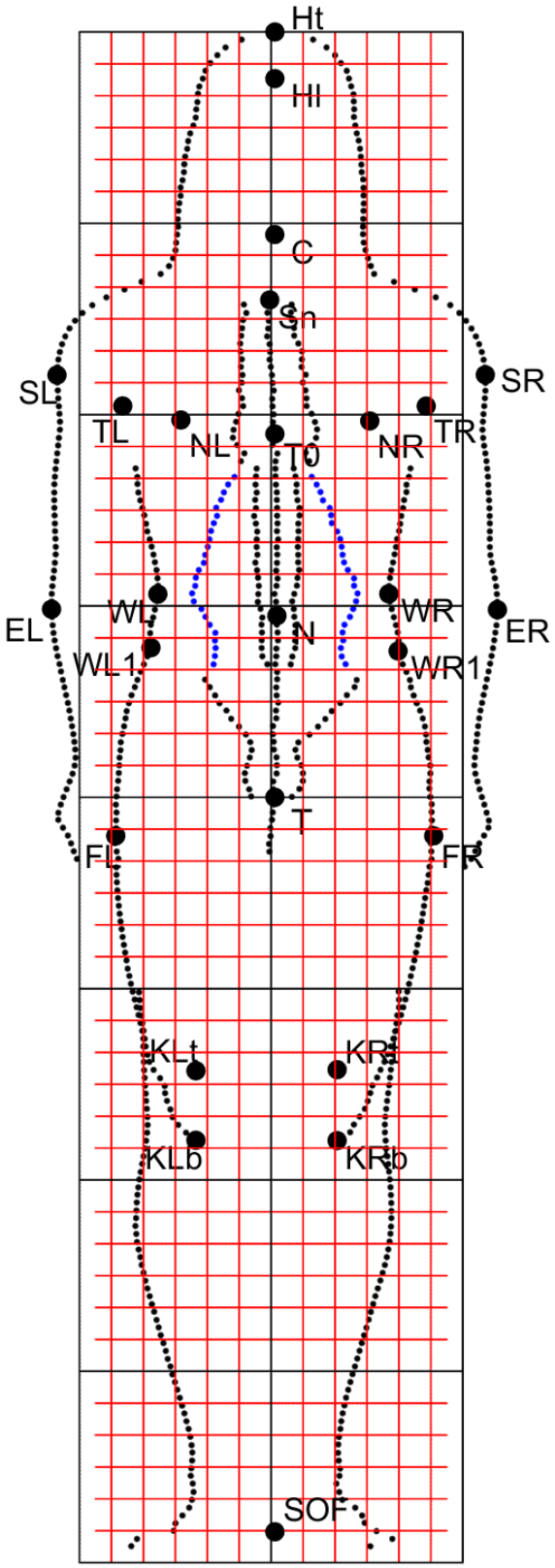


ek s.338

EK 445: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/8/7 Parçalanması

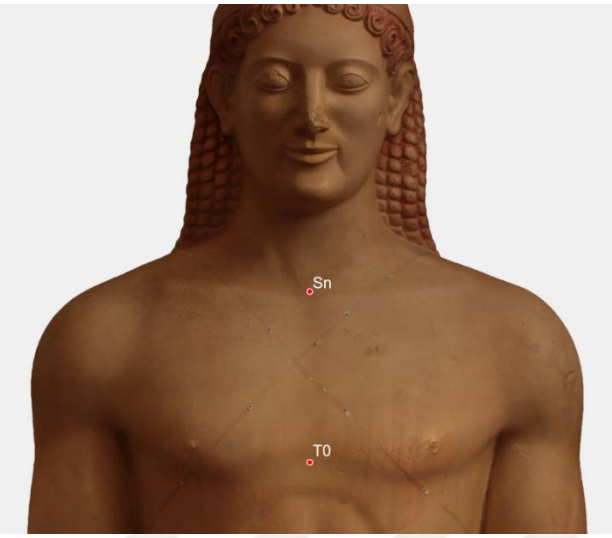


EK 446: Kouros 3851 Teorik Boy h*/8/6 Parçalanması

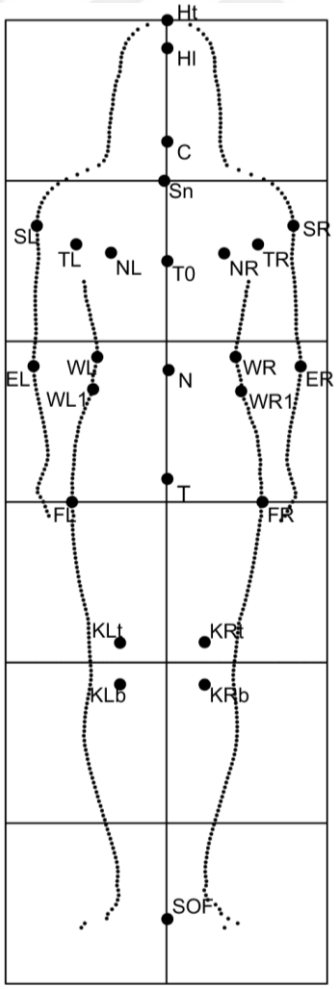


ek s.340

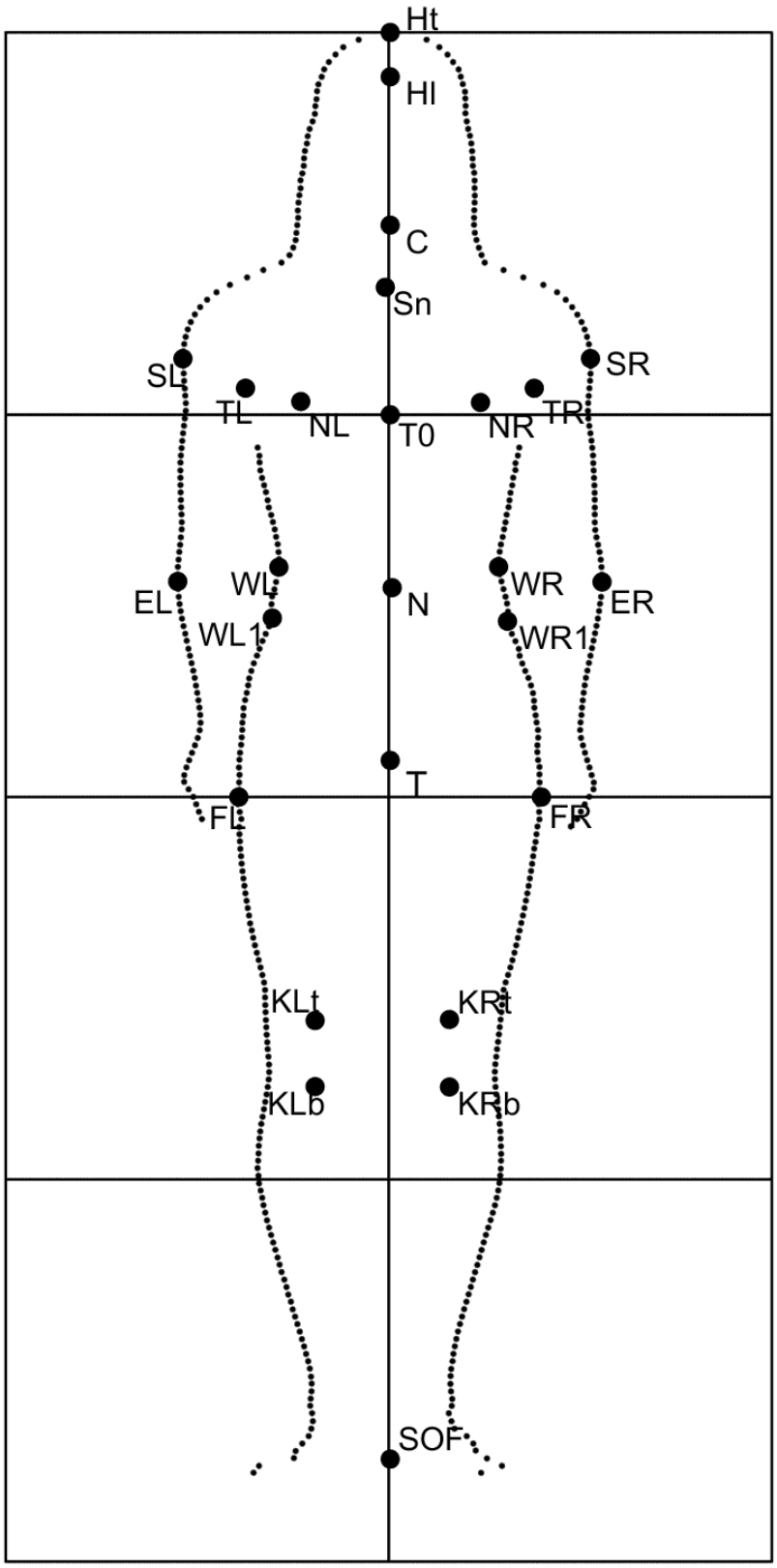
EK 447: Kouros 3851 Sn ve T0 Noktaları



EK 448: Kouros 3851 Teorik Boy h**/6/1 Parçalanması

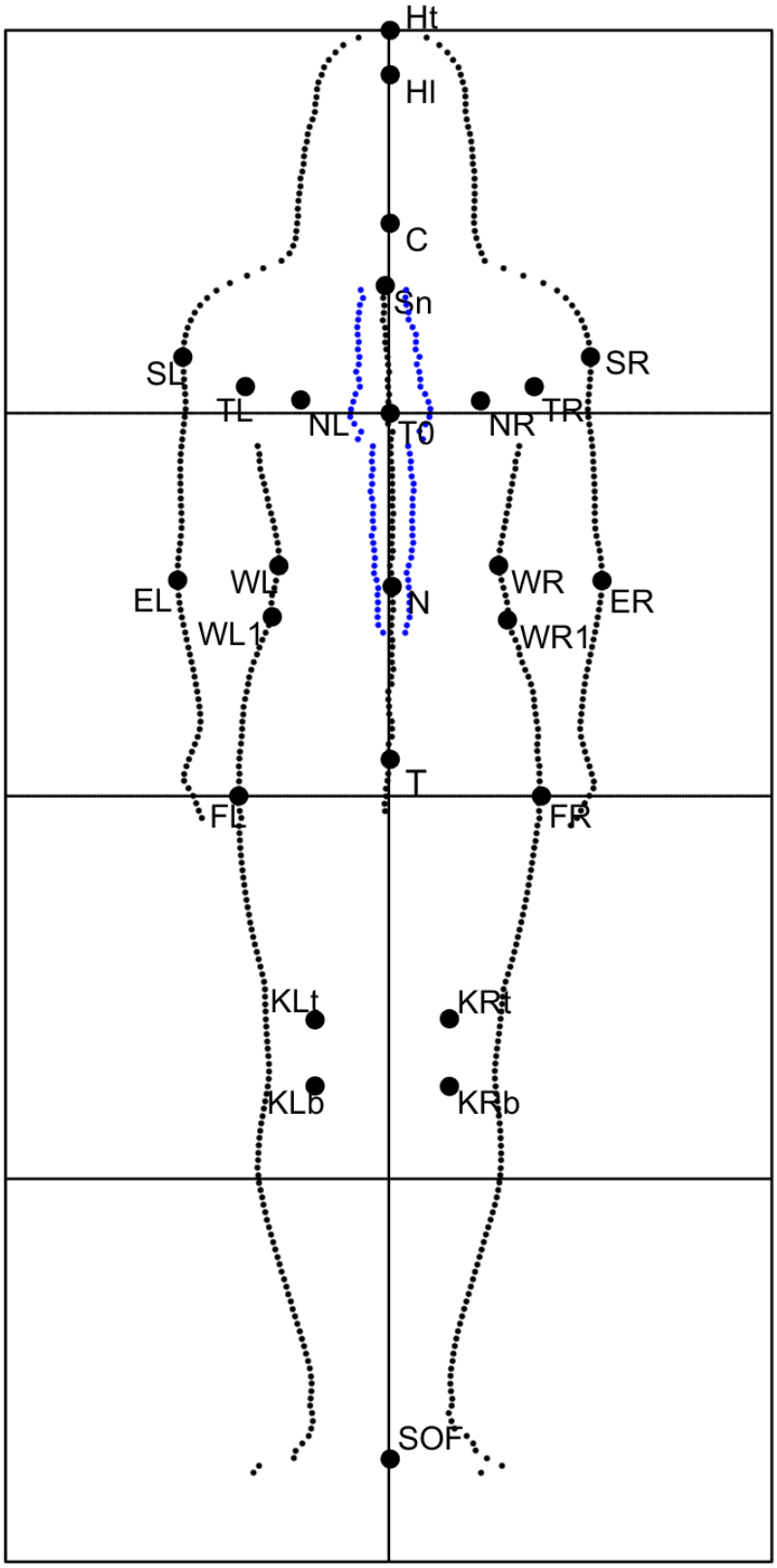


EK 449: Kouros 3851 Teorik Boy h**/4/1 Parçalanması



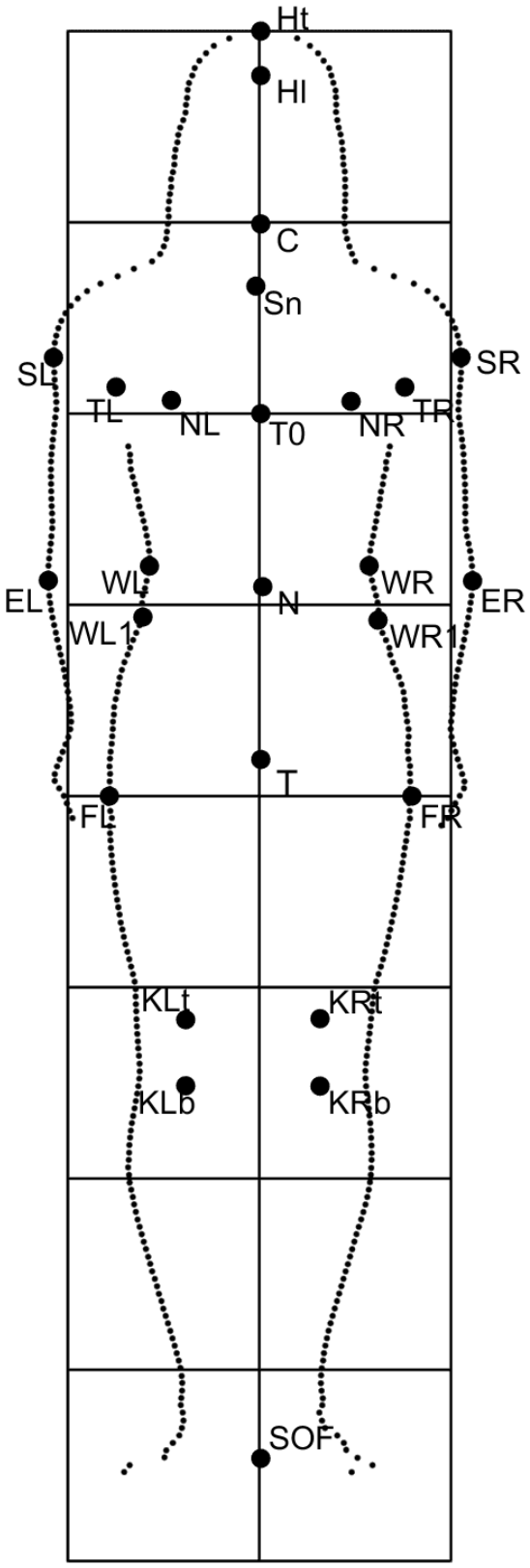
ek s.342

EK 450: Kouros 3851 Ventral Sınırlar ve h**/4/1 Parçalanması



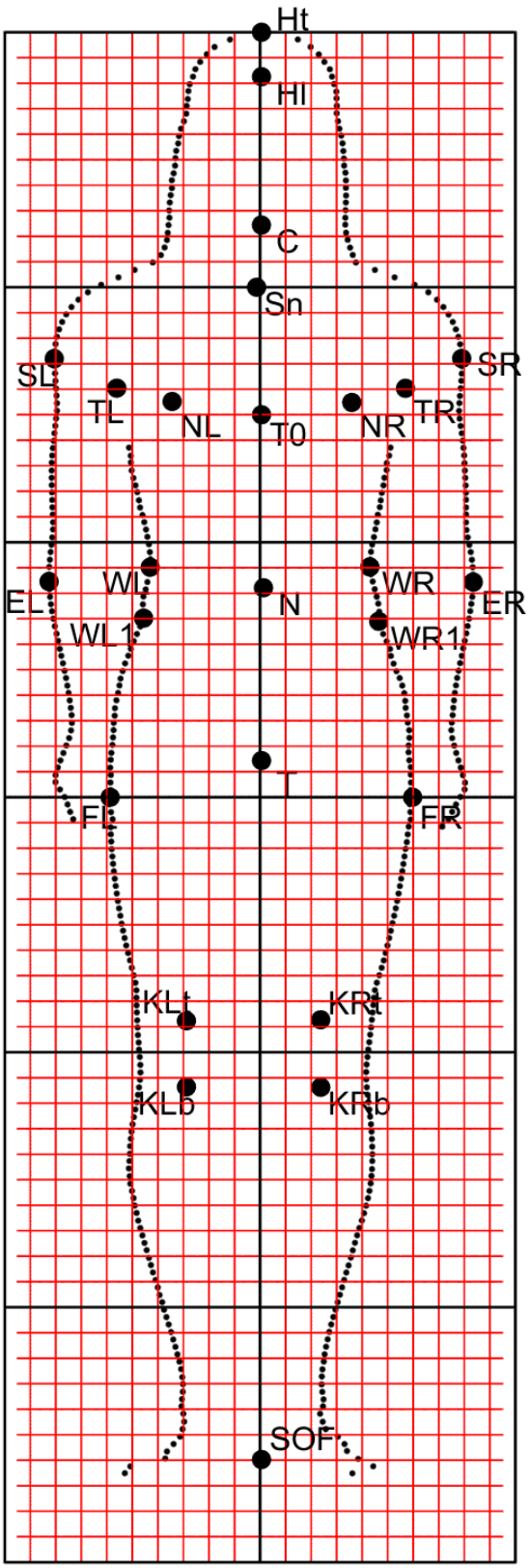
ek s.343

EK 451: Kouros 3851 Teorik Boy h**/8/1 Parçalanması



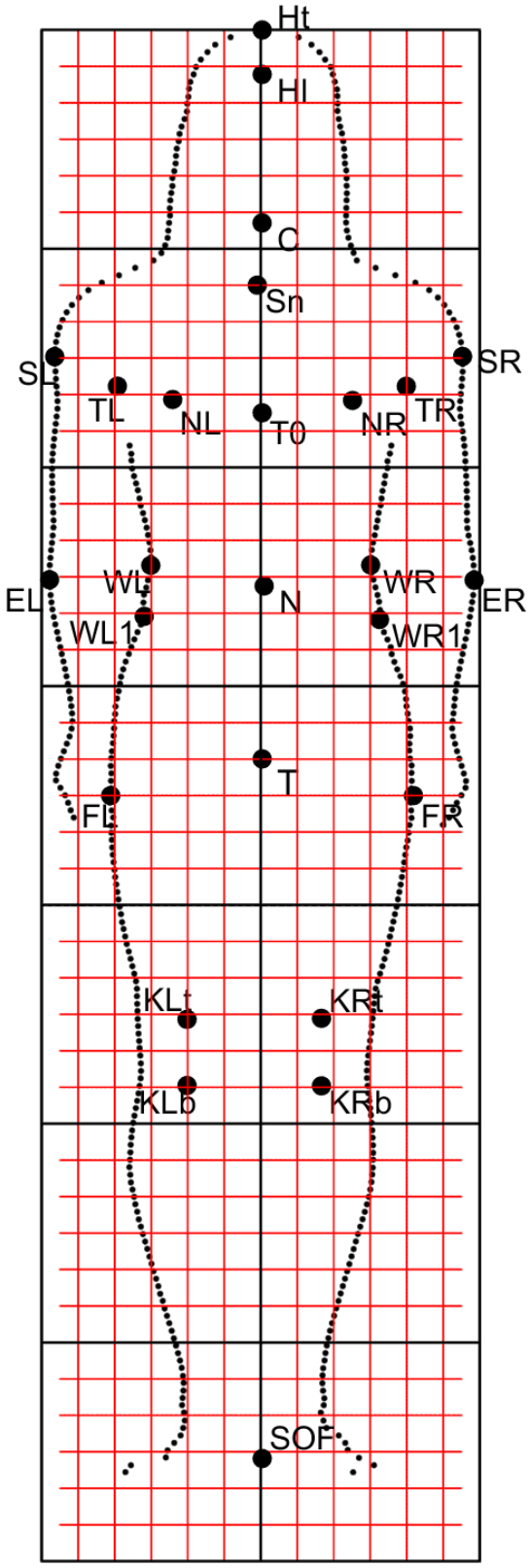
ek s.344

EK 452: Kouros 3851 Teorik Boy h**/6/10 Parçalanması



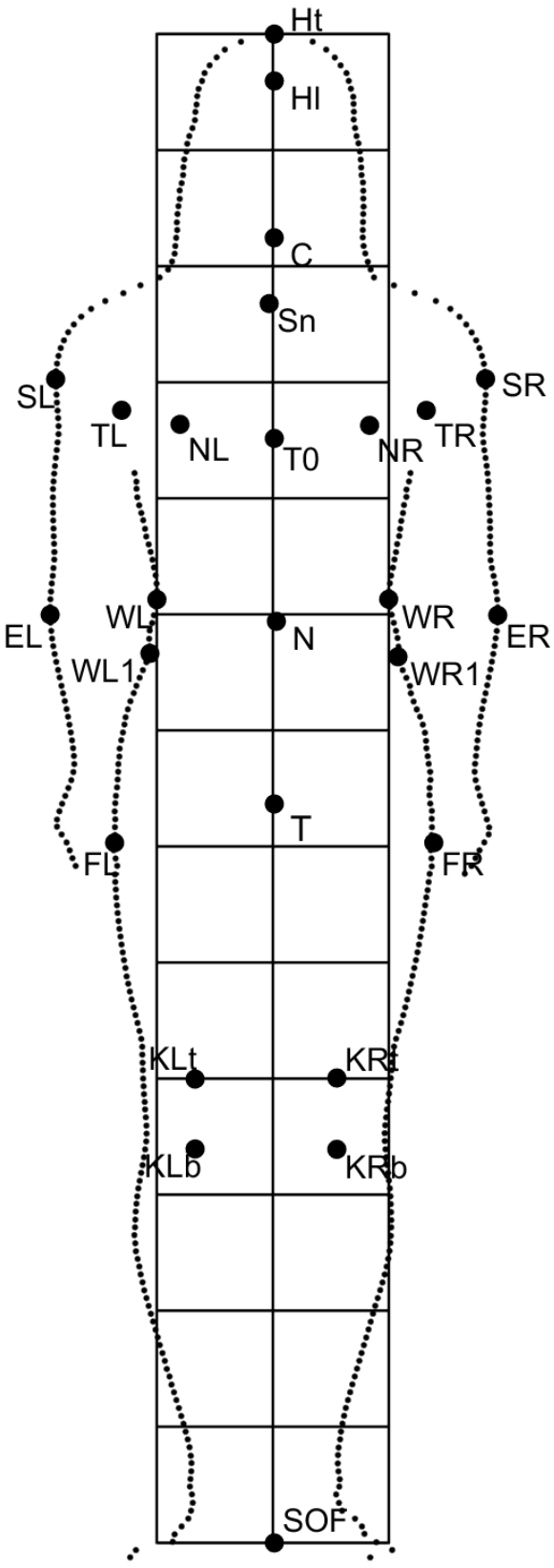
ek s.345

EK 453: Kouros 3851 Teorik Boy h**/7/6 Parçalanması

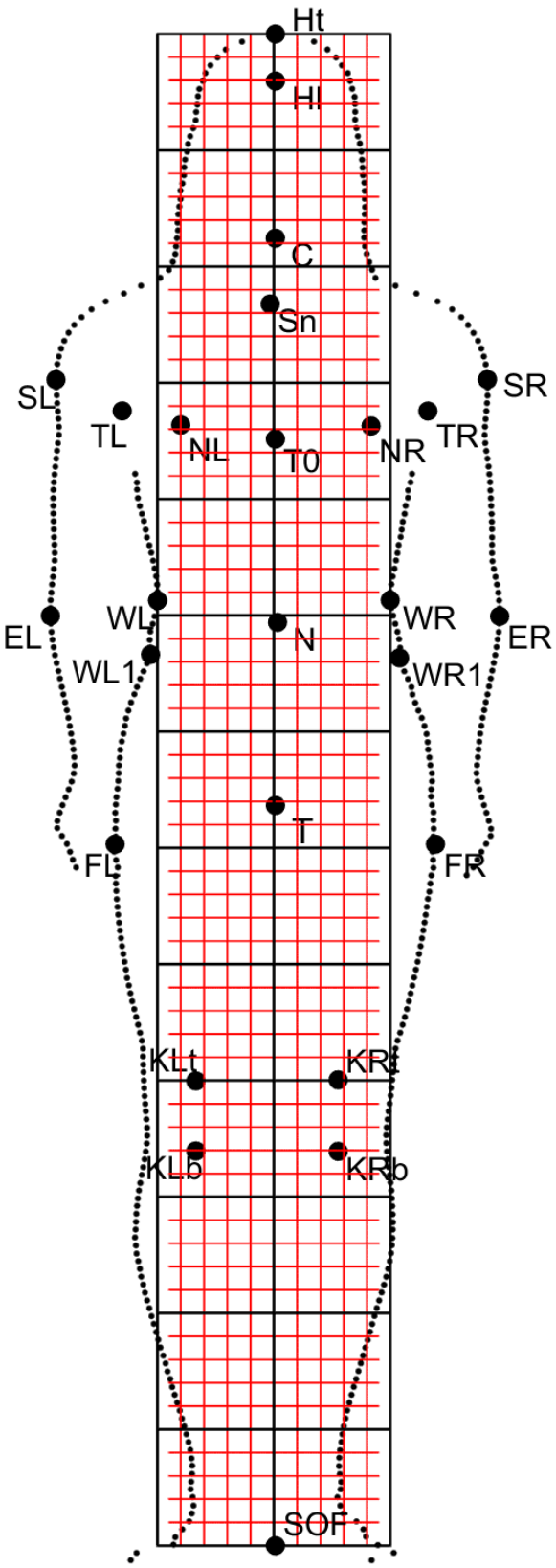


ek s.346

EK 454: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/13/1 Parçalanması

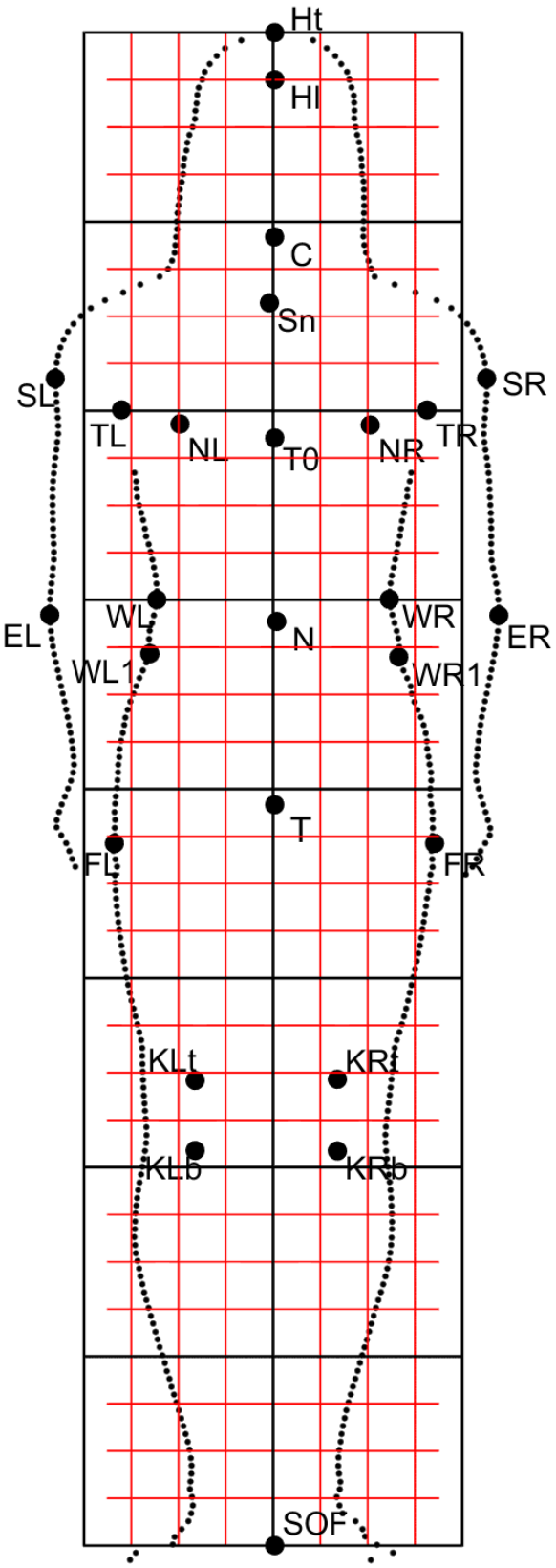


EK 455: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/13/5 Parçalanması



ek s.348

EK 456: Kouros 3851 Boy Uzunluğunun h/8/4 Parçalanması

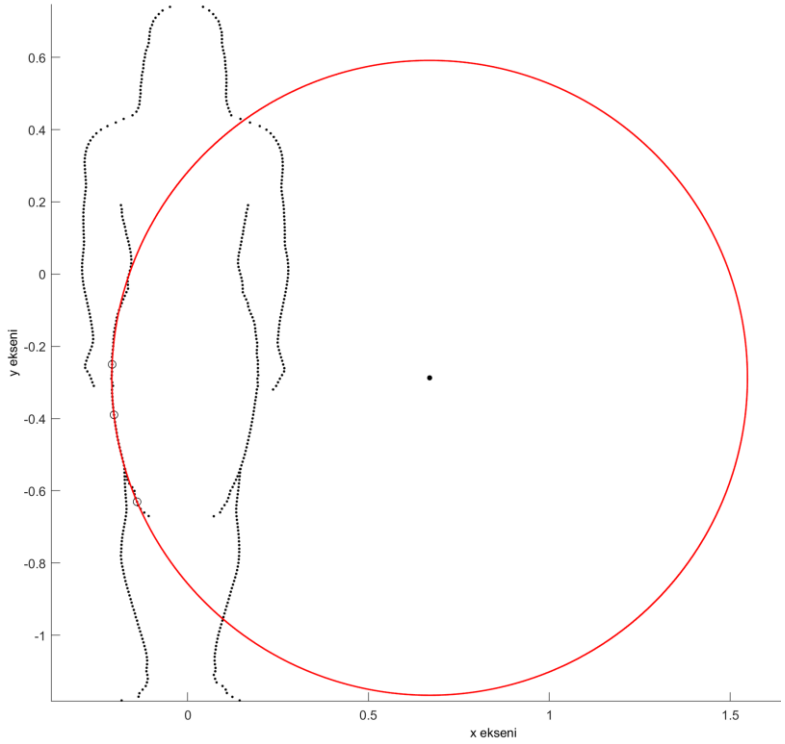


EK 457: Kouros 3851 Sol Femur Sınırı ile Çember Uyumu

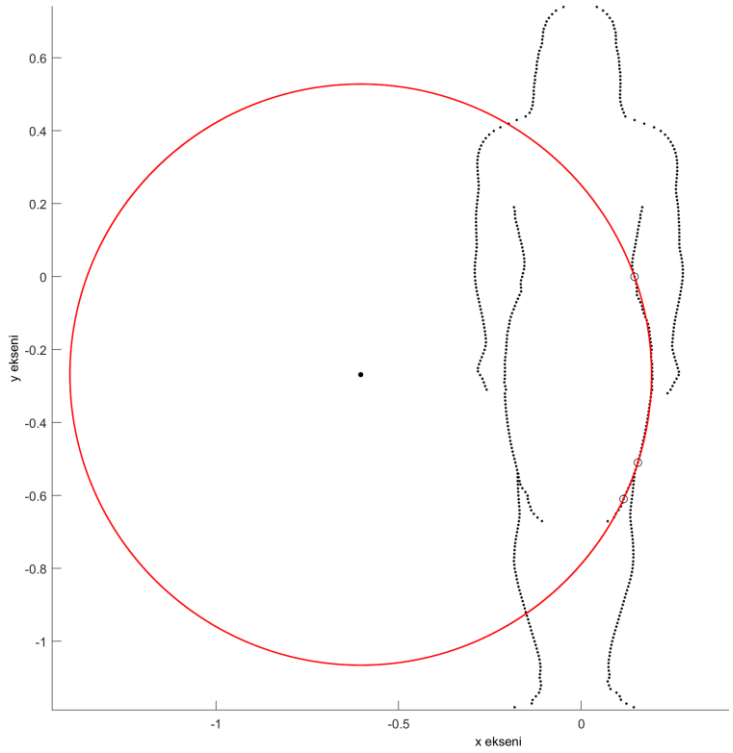
Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
55	-0,129866	-0,650228	0,877624	0,669200	-0,286300	0,878700	-1,076387
56	-0,136988	-0,640342	0,880101	0,669200	-0,286300	0,878700	1,400986
57	-0,139678	-0,630404	0,878638	0,669200	-0,286300	0,878700	-0,062433
58	-0,144064	-0,619523	0,878505	0,669200	-0,286300	0,878700	-0,195330
59	-0,146542	-0,609569	0,877093	0,669200	-0,286300	0,878700	-1,606893
60	-0,146904	-0,600454	0,874123	0,669200	-0,286300	0,878700	-4,576916
61	-0,152881	-0,590369	0,876167	0,669200	-0,286300	0,878700	-2,533355
62	-0,161105	-0,579839	0,880333	0,669200	-0,286300	0,878700	1,632585
63	-0,166581	-0,569503	0,882139	0,669200	-0,286300	0,878700	3,438545
64	-0,168869	-0,560490	0,881472	0,669200	-0,286300	0,878700	2,771738
65	-0,171363	-0,549789	0,880594	0,669200	-0,286300	0,878700	1,894477
66	-0,172564	-0,540009	0,878879	0,669200	-0,286300	0,878700	0,179099
67	-0,175622	-0,529775	0,878930	0,669200	-0,286300	0,878700	0,230223
68	-0,177956	-0,519673	0,878448	0,669200	-0,286300	0,878700	-0,252222
69	-0,180469	-0,509508	0,878245	0,669200	-0,286300	0,878700	-0,455271
70	-0,182883	-0,499528	0,878115	0,669200	-0,286300	0,878700	-0,584881
71	-0,185369	-0,489656	0,878201	0,669200	-0,286300	0,878700	-0,499495
72	-0,187972	-0,479589	0,878475	0,669200	-0,286300	0,878700	-0,224675
73	-0,190177	-0,469506	0,878480	0,669200	-0,286300	0,878700	-0,219576
74	-0,192235	-0,459523	0,878482	0,669200	-0,286300	0,878700	-0,217774
75	-0,194342	-0,450196	0,878772	0,669200	-0,286300	0,878700	0,071809
76	-0,195844	-0,439533	0,878337	0,669200	-0,286300	0,878700	-0,362930
77	-0,197612	-0,429556	0,878408	0,669200	-0,286300	0,878700	-0,292456
78	-0,199208	-0,419648	0,878435	0,669200	-0,286300	0,878700	-0,264773
79	-0,200754	-0,409629	0,878513	0,669200	-0,286300	0,878700	-0,187424
80	-0,202129	-0,399513	0,878525	0,669200	-0,286300	0,878700	-0,175109
81	-0,203442	-0,389693	0,878629	0,669200	-0,286300	0,878700	-0,071303
82	-0,204598	-0,379815	0,878682	0,669200	-0,286300	0,878700	-0,018050
83	-0,205730	-0,369655	0,878797	0,669200	-0,286300	0,878700	0,097389
84	-0,206629	-0,359712	0,878817	0,669200	-0,286300	0,878700	0,117350
85	-0,207526	-0,349849	0,878954	0,669200	-0,286300	0,878700	0,254411
86	-0,208108	-0,339611	0,878866	0,669200	-0,286300	0,878700	0,166183
87	-0,208680	-0,330016	0,878919	0,669200	-0,286300	0,878700	0,218626
88	-0,208976	-0,320447	0,878801	0,669200	-0,286300	0,878700	0,101349
89	-0,206248	-0,309535	0,875730	0,669200	-0,286300	0,878700	-2,969679
90	-0,208371	-0,300122	0,877665	0,669200	-0,286300	0,878700	-1,035335
91	-0,210670	-0,289612	0,879873	0,669200	-0,286300	0,878700	1,173038
92	-0,209626	-0,280053	0,878856	0,669200	-0,286300	0,878700	0,155880
93	-0,209032	-0,270274	0,878397	0,669200	-0,286300	0,878700	-0,302977
94	-0,209194	-0,260266	0,878810	0,669200	-0,286300	0,878700	0,109909
95	-0,208638	-0,250127	0,878625	0,669200	-0,286300	0,878700	-0,075287
96	-0,209455	-0,240161	0,879919	0,669200	-0,286300	0,878700	1,218573
97	-0,208728	-0,229640	0,879819	0,669200	-0,286300	0,878700	1,119441
98	-0,207960	-0,220365	0,879710	0,669200	-0,286300	0,878700	1,010157
99	-0,206521	-0,209627	0,879159	0,669200	-0,286300	0,878700	0,458896
100	-0,205700	-0,199609	0,879284	0,669200	-0,286300	0,878700	0,583641
101	-0,205037	-0,189691	0,879669	0,669200	-0,286300	0,878700	0,969170
102	-0,204755	-0,179934	0,880525	0,669200	-0,286300	0,878700	1,825298
103	-0,203533	-0,170390	0,880529	0,669200	-0,286300	0,878700	1,828726
104	-0,203154	-0,160219	0,881562	0,669200	-0,286300	0,878700	2,861729
105	-0,201129	-0,149554	0,881162	0,669200	-0,286300	0,878700	2,462033
106	-0,198953	-0,139716	0,880608	0,669200	-0,286300	0,878700	1,908124
107	-0,197080	-0,129591	0,880519	0,669200	-0,286300	0,878700	1,818692
108	-0,195643	-0,120303	0,880819	0,669200	-0,286300	0,878700	2,118604
109	-0,192792	-0,110255	0,879986	0,669200	-0,286300	0,878700	1,285875
110	-0,189447	-0,099937	0,878851	0,669200	-0,286300	0,878700	0,151275
111	-0,185181	-0,089612	0,876953	0,669200	-0,286300	0,878700	-1,746502
112	-0,181844	-0,080329	0,875850	0,669200	-0,286300	0,878700	-2,850193
113	-0,177772	-0,069947	0,874416	0,669200	-0,286300	0,878700	-4,283683
114	-0,173535	-0,060394	0,872748	0,669200	-0,286300	0,878700	-5,952263
115	-0,169128	-0,050252	0,871198	0,669200	-0,286300	0,878700	-7,502210
116	-0,164615	-0,040408	0,869599	0,669200	-0,286300	0,878700	-9,100601
117	-0,164965	-0,029842	0,872992	0,669200	-0,286300	0,878700	-5,707521
118	-0,165629	-0,020481	0,876431	0,669200	-0,286300	0,878700	-2,268692
119	-0,164850	-0,009916	0,878966	0,669200	-0,286300	0,878700	0,266032
120	-0,161834	-0,000354	0,879179	0,669200	-0,286300	0,878700	0,478887
121	-0,159565	0,009526	0,880316	0,669200	-0,286300	0,878700	1,616477
122	-0,156971	0,020446	0,881627	0,669200	-0,286300	0,878700	2,926974
123	-0,155785	0,029565	0,883744	0,669200	-0,286300	0,878700	5,044125
124	-0,155489	0,040221	0,887345	0,669200	-0,286300	0,878700	8,645453

Hata Değerleri			
Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]
-9,1006	8,65	±1,6041	±2,5764

EK 458: Kouros 3851 Sol Femur Sınırına Uyan Çember



EK 459: Kouros 3851 Sağ Femur Sınırına Uyan Çember ve Merkezi

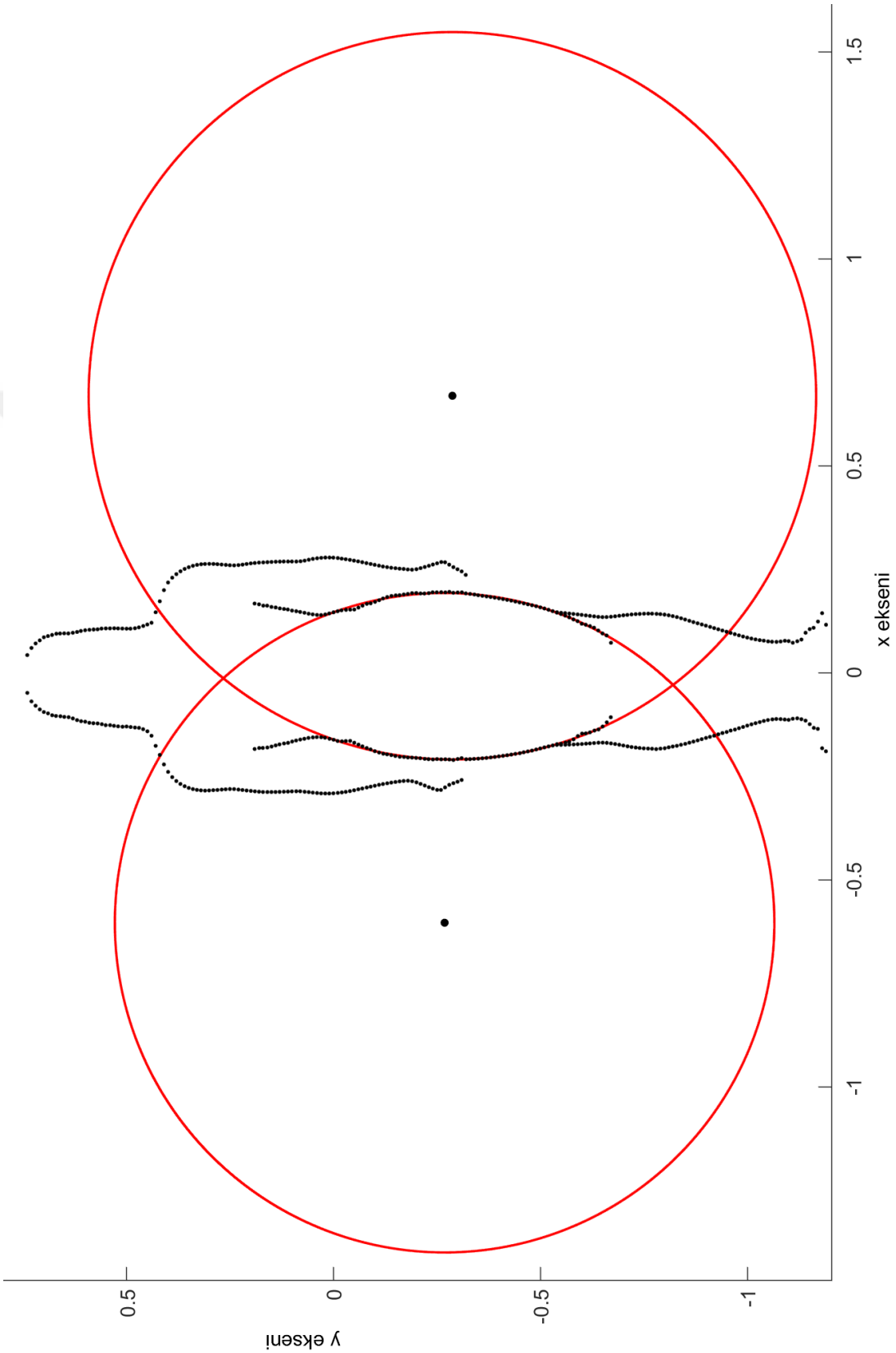


EK 460: Kouros 3851 Sağ Femur Sınırı ile Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
55	-0,129866	-0,650228	0,796181	-0,644000	-0,268500	0,796600	-0,418621
56	-0,136988	-0,640342	0,797744	-0,644000	-0,268500	0,796600	1,144160
57	-0,139678	-0,630404	0,799109	-0,644000	-0,268500	0,796600	2,508669
58	-0,144064	-0,619523	0,798130	-0,644000	-0,268500	0,796600	1,530027
59	-0,146542	-0,609569	0,796589	-0,644000	-0,268500	0,796600	-0,010936
60	-0,146904	-0,600454	0,794793	-0,644000	-0,268500	0,796600	-1,806805
61	-0,152881	-0,590369	0,796168	-0,644000	-0,268500	0,796600	-0,432438
62	-0,161105	-0,579839	0,796261	-0,644000	-0,268500	0,796600	-0,339047
63	-0,166581	-0,569503	0,796924	-0,644000	-0,268500	0,796600	0,323753
64	-0,168869	-0,560490	0,797182	-0,644000	-0,268500	0,796600	0,581814
65	-0,171363	-0,549789	0,797092	-0,644000	-0,268500	0,796600	0,491849
66	-0,172564	-0,540009	0,796801	-0,644000	-0,268500	0,796600	0,201118
67	-0,175622	-0,529775	0,796838	-0,644000	-0,268500	0,796600	0,238196
68	-0,177956	-0,519673	0,796725	-0,644000	-0,268500	0,796600	0,125322
69	-0,180469	-0,509508	0,796584	-0,644000	-0,268500	0,796600	-0,015758
70	-0,182883	-0,499528	0,796363	-0,644000	-0,268500	0,796600	-0,237433
71	-0,185369	-0,489656	0,796018	-0,644000	-0,268500	0,796600	-0,582248
72	-0,187972	-0,479589	0,795640	-0,644000	-0,268500	0,796600	-0,959774
73	-0,190177	-0,469506	0,795215	-0,644000	-0,268500	0,796600	-1,384802
74	-0,192235	-0,459523	0,794934	-0,644000	-0,268500	0,796600	-1,666056
75	-0,194342	-0,450196	0,794777	-0,644000	-0,268500	0,796600	-1,823166
76	-0,195844	-0,439533	0,794694	-0,644000	-0,268500	0,796600	-1,905697
77	-0,197612	-0,429556	0,794679	-0,644000	-0,268500	0,796600	-1,920985
78	-0,199208	-0,419648	0,794604	-0,644000	-0,268500	0,796600	-1,995589
79	-0,200754	-0,409629	0,794653	-0,644000	-0,268500	0,796600	-1,947205
80	-0,202129	-0,399513	0,794670	-0,644000	-0,268500	0,796600	-1,929966
81	-0,203442	-0,389693	0,794736	-0,644000	-0,268500	0,796600	-1,864363
82	-0,204598	-0,379815	0,794850	-0,644000	-0,268500	0,796600	-1,749834
83	-0,205730	-0,369655	0,794994	-0,644000	-0,268500	0,796600	-1,605837
84	-0,206629	-0,359712	0,795181	-0,644000	-0,268500	0,796600	-1,419205
85	-0,207526	-0,349849	0,795454	-0,644000	-0,268500	0,796600	-1,146408
86	-0,208108	-0,339611	0,796378	-0,644000	-0,268500	0,796600	-0,221669
87	-0,208680	-0,330016	0,796761	-0,644000	-0,268500	0,796600	0,160703
88	-0,208976	-0,320447	0,797295	-0,644000	-0,268500	0,796600	0,694792
89	-0,206248	-0,309535	0,799363	-0,644000	-0,268500	0,796600	2,763437
90	-0,208371	-0,300122	0,798502	-0,644000	-0,268500	0,796600	1,902170
91	-0,210670	-0,289612	0,797359	-0,644000	-0,268500	0,796600	0,758799
92	-0,209626	-0,280053	0,799552	-0,644000	-0,268500	0,796600	2,951736
93	-0,209032	-0,270274	0,798172	-0,644000	-0,268500	0,796600	1,572149
94	-0,209194	-0,260266	0,798624	-0,644000	-0,268500	0,796600	2,024160
95	-0,208638	-0,250127	0,798519	-0,644000	-0,268500	0,796600	1,918796
96	-0,209455	-0,240161	0,798920	-0,644000	-0,268500	0,796600	2,320332
97	-0,208728	-0,229640	0,797324	-0,644000	-0,268500	0,796600	0,723684
98	-0,207960	-0,220365	0,796910	-0,644000	-0,268500	0,796600	0,310468
99	-0,206521	-0,209627	0,797664	-0,644000	-0,268500	0,796600	1,064399
100	-0,205700	-0,199609	0,799515	-0,644000	-0,268500	0,796600	2,914653
101	-0,205037	-0,189691	0,800197	-0,644000	-0,268500	0,796600	3,597393
102	-0,204755	-0,179934	0,799399	-0,644000	-0,268500	0,796600	2,799241
103	-0,203533	-0,170390	0,799308	-0,644000	-0,268500	0,796600	2,707576
104	-0,203154	-0,160219	0,798955	-0,644000	-0,268500	0,796600	2,355004
105	-0,201129	-0,149554	0,799743	-0,644000	-0,268500	0,796600	3,142961
106	-0,198953	-0,139716	0,800012	-0,644000	-0,268500	0,796600	3,411591
107	-0,197080	-0,129591	0,799104	-0,644000	-0,268500	0,796600	2,503966
108	-0,195643	-0,120303	0,797512	-0,644000	-0,268500	0,796600	0,911844
109	-0,192792	-0,110255	0,795120	-0,644000	-0,268500	0,796600	-1,480484
110	-0,189447	-0,099937	0,793276	-0,644000	-0,268500	0,796600	-3,324455
111	-0,185181	-0,089612	0,792145	-0,644000	-0,268500	0,796600	-4,454862
112	-0,181844	-0,080329	0,793098	-0,644000	-0,268500	0,796600	-3,501643
113	-0,177772	-0,069947	0,791266	-0,644000	-0,268500	0,796600	-5,333678
114	-0,173535	-0,060394	0,789259	-0,644000	-0,268500	0,796600	-7,341237
115	-0,169128	-0,050252	0,787536	-0,644000	-0,268500	0,796600	-9,064159
116	-0,164615	-0,040408	0,790069	-0,644000	-0,268500	0,796600	-6,531030
117	-0,164965	-0,029842	0,792640	-0,644000	-0,268500	0,796600	-3,960080
118	-0,165629	-0,020481	0,794770	-0,644000	-0,268500	0,796600	-1,830366
119	-0,164850	-0,009916	0,795775	-0,644000	-0,268500	0,796600	-0,825362
120	-0,161834	-0,000354	0,796569	-0,644000	-0,268500	0,796600	-0,030793
121	-0,159565	0,009526	0,797562	-0,644000	-0,268500	0,796600	0,961814
122	-0,156971	0,020446	0,798724	-0,644000	-0,268500	0,796600	2,124030
123	-0,155785	0,029565	0,801114	-0,644000	-0,268500	0,796600	4,513878
124	-0,155489	0,040221	0,805160	-0,644000	-0,268500	0,796600	8,560193

Hata Değerleri			
Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]
-9,0642	8,56	±2,0268	±2,7662

EK 461: Kouros 3851 Femur Sınırlarına Uyan Asimetrik Çemberler



EK 462: Kouros 3851 Sol Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
55	-0,129866	-0,650228	0,816999	0,813058	0,598432	0,813058	3,940622
56	-0,136988	-0,640342	0,818956	0,813058	0,598432	0,813058	5,898002
57	-0,139678	-0,630404	0,817061	0,813058	0,598432	0,813058	4,003402
58	-0,144064	-0,619523	0,816441	0,813058	0,598432	0,813058	3,383166
59	-0,146542	-0,609569	0,814618	0,813058	0,598432	0,813058	1,559693
60	-0,146904	-0,600454	0,811305	0,813058	0,598432	0,813058	-1,752559
61	-0,152881	-0,590369	0,812896	0,813058	0,598432	0,813058	-0,161856
62	-0,161105	-0,579839	0,816578	0,813058	0,598432	0,813058	3,520153
63	-0,166581	-0,569503	0,817959	0,813058	0,598432	0,813058	4,900970
64	-0,168869	-0,560490	0,816961	0,813058	0,598432	0,813058	3,903116
65	-0,171363	-0,549789	0,815702	0,813058	0,598432	0,813058	2,644425
66	-0,172564	-0,540009	0,813658	0,813058	0,598432	0,813058	0,600105
67	-0,175622	-0,529775	0,813355	0,813058	0,598432	0,813058	0,297485
68	-0,177956	-0,519673	0,812540	0,813058	0,598432	0,813058	-0,517863
69	-0,180469	-0,509508	0,812010	0,813058	0,598432	0,813058	-1,047723
70	-0,182883	-0,499528	0,811570	0,813058	0,598432	0,813058	-1,488119
71	-0,185369	-0,489656	0,811357	0,813058	0,598432	0,813058	-1,701330
72	-0,187972	-0,479589	0,811337	0,813058	0,598432	0,813058	-1,721436
73	-0,190177	-0,469506	0,811059	0,813058	0,598432	0,813058	-1,999014
74	-0,192235	-0,459523	0,810791	0,813058	0,598432	0,813058	-2,266527
75	-0,194342	-0,450196	0,810837	0,813058	0,598432	0,813058	-2,220597
76	-0,195844	-0,439533	0,810139	0,813058	0,598432	0,813058	-2,919035
77	-0,197612	-0,429556	0,809971	0,813058	0,598432	0,813058	-3,086984
78	-0,199208	-0,419648	0,809772	0,813058	0,598432	0,813058	-3,285727
79	-0,200754	-0,409629	0,809631	0,813058	0,598432	0,813058	-3,427257
80	-0,202129	-0,399513	0,809433	0,813058	0,598432	0,813058	-3,625315
81	-0,203442	-0,389693	0,809342	0,813058	0,598432	0,813058	-3,716004
82	-0,204598	-0,379815	0,809210	0,813058	0,598432	0,813058	-3,848376
83	-0,205730	-0,369655	0,809144	0,813058	0,598432	0,813058	-3,913673
84	-0,206629	-0,359712	0,808998	0,813058	0,598432	0,813058	-4,060338
85	-0,207526	-0,349849	0,808979	0,813058	0,598432	0,813058	-4,078902
86	-0,208108	-0,339611	0,808740	0,813058	0,598432	0,813058	-4,318089
87	-0,208680	-0,330016	0,808660	0,813058	0,598432	0,813058	-4,397762
88	-0,208976	-0,320447	0,808420	0,813058	0,598432	0,813058	-4,637541
89	-0,206248	-0,309535	0,805222	0,813058	0,598432	0,813058	-7,836156
90	-0,208371	-0,300122	0,807054	0,813058	0,598432	0,813058	-6,004114
91	-0,210670	-0,289612	0,809159	0,813058	0,598432	0,813058	-3,898908
92	-0,209626	-0,280053	0,808058	0,813058	0,598432	0,813058	-4,999998
93	-0,209032	-0,270274	0,807523	0,813058	0,598432	0,813058	-5,535427
94	-0,209194	-0,260266	0,807867	0,813058	0,598432	0,813058	-5,190940
95	-0,208638	-0,250127	0,807623	0,813058	0,598432	0,813058	-5,435328
96	-0,209455	-0,240161	0,808869	0,813058	0,598432	0,813058	-4,189314
97	-0,208728	-0,229640	0,808729	0,813058	0,598432	0,813058	-4,328506
98	-0,207960	-0,220365	0,808594	0,813058	0,598432	0,813058	-4,463917
99	-0,206521	-0,209627	0,808023	0,813058	0,598432	0,813058	-5,034676
100	-0,205700	-0,199609	0,808140	0,813058	0,598432	0,813058	-4,917550
101	-0,205037	-0,189691	0,808528	0,813058	0,598432	0,813058	-4,529615
102	-0,204755	-0,179934	0,809396	0,813058	0,598432	0,813058	-3,661582
103	-0,203533	-0,170390	0,809421	0,813058	0,598432	0,813058	-3,637088
104	-0,203154	-0,160219	0,810486	0,813058	0,598432	0,813058	-2,571971
105	-0,201129	-0,149554	0,810132	0,813058	0,598432	0,813058	-2,925942
106	-0,198953	-0,139716	0,809631	0,813058	0,598432	0,813058	-3,426949
107	-0,197080	-0,129591	0,809606	0,813058	0,598432	0,813058	-3,451794
108	-0,195643	-0,120303	0,809974	0,813058	0,598432	0,813058	-3,083780
109	-0,192792	-0,110255	0,809227	0,813058	0,598432	0,813058	-3,830725
110	-0,189447	-0,099937	0,808193	0,813058	0,598432	0,813058	-4,864952
111	-0,185181	-0,089612	0,806410	0,813058	0,598432	0,813058	-6,648102
112	-0,181844	-0,080329	0,805419	0,813058	0,598432	0,813058	-7,639386
113	-0,177772	-0,069947	0,804124	0,813058	0,598432	0,813058	-8,934308
114	-0,173535	-0,060394	0,802596	0,813058	0,598432	0,813058	-10,462308
115	-0,169128	-0,050252	0,801207	0,813058	0,598432	0,813058	-11,851100
116	-0,164615	-0,040408	0,799778	0,813058	0,598432	0,813058	-13,279874
117	-0,164965	-0,029842	0,803339	0,813058	0,598432	0,813058	-9,718716
118	-0,165629	-0,020481	0,806932	0,813058	0,598432	0,813058	-6,125956
119	-0,164850	-0,009916	0,809657	0,813058	0,598432	0,813058	-3,400802
120	-0,161834	-0,000354	0,810066	0,813058	0,598432	0,813058	-2,992400
121	-0,159565	0,009526	0,811409	0,813058	0,598432	0,813058	-1,648882
122	-0,156971	0,020446	0,812958	0,813058	0,598432	0,813058	-0,099519
123	-0,155785	0,029565	0,815275	0,813058	0,598432	0,813058	2,217274
124	-0,155489	0,040221	0,819108	0,813058	0,598432	0,813058	6,050273

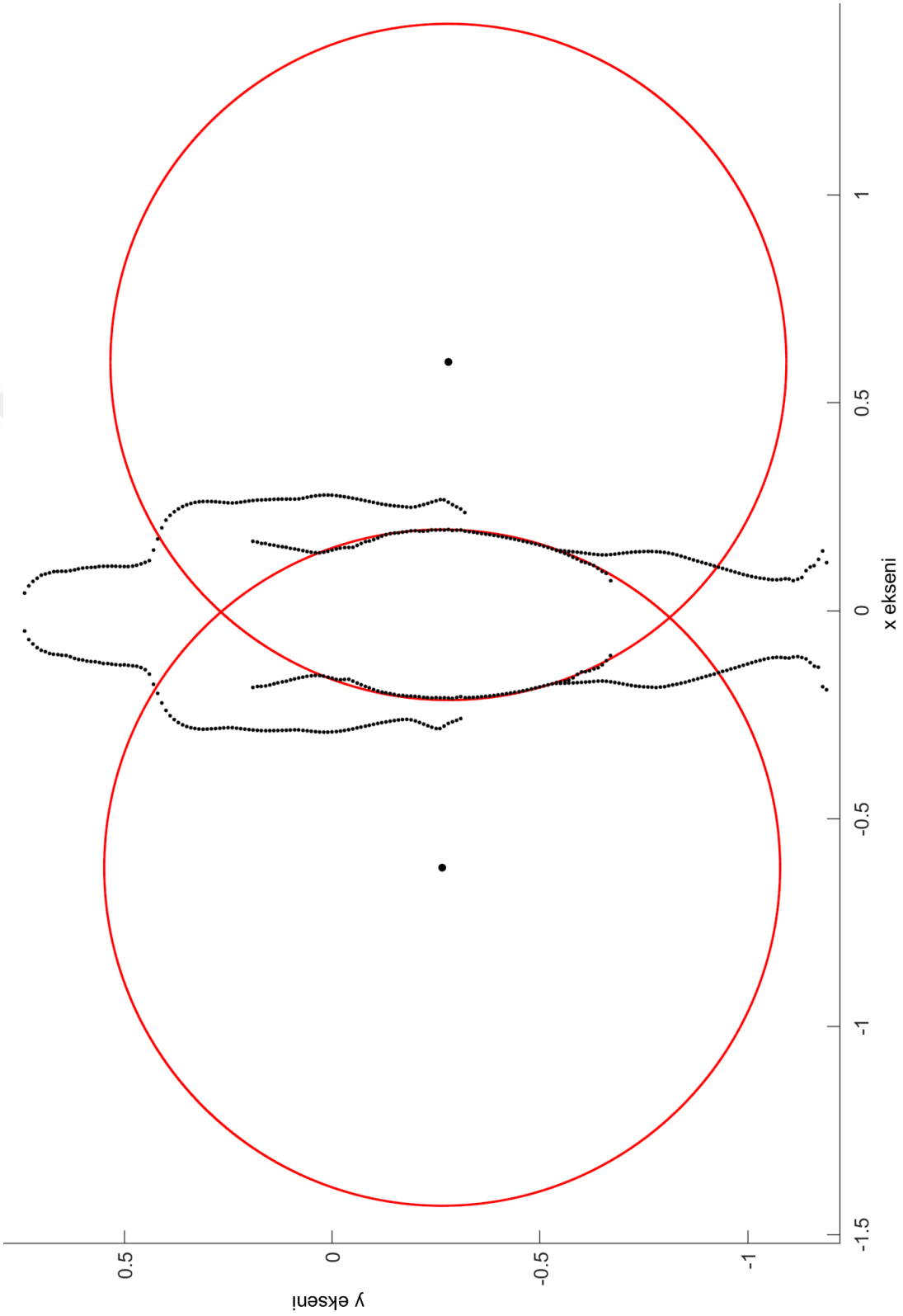
Hata Değerleri			
Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]
-13,2799	6,05	±4,1104	±4,8195

EK 463: Kouros 3851 Sağ Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
55	-0,129866	-0,650228	0,809794	-0,617589	-0,265000	0,813058	-3,264076
56	-0,136988	-0,640342	0,811408	-0,617589	-0,265000	0,813058	-1,650423
57	-0,139678	-0,630404	0,812819	-0,617589	-0,265000	0,813058	-0,239343
58	-0,144064	-0,619523	0,811878	-0,617589	-0,265000	0,813058	-1,180286
59	-0,146542	-0,609569	0,810373	-0,617589	-0,265000	0,813058	-2,685376
60	-0,146904	-0,600454	0,808608	-0,617589	-0,265000	0,813058	-4,449940
61	-0,152881	-0,590369	0,810017	-0,617589	-0,265000	0,813058	-3,040985
62	-0,161105	-0,579839	0,810140	-0,617589	-0,265000	0,813058	-2,918222
63	-0,166581	-0,569503	0,810830	-0,617589	-0,265000	0,813058	-2,227679
64	-0,168869	-0,560490	0,811112	-0,617589	-0,265000	0,813058	-1,946081
65	-0,171363	-0,549789	0,811043	-0,617589	-0,265000	0,813058	-2,014695
66	-0,172564	-0,540009	0,810771	-0,617589	-0,265000	0,813058	-2,287178
67	-0,175622	-0,529775	0,810825	-0,617589	-0,265000	0,813058	-2,233353
68	-0,177956	-0,519673	0,810725	-0,617589	-0,265000	0,813058	-2,332534
69	-0,180469	-0,509508	0,810596	-0,617589	-0,265000	0,813058	-2,462331
70	-0,182883	-0,499528	0,810383	-0,617589	-0,265000	0,813058	-2,675337
71	-0,185369	-0,489656	0,810044	-0,617589	-0,265000	0,813058	-3,013698
72	-0,187972	-0,479589	0,809671	-0,617589	-0,265000	0,813058	-3,387153
73	-0,190177	-0,469506	0,809248	-0,617589	-0,265000	0,813058	-3,810396
74	-0,192235	-0,459523	0,808966	-0,617589	-0,265000	0,813058	-4,092134
75	-0,194342	-0,450196	0,808806	-0,617589	-0,265000	0,813058	-4,252096
76	-0,195844	-0,439533	0,808718	-0,617589	-0,265000	0,813058	-4,339734
77	-0,197612	-0,429556	0,808696	-0,617589	-0,265000	0,813058	-4,362415
78	-0,199208	-0,419648	0,808611	-0,617589	-0,265000	0,813058	-4,446596
79	-0,200754	-0,409629	0,808648	-0,617589	-0,265000	0,813058	-4,409954
80	-0,202129	-0,399513	0,808651	-0,617589	-0,265000	0,813058	-4,406736
81	-0,203442	-0,389693	0,808700	-0,617589	-0,265000	0,813058	-4,357673
82	-0,204598	-0,379815	0,808796	-0,617589	-0,265000	0,813058	-4,261610
83	-0,205730	-0,369655	0,808920	-0,617589	-0,265000	0,813058	-4,137642
84	-0,206629	-0,359712	0,809084	-0,617589	-0,265000	0,813058	-3,974172
85	-0,207526	-0,349849	0,809331	-0,617589	-0,265000	0,813058	-3,726727
86	-0,208108	-0,339611	0,810231	-0,617589	-0,265000	0,813058	-2,826900
87	-0,208680	-0,330016	0,810583	-0,617589	-0,265000	0,813058	-2,474866
88	-0,208976	-0,320447	0,811085	-0,617589	-0,265000	0,813058	-1,973358
89	-0,206248	-0,309535	0,813121	-0,617589	-0,265000	0,813058	0,063096
90	-0,208371	-0,300122	0,812224	-0,617589	-0,265000	0,813058	-0,833698
91	-0,210670	-0,289612	0,811042	-0,617589	-0,265000	0,813058	-2,016475
92	-0,209626	-0,280053	0,813196	-0,617589	-0,265000	0,813058	0,138392
93	-0,209032	-0,270274	0,811777	-0,617589	-0,265000	0,813058	-1,281357
94	-0,209194	-0,260266	0,812185	-0,617589	-0,265000	0,813058	-0,873366
95	-0,208638	-0,250127	0,812030	-0,617589	-0,265000	0,813058	-1,027882
96	-0,209455	-0,240161	0,812383	-0,617589	-0,265000	0,813058	-0,674572
97	-0,208728	-0,229640	0,810740	-0,617589	-0,265000	0,813058	-2,318328
98	-0,207960	-0,220365	0,810270	-0,617589	-0,265000	0,813058	-2,787678
99	-0,206521	-0,209627	0,810974	-0,617589	-0,265000	0,813058	-2,083755
100	-0,205700	-0,199609	0,812768	-0,617589	-0,265000	0,813058	-0,290460
101	-0,205037	-0,189691	0,813391	-0,617589	-0,265000	0,813058	0,332991
102	-0,204755	-0,179934	0,812530	-0,617589	-0,265000	0,813058	-0,527775
103	-0,203533	-0,170390	0,812378	-0,617589	-0,265000	0,813058	-0,680422
104	-0,203154	-0,160219	0,811959	-0,617589	-0,265000	0,813058	-1,099132
105	-0,201129	-0,149554	0,812684	-0,617589	-0,265000	0,813058	-0,373610
106	-0,198953	-0,139716	0,812882	-0,617589	-0,265000	0,813058	-0,175928
107	-0,197080	-0,129591	0,811900	-0,617589	-0,265000	0,813058	-1,158189
108	-0,195643	-0,120303	0,810231	-0,617589	-0,265000	0,813058	-2,827158
109	-0,192792	-0,110255	0,807764	-0,617589	-0,265000	0,813058	-5,294163
110	-0,189447	-0,099937	0,805838	-0,617589	-0,265000	0,813058	-7,219705
111	-0,185181	-0,089612	0,804621	-0,617589	-0,265000	0,813058	-8,437110
112	-0,181844	-0,080329	0,805498	-0,617589	-0,265000	0,813058	-7,560389
113	-0,177772	-0,069947	0,803573	-0,617589	-0,265000	0,813058	-9,484593
114	-0,173535	-0,060394	0,801474	-0,617589	-0,265000	0,813058	-11,583717
115	-0,169128	-0,050252	0,799656	-0,617589	-0,265000	0,813058	-13,402297
116	-0,164615	-0,040408	0,802103	-0,617589	-0,265000	0,813058	-10,955477
117	-0,164965	-0,029842	0,804584	-0,617589	-0,265000	0,813058	-8,473969
118	-0,165629	-0,020481	0,806614	-0,617589	-0,265000	0,813058	-6,444146
119	-0,164850	-0,009916	0,807529	-0,617589	-0,265000	0,813058	-5,528709
120	-0,161834	-0,000354	0,808223	-0,617589	-0,265000	0,813058	-4,835493
121	-0,159565	0,009526	0,809110	-0,617589	-0,265000	0,813058	-3,947650
122	-0,156971	0,020446	0,810175	-0,617589	-0,265000	0,813058	-2,883411
123	-0,155785	0,029565	0,812463	-0,617589	-0,265000	0,813058	-0,594630
124	-0,155489	0,040221	0,816417	-0,617589	-0,265000	0,813058	3,358777

Hata Değerleri			
Minimum Hata [mm]	Maksimum Hata [mm]	Ortalama Hata [mm]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]
-13,4023	3,36	±3,3919	±4,3795

EK 464: Kouros 3851 Femur Sınırları ve Simetrik Çember Ara Kesiti



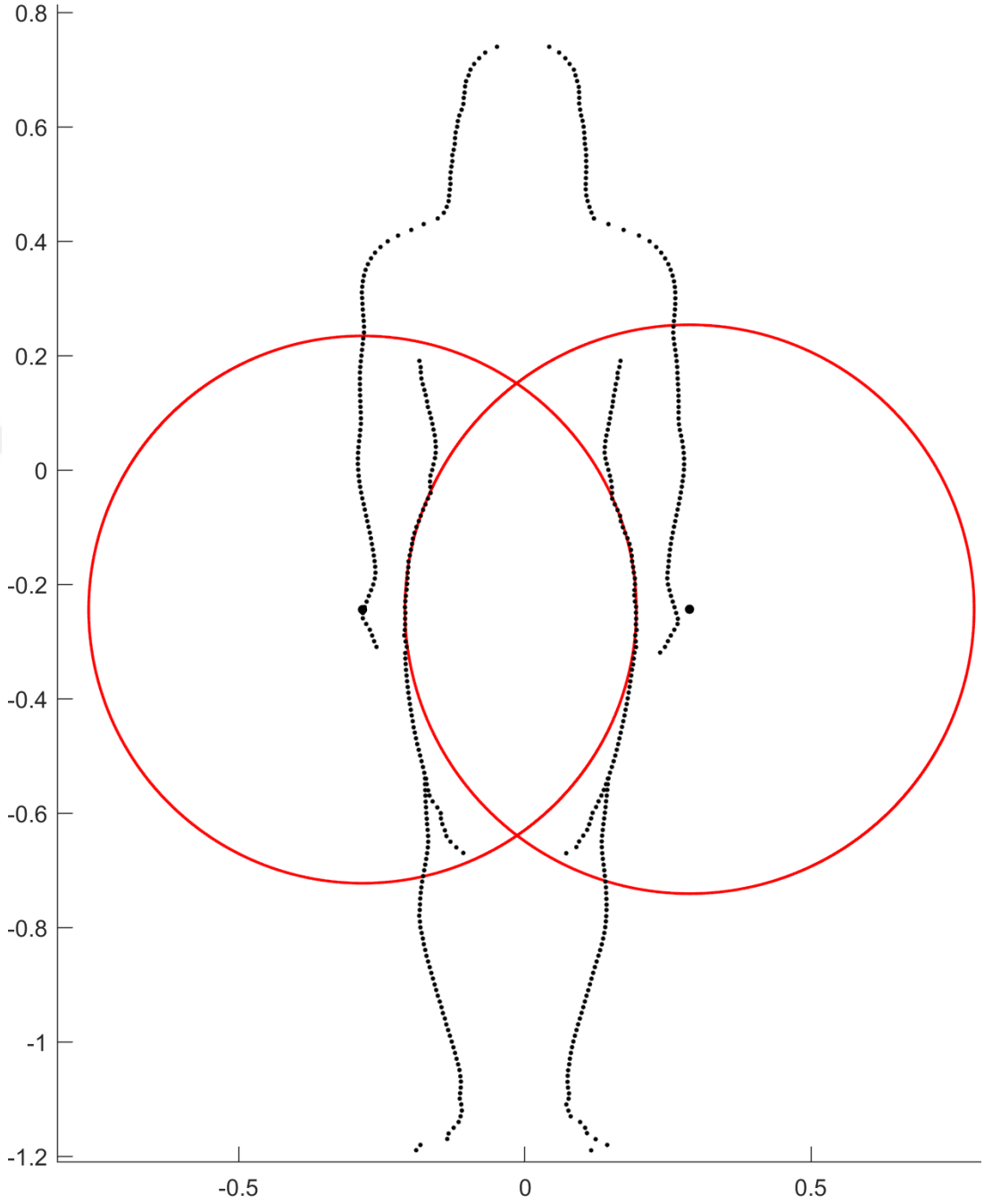
EK 465: Kouros 3851 Sol Kalça Sınırı ile Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
92	-0,209626	-0,280053	0,498745	0,287800	-0,243800	0,497300	1,445331
93	-0,209032	-0,270274	0,497537	0,287800	-0,243800	0,497300	0,236842
94	-0,209194	-0,260266	0,497267	0,287800	-0,243800	0,497300	-0,033306
95	-0,208638	-0,250127	0,496478	0,287800	-0,243800	0,497300	-0,821683
96	-0,209455	-0,240161	0,497268	0,287800	-0,243800	0,497300	-0,031685
97	-0,208728	-0,229640	0,496730	0,287800	-0,243800	0,497300	-0,570133
98	-0,207960	-0,220365	0,496314	0,287800	-0,243800	0,497300	-0,986413
99	-0,206521	-0,209627	0,495501	0,287800	-0,243800	0,497300	-1,799198
100	-0,205700	-0,199609	0,495475	0,287800	-0,243800	0,497300	-1,825385
101	-0,205037	-0,189691	0,495798	0,287800	-0,243800	0,497300	-1,501561
102	-0,204755	-0,179934	0,496678	0,287800	-0,243800	0,497300	-0,621740
103	-0,203533	-0,170390	0,496787	0,287800	-0,243800	0,497300	-0,513180
104	-0,203154	-0,160219	0,498018	0,287800	-0,243800	0,497300	0,717684
105	-0,201129	-0,149554	0,497930	0,287800	-0,243800	0,497300	0,629589
106	-0,198953	-0,139716	0,497757	0,287800	-0,243800	0,497300	0,456931
107	-0,197080	-0,129591	0,498149	0,287800	-0,243800	0,497300	0,848883
108	-0,195643	-0,120303	0,498968	0,287800	-0,243800	0,497300	1,667577
109	-0,192792	-0,110255	0,498802	0,287800	-0,243800	0,497300	1,501501
110	-0,189447	-0,099937	0,498459	0,287800	-0,243800	0,497300	1,158887
111	-0,185181	-0,089612	0,497479	0,287800	-0,243800	0,497300	0,178608
112	-0,181844	-0,080329	0,497281	0,287800	-0,243800	0,497300	-0,019139
113	-0,177772	-0,069947	0,496973	0,287800	-0,243800	0,497300	-0,327010
114	-0,173535	-0,060394	0,496455	0,287800	-0,243800	0,497300	-0,844823
115	-0,169128	-0,050252	0,496230	0,287800	-0,243800	0,497300	-1,070189
116	-0,164615	-0,040408	0,496032	0,287800	-0,243800	0,497300	-1,268108
Hata Değerleri							
Minimum Hata [mm]		Maksimum Hata [mm]		Ortalama Hata [mm]		Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]	
-1,8254		1,67		±0,8430		±1,0084	

EK 466: Kouros 3851 Sağ Kalça Sınırı ile Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
91	-0,210670	-0,289612	0,478814	-0,283600	0,244400	0,478500	0,314094
92	-0,209626	-0,280053	0,480390	-0,283600	0,244400	0,478500	1,890059
93	-0,209032	-0,270274	0,478474	-0,283600	0,244400	0,478500	-0,025676
94	-0,209194	-0,260266	0,478446	-0,283600	0,244400	0,478500	-0,053927
95	-0,208638	-0,250127	0,477923	-0,283600	0,244400	0,478500	-0,576754
96	-0,209455	-0,240161	0,478021	-0,283600	0,244400	0,478500	-0,479497
97	-0,208728	-0,229640	0,476216	-0,283600	0,244400	0,478500	-2,284315
98	-0,207960	-0,220365	0,475655	-0,283600	0,244400	0,478500	-2,844852
99	-0,206521	-0,209627	0,476360	-0,283600	0,244400	0,478500	-2,139563
100	-0,205700	-0,199609	0,478240	-0,283600	0,244400	0,478500	-0,260190
101	-0,205037	-0,189691	0,479039	-0,283600	0,244400	0,478500	0,538525
102	-0,204755	-0,179934	0,478448	-0,283600	0,244400	0,478500	-0,051605
103	-0,203533	-0,170390	0,478635	-0,283600	0,244400	0,478500	0,135189
104	-0,203154	-0,160219	0,478662	-0,283600	0,244400	0,478500	0,161538
105	-0,201129	-0,149554	0,479872	-0,283600	0,244400	0,478500	1,372462
106	-0,198953	-0,139716	0,480693	-0,283600	0,244400	0,478500	2,193492
107	-0,197080	-0,129591	0,480444	-0,283600	0,244400	0,478500	1,944275
108	-0,195643	-0,120303	0,479606	-0,283600	0,244400	0,478500	1,106162
109	-0,192792	-0,110255	0,478017	-0,283600	0,244400	0,478500	-0,483293
110	-0,189447	-0,099937	0,477117	-0,283600	0,244400	0,478500	-1,382960
111	-0,185181	-0,089612	0,477063	-0,283600	0,244400	0,478500	-1,436958
112	-0,181844	-0,080329	0,479007	-0,283600	0,244400	0,478500	0,507118
113	-0,177772	-0,069947	0,478452	-0,283600	0,244400	0,478500	-0,047752
114	-0,173535	-0,060394	0,477782	-0,283600	0,244400	0,478500	-0,718007
115	-0,169128	-0,050252	0,477519	-0,283600	0,244400	0,478500	-0,981271
Hata Değerleri							
Minimum Hata [mm]		Maksimum Hata [mm]		Ortalama Hata [mm]		Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]	
-2,8449		-0,14		±0,9572		±1,2677	

EK 467: Kouros 3851 Kalça Sınırlarına Uyan Çemberler



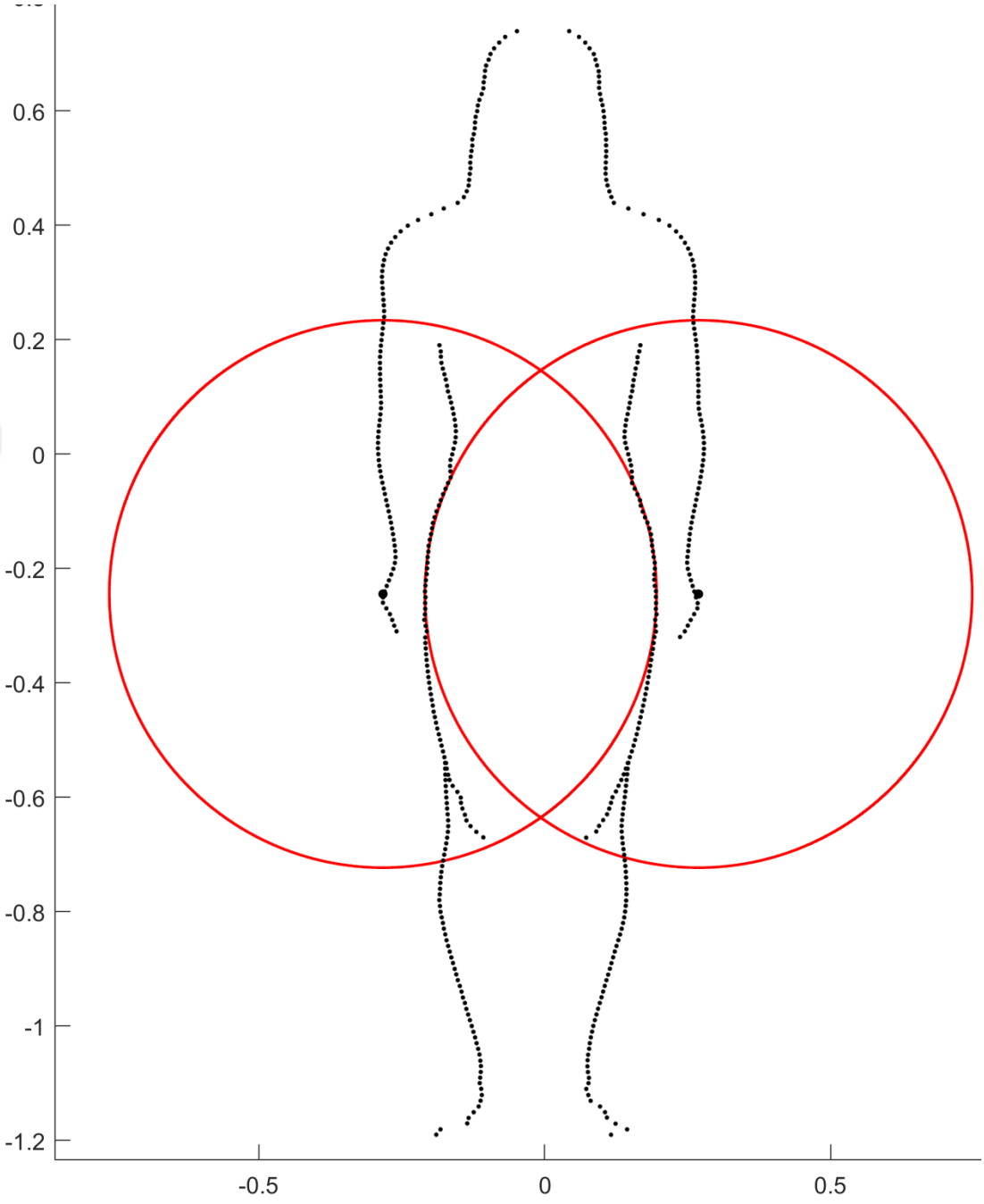
EK 468: Kouros 3851 Sol Kalça Sınırı ile Rafine Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
92	-0,209626	-0,280053	0,479826	0,268874	-0,244400	0,478500	1,326413
93	-0,209032	-0,270274	0,478606	0,268874	-0,244400	0,478500	0,105901
94	-0,209194	-0,260266	0,478331	0,268874	-0,244400	0,478500	-0,168794
95	-0,208638	-0,250127	0,477546	0,268874	-0,244400	0,478500	-0,953658
96	-0,209455	-0,240161	0,478348	0,268874	-0,244400	0,478500	-0,152217
97	-0,208728	-0,229640	0,477830	0,268874	-0,244400	0,478500	-0,669980
98	-0,207960	-0,220365	0,477439	0,268874	-0,244400	0,478500	-1,060638
99	-0,206521	-0,209627	0,476665	0,268874	-0,244400	0,478500	-1,834952
100	-0,205700	-0,199609	0,476683	0,268874	-0,244400	0,478500	-1,816966
101	-0,205037	-0,189691	0,477058	0,268874	-0,244400	0,478500	-1,441607
102	-0,204755	-0,179934	0,477996	0,268874	-0,244400	0,478500	-0,503876
103	-0,203533	-0,170390	0,478169	0,268874	-0,244400	0,478500	-0,330727
104	-0,203154	-0,160219	0,479476	0,268874	-0,244400	0,478500	0,975624
105	-0,201129	-0,149554	0,479477	0,268874	-0,244400	0,478500	0,977407
106	-0,198953	-0,139716	0,479396	0,268874	-0,244400	0,478500	0,896331
107	-0,197080	-0,129591	0,479890	0,268874	-0,244400	0,478500	1,389817
108	-0,195643	-0,120303	0,480808	0,268874	-0,244400	0,478500	2,307767
109	-0,192792	-0,110255	0,480760	0,268874	-0,244400	0,478500	2,260207
110	-0,189447	-0,099937	0,480549	0,268874	-0,244400	0,478500	2,049370
111	-0,185181	-0,089612	0,479714	0,268874	-0,244400	0,478500	1,213735
112	-0,181844	-0,080329	0,479652	0,268874	-0,244400	0,478500	1,151966
113	-0,177772	-0,069947	0,479507	0,268874	-0,244400	0,478500	1,006516
114	-0,173535	-0,060394	0,479149	0,268874	-0,244400	0,478500	0,649174
115	-0,169128	-0,050252	0,479102	0,268874	-0,244400	0,478500	0,602492
116	-0,164615	-0,040408	0,479088	0,268874	-0,244400	0,478500	0,588143
Hata Değerleri							
Minimum Hata [mm]		Maksimum Hata [mm]		Ortalama Hata [mm]		Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]	
-1,835		2,31		±1,0574		±1,2270	

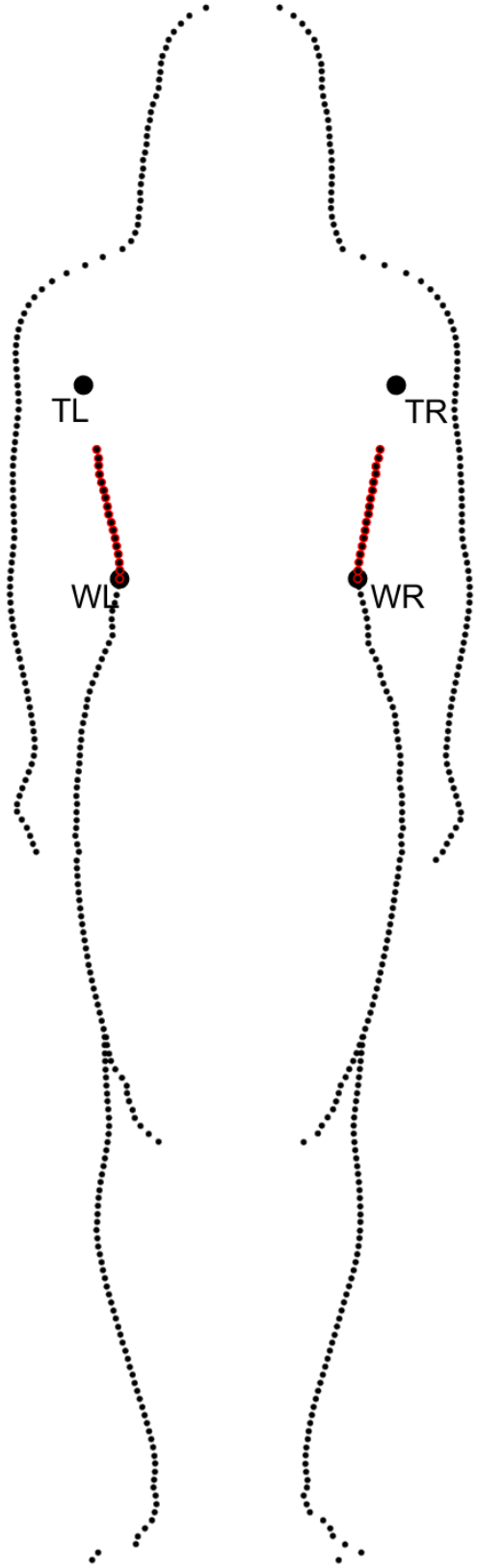
EK 469: Kouros 3851 Sağ Kalça Sınırı ile Rafine Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [mm]
Koordinatlar [m]			M_0 Noktasına Uzaklık [m]	M_0 Koordinatları [m]		Yarıçap [m]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
91	-0,210670	-0,289612	0,478248	-0,283031	-0,244400	0,478500	-0,252368
92	-0,209626	-0,280053	0,479823	-0,283031	-0,244400	0,478500	1,322626
93	-0,209032	-0,270274	0,477906	-0,283031	-0,244400	0,478500	-0,593837
94	-0,209194	-0,260266	0,477877	-0,283031	-0,244400	0,478500	-0,622613
95	-0,208638	-0,250127	0,477354	-0,283031	-0,244400	0,478500	-1,145720
96	-0,209455	-0,240161	0,477452	-0,283031	-0,244400	0,478500	-1,048467
97	-0,208728	-0,229640	0,475647	-0,283031	-0,244400	0,478500	-2,853063
98	-0,207960	-0,220365	0,475087	-0,283031	-0,244400	0,478500	-3,413074
99	-0,206521	-0,209627	0,475793	-0,283031	-0,244400	0,478500	-2,707103
100	-0,205700	-0,199609	0,477673	-0,283031	-0,244400	0,478500	-0,826737
101	-0,205037	-0,189691	0,478473	-0,283031	-0,244400	0,478500	-0,026772
102	-0,204755	-0,179934	0,477885	-0,283031	-0,244400	0,478500	-0,615361
103	-0,203533	-0,170390	0,478073	-0,283031	-0,244400	0,478500	-0,426874
104	-0,203154	-0,160219	0,478102	-0,283031	-0,244400	0,478500	-0,398494
105	-0,201129	-0,149554	0,479315	-0,283031	-0,244400	0,478500	0,814503
106	-0,198953	-0,139716	0,480138	-0,283031	-0,244400	0,478500	1,638069
107	-0,197080	-0,129591	0,479892	-0,283031	-0,244400	0,478500	1,391724
108	-0,195643	-0,120303	0,479057	-0,283031	-0,244400	0,478500	0,556770
109	-0,192792	-0,110255	0,477471	-0,283031	-0,244400	0,478500	-1,029422
110	-0,189447	-0,099937	0,476575	-0,283031	-0,244400	0,478500	-1,925367
111	-0,185181	-0,089612	0,476525	-0,283031	-0,244400	0,478500	-1,975243
112	-0,181844	-0,080329	0,478473	-0,283031	-0,244400	0,478500	-0,027498
113	-0,177772	-0,069947	0,477922	-0,283031	-0,244400	0,478500	-0,577661
114	-0,173535	-0,060394	0,477257	-0,283031	-0,244400	0,478500	-1,243069
115	-0,169128	-0,050252	0,476999	-0,283031	-0,244400	0,478500	-1,501135
Hata Değerleri							
Minimum Hata [mm]		Maksimum Hata [mm]		Ortalama Hata [mm]		Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [mm]	
-3,4131		1,64		±1,1573		±1,4486	

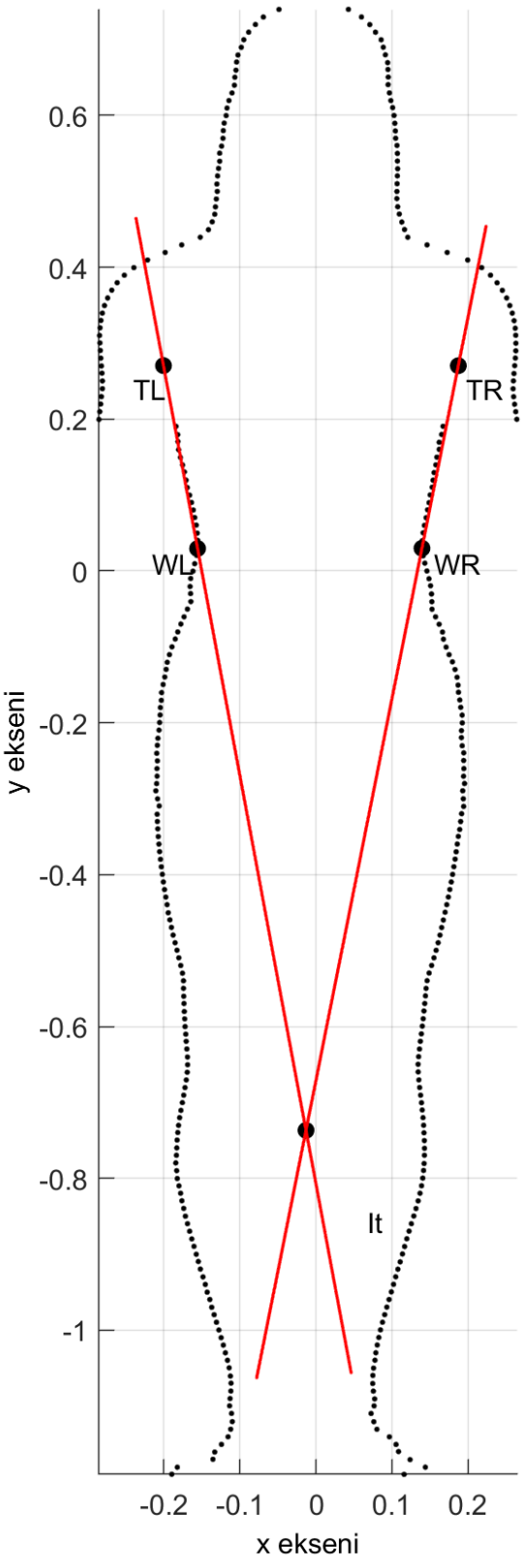
EK 470: Kouros 3851 Kalça Sınırlarına Uyan Rafine Çemberler



EK 471: Kouros 3851 Thorax Sınırları



EK 472: Kouros 3851 Thorax Sınırlarına Uyan Doğru Parçaları



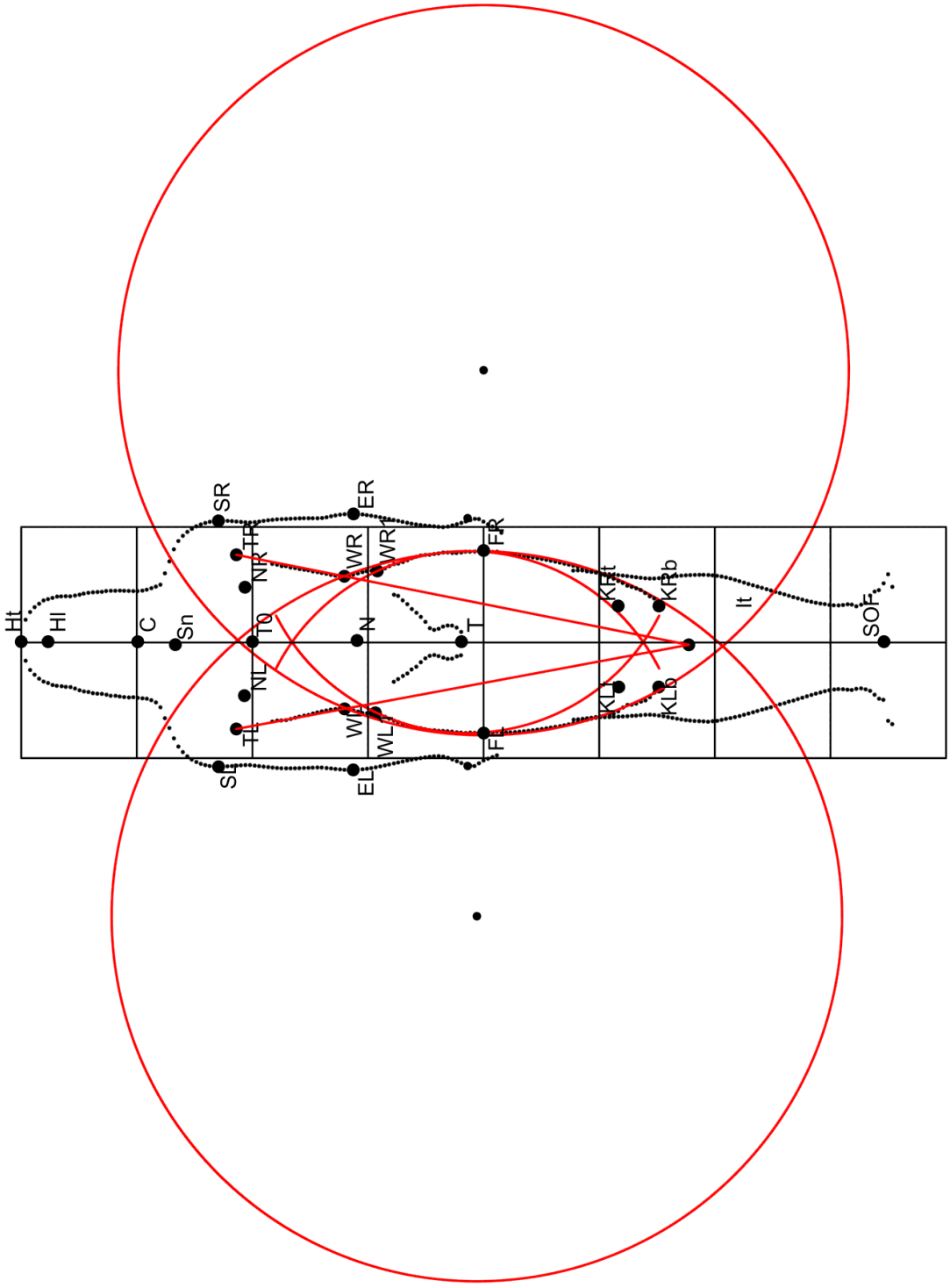
EK 473: Kouros 3851 Sol Thorax Sınırı ile Doğru Uyumu

Sınır Noktası Bilgileri			Sınıra Uyan Doğru Denklemi ve Parametreleri			Noktanın Doğruya Uzaklığı [m]
Koordinatlar [m]			ax+by+c=0			$\lvert ax_0+by_0+c\rvert / (a^2+b^2)^{1/2}$
Nokta	x_0	y_0	a	b	c	ε
123	-0,155785	0,029565	5,372187	1,000000	0,807341	0,000000
124	-0,155489	0,040221	5,372187	1,000000	0,807341	0,002241
125	-0,156194	0,049812	5,372187	1,000000	0,807341	0,003303
126	-0,157435	0,060392	5,372187	1,000000	0,807341	0,004019
127	-0,159504	0,070306	5,372187	1,000000	0,807341	0,003799
128	-0,161370	0,080204	5,372187	1,000000	0,807341	0,003776
129	-0,163742	0,090220	5,372187	1,000000	0,807341	0,003277
130	-0,166163	0,099748	5,372187	1,000000	0,807341	0,002641
131	-0,169323	0,109780	5,372187	1,000000	0,807341	0,001370
132	-0,170872	0,119545	5,372187	1,000000	0,807341	0,001634
133	-0,173136	0,130473	5,372187	1,000000	0,807341	0,001408
134	-0,175561	0,139672	5,372187	1,000000	0,807341	0,000708
135	-0,178289	0,149517	5,372187	1,000000	0,807341	0,000173
136	-0,180688	0,159654	5,372187	1,000000	0,807341	0,000676
137	-0,181701	0,170474	5,372187	1,000000	0,807341	0,000308
138	-0,181907	0,179530	5,372187	1,000000	0,807341	0,001763
139	-0,184187	0,190475	5,372187	1,000000	0,807341	0,001524
Minimum Hata [m]		Maksimum Hata [m]		Ortalama Hata [m]		Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [m]
0		0,004		±0,0019		±0,0023

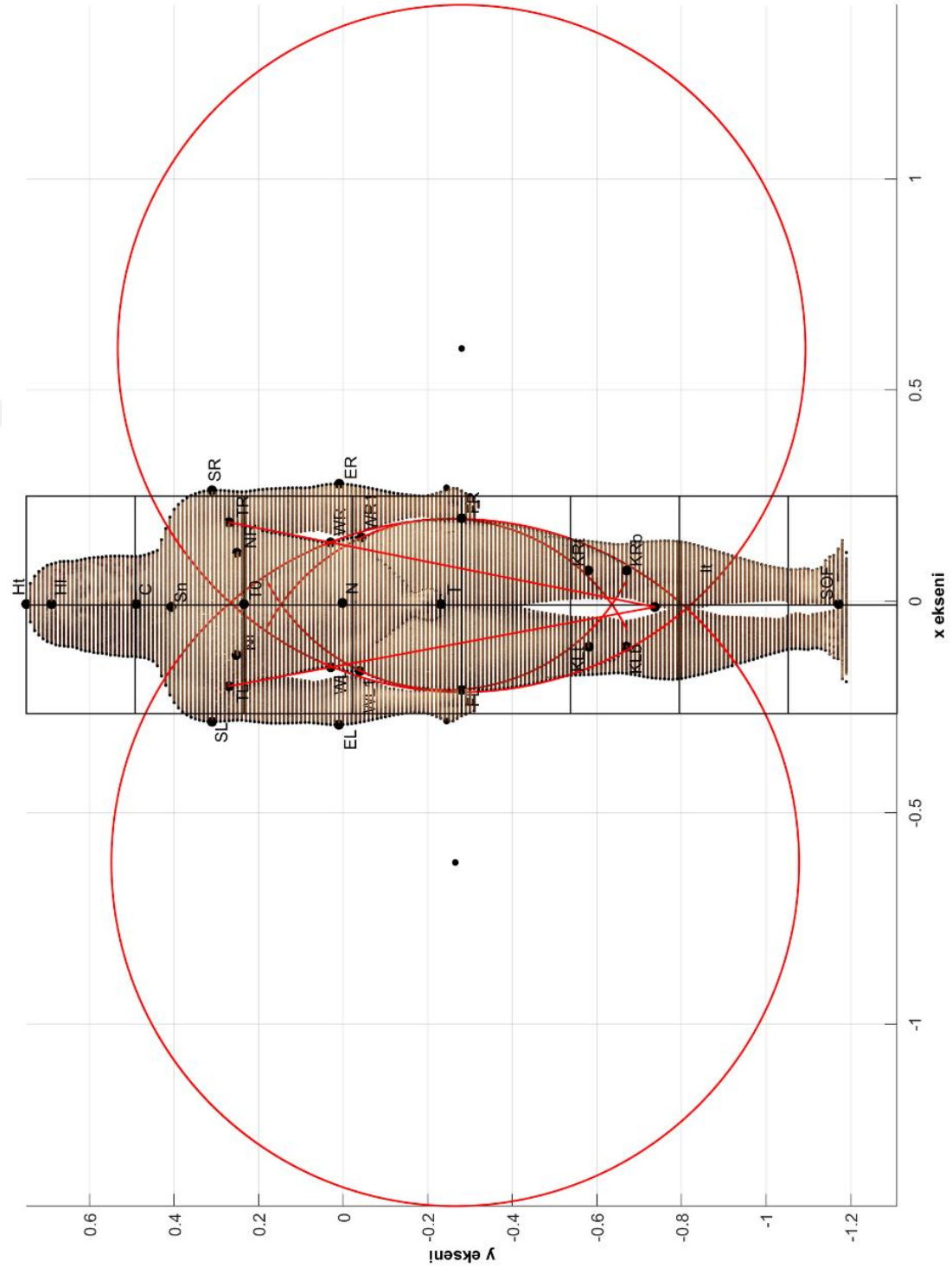
EK 474: Kouros 3851 Sağ Thorax Sınırı ile Doğru Uyumu

Sınır Noktası Bilgileri			Sınıra Uyan Doğru Denklemi ve Parametreleri			Noktanın Doğruya Uzaklığı [m]
Koordinatlar [m]			ax+by+c=0			$\lvert ax_0+by_0+c\rvert / (a^2+b^2)^{1/2}$
Nokta	x_0	y_0	a	b	c	ε
123	0,139449	0,029941	-5,024202	1,000000	0,670678	0,000000
124	0,139790	0,039817	-5,024202	1,000000	0,670678	0,001593
125	0,140973	0,050205	-5,024202	1,000000	0,670678	0,002461
126	0,142570	0,060047	-5,024202	1,000000	0,670678	0,002816
127	0,144926	0,070099	-5,024202	1,000000	0,670678	0,002468
128	0,146883	0,080476	-5,024202	1,000000	0,670678	0,002574
129	0,148758	0,089859	-5,024202	1,000000	0,670678	0,002567
130	0,150209	0,100121	-5,024202	1,000000	0,670678	0,003147
131	0,152825	0,110300	-5,024202	1,000000	0,670678	0,002568
132	0,154071	0,119514	-5,024202	1,000000	0,670678	0,003145
133	0,155427	0,129594	-5,024202	1,000000	0,670678	0,003782
134	0,157756	0,139680	-5,024202	1,000000	0,670678	0,003467
135	0,159015	0,149886	-5,024202	1,000000	0,670678	0,004225
136	0,162020	0,160171	-5,024202	1,000000	0,670678	0,003285
137	0,162123	0,169516	-5,024202	1,000000	0,670678	0,005008
138	0,165305	0,179779	-5,024202	1,000000	0,670678	0,003891
139	0,167177	0,190498	-5,024202	1,000000	0,670678	0,004147
Minimum Hata [m]		Maksimum Hata [m]		Ortalama Hata [m]		Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [m]
0		0,005		±0,003		±0,0032

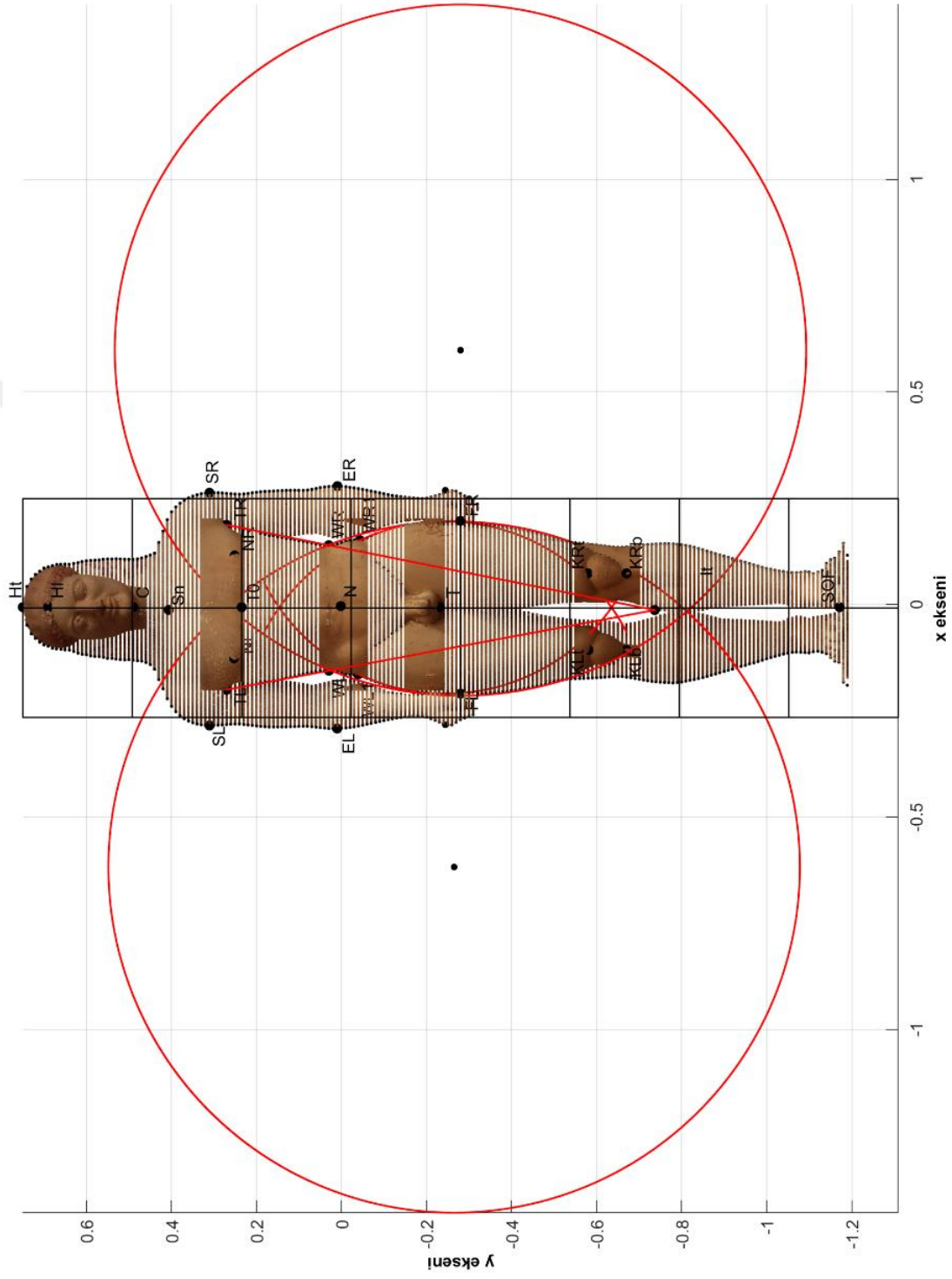
EK 475: Kouros 3851 Geometrik Modeli



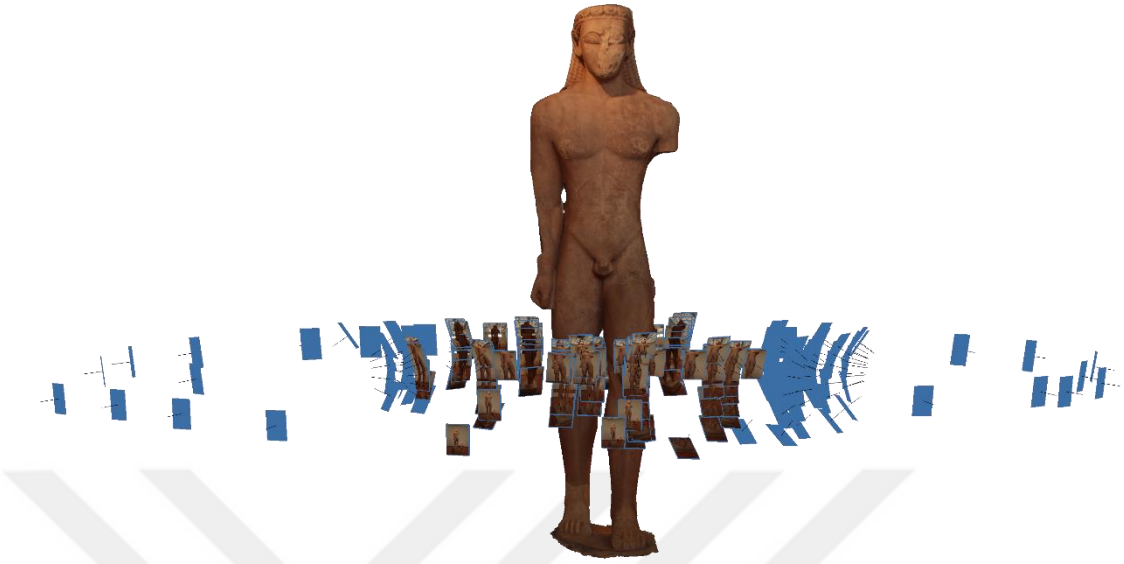
EK 476: Kouros 3851 Transversal Kesitleri ve Geometrik Modeli



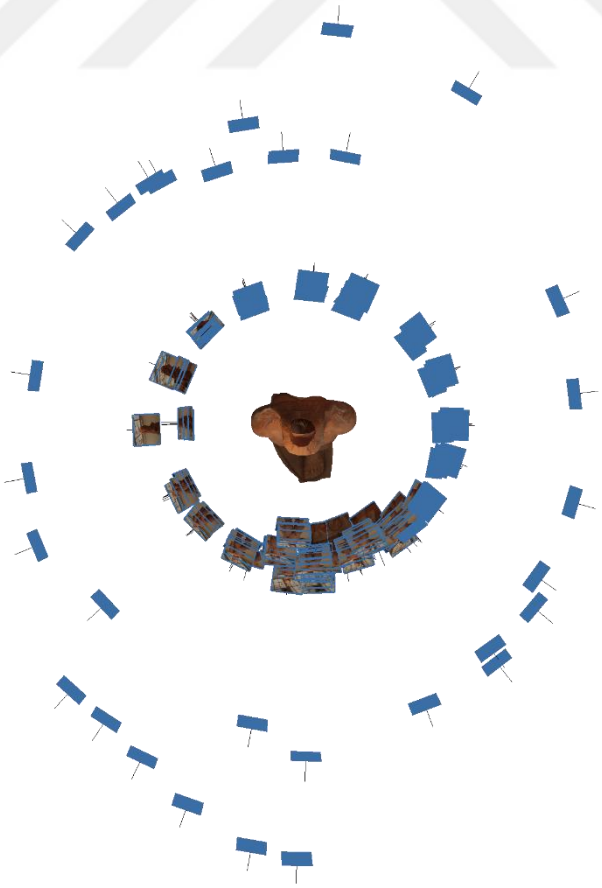
EK 477: Kouros 3851 Kısmi Görüntülerle Geometrik Modeli



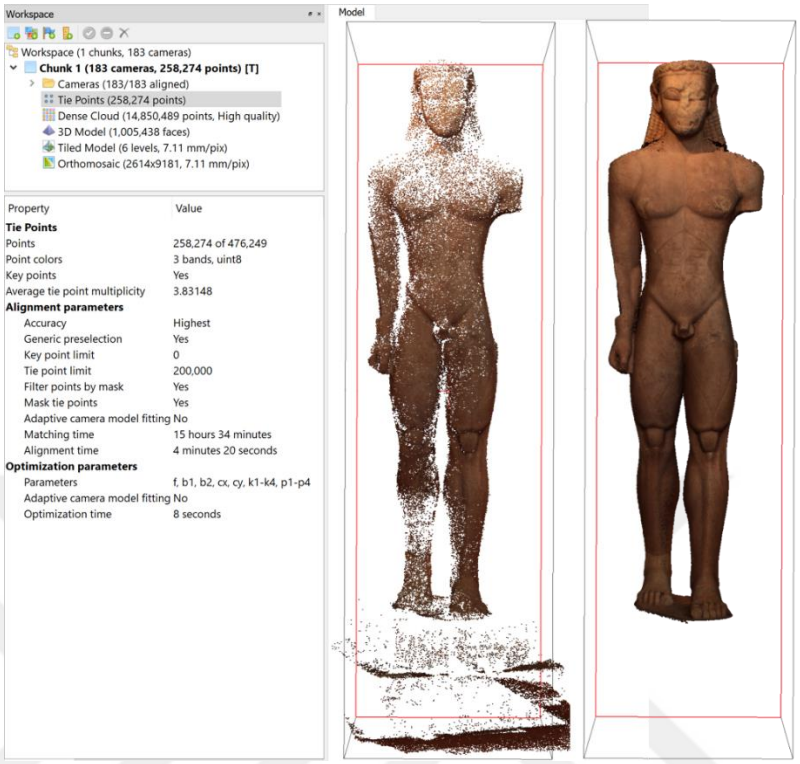
EK 478: Kouros 2720 Fotoğraf Çekimi Planı Önden Görünümü



EK 479: Kouros 2720 Fotoğraf Çekimi Planı Üstten Görünümü



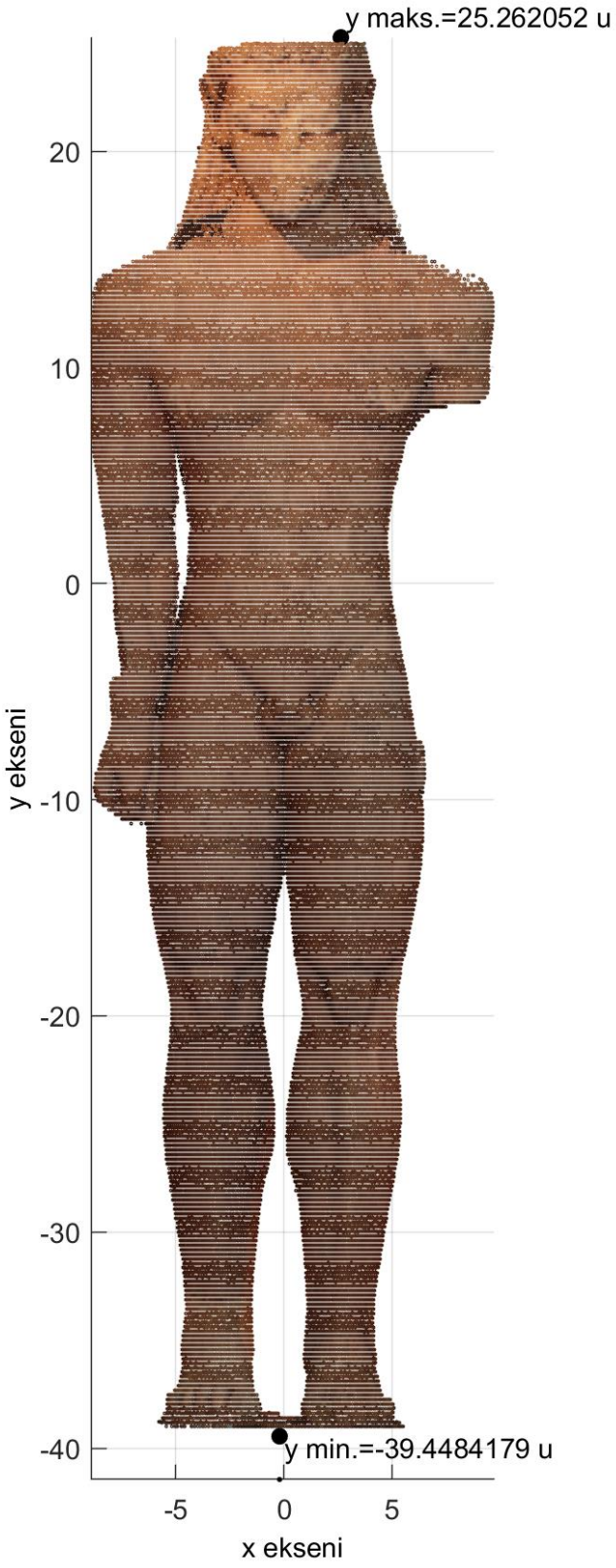
EK 480: Kouros 2720 Nokta Bulutu ve Yoğun Nokta Bulutu Modeli



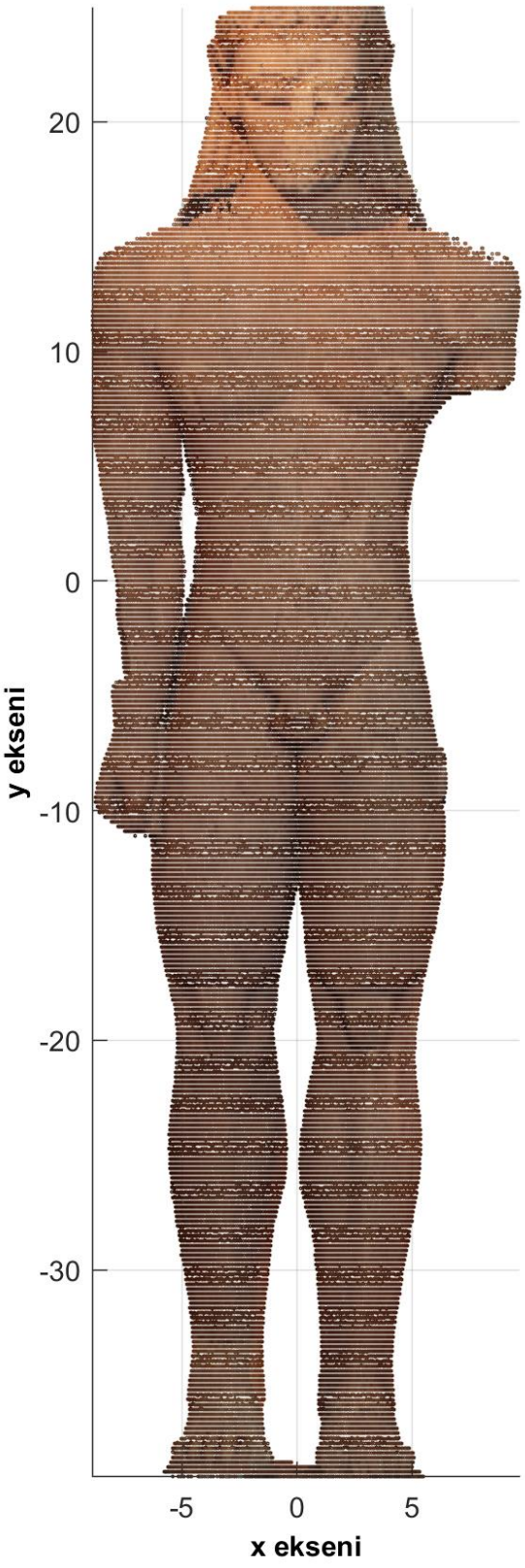
EK 481: Kouros 2720 Dokulandırılmış Modeli



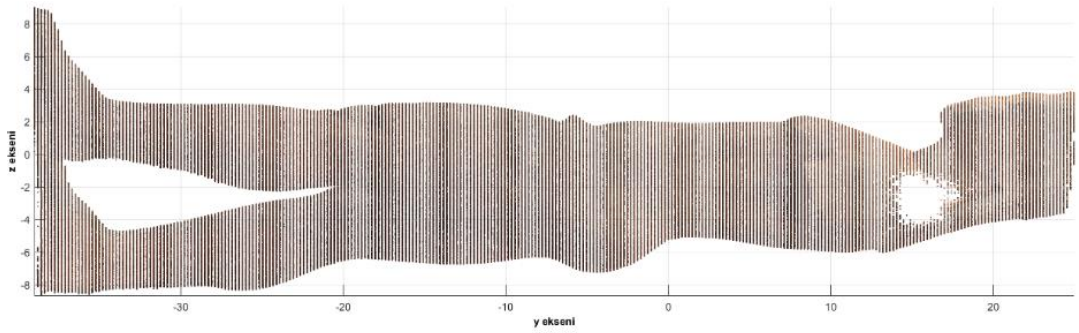
EK 482: Kouros 2720 Modelinin y Ekseninde Ölçüleri



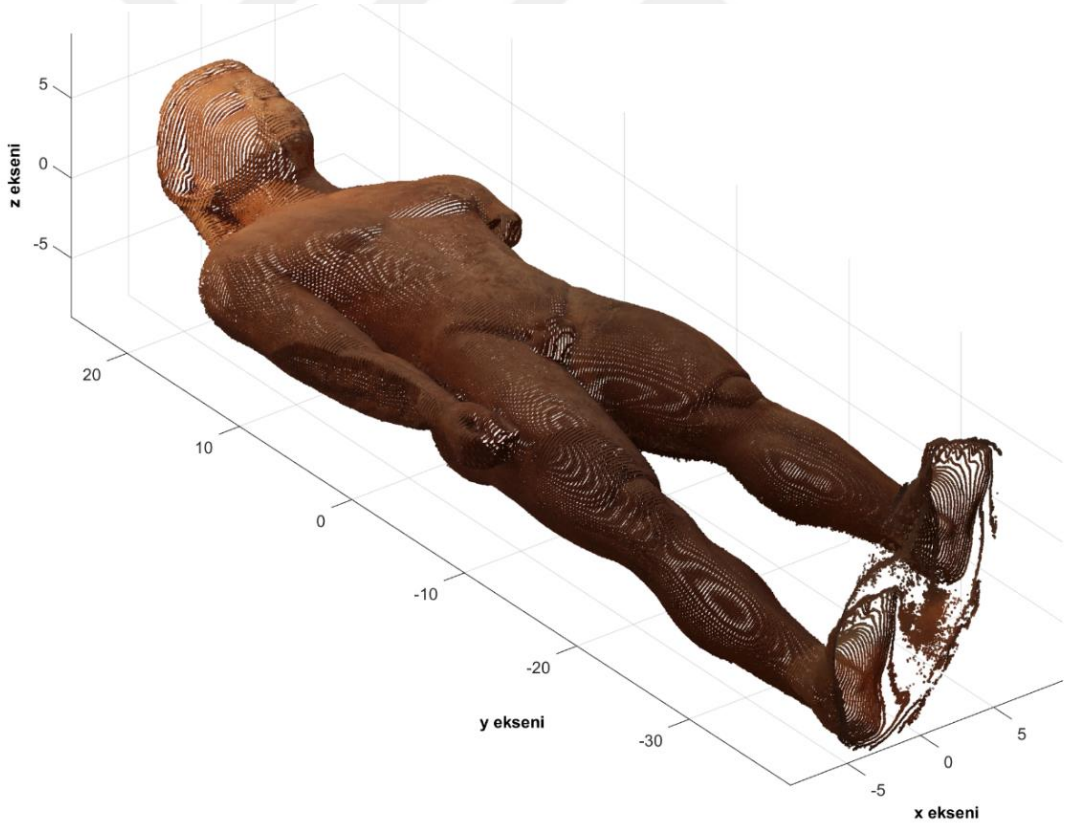
EK 483: Kouros 2720 Transversal Kesitleri Önden Görünümü



EK 484: Kouros 2720 Transversal Kesitleri Yandan Görünümü



EK 485: Kouros 2720 Transversal Kesitleri Üç Boyutlu Görünümü



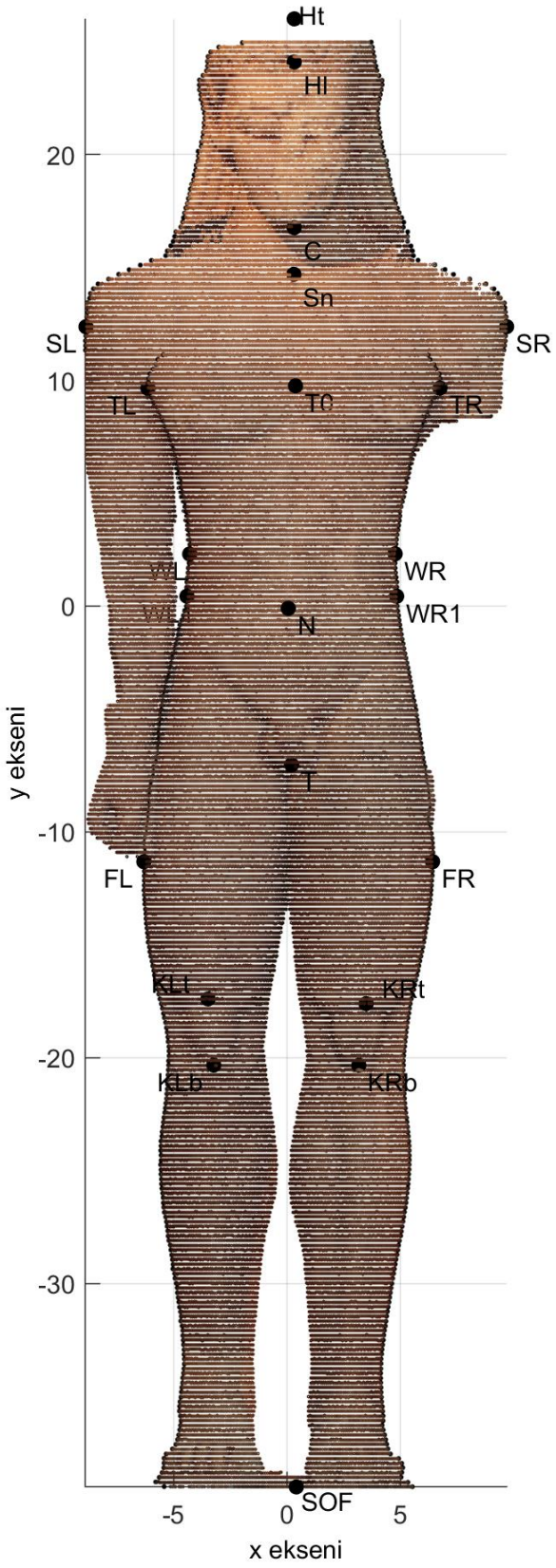
EK 486: Kouros 2720 Referans Noktaların Koordinatları

Referans Nokta	Koordinat Bilgileri		
	x [u]	y [u]	z [u]
Ht	0,328719	26,000000	3,618000
Hl	0,328719	24,090000	3,618000
C	0,328719	16,763791	2,564000
Sn	0,312292	14,690702	0,120000
SL	-8,865620	12,367700	-2,114190
SR	9,705360	12,373700	-2,436720
TL	-6,133200	9,643130	0,335314
TR	6,761390	9,655420	-0,282044
NL	---	---	---
NR	---	---	---
T0	0,384448	9,750000	1,738128
WL	-4,288320	2,303440	-3,664140
WR	4,782800	2,312590	-1,895180
WL1	-4,408948	0,434977	2,648692
WR1	4,847703	0,434977	2,648692
N	0,067371	-0,103366	1,920000
T	0,211000	-7,021090	1,005000
FL	-6,309970	-11,318600	-1,883710
FR	6,436760	-11,316900	-0,872367
KLt	-3,477415	-17,391714	-1,228093
KRt	3,501039	-17,605783	2,959185
KLb	-3,224613	-20,325819	-1,977689
KRb	3,178900	-20,331420	2,668000
SOF	0,419900	-39,000000	9,000000

EK 487: Kouros 2720 Boy Uzunluğuna Oranlar

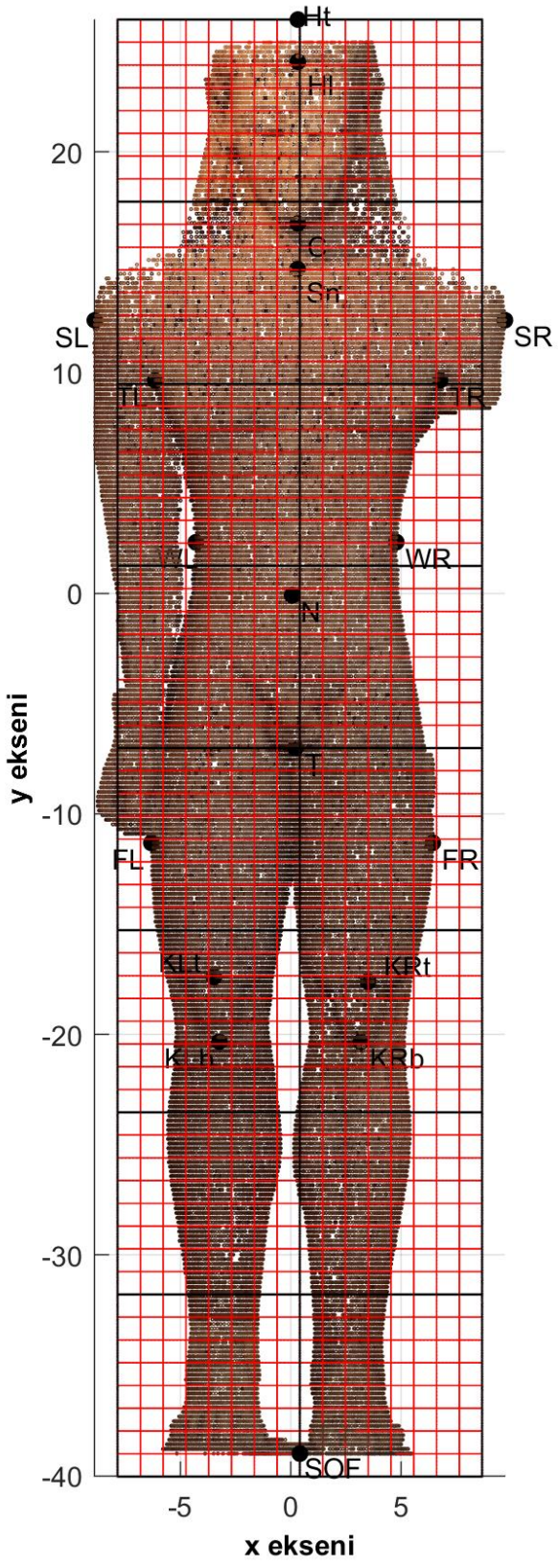
Ölçme Bilgileri			Uzaklık/Boy Uzunluğu ($\|P_2-P_1\|$ / $\|Ht-SOF\|$)
Başlangıç (P_1)	Bitiş (P_2)	Uzaklık [m] ($\|P_2-P_1\|$)	
C	Ht	9,236209	1/7
C	Hl	7,326209	8/71
Hl	Ht	1,910000	1/34
SL	SR	18,570980	2/7
TL	TR	12,894590	1/5
WL	WR	9,071120	1/7
FL	FR	12,746730	10/51
T	Ht	33,021090	32/63
T	Hl	31,111090	11/23
T	C	23,784881	15/41
T	Sn	21,711792	1/3
T	SL-SR	19,394790	17/57
T	TL-TR	16,676510	10/39
T	T0	16,771090	8/31
T	NL-NR	---	---
T	WL-WR	9,333680	1/7
T	N	6,917724	5/47
T	FL-FR	4,297510	1/15
T	KLt-KRt	10,370624	15/94
T	KLb-KRb	13,304729	9/44
T	SOF	31,978910	31/63

EK 488: Kouros 2720 Referans Noktalar

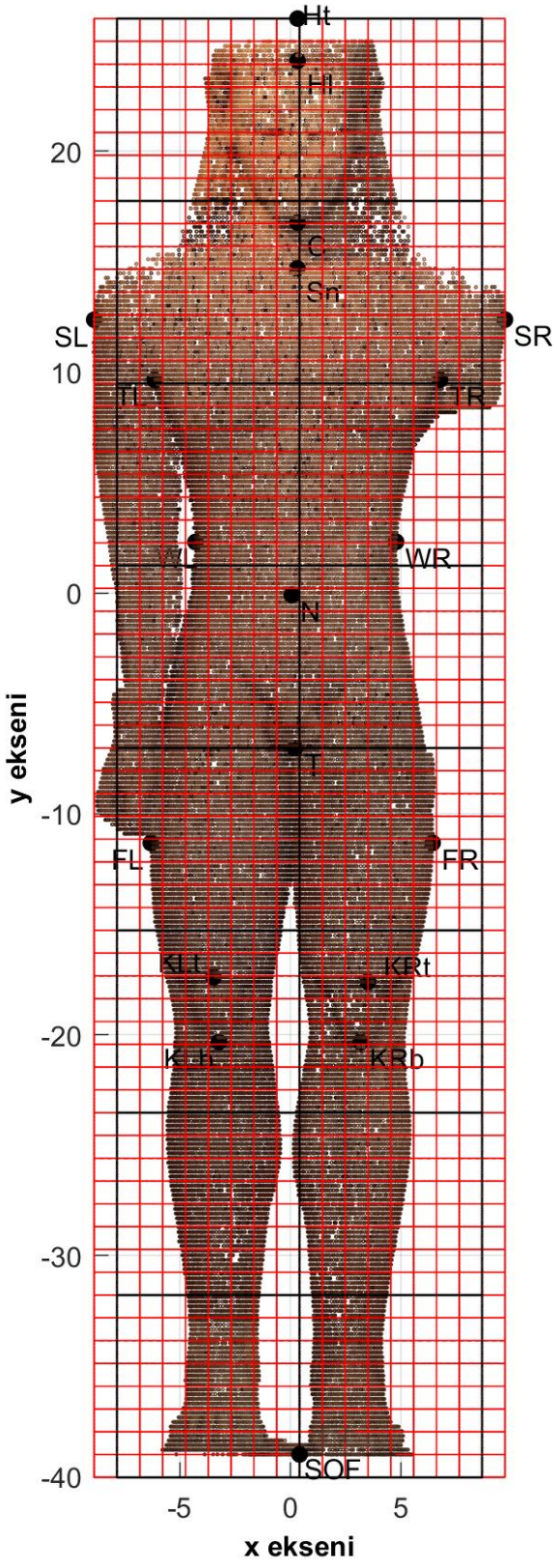


ek s.374

EK 489: Kouros 2720 Teorik Boyunun 64 Kareye Parçalanması

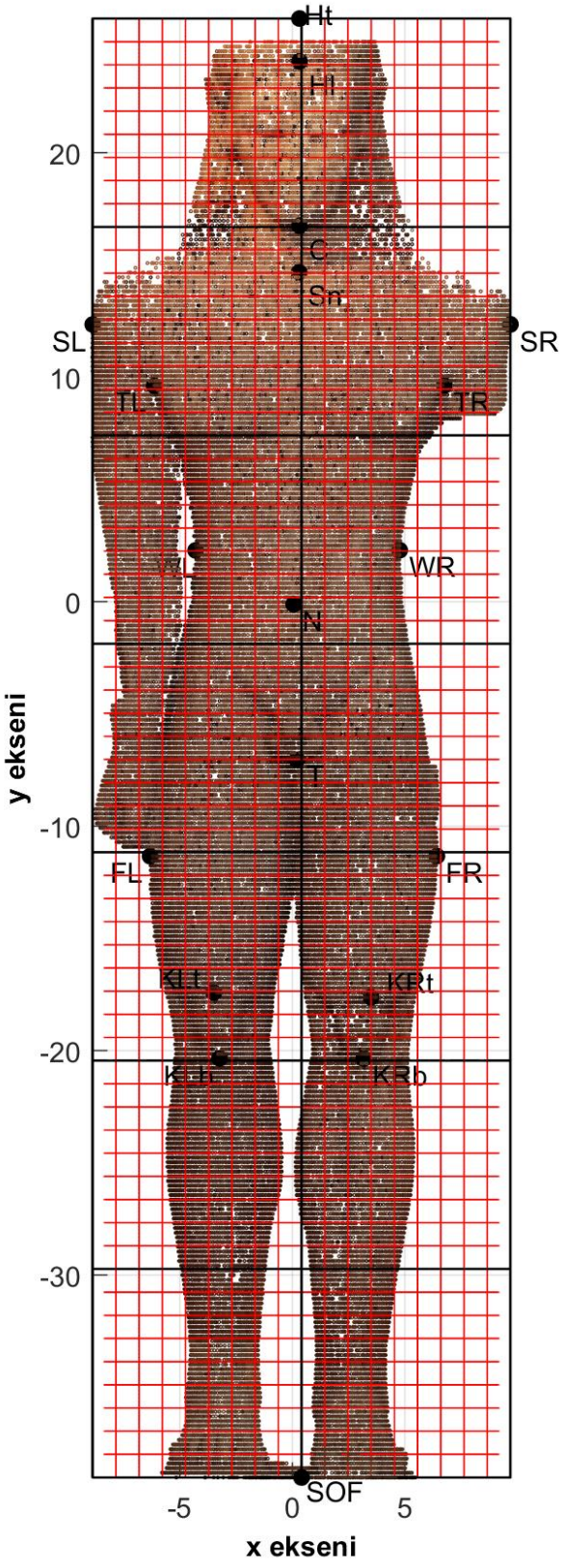


EK 490: Kouros 2720 Omuz Genişliğine Göre Teorik Boyu

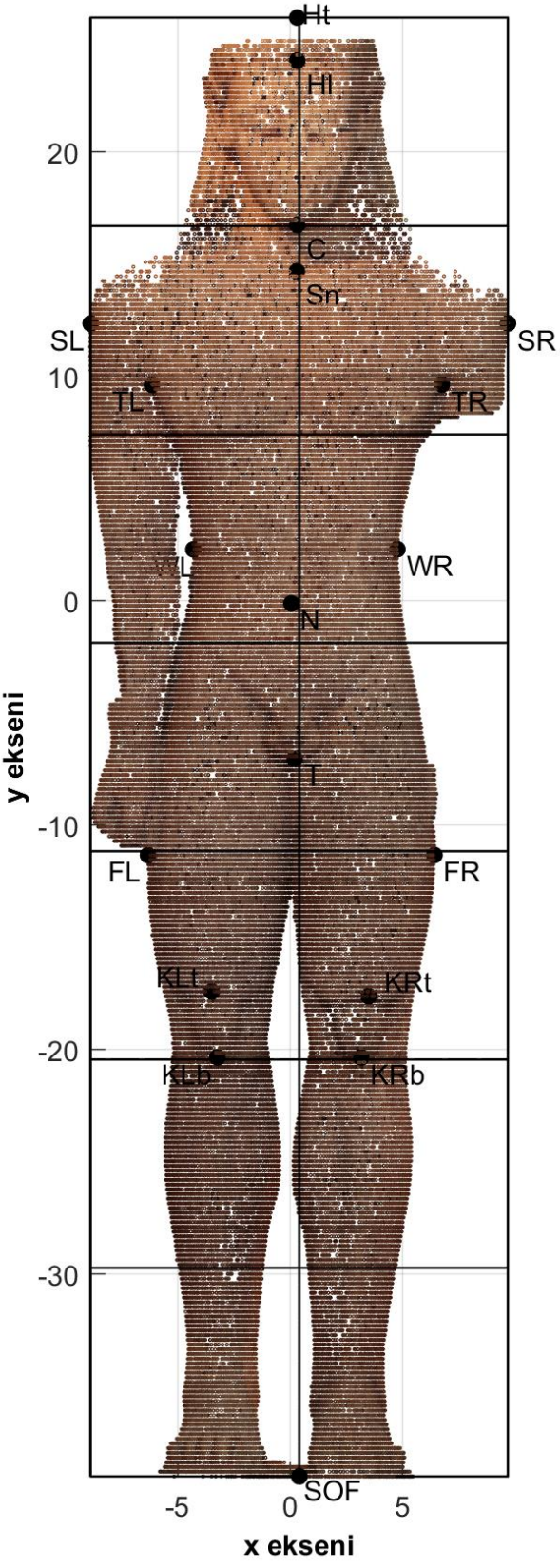


ek s.376

EK 491: Kouros 2720 Boy Uzunluğunun 63 Kareye Parçalanması

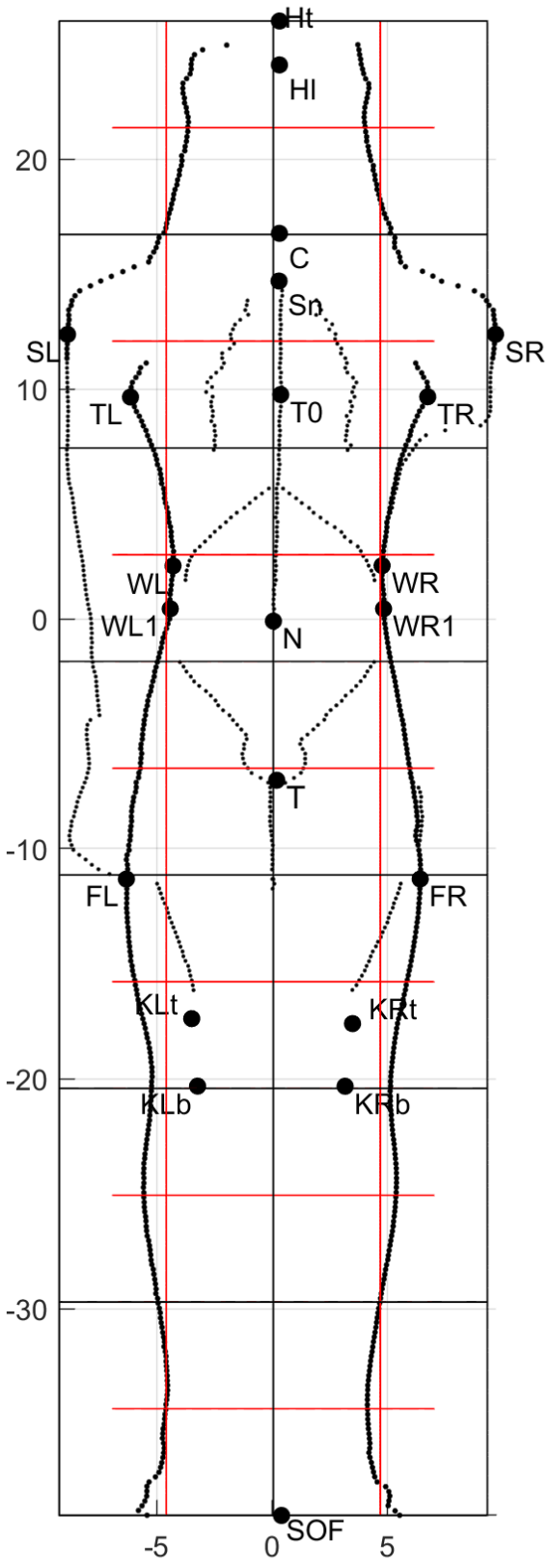


EK 492: Kouros 2720 Boy Uzunluğunun h/7 Parçalanması



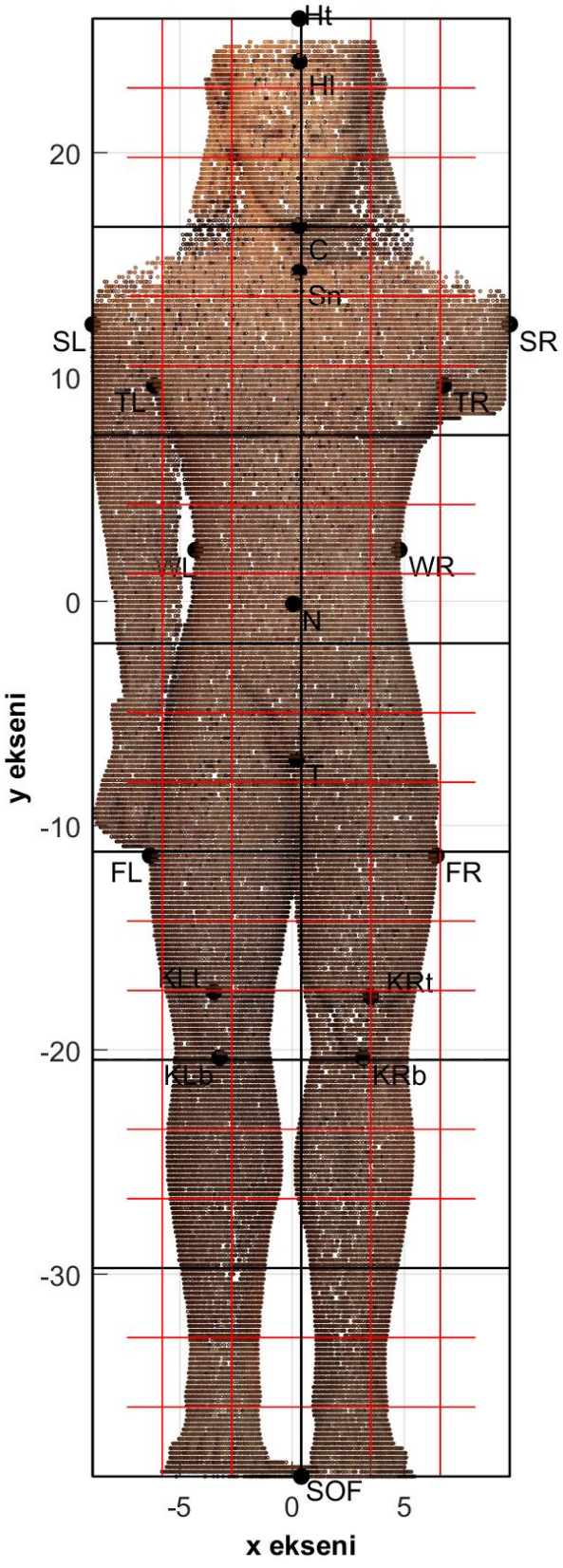
ek s.378

EK 493: Kouros 2720 Boy Uzunluğunun h/7/2 Parçalanması



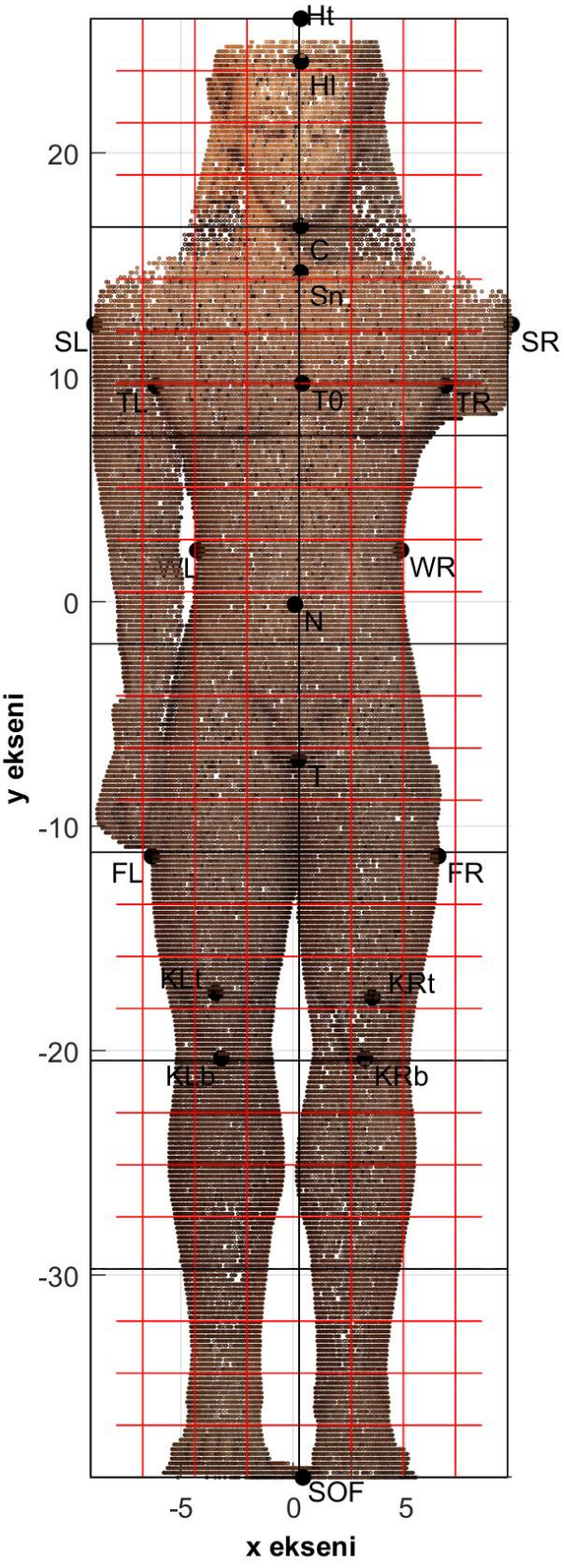
ek s.379

EK 494: Kouros 2720 Boy Uzunluğunun h/7/3 Parçalanması



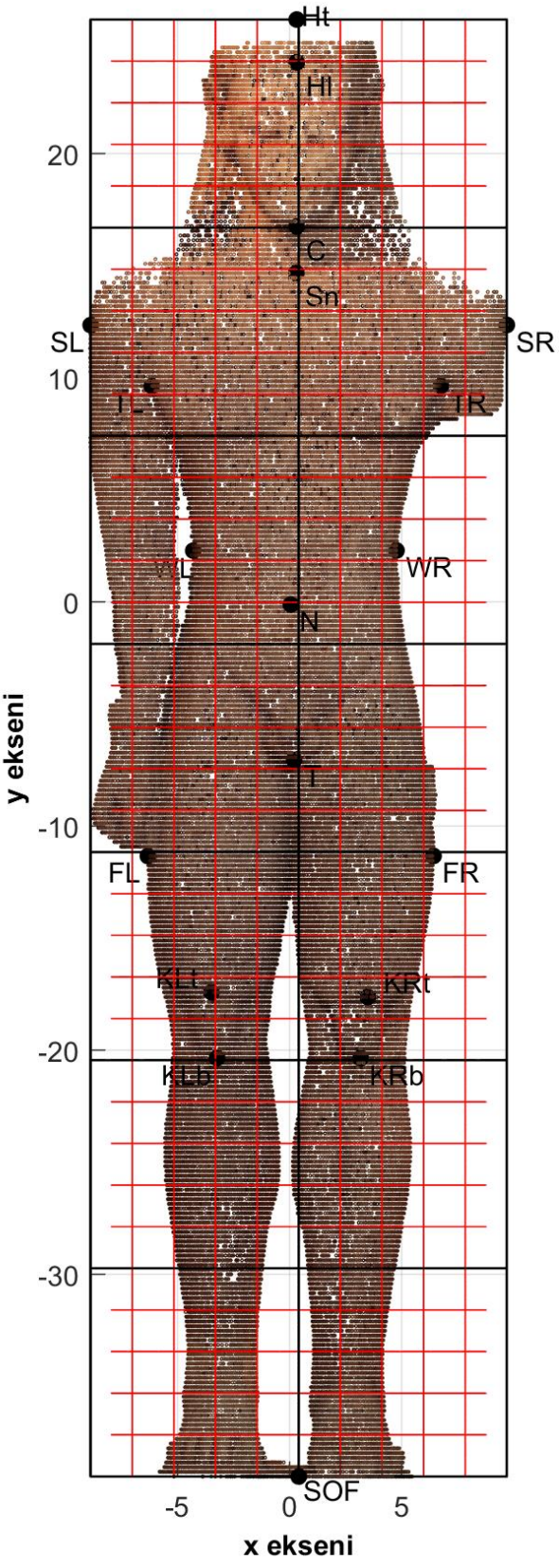
ek s.380

EK 495: Kouros 2720 Boy Uzunluğunun h/7/4 Parçalanması



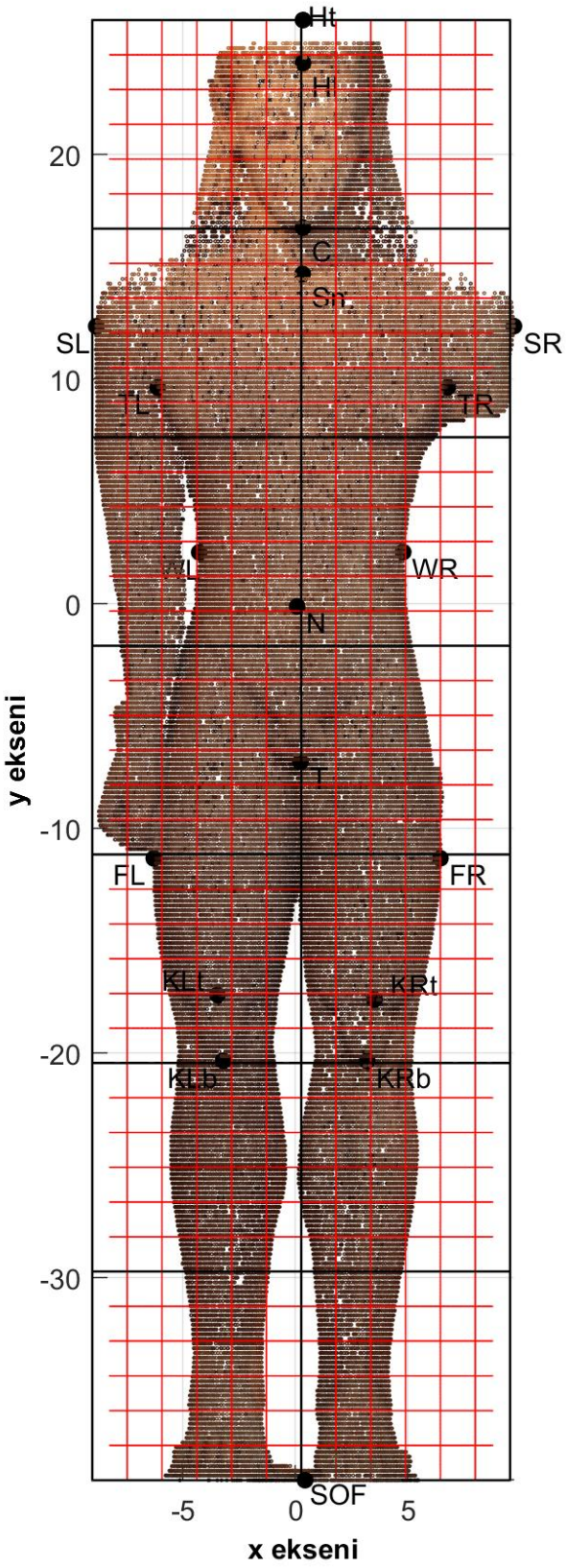
ek s.381

EK 496: Kouros 2720 Boy Uzunluğunun h/7/5 Parçalanması



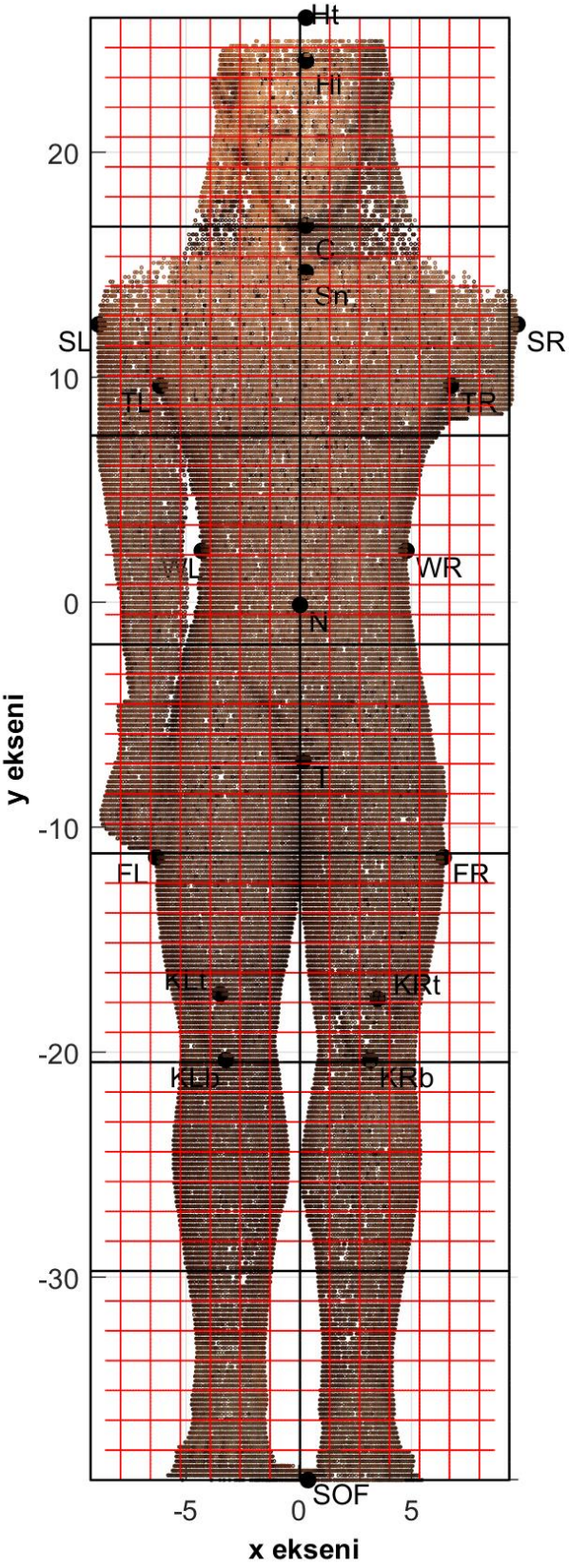
ek s.382

EK 497: Kouros 2720 Boy Uzunluğunun h/7/6 Parçalanması



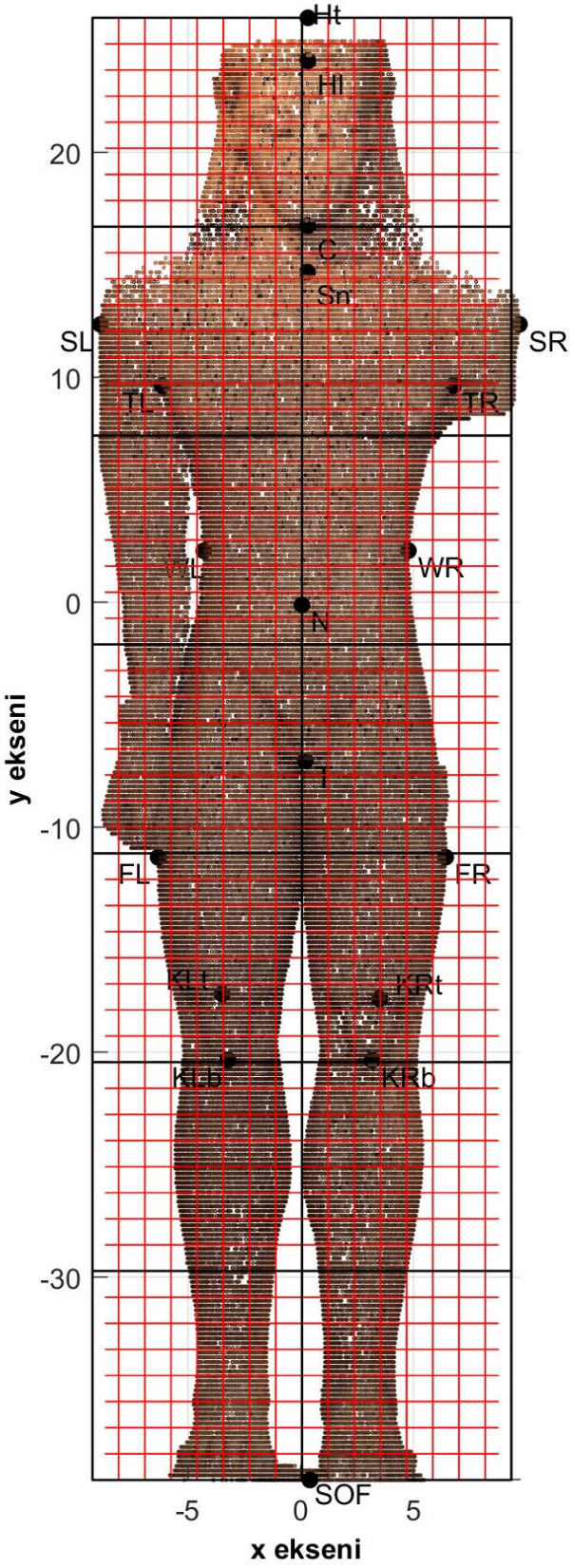
ek s.383

EK 498: Kouros 2720 Boy Uzunluğunun h/7/7 Parçalanması



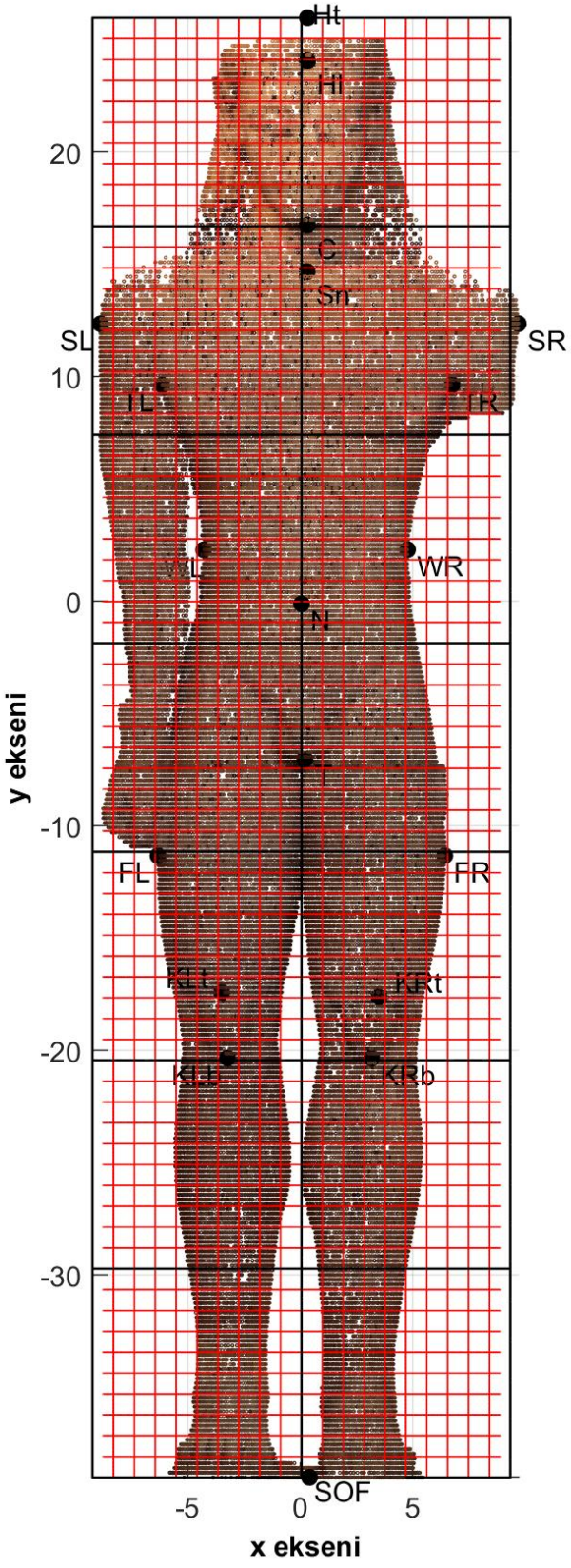
ek s.384

EK 499: Kouros 2720 Boy Uzunluğunun h/7/8 Parçalanması



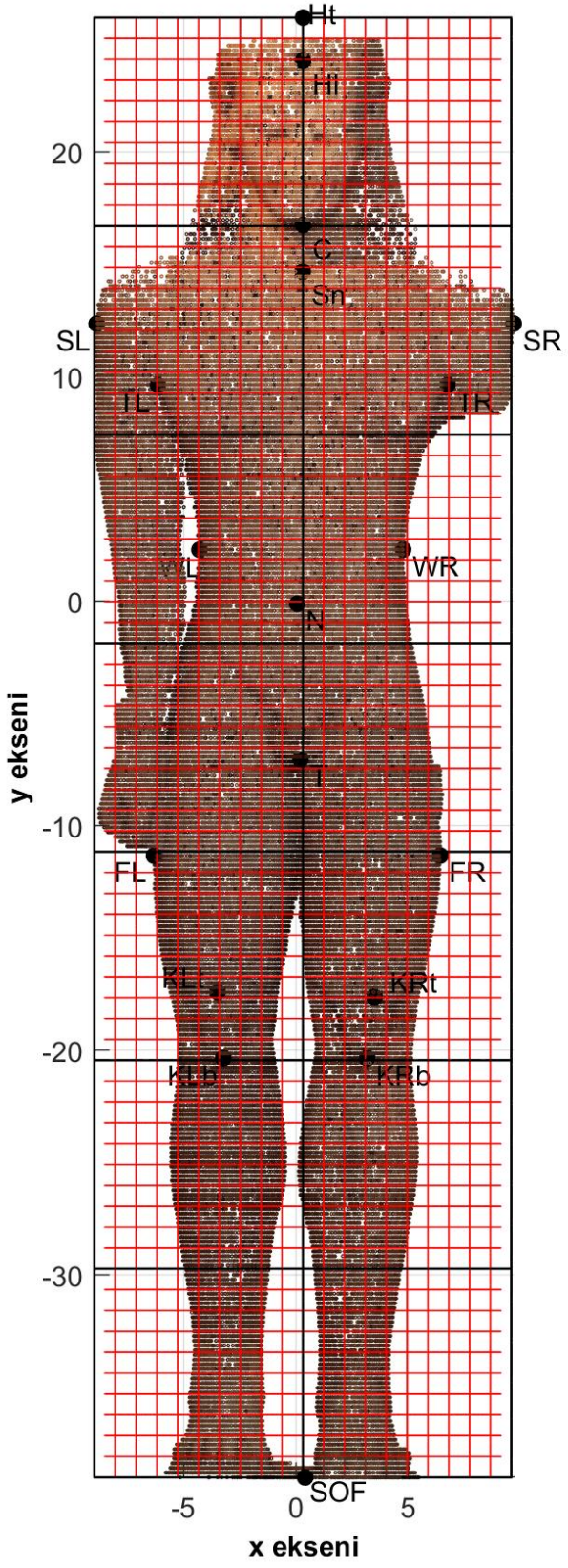
ek s.385

EK 500: Kouros 2720 h/7/10 Parçalanması ve FL ve FR Noktaları



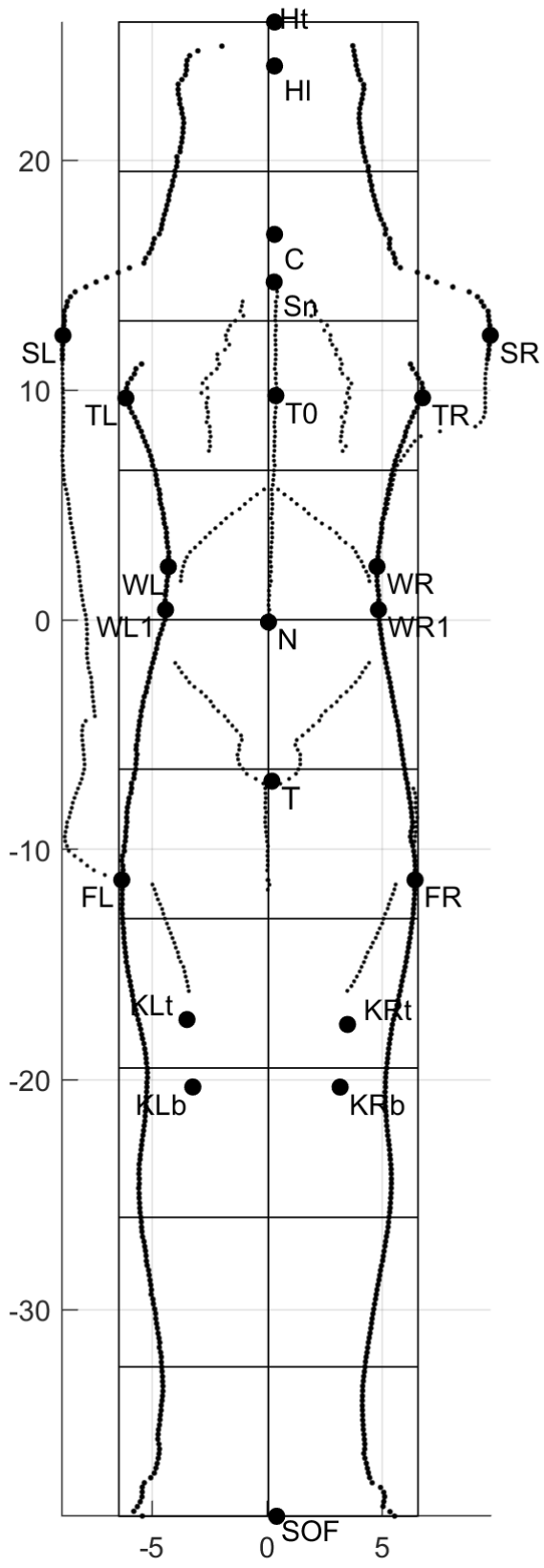
ek s.386

EK 501: Kouros 2720 h/7/10 Parçalanması ve TL ve TR Noktaları



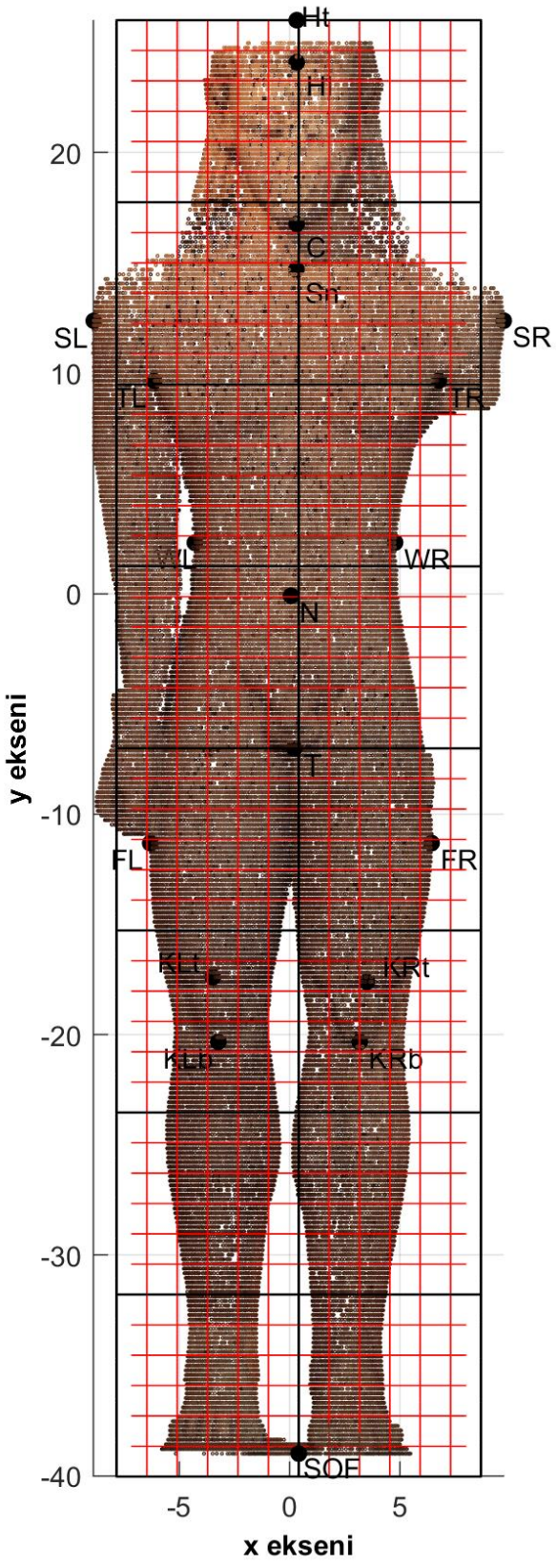
ek s.387

EK 502: Kouros 2720 Boy Uzunluğunun h/10 Parçalanması



ek s.388

EK 503: Kouros 2720 Boy Uzunluğunun h/8/6 Parçalanması

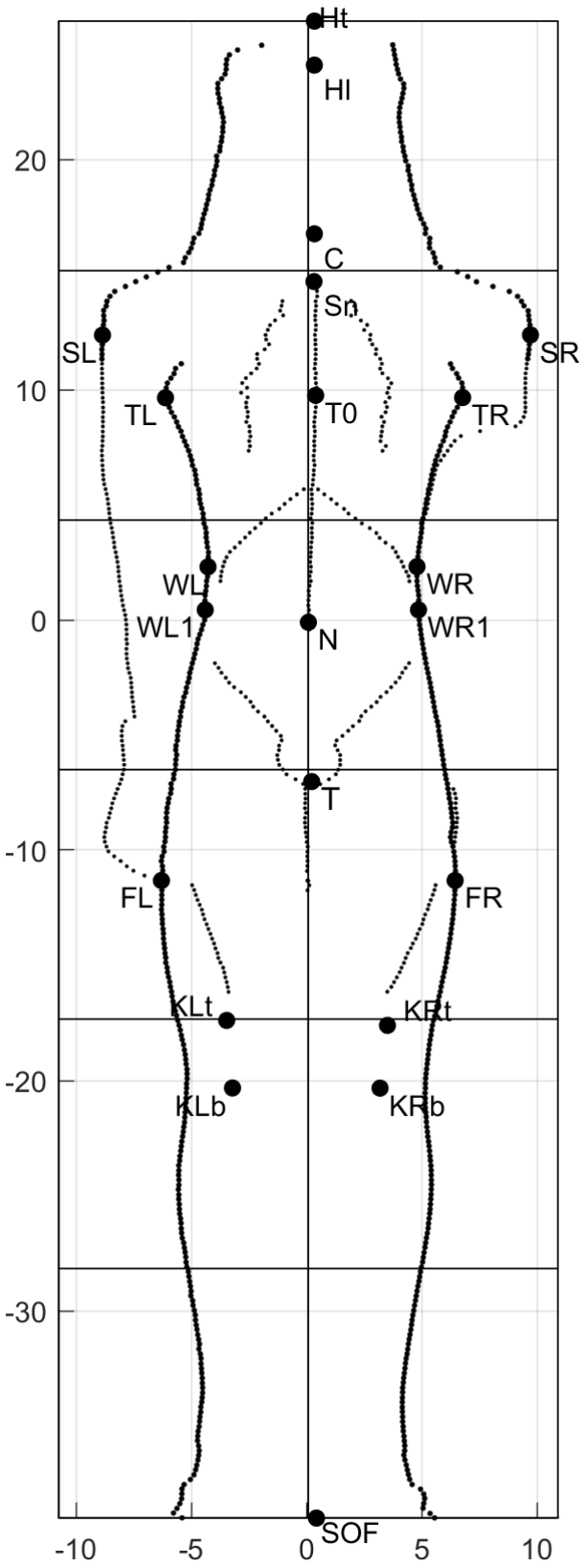


ek s.389

EK 504: Kouros 2720 Sn Noktası

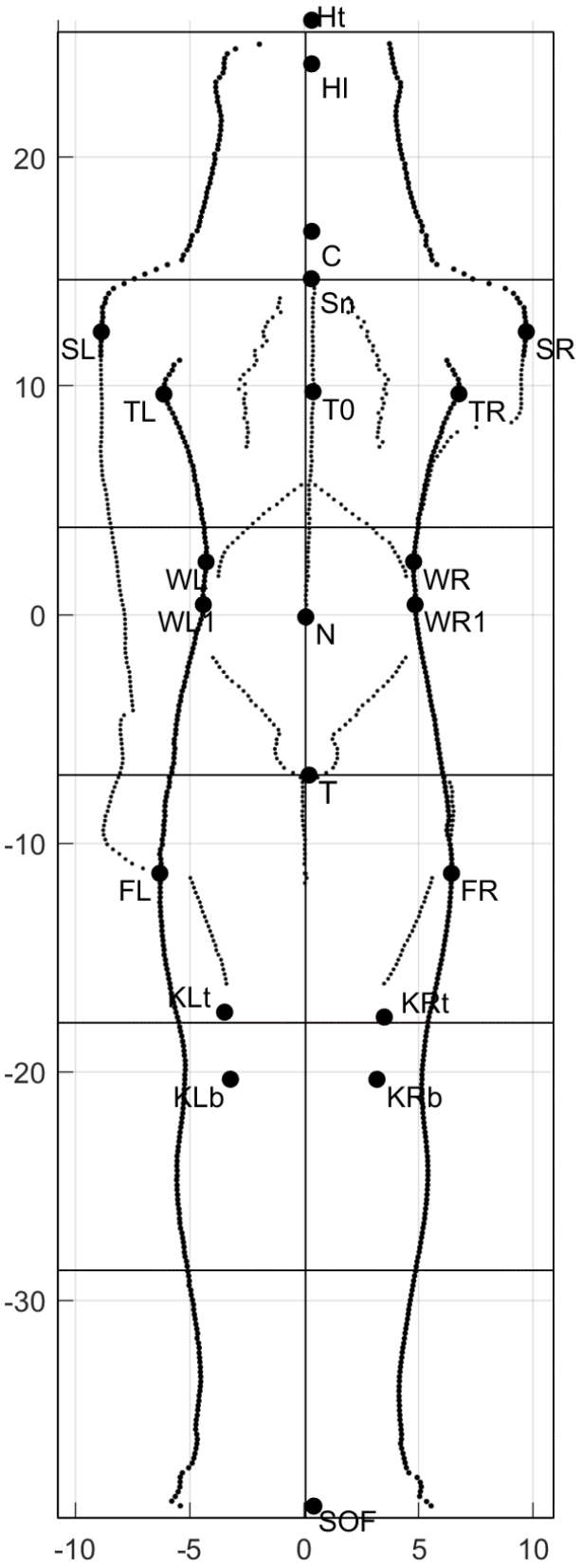


EK 505: Kouros 2720 h/6 Parçalanması ve Sn Noktasından Sapma



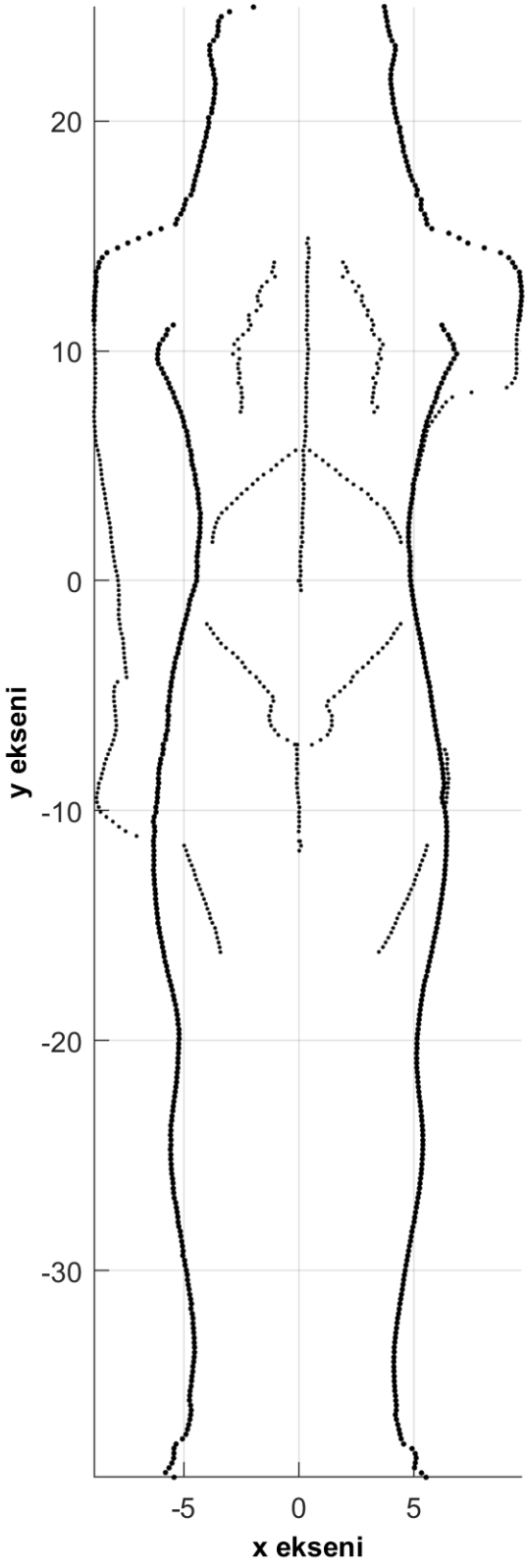
ek s.391

EK 506: Kouros 2720 h/6 Parçalanması ve Sn Sapmasının Giderilmesi



ek s.392

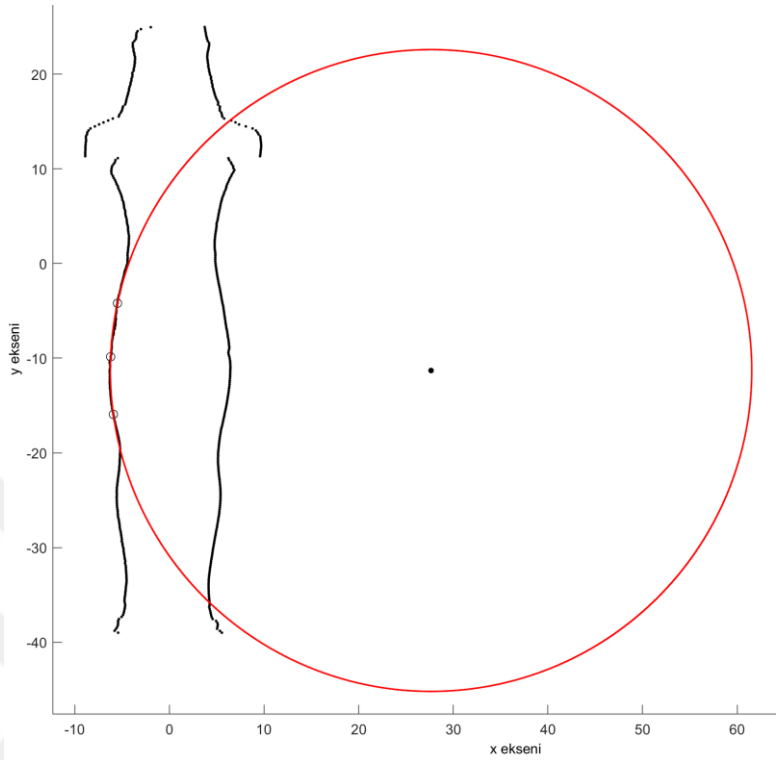
EK 507: Kouros 2720 Ventral ve Lateral Sınırları



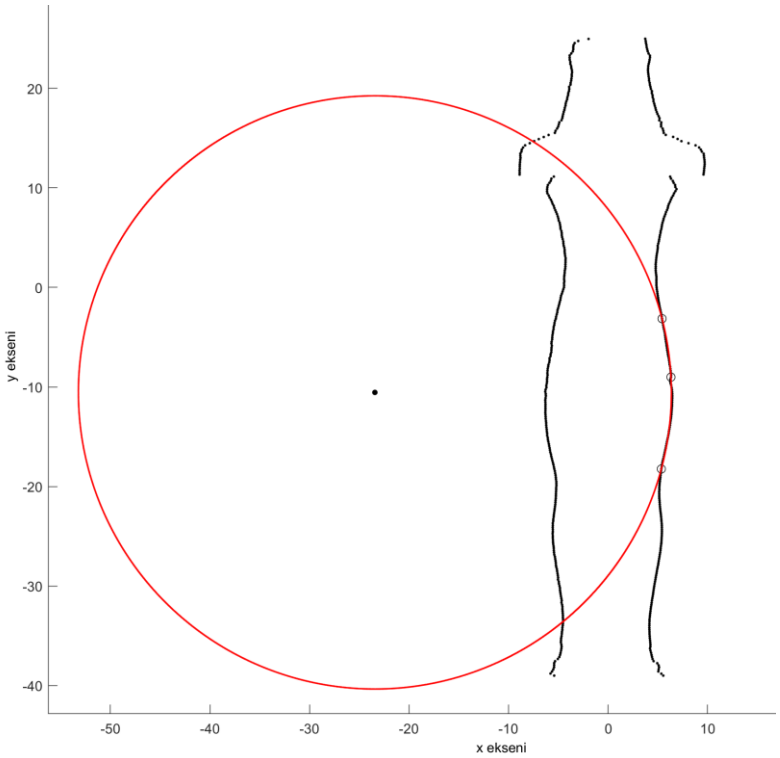
EK 508: Kouros 2720 Sol Femur Sınırı ile Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [u]
Koordinatlar [u]			M_0 Noktasına Uzaklık [u]	M_0 Koordinatları [u]		Yarıçap [u]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
100	-5,406390	-18,229900	33,777369	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,111331
101	-5,443100	-18,038700	33,774635	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,114065
102	-5,490590	-17,812200	33,776777	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,111923
103	-5,540510	-17,609200	33,787272	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,101428
104	-5,599240	-17,398500	33,806331	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,082369
105	-5,653060	-17,181400	33,820846	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,067854
106	-5,707400	-16,972800	33,838769	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,049931
107	-5,738900	-16,761400	33,835063	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,053637
108	-5,803350	-16,567900	33,868038	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,020662
109	-5,842020	-16,343400	33,872089	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,016611
110	-5,871420	-16,139500	33,871432	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,017268
111	-5,918100	-15,932000	33,888654	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,000046
112	-5,949310	-15,723600	33,891745	27,652600	-11,300700	33,888700	0,003045
113	-6,000010	-15,505000	33,914220	27,652600	-11,300700	33,888700	0,025520
114	-6,044010	-15,302000	33,933345	27,652600	-11,300700	33,888700	0,044645
115	-6,063700	-15,095900	33,929227	27,652600	-11,300700	33,888700	0,040527
116	-6,119010	-14,884700	33,961253	27,652600	-11,300700	33,888700	0,072553
117	-6,122720	-14,665700	33,942532	27,652600	-11,300700	33,888700	0,053832
118	-6,153210	-14,471600	33,954196	27,652600	-11,300700	33,888700	0,065496
119	-6,169650	-14,257200	33,951222	27,652600	-11,300700	33,888700	0,062522
120	-6,196740	-14,053400	33,961083	27,652600	-11,300700	33,888700	0,072383
121	-6,216820	-13,839500	33,964439	27,652600	-11,300700	33,888700	0,075739
122	-6,221360	-13,620400	33,953294	27,652600	-11,300700	33,888700	0,064594
123	-6,240170	-13,421700	33,959071	27,652600	-11,300700	33,888700	0,070371
124	-6,266940	-13,196100	33,972456	27,652600	-11,300700	33,888700	0,083756
125	-6,272370	-12,998000	33,967402	27,652600	-11,300700	33,888700	0,078702
126	-6,285590	-12,786900	33,970716	27,652600	-11,300700	33,888700	0,082016
127	-6,304460	-12,583000	33,981263	27,652600	-11,300700	33,888700	0,092563
128	-6,294110	-12,369900	33,963544	27,652600	-11,300700	33,888700	0,074844
129	-6,292030	-12,155700	33,955396	27,652600	-11,300700	33,888700	0,066696
130	-6,293170	-11,945600	33,951895	27,652600	-11,300700	33,888700	0,063195
131	-6,289400	-11,738800	33,944827	27,652600	-11,300700	33,888700	0,056127
132	-6,301460	-11,519100	33,954762	27,652600	-11,300700	33,888700	0,066062
133	-6,309970	-11,318600	33,962575	27,652600	-11,300700	33,888700	0,073875
134	-6,279820	-11,116700	33,932919	27,652600	-11,300700	33,888700	0,044219
135	-6,252660	-10,894600	33,907692	27,652600	-11,300700	33,888700	0,018992
136	-6,266980	-10,693300	33,925018	27,652600	-11,300700	33,888700	0,036318
137	-6,311250	-10,479200	33,973784	27,652600	-11,300700	33,888700	0,085084
138	-6,278450	-10,270600	33,946683	27,652600	-11,300700	33,888700	0,057983
139	-6,196590	-10,063500	33,871793	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,016907
140	-6,205040	-9,851060	33,888659	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,000041
141	-6,156210	-9,630870	33,850022	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,038678
142	-6,134000	-9,430410	33,838326	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,050374
143	-6,136660	-9,213240	33,853679	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,035021
144	-6,110370	-9,019560	33,839943	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,048757
145	-6,083520	-8,800140	33,828665	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,060035
146	-6,096000	-8,599330	33,856541	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,032159
147	-6,082030	-8,372800	33,861451	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,027249
148	-6,064460	-8,162920	33,862749	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,025951
149	-6,018130	-7,957560	33,836292	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,052408
150	-5,992710	-7,760360	33,831064	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,057636
151	-5,912060	-7,534220	33,775328	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,113372
152	-5,882510	-7,328310	33,769564	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,119136
153	-5,886580	-7,118270	33,798954	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,089746
154	-5,783080	-6,906080	33,723247	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,165453
155	-5,767790	-6,701600	33,735355	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,153345
156	-5,701860	-6,503480	33,697675	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,191025
157	-5,695000	-6,276420	33,723965	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,164735
158	-5,679550	-6,066750	33,740576	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,148124
159	-5,648710	-5,858820	33,743019	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,145681
160	-5,687380	-5,647090	33,815937	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,072763
161	-5,673240	-5,456420	33,834409	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,054291
162	-5,619610	-5,232800	33,820990	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,067710
163	-5,608940	-5,032120	33,847085	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,041615
164	-5,589680	-4,809030	33,870208	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,018492
165	-5,549280	-4,598160	33,871653	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,017047
166	-5,534650	-4,409040	33,895258	27,652600	-11,300700	33,888700	0,006558
167	-5,483600	-4,199020	33,888665	27,652600	-11,300700	33,888700	-0,000035
168	-5,469050	-3,976770	33,921728	27,652600	-11,300700	33,888700	0,033028
169	-5,405930	-3,779300	33,903361	27,652600	-11,300700	33,888700	0,014661
170	-5,382890	-3,569460	33,928096	27,652600	-11,300700	33,888700	0,039396
171	-5,331570	-3,343910	33,930311	27,652600	-11,300700	33,888700	0,041611
172	-5,251910	-3,147580	33,899560	27,652600	-11,300700	33,888700	0,010860
173	-5,219590	-2,941180	33,918468	27,652600	-11,300700	33,888700	0,029768
174	-5,159990	-2,716820	33,916796	27,652600	-11,300700	33,888700	0,028096
175	-5,104940	-2,514370	33,915425	27,652600	-11,300700	33,888700	0,026725
176	-5,081020	-2,293200	33,950330	27,652600	-11,300700	33,888700	0,061630
177	-5,023340	-2,101230	33,946241	27,652600	-11,300700	33,888700	0,057541
178	-4,966460	-1,880480	33,952078	27,652600	-11,300700	33,888700	0,063378
179	-4,906660	-1,678830	33,951227	27,652600	-11,300700	33,888700	0,062527
180	-4,858730	-1,472330	33,964444	27,652600	-11,300700	33,888700	0,075744
Hata Değerleri							
Minimum Hata [u]		Maksimum Hata [u]		Ortalama Hata [u]		Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]	
-0,191		0,09		±0,0610		±0,0731	

EK 509: Kouros 2720 Sol Femur Sınırına Uyan Çember



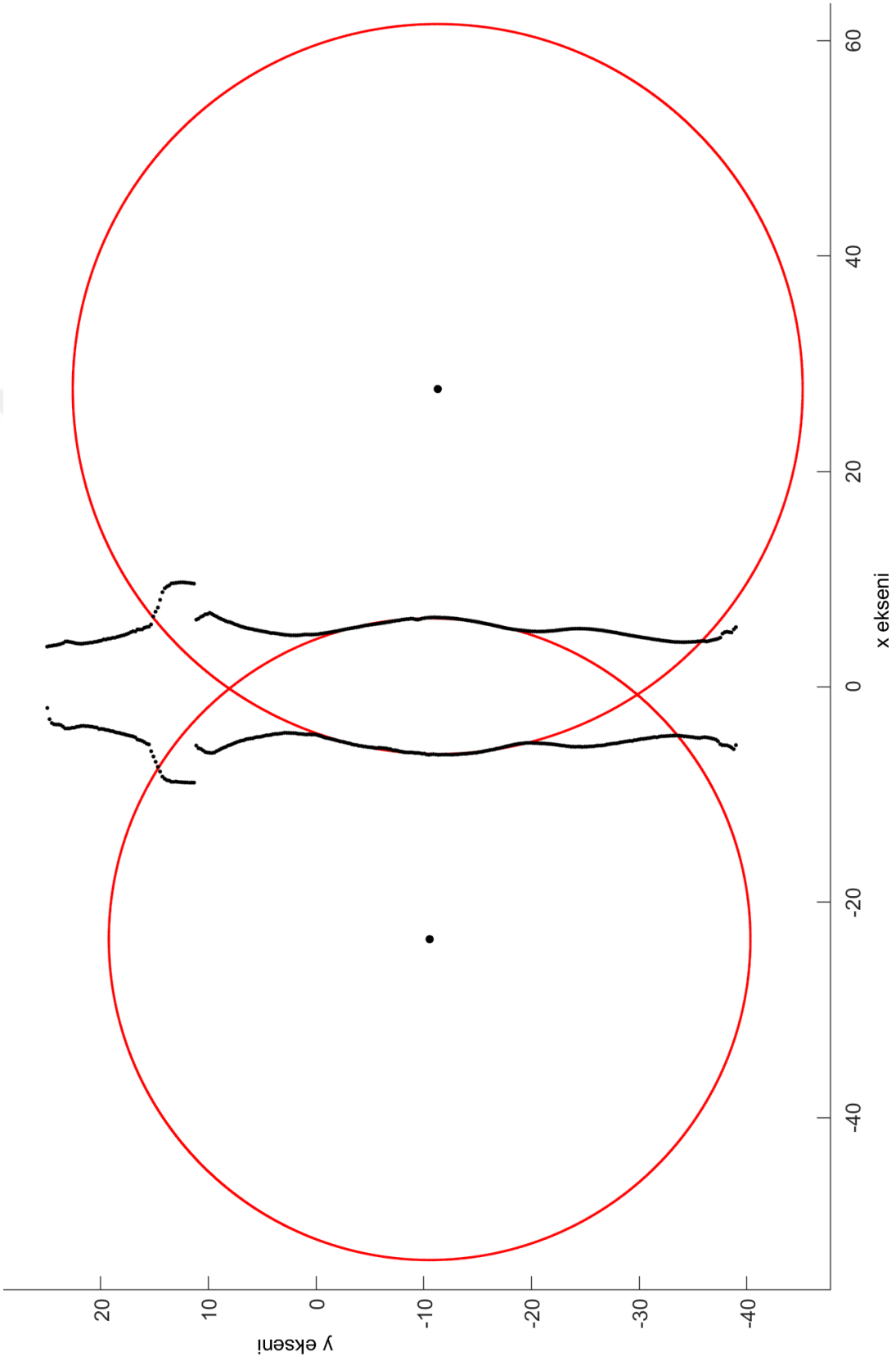
EK 510: Kouros 2720 Sağ Femur Sınırına Uyan Çember



EK 511: Kouros 2720 Sağ Femur Sınırı ile Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [u]
Koordinatlar [u]			M_0 Noktasına Uzaklık [u]	M_0 Koordinatları [u]		Yarıçap [u]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
100	-5,406390	-18,229900	29,788391	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,000009
101	-5,443100	-18,038700	29,774381	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,014019
102	-5,490590	-17,812200	29,747253	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,041147
103	-5,540510	-17,609200	29,732084	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,056316
104	-5,599240	-17,398500	29,726636	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,061764
105	-5,653060	-17,181400	29,738972	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,049428
106	-5,707400	-16,972800	29,741856	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,046544
107	-5,738900	-16,761400	29,739870	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,048530
108	-5,803350	-16,567900	29,739711	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,048689
109	-5,842020	-16,343400	29,745372	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,043028
110	-5,871420	-16,139500	29,755579	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,032821
111	-5,918100	-15,932000	29,750908	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,037492
112	-5,949310	-15,723600	29,756855	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,031545
113	-6,000010	-15,505000	29,764664	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,023736
114	-6,044010	-15,302000	29,774580	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,013820
115	-6,063700	-15,095900	29,786890	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,001510
116	-6,119010	-14,884700	29,792741	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,004341
117	-6,122720	-14,665700	29,801428	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,013028
118	-6,153210	-14,471600	29,802270	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,013870
119	-6,169650	-14,257200	29,812781	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,024381
120	-6,196740	-14,053400	29,816672	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,028272
121	-6,216820	-13,839500	29,830096	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,041696
122	-6,221360	-13,620400	29,837987	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,049587
123	-6,240170	-13,421700	29,843214	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,054814
124	-6,266940	-13,196100	29,852042	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,063642
125	-6,272370	-12,998000	29,864605	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,076205
126	-6,285590	-12,786900	29,870629	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,082229
127	-6,304460	-12,583000	29,867402	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,079002
128	-6,294110	-12,369900	29,873829	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,085429
129	-6,292030	-12,155700	29,872822	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,084422
130	-6,293170	-11,945600	29,885652	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,097252
131	-6,289400	-11,738800	29,877619	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,089219
132	-6,301460	-11,519100	29,879940	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,091540
133	-6,309970	-11,318600	29,877117	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,088717
134	-6,279820	-11,116700	29,880940	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,092540
135	-6,252660	-10,894600	29,884214	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,095814
136	-6,266980	-10,693300	29,872001	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,083601
137	-6,311250	-10,479200	29,862359	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,073959
138	-6,278450	-10,270600	29,844682	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,056282
139	-6,196590	-10,063500	29,816371	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,027971
140	-6,205040	-9,851060	29,781426	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,006974
141	-6,156210	-9,630870	29,719606	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,068794
142	-6,134000	-9,430410	29,690234	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,098166
143	-6,136660	-9,213240	29,724274	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,064126
144	-6,110370	-9,019560	29,788395	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,000005
145	-6,083520	-8,800140	29,815012	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,026612
146	-6,096000	-8,599330	29,792530	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,004130
147	-6,082030	-8,372800	29,795342	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,006942
148	-6,064460	-8,162920	29,780488	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,007912
149	-6,018130	-7,957560	29,780058	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,008342
150	-5,992710	-7,760360	29,744712	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,043688
151	-5,912060	-7,534220	29,748211	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,040189
152	-5,882510	-7,328310	29,731693	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,056707
153	-5,886580	-7,118270	29,731866	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,056534
154	-5,783080	-6,906080	29,702732	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,085668
155	-5,767790	-6,701600	29,692373	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,096027
156	-5,701860	-6,503480	29,692549	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,095851
157	-5,695000	-6,276420	29,679346	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,109054
158	-5,679550	-6,066750	29,687068	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,101332
159	-5,648710	-5,858820	29,680623	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,107777
160	-5,687380	-5,647090	29,693363	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,095037
161	-5,673240	-5,456420	29,686528	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,101872
162	-5,619610	-5,232800	29,701095	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,087305
163	-5,608940	-5,032120	29,708752	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,079648
164	-5,589680	-4,809030	29,714913	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,073487
165	-5,549280	-4,598160	29,738970	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,049430
166	-5,534650	-4,409040	29,736793	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,051607
167	-5,483600	-4,199020	29,731411	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,056989
168	-5,469050	-3,976770	29,732994	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,055406
169	-5,405930	-3,779300	29,742701	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,045699
170	-5,382890	-3,569460	29,759014	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,029386
171	-5,331570	-3,343910	29,770688	-23,430500	-10,549500	29,788400	-0,017712
172	-5,251910	-3,147580	29,788400	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,000000
173	-5,219590	-2,941180	29,801449	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,013049
174	-5,159990	-2,716820	29,823960	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,035560
175	-5,104940	-2,514370	29,834270	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,045870
176	-5,081020	-2,293200	29,850131	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,061731
177	-5,023340	-2,101230	29,863689	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,075289
178	-4,966460	-1,880480	29,885661	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,097261
179	-4,906660	-1,678830	29,913798	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,125398
180	-4,858730	-1,472330	29,933268	-23,430500	-10,549500	29,788400	0,144868
Hata Değerleri							
Minimum Hata [u]		Maksimum Hata [u]		Ortalama Hata [u]		Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]	
-0,1091		0,14		±0,0553		±0,0648	

EK 512: Kouros 2720 Femur Sınırlarına Uyan Çemberlerin Asimetrisi



EK 513: Kouros 2720 Sol Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [u]
Koordinatlar [u]			M_0 Noktasına Uzaklık [u]	M_0 Koordinatları [u]		Yarıçap [u]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
100	-5,406390	-18,229900	32,435335	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,064665
101	-5,443100	-18,038700	32,428474	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,071526
102	-5,490590	-17,812200	32,425769	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,074231
103	-5,540510	-17,609200	32,431946	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,068054
104	-5,599240	-17,398500	32,446557	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,053443
105	-5,653060	-17,181400	32,456580	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,043420
106	-5,707400	-16,972800	32,470239	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,029761
107	-5,738900	-16,761400	32,462353	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,037647
108	-5,803350	-16,567900	32,491438	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,008562
109	-5,842020	-16,343400	32,491156	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,008844
110	-5,871420	-16,139500	32,486637	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,013363
111	-5,918100	-15,932000	32,499938	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,000062
112	-5,949310	-15,723600	32,499193	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,000807
113	-6,000010	-15,505000	32,517661	26,190030	-10,900700	32,500000	0,017661
114	-6,044010	-15,302000	32,533134	26,190030	-10,900700	32,500000	0,033134
115	-6,063700	-15,095900	32,525418	26,190030	-10,900700	32,500000	0,025418
116	-6,119010	-14,884700	32,553745	26,190030	-10,900700	32,500000	0,053745
117	-6,122720	-14,665700	32,531355	26,190030	-10,900700	32,500000	0,031355
118	-6,153210	-14,471600	32,539768	26,190030	-10,900700	32,500000	0,039768
119	-6,169650	-14,257200	32,533290	26,190030	-10,900700	32,500000	0,033290
120	-6,196740	-14,053400	32,539858	26,190030	-10,900700	32,500000	0,039858
121	-6,216820	-13,839500	32,539829	26,190030	-10,900700	32,500000	0,039829
122	-6,221360	-13,620400	32,525297	26,190030	-10,900700	32,500000	0,025297
123	-6,240170	-13,421700	32,528039	26,190030	-10,900700	32,500000	0,028039
124	-6,266940	-13,196100	32,538036	26,190030	-10,900700	32,500000	0,038036
125	-6,272370	-12,998000	32,530080	26,190030	-10,900700	32,500000	0,030080
126	-6,285590	-12,786900	32,530350	26,190030	-10,900700	32,500000	0,030350
127	-6,304460	-12,583000	32,538009	26,190030	-10,900700	32,500000	0,038009
128	-6,294110	-12,369900	32,517348	26,190030	-10,900700	32,500000	0,017348
129	-6,292030	-12,155700	32,506295	26,190030	-10,900700	32,500000	0,006295
130	-6,293170	-11,945600	32,500002	26,190030	-10,900700	32,500000	0,000002
131	-6,289400	-11,738800	32,490241	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,009759
132	-6,301460	-11,519100	32,497374	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,002626
133	-6,309970	-11,318600	32,502687	26,190030	-10,900700	32,500000	0,002687
134	-6,279820	-11,116700	32,470568	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,029432
135	-6,252660	-10,894600	32,442691	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,057309
136	-6,266980	-10,693300	32,457673	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,042327
137	-6,311250	-10,479200	32,504013	26,190030	-10,900700	32,500000	0,004013
138	-6,278450	-10,270600	32,474593	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,025407
139	-6,196590	-10,063500	32,397439	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,102561
140	-6,205040	-9,851060	32,412070	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,087930
141	-6,156210	-9,630870	32,371156	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,128844
142	-6,134000	-9,430410	32,357452	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,142548
143	-6,136660	-9,213240	32,370703	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,129297
144	-6,110370	-9,019560	32,355131	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,144869
145	-6,083520	-8,800140	32,341836	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,158164
146	-6,096000	-8,599330	32,367948	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,132052
147	-6,082030	-8,372800	32,370915	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,129085
148	-6,064460	-8,162920	32,370474	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,129526
149	-6,018130	-7,957560	32,342351	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,157649
150	-5,992710	-7,760360	32,335592	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,164408
151	-5,912060	-7,534220	32,278125	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,221875
152	-5,882510	-7,328310	32,270881	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,229119
153	-5,886580	-7,118270	32,298850	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,201150
154	-5,783080	-6,906080	32,221681	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,278319
155	-5,767790	-6,701600	32,232510	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,267490
156	-5,701860	-6,503480	32,193605	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,306395
157	-5,695000	-6,276420	32,218614	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,281386
158	-5,679550	-6,066750	32,234100	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,265900
159	-5,648710	-5,858820	32,235476	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,264524
160	-5,687380	-5,647090	32,307425	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,192575
161	-5,673240	-5,456420	32,325039	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,174961
162	-5,619610	-5,232800	32,310653	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,189347
163	-5,608940	-5,032120	32,335966	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,164034
164	-5,589680	-4,809030	32,358282	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,141718
165	-5,549280	-4,598160	32,359014	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,140986
166	-5,534650	-4,409040	32,382047	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,117953
167	-5,483600	-4,199020	32,374857	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,125143
168	-5,469050	-3,976770	32,407378	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,092622
169	-5,405930	-3,779300	32,388563	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,111437
170	-5,382890	-3,569460	32,412904	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,087096
171	-5,331570	-3,343910	32,414755	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,085245
172	-5,251910	-3,147580	32,383738	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,116262
173	-5,219590	-2,941180	32,402441	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,097559
174	-5,159990	-2,716820	32,400612	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,099388
175	-5,104940	-2,514370	32,399162	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,100838
176	-5,081020	-2,293200	32,434050	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,065950
177	-5,023340	-2,101230	32,430004	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,069996
178	-4,966460	-1,880480	32,435956	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,064044
179	-4,906660	-1,678830	32,435274	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,064726
180	-4,858730	-1,472330	32,448724	26,190030	-10,900700	32,500000	-0,051276

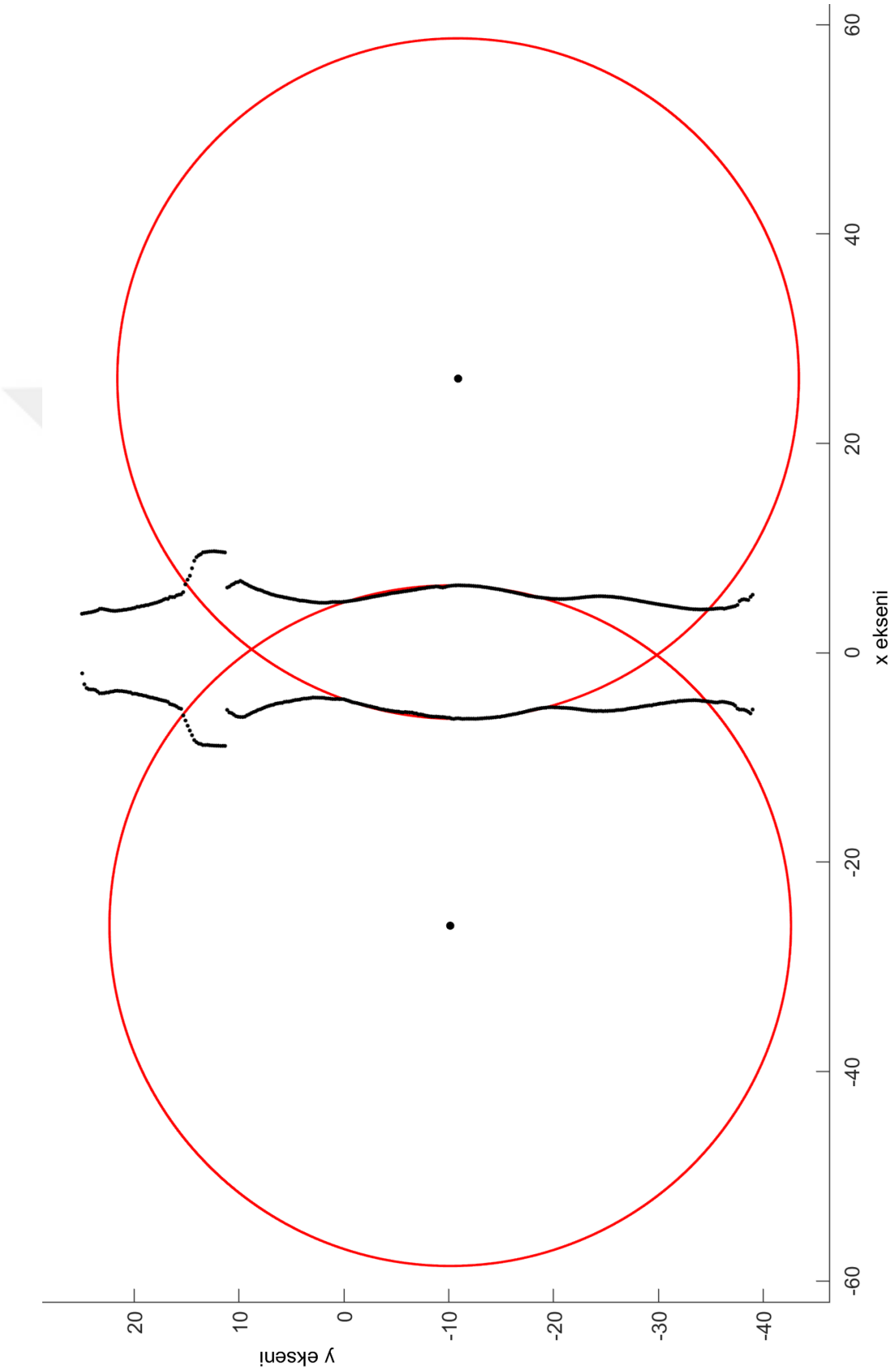
Hata Değerleri			
Minimum Hata [u]	Maksimum Hata [u]	Ortalama Hata [u]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]
-0,3064	0,05	±0,0920	±0,1205

EK 514: Kouros 2720 Sağ Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [u]
Koordinatlar [u]			M_0 Noktasına Uzaklık [u]	M_0 Koordinatları [u]		Yarıçap [u]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
100	-5,406390	-18,229900	32,436519	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,063481
101	-5,443100	-18,038700	32,424372	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,075628
102	-5,490590	-17,812200	32,398988	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,101012
103	-5,540510	-17,609200	32,385411	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,114589
104	-5,599240	-17,398500	32,381480	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,118520
105	-5,653060	-17,181400	32,395092	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,104908
106	-5,707400	-16,972800	32,399317	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,100683
107	-5,738900	-16,761400	32,398440	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,101560
108	-5,803350	-16,567900	32,399291	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,100709
109	-5,842020	-16,343400	32,405819	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,094181
110	-5,871420	-16,139500	32,416746	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,083254
111	-5,918100	-15,932000	32,412696	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,087304
112	-5,949310	-15,723600	32,419125	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,080875
113	-6,000010	-15,505000	32,427285	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,072715
114	-6,044010	-15,302000	32,437426	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,062574
115	-6,063700	-15,095900	32,449835	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,050165
116	-6,119010	-14,884700	32,455663	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,044337
117	-6,122720	-14,665700	32,464208	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,035792
118	-6,153210	-14,471600	32,464771	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,035229
119	-6,169650	-14,257200	32,474886	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,025114
120	-6,196740	-14,053400	32,478285	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,021715
121	-6,216820	-13,839500	32,491087	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,008913
122	-6,221360	-13,620400	32,498173	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,001827
123	-6,240170	-13,421700	32,502503	-26,063240	-10,149500	32,500000	0,002503
124	-6,266940	-13,196100	32,510320	-26,063240	-10,149500	32,500000	0,010320
125	-6,272370	-12,998000	32,521798	-26,063240	-10,149500	32,500000	0,021798
126	-6,285590	-12,786900	32,526516	-26,063240	-10,149500	32,500000	0,026516
127	-6,304460	-12,583000	32,521978	-26,063240	-10,149500	32,500000	0,021978
128	-6,294110	-12,369900	32,526963	-26,063240	-10,149500	32,500000	0,026963
129	-6,292030	-12,155700	32,524294	-26,063240	-10,149500	32,500000	0,024294
130	-6,293170	-11,945600	32,535316	-26,063240	-10,149500	32,500000	0,035316
131	-6,289400	-11,738800	32,525564	-26,063240	-10,149500	32,500000	0,025564
132	-6,301460	-11,519100	32,525873	-26,063240	-10,149500	32,500000	0,025873
133	-6,309970	-11,318600	32,520960	-26,063240	-10,149500	32,500000	0,020960
134	-6,279820	-11,116700	32,522657	-26,063240	-10,149500	32,500000	0,022657
135	-6,252660	-10,894600	32,523625	-26,063240	-10,149500	32,500000	0,023625
136	-6,266980	-10,693300	32,508930	-26,063240	-10,149500	32,500000	0,008930
137	-6,311250	-10,479200	32,496823	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,003177
138	-6,278450	-10,270600	32,476445	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,023555
139	-6,196590	-10,063500	32,445323	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,054677
140	-6,205040	-9,851060	32,407207	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,092793
141	-6,156210	-9,630870	32,342470	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,157530
142	-6,134000	-9,430410	32,309913	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,190087
143	-6,136660	-9,213240	32,340578	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,159422
144	-6,110370	-9,019560	32,401423	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,098577
145	-6,083520	-8,800140	32,424527	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,075473
146	-6,096000	-8,599330	32,398195	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,101805
147	-6,082030	-8,372800	32,397429	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,102571
148	-6,064460	-8,162920	32,378755	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,121245
149	-6,018130	-7,957560	32,374158	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,125842
150	-5,992710	-7,760360	32,334584	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,165416
151	-5,912060	-7,534220	32,333889	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,166111
152	-5,882510	-7,328310	32,312889	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,187111
153	-5,886580	-7,118270	32,308417	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,191583
154	-5,783080	-6,906080	32,274691	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,225309
155	-5,767790	-6,701600	32,259782	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,240218
156	-5,701860	-6,503480	32,254847	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,245153
157	-5,695000	-6,276420	32,236852	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,263148
158	-5,679550	-6,066750	32,239182	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,260818
159	-5,648710	-5,858820	32,227357	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,272643
160	-5,687380	-5,647090	32,234979	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,265021
161	-5,673240	-5,456420	32,222733	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,277267
162	-5,619610	-5,232800	32,231331	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,268669
163	-5,608940	-5,032120	32,233635	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,266365
164	-5,589680	-4,809030	32,233936	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,266064
165	-5,549280	-4,598160	32,251687	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,248313
166	-5,534650	-4,409040	32,243707	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,256293
167	-5,483600	-4,199020	32,231869	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,268131
168	-5,469050	-3,976770	32,227228	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,272772
169	-5,405930	-3,779300	32,230423	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,269577
170	-5,382890	-3,569460	32,239822	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,260178
171	-5,331570	-3,343910	32,244524	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,255476
172	-5,251910	-3,147580	32,255776	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,244224
173	-5,219590	-2,941180	32,262097	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,237903
174	-5,159990	-2,716820	32,277606	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,222394
175	-5,104940	-2,514370	32,280771	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,219229
176	-5,081020	-2,293200	32,289189	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,210811
177	-5,023340	-2,101230	32,295479	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,204521
178	-4,966460	-1,880480	32,309647	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,190353
179	-4,906660	-1,678830	32,329980	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,170020
180	-4,858730	-1,472330	32,342198	-26,063240	-10,149500	32,500000	-0,157802

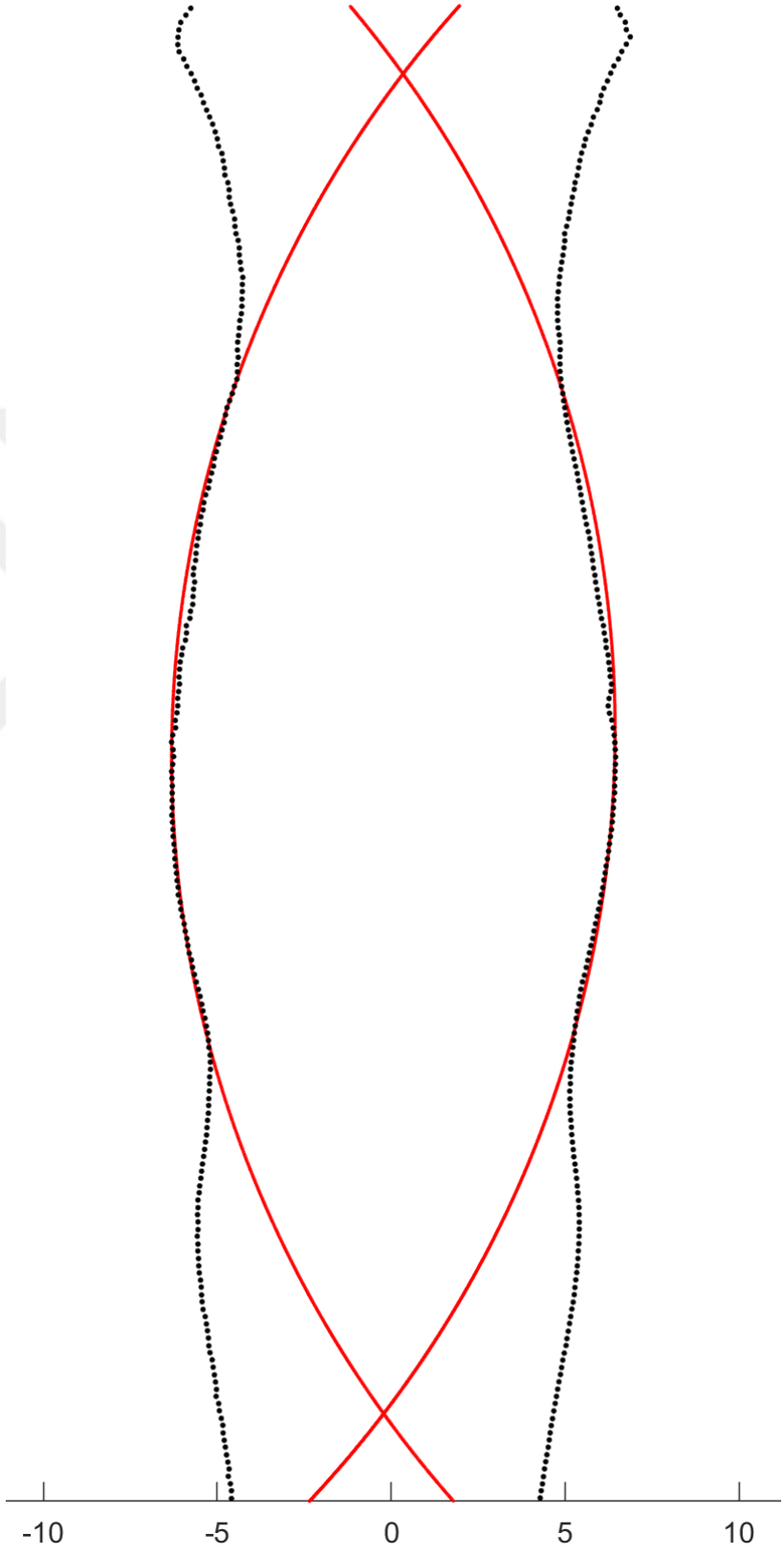
Hata Değerleri			
Minimum Hata [u]	Maksimum Hata [u]	Ortalama Hata [u]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]
-0,2773	0,04	±0,1289	±0,1589

EK 515: Kouros 2720 Femur Sınırları ve Simetrik Çemberler Ara Kesiti



ek s.400

EK 516: Kouros 2720 Simetrik Çember Ara Kesiti Detay Görünümü



EK 517: Kouros 2720 Thorax Sol Sınırı ile Çember Uyumu

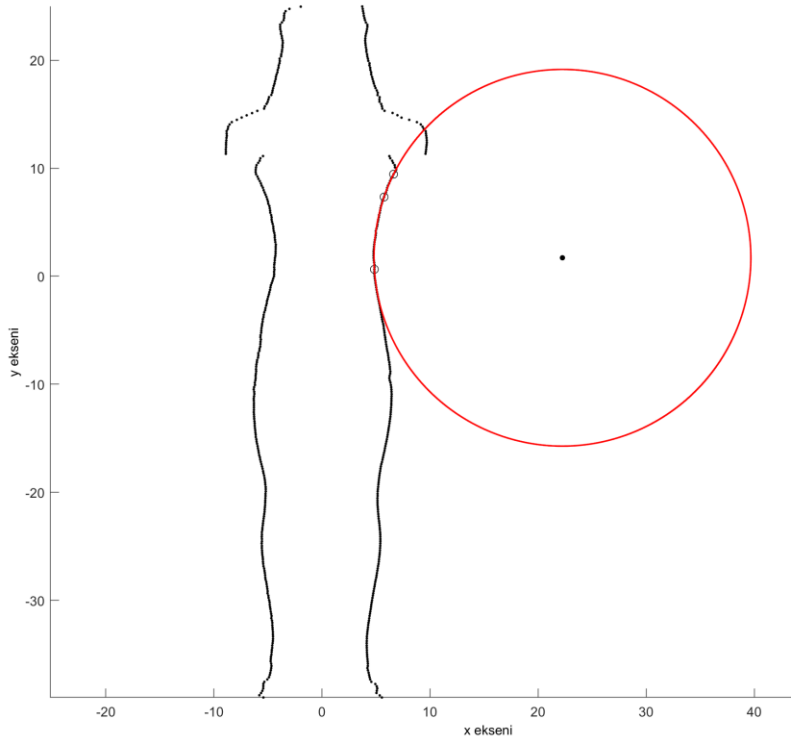
Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [u]
Koordinatlar [u]			M_0 Noktasına Uzaklık [u]	M_0 Koordinatları [u]		Yarıçap [u]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
190	-4,396070	0,624626	16,103582	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,000018
191	-4,420810	0,834523	16,059661	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,043939
192	-4,411230	1,063160	16,051292	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,052308
193	-4,384740	1,254770	16,065217	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,038383
194	-4,360870	1,470150	16,077733	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,025867
195	-4,347680	1,685980	16,082468	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,021132
196	-4,304930	1,883590	16,120019	-20,421700	2,207200	16,103600	0,016419
197	-4,289910	2,097320	16,132164	-20,421700	2,207200	16,103600	0,028564
198	-4,288320	2,303440	16,133667	-20,421700	2,207200	16,103600	0,030067
199	-4,277780	2,521770	16,146984	-20,421700	2,207200	16,103600	0,043384
200	-4,277790	2,726750	16,152268	-20,421700	2,207200	16,103600	0,048668
201	-4,264420	2,930960	16,173482	-20,421700	2,207200	16,103600	0,069882
202	-4,313170	3,157560	16,136540	-20,421700	2,207200	16,103600	0,032940
203	-4,338800	3,368860	16,124798	-20,421700	2,207200	16,103600	0,021198
204	-4,366390	3,579510	16,113852	-20,421700	2,207200	16,103600	0,010252
205	-4,365530	3,780960	16,133112	-20,421700	2,207200	16,103600	0,029512
206	-4,398970	3,997680	16,122459	-20,421700	2,207200	16,103600	0,018859
207	-4,459960	4,190060	16,084430	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,019170
208	-4,488830	4,402510	16,083399	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,020201
209	-4,501080	4,611020	16,101071	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,002529
210	-4,556870	4,838640	16,081583	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,022017
211	-4,616080	5,039470	16,057378	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,046222
212	-4,654580	5,242860	16,056690	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,046910
213	-4,656730	5,457000	16,096443	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,007157
214	-4,692850	5,661050	16,103596	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,000004
215	-4,779300	5,881750	16,068198	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,035402
216	-4,792250	6,082170	16,102643	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,000957
217	-4,828540	6,294010	16,119822	-20,421700	2,207200	16,103600	0,016222
218	-4,863780	6,504000	16,140364	-20,421700	2,207200	16,103600	0,036764
219	-4,961940	6,708480	16,101730	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,001870
220	-4,997640	6,927540	16,130196	-20,421700	2,207200	16,103600	0,026596
221	-5,056360	7,127040	16,133769	-20,421700	2,207200	16,103600	0,030169
222	-5,129110	7,347910	16,133512	-20,421700	2,207200	16,103600	0,029912
223	-5,217150	7,556290	16,118037	-20,421700	2,207200	16,103600	0,014437
224	-5,304430	7,756450	16,103603	-20,421700	2,207200	16,103600	0,000003
225	-5,394730	7,967170	16,093076	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,010524
226	-5,459390	8,190790	16,114406	-20,421700	2,207200	16,103600	0,010806
227	-5,573070	8,386270	16,082995	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,020605
228	-5,648510	8,594460	16,094851	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,008749
229	-5,748280	8,808980	16,090145	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,013455
230	-5,872380	9,014810	16,063196	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,040404
231	-5,962860	9,227690	16,073125	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,030475
232	-6,093540	9,438760	16,049661	-20,421700	2,207200	16,103600	-0,053939
233	-6,133200	9,643130	16,107585	-20,421700	2,207200	16,103600	0,003985
234	-6,126380	9,856500	16,213203	-20,421700	2,207200	16,103600	0,109603

Hata Değerleri			
Minimum Hata [u]	**Maksimum Hata [u]**	**Ortalama Hata [u]**	**Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]**
-0,0539	0,11	±0,0265	±0,0336

EK 518: Kouros 2720 Sol Thorax Sınırına Uyan Çember



EK 519: Kouros 2720 Sağ Thorax Sınırına Uyan Çember

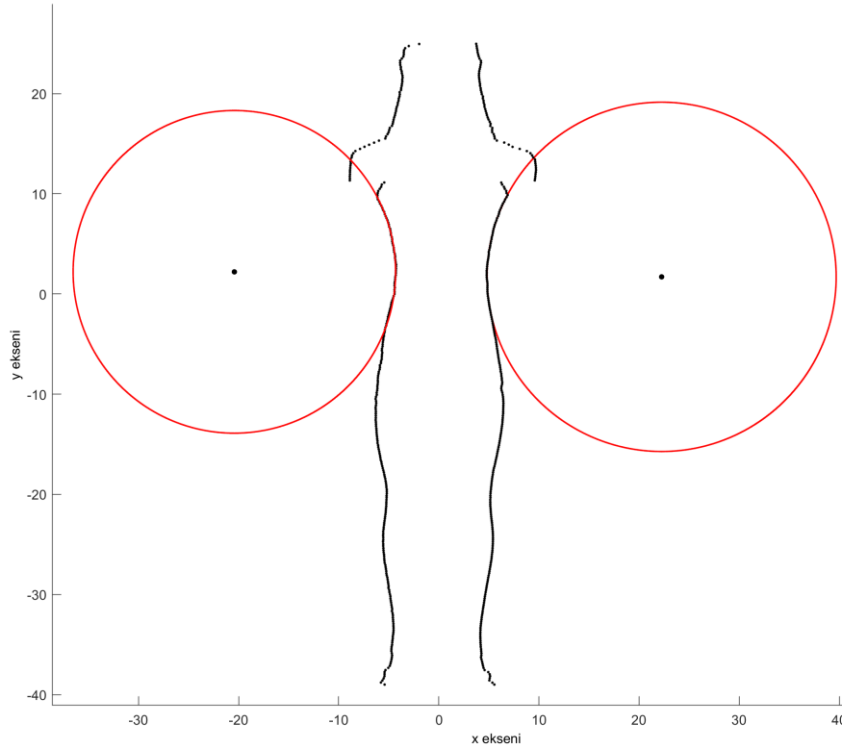


EK 520: Kouros 2720 Thorax Sağ Sınırı ile Çember Uyumu

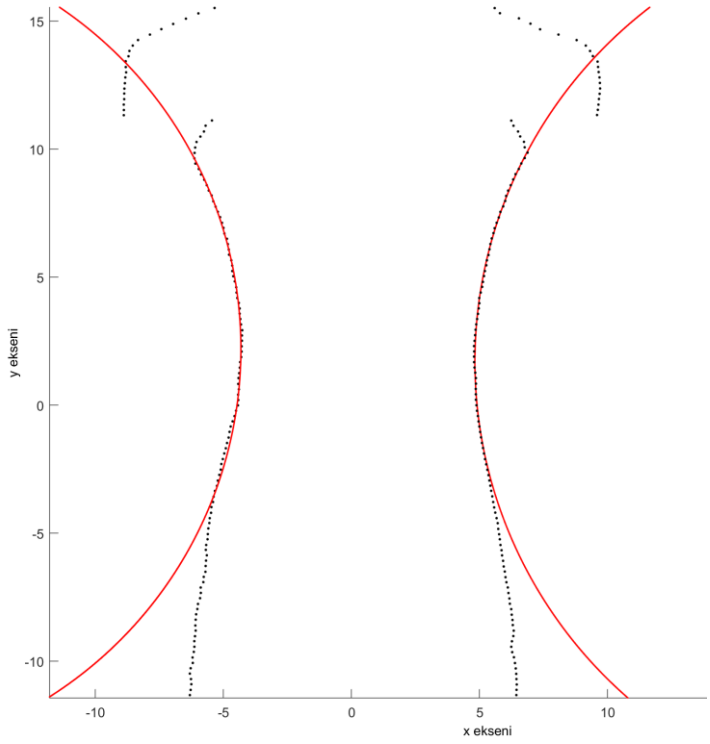
Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [u]
Koordinatlar [u]			M_0 Noktasına Uzaklık [u]	M_0 Koordinatları [u]		Yarıçap [u]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
190	-4,396070	0,624626	17,434091	22,252500	1,708500	17,434100	-0,000009
191	-4,420810	0,834523	17,414672	22,252500	1,708500	17,434100	-0,019428
192	-4,411230	1,063160	17,407370	22,252500	1,708500	17,434100	-0,026730
193	-4,384740	1,254770	17,426660	22,252500	1,708500	17,434100	-0,007440
194	-4,360870	1,470150	17,451370	22,252500	1,708500	17,434100	0,017270
195	-4,347680	1,685980	17,466615	22,252500	1,708500	17,434100	0,032515
196	-4,304930	1,883590	17,471156	22,252500	1,708500	17,434100	0,037056
197	-4,289910	2,097320	17,468702	22,252500	1,708500	17,434100	0,034602
198	-4,288320	2,303440	17,480141	22,252500	1,708500	17,434100	0,046041
199	-4,277780	2,521770	17,467273	22,252500	1,708500	17,434100	0,033173
200	-4,277790	2,726750	17,459188	22,252500	1,708500	17,434100	0,025088
201	-4,264420	2,930960	17,452974	22,252500	1,708500	17,434100	0,018874
202	-4,313170	3,157560	17,442775	22,252500	1,708500	17,434100	0,008675
203	-4,338800	3,368860	17,427252	22,252500	1,708500	17,434100	-0,006848
204	-4,366390	3,579510	17,413293	22,252500	1,708500	17,434100	-0,020807
205	-4,365530	3,780960	17,407234	22,252500	1,708500	17,434100	-0,026866
206	-4,398970	3,997680	17,409218	22,252500	1,708500	17,434100	-0,024882
207	-4,459960	4,190060	17,443097	22,252500	1,708500	17,434100	0,008997
208	-4,488830	4,402510	17,417438	22,252500	1,708500	17,434100	-0,016662
209	-4,501080	4,611020	17,396899	22,252500	1,708500	17,434100	-0,037201
210	-4,556870	4,838640	17,400827	22,252500	1,708500	17,434100	-0,033273
211	-4,616080	5,039470	17,401469	22,252500	1,708500	17,434100	-0,032631
212	-4,654580	5,242860	17,406376	22,252500	1,708500	17,434100	-0,027724
213	-4,656730	5,457000	17,399431	22,252500	1,708500	17,434100	-0,034669
214	-4,692850	5,661050	17,420326	22,252500	1,708500	17,434100	-0,013774
215	-4,779300	5,881750	17,407616	22,252500	1,708500	17,434100	-0,026484
216	-4,792250	6,082170	17,424590	22,252500	1,708500	17,434100	-0,009510
217	-4,828540	6,294010	17,442962	22,252500	1,708500	17,434100	0,008862
218	-4,863780	6,504000	17,452849	22,252500	1,708500	17,434100	0,018749
219	-4,961940	6,708480	17,445904	22,252500	1,708500	17,434100	0,011804
220	-4,997640	6,927540	17,460006	22,252500	1,708500	17,434100	0,025906
221	-5,056360	7,127040	17,448511	22,252500	1,708500	17,434100	0,014411
222	-5,129110	7,347910	17,434072	22,252500	1,708500	17,434100	-0,000028
223	-5,217150	7,556290	17,447516	22,252500	1,708500	17,434100	0,013416
224	-5,304430	7,756450	17,416831	22,252500	1,708500	17,434100	-0,017269
225	-5,394730	7,967170	17,419743	22,252500	1,708500	17,434100	-0,014357
226	-5,459390	8,190790	17,458016	22,252500	1,708500	17,434100	0,023916
227	-5,573070	8,386270	17,465019	22,252500	1,708500	17,434100	0,030919
228	-5,648510	8,594460	17,451446	22,252500	1,708500	17,434100	0,017346
229	-5,748280	8,808980	17,455330	22,252500	1,708500	17,434100	0,021230
230	-5,872380	9,014810	17,457132	22,252500	1,708500	17,434100	0,023032
231	-5,962860	9,227690	17,426519	22,252500	1,708500	17,434100	-0,007581
232	-6,093540	9,438760	17,434065	22,252500	1,708500	17,434100	-0,000035
233	-6,133200	9,643130	17,410572	22,252500	1,708500	17,434100	-0,023528
234	-6,126380	9,856500	17,408868	22,252500	1,708500	17,434100	-0,025232

Hata Değerleri			
Minimum Hata [u]	Maksimum Hata [u]	Ortalama Hata [u]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]
-0,0372	0,05	±0,0206	±0,0232

EK 521: Kouros 2720 Thorax Sınırlarına Uyan Çemberler



EK 522: Kouros 2720 Thorax Sınırları ve Çemberlerin Uyumu



EK 523: Kouros 2720 Thorax Sol Sınırı ile Rafine Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [u]
Koordinatlar [u]			M_0 Noktasına Uzaklık [u]	M_0 Koordinatları [u]		Yarıçap [u]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
190	-4,396070	0,624626	16,133059	-20,451320	2,207200	16,125000	0,008059
191	-4,420810	0,834523	16,089173	-20,451320	2,207200	16,125000	-0,035827
192	-4,411230	1,063160	16,080837	-20,451320	2,207200	16,125000	-0,044163
193	-4,384740	1,254770	16,094785	-20,451320	2,207200	16,125000	-0,030215
194	-4,360870	1,470150	16,107322	-20,451320	2,207200	16,125000	-0,017678
195	-4,347680	1,685980	16,112073	-20,451320	2,207200	16,125000	-0,012927
196	-4,304930	1,883590	16,149633	-20,451320	2,207200	16,125000	0,024633
197	-4,289910	2,097320	16,161784	-20,451320	2,207200	16,125000	0,036784
198	-4,288320	2,303440	16,163287	-20,451320	2,207200	16,125000	0,038287
199	-4,277780	2,521770	16,176599	-20,451320	2,207200	16,125000	0,051599
200	-4,277790	2,726750	16,181873	-20,451320	2,207200	16,125000	0,056873
201	-4,264420	2,930960	16,203073	-20,451320	2,207200	16,125000	0,078073
202	-4,313170	3,157560	16,166109	-20,451320	2,207200	16,125000	0,041109
203	-4,338800	3,368860	16,154342	-20,451320	2,207200	16,125000	0,029342
204	-4,366390	3,579510	16,143364	-20,451320	2,207200	16,125000	0,018364
205	-4,365530	3,780960	16,162591	-20,451320	2,207200	16,125000	0,037591
206	-4,398970	3,997680	16,151896	-20,451320	2,207200	16,125000	0,026896
207	-4,459960	4,190060	16,113824	-20,451320	2,207200	16,125000	-0,011176
208	-4,488830	4,402510	16,112743	-20,451320	2,207200	16,125000	-0,012257
209	-4,501080	4,611020	16,130360	-20,451320	2,207200	16,125000	0,005360
210	-4,556870	4,838640	16,110804	-20,451320	2,207200	16,125000	-0,014196
211	-4,616080	5,039470	16,086534	-20,451320	2,207200	16,125000	-0,038466
212	-4,654580	5,242860	16,085777	-20,451320	2,207200	16,125000	-0,039223
213	-4,656730	5,457000	16,125454	-20,451320	2,207200	16,125000	0,000454
214	-4,692850	5,661050	16,132528	-20,451320	2,207200	16,125000	0,007528
215	-4,779300	5,881750	16,097035	-20,451320	2,207200	16,125000	-0,027965
216	-4,792250	6,082170	16,131394	-20,451320	2,207200	16,125000	0,006394
217	-4,828540	6,294010	16,148476	-20,451320	2,207200	16,125000	0,023476
218	-4,863780	6,504000	16,168918	-20,451320	2,207200	16,125000	0,043918
219	-4,961940	6,708480	16,130171	-20,451320	2,207200	16,125000	0,005171
220	-4,997640	6,927540	16,158522	-20,451320	2,207200	16,125000	0,033522
221	-5,056360	7,127040	16,161981	-20,451320	2,207200	16,125000	0,036981
222	-5,129110	7,347910	16,161591	-20,451320	2,207200	16,125000	0,036591
223	-5,217150	7,556290	16,145981	-20,451320	2,207200	16,125000	0,020981
224	-5,304430	7,756450	16,131412	-20,451320	2,207200	16,125000	0,006412
225	-5,394730	7,967170	16,120737	-20,451320	2,207200	16,125000	-0,004263
226	-5,459390	8,190790	16,141912	-20,451320	2,207200	16,125000	0,016912
227	-5,573070	8,386270	16,110345	-20,451320	2,207200	16,125000	-0,014655
228	-5,648510	8,594460	16,122043	-20,451320	2,207200	16,125000	-0,002957
229	-5,748280	8,808980	16,117161	-20,451320	2,207200	16,125000	-0,007839
230	-5,872380	9,014810	16,090029	-20,451320	2,207200	16,125000	-0,034971
231	-5,962860	9,227690	16,099775	-20,451320	2,207200	16,125000	-0,025225
232	-6,093540	9,438760	16,076110	-20,451320	2,207200	16,125000	-0,048890
233	-6,133200	9,643130	16,133865	-20,451320	2,207200	16,125000	0,008865
234	-6,126380	9,856500	16,239326	-20,451320	2,207200	16,125000	0,114326

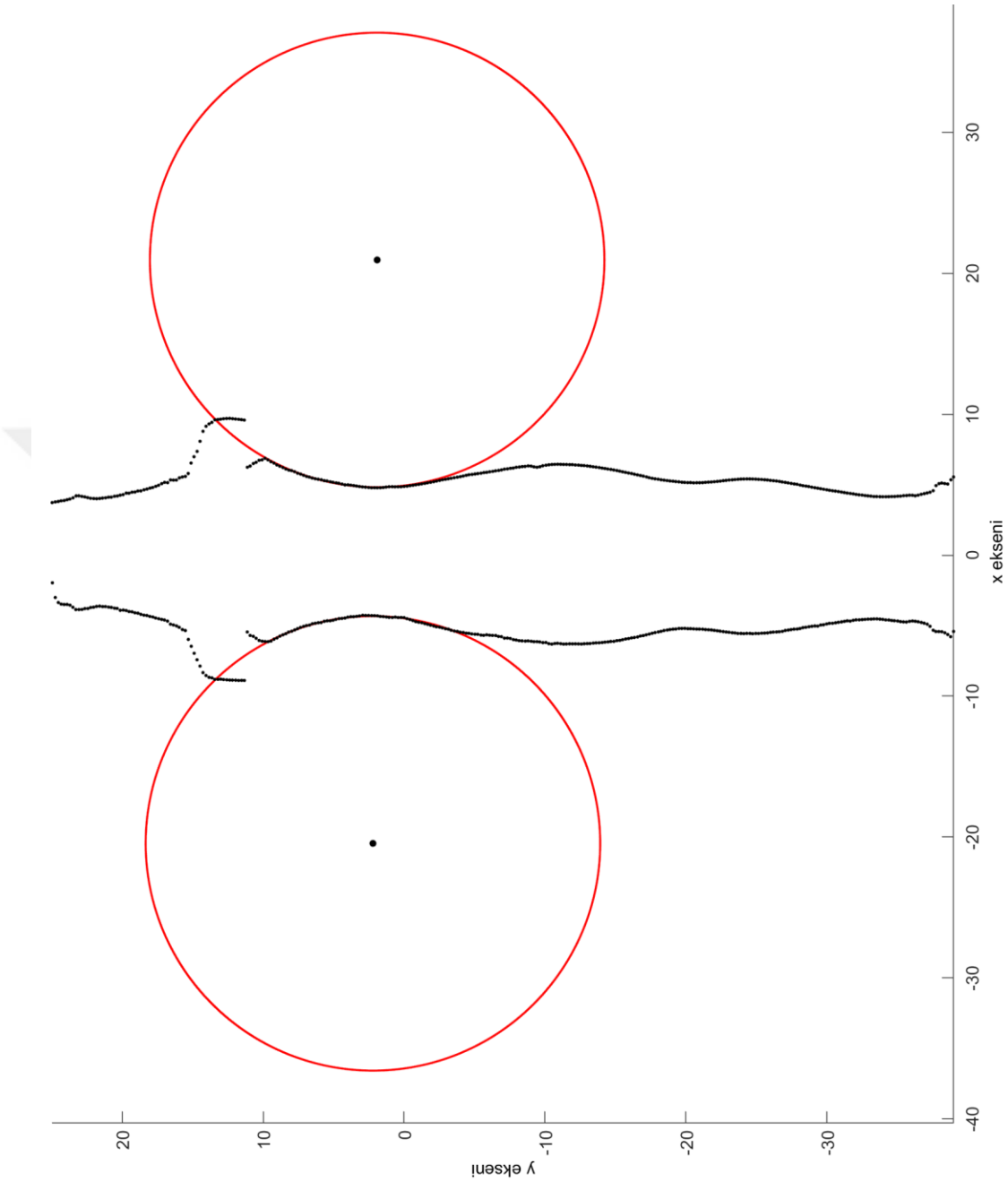
Hata Değerleri			
Minimum Hata [u]	**Maksimum Hata [u]**	**Ortalama Hata [u]**	**Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]**
-0,0489	0,11	±0,0275	±0,0348

EK 524: Kouros 2720 Thorax Sağ Sınırı ile Rafine Çember Uyumu

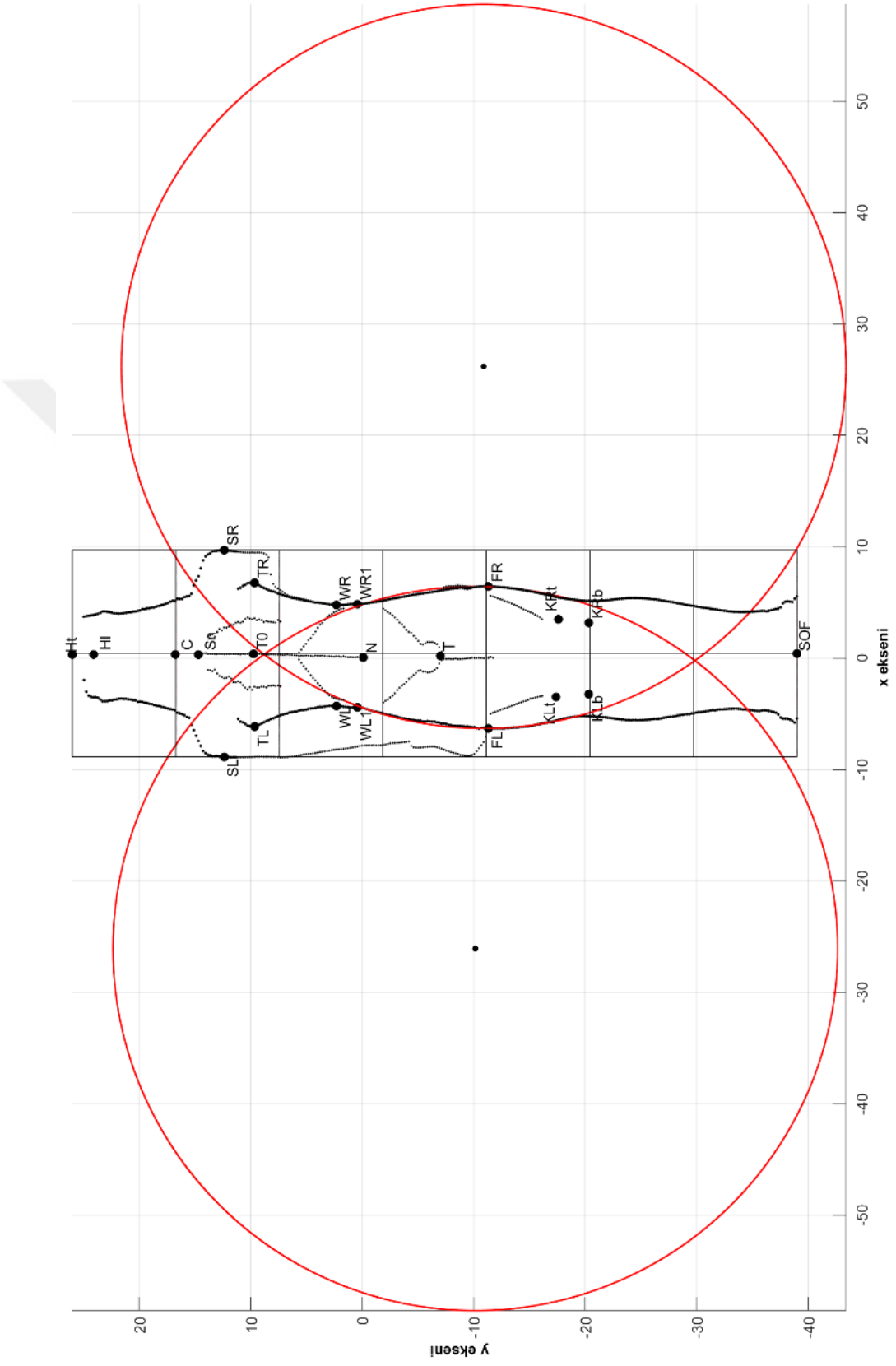
Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [u]
Koordinatlar [u]			M_0 Noktasına Uzaklık [u]	M_0 Koordinatları [u]		Yarıçap [u]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
190	-4,396070	0,624626	16,146530	20,947800	1,908500	16,125000	0,021530
191	-4,420810	0,834523	16,123683	20,947800	1,908500	16,125000	-0,001317
192	-4,411230	1,063160	16,112895	20,947800	1,908500	16,125000	-0,012105
193	-4,384740	1,254770	16,129047	20,947800	1,908500	16,125000	0,004047
194	-4,360870	1,470150	16,150935	20,947800	1,908500	16,125000	0,025935
195	-4,347680	1,685980	16,163439	20,947800	1,908500	16,125000	0,038439
196	-4,304930	1,883590	16,165402	20,947800	1,908500	16,125000	0,040402
197	-4,289910	2,097320	16,160709	20,947800	1,908500	16,125000	0,035709
198	-4,288320	2,303440	16,170050	20,947800	1,908500	16,125000	0,045050
199	-4,277780	2,521770	16,155319	20,947800	1,908500	16,125000	0,030319
200	-4,277790	2,726750	16,145423	20,947800	1,908500	16,125000	0,020423
201	-4,264420	2,930960	16,137709	20,947800	1,908500	16,125000	0,012709
202	-4,313170	3,157560	16,126207	20,947800	1,908500	16,125000	0,001207
203	-4,338800	3,368860	16,109600	20,947800	1,908500	16,125000	-0,015400
204	-4,366390	3,579510	16,094796	20,947800	1,908500	16,125000	-0,030204
205	-4,365530	3,780960	16,088053	20,947800	1,908500	16,125000	-0,036947
206	-4,398970	3,997680	16,089592	20,947800	1,908500	16,125000	-0,035408
207	-4,459960	4,190060	16,123218	20,947800	1,908500	16,125000	-0,001782
208	-4,488830	4,402510	16,097505	20,947800	1,908500	16,125000	-0,027495
209	-4,501080	4,611020	16,077149	20,947800	1,908500	16,125000	-0,047851
210	-4,556870	4,838640	16,081430	20,947800	1,908500	16,125000	-0,043570
211	-4,616080	5,039470	16,082724	20,947800	1,908500	16,125000	-0,042276
212	-4,654580	5,242860	16,088395	20,947800	1,908500	16,125000	-0,036605
213	-4,656730	5,457000	16,082568	20,947800	1,908500	16,125000	-0,042432
214	-4,692850	5,661050	16,104603	20,947800	1,908500	16,125000	-0,020397
215	-4,779300	5,881750	16,093365	20,947800	1,908500	16,125000	-0,031635
216	-4,792250	6,082170	16,112102	20,947800	1,908500	16,125000	-0,012898
217	-4,828540	6,294010	16,132328	20,947800	1,908500	16,125000	0,007328
218	-4,863780	6,504000	16,144402	20,947800	1,908500	16,125000	0,019402
219	-4,961940	6,708480	16,139837	20,947800	1,908500	16,125000	0,014837
220	-4,997640	6,927540	16,156270	20,947800	1,908500	16,125000	0,031270
221	-5,056360	7,127040	16,147648	20,947800	1,908500	16,125000	0,022648
222	-5,129110	7,347910	16,136304	20,947800	1,908500	16,125000	0,011304
223	-5,217150	7,556290	16,153122	20,947800	1,908500	16,125000	0,028122
224	-5,304430	7,756450	16,126255	20,947800	1,908500	16,125000	0,001255
225	-5,394730	7,967170	16,132998	20,947800	1,908500	16,125000	0,007998
226	-5,459390	8,190790	16,174810	20,947800	1,908500	16,125000	0,049810
227	-5,573070	8,386270	16,186000	20,947800	1,908500	16,125000	0,061000
228	-5,648510	8,594460	16,177115	20,947800	1,908500	16,125000	0,052115
229	-5,748280	8,808980	16,186105	20,947800	1,908500	16,125000	0,061105
230	-5,872380	9,014810	16,192918	20,947800	1,908500	16,125000	0,067918
231	-5,962860	9,227690	16,167783	20,947800	1,908500	16,125000	0,042783
232	-6,093540	9,438760	16,181066	20,947800	1,908500	16,125000	0,056066
233	-6,133200	9,643130	16,163818	20,947800	1,908500	16,125000	0,038818
234	-6,126380	9,856500	16,168426	20,947800	1,908500	16,125000	0,043426

Hata Değerleri			
Minimum Hata [u]	**Maksimum Hata [u]**	**Ortalama Hata [u]**	**Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]**
-0,0479	0,07	±0,0296	±0,0344

EK 525: Kouros 2720 Thorax Sınırları ve Rafine Çemberler

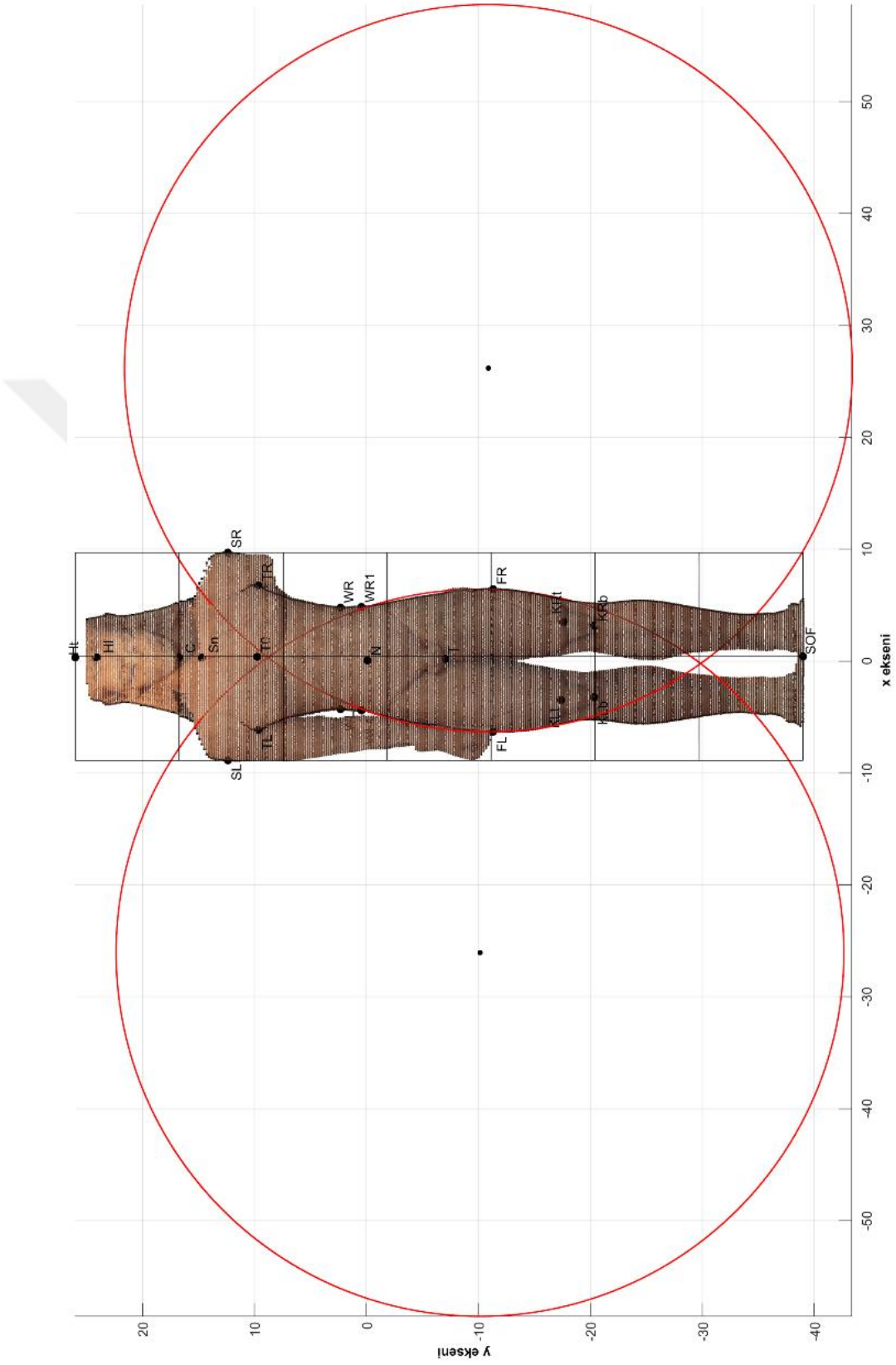


EK 526: Kouros 2720 Femur Çemberleri ve h/7 Parçalanması

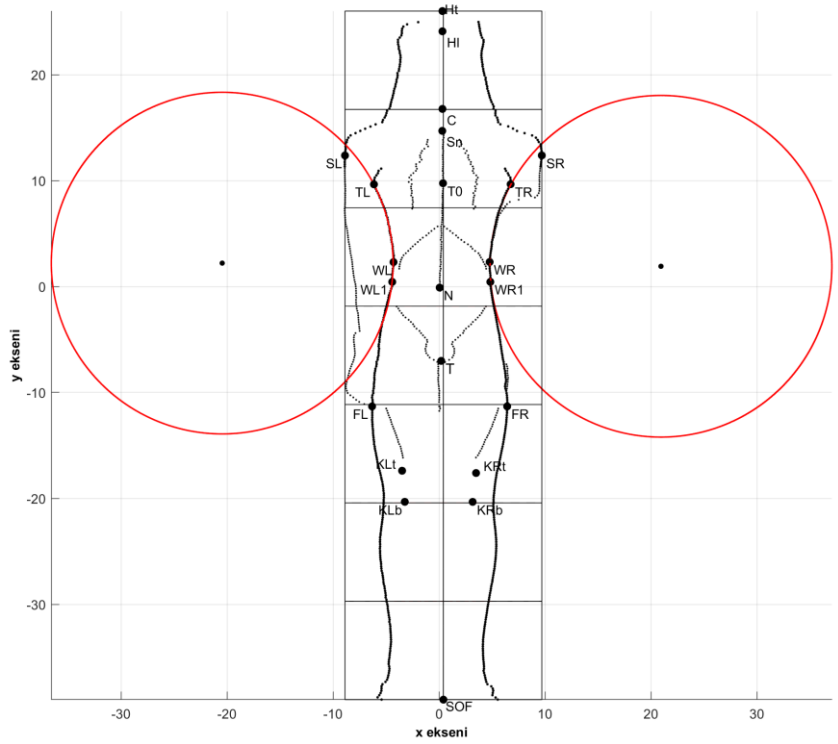


ek s.409

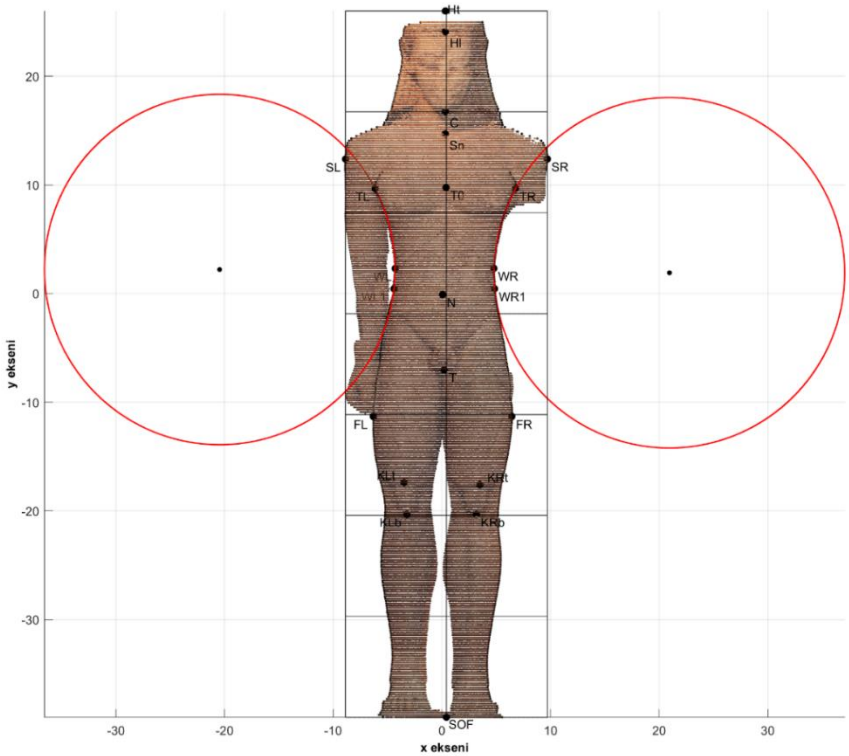
EK 527: Kouros 2720 ve Femur Çemberleri ile h/7 Parçalanması



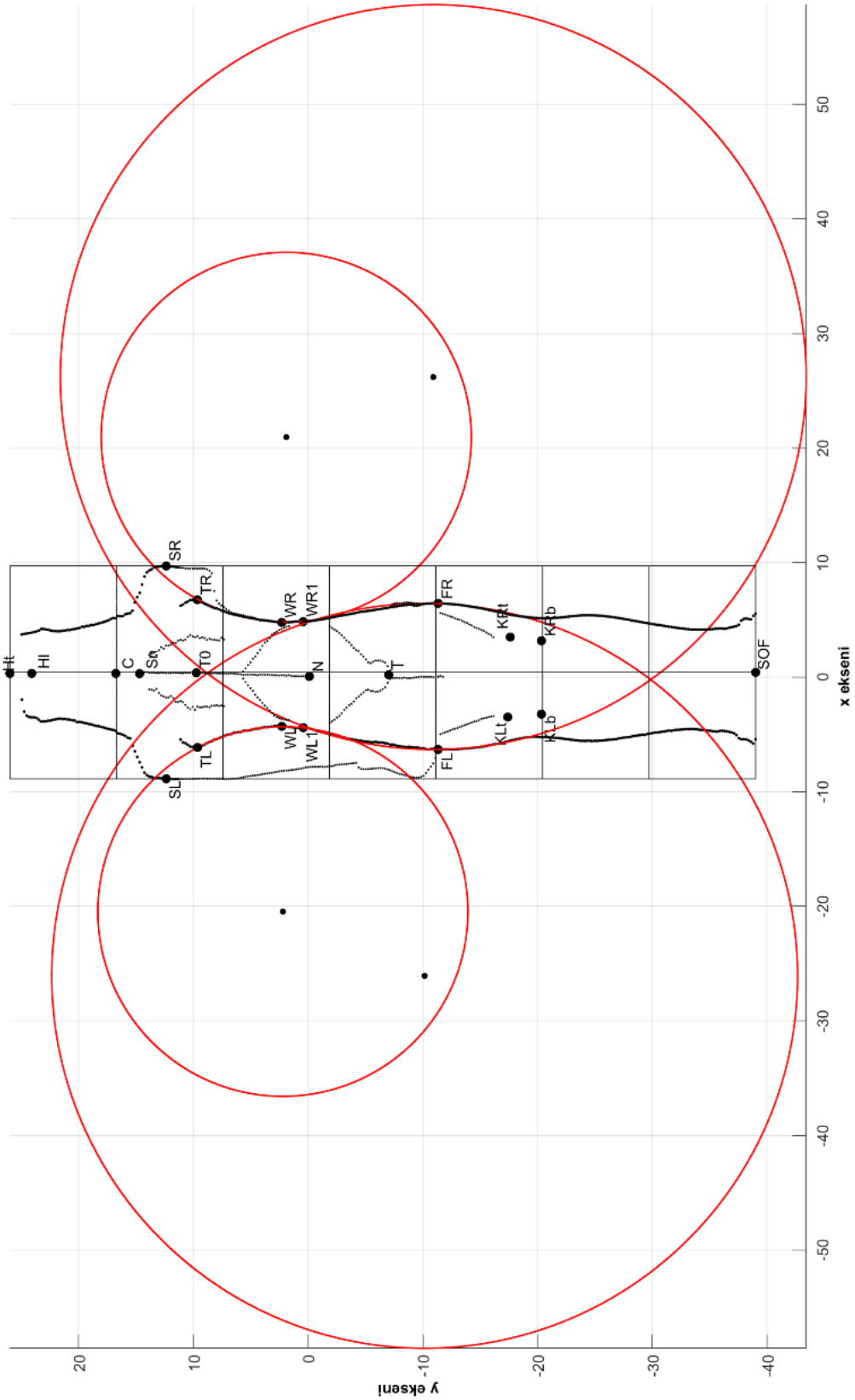
EK 528: Kouros 2720 Thorax Çemberleri ve h/7 Parçalanması



EK 529: Kouros 2720 ve Thorax Çemberleri ile h/7 Parçalanması

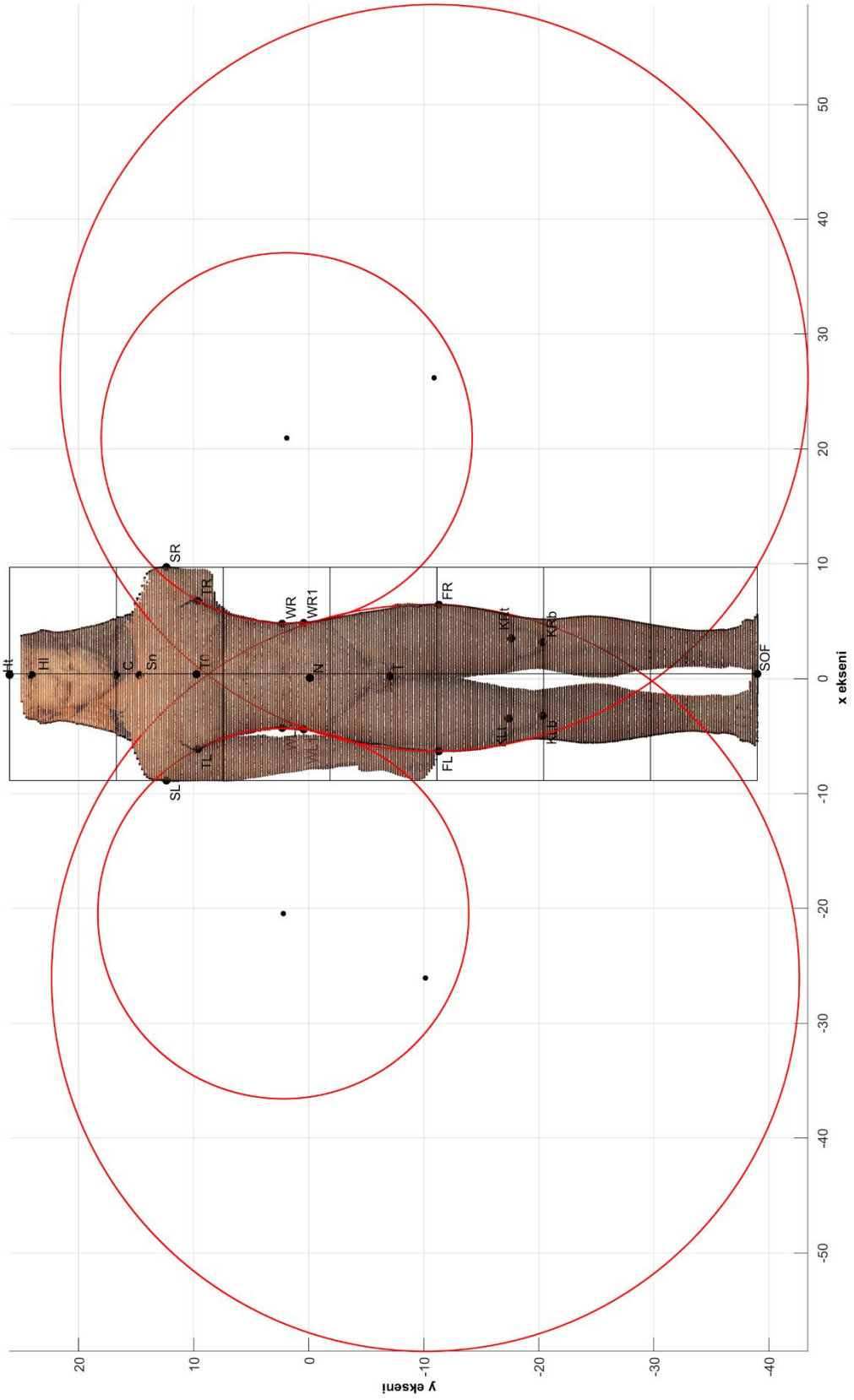


EK 530: Kouros 2720 Geometrik Modeli

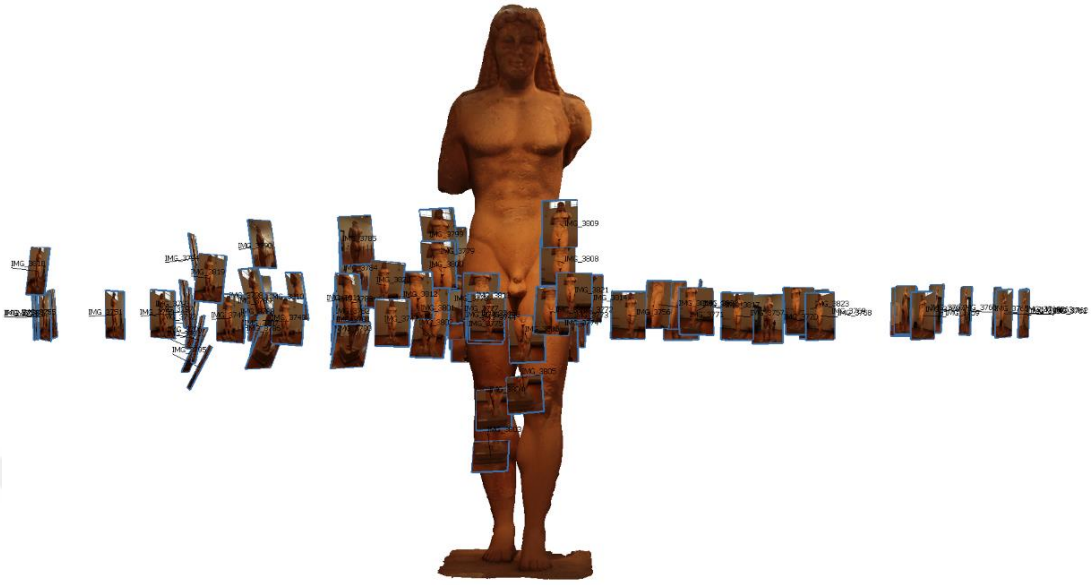


ek s.412

EK 531: Kouros 2720 ve Geometrik Modeli



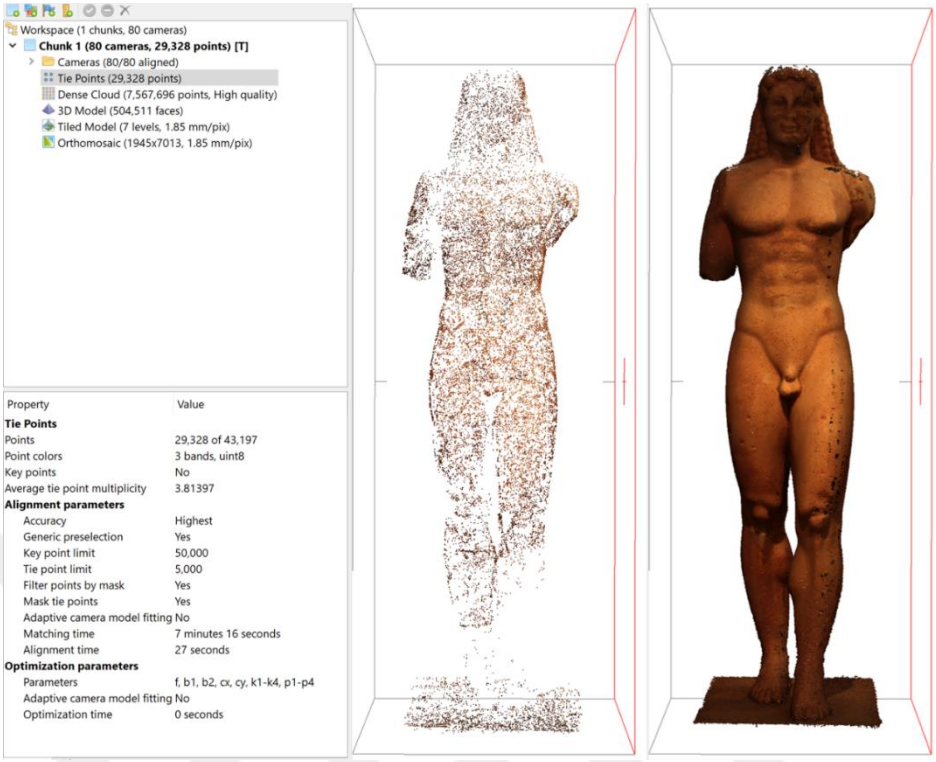
EK 532: Kouros 3686 Fotoğraf Çekimi Planı Önden Görünümü



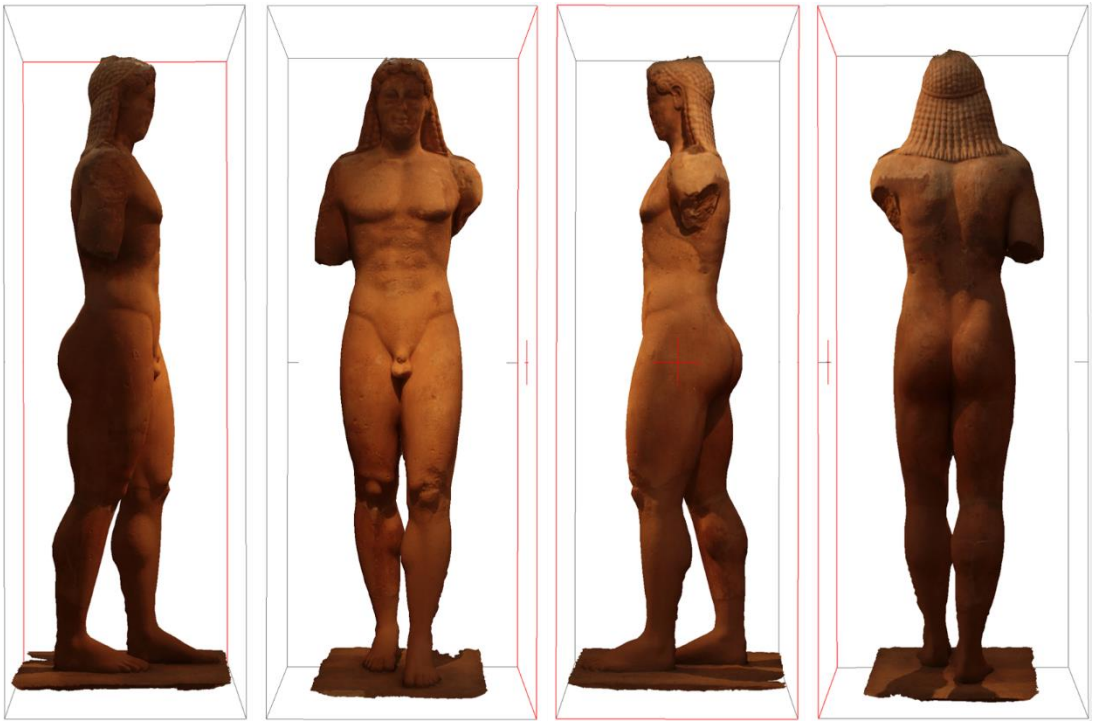
EK 533: Kouros 3686 Fotoğraf Çekimi Planı Üstten Görünümü



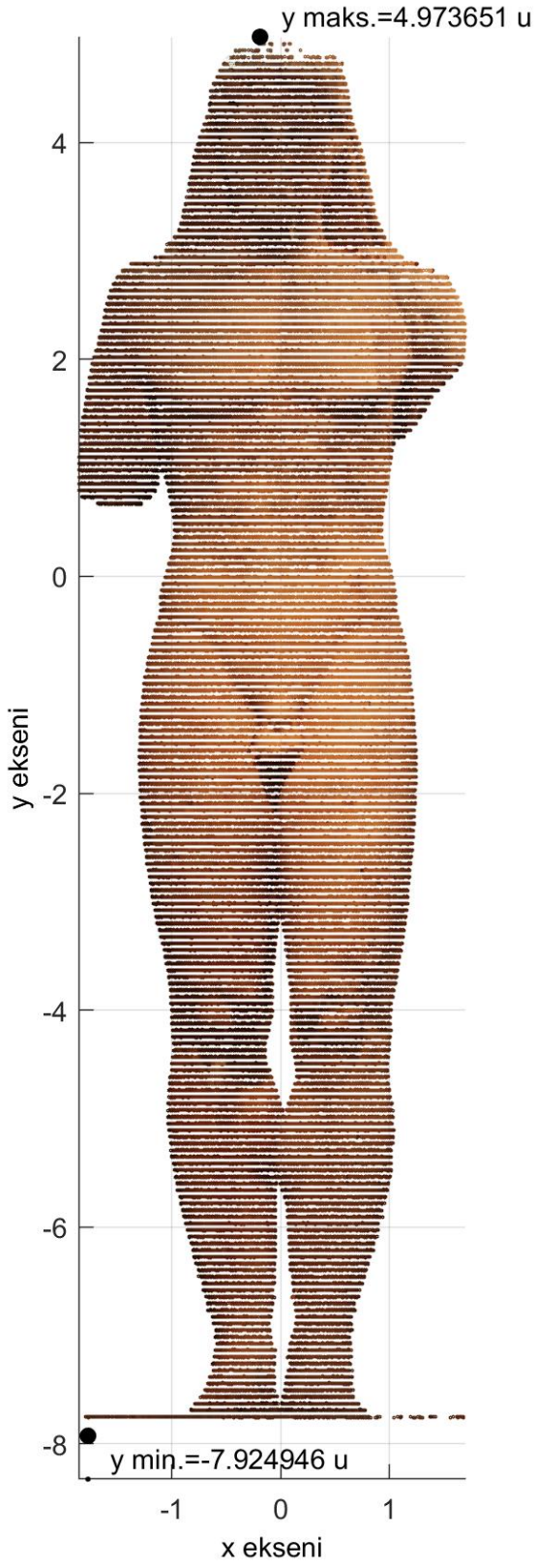
EK 534: Kouros 3686 Nokta Bulutu ve Yoğun Nokta Bulutu Modeli



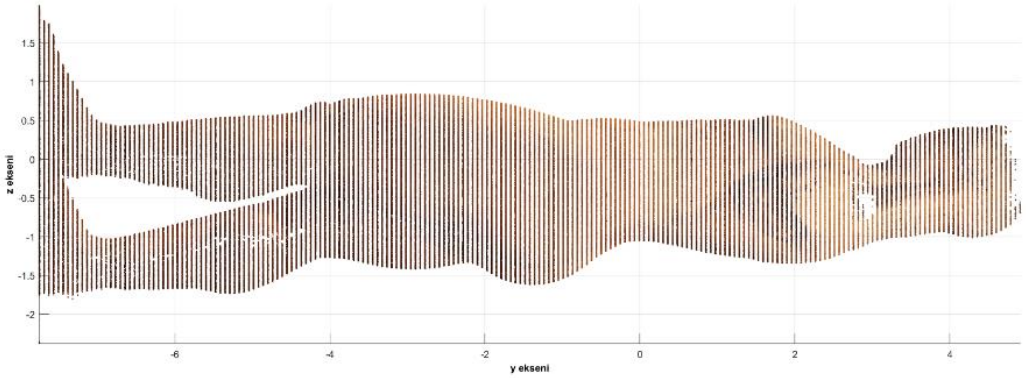
EK 535: Kouros 3686 Dokulandırılmış Modeli



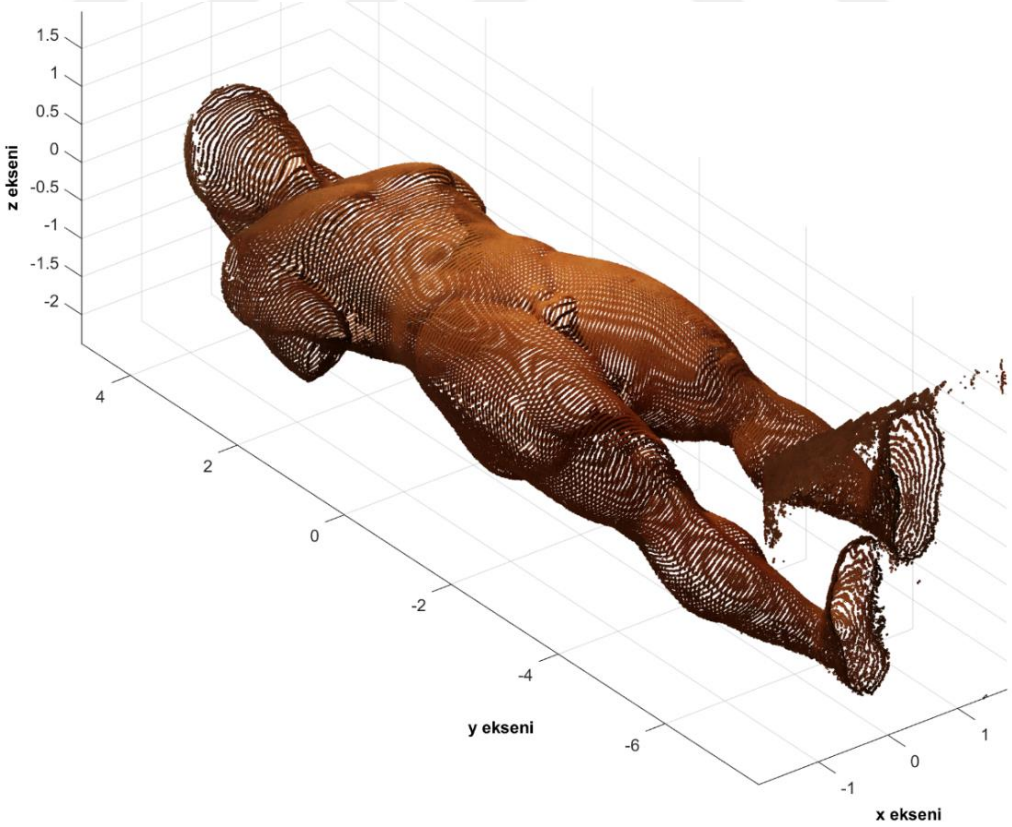
EK 536: Kouros 3686 Modelinin y Ekseninde Ölçüleri



EK 537: Kouros 3686 Transversal Kesitleri Yandan Görünümü



EK 538: Kouros 3686 Transversal Kesitleri Üç Boyutlu Görünümü



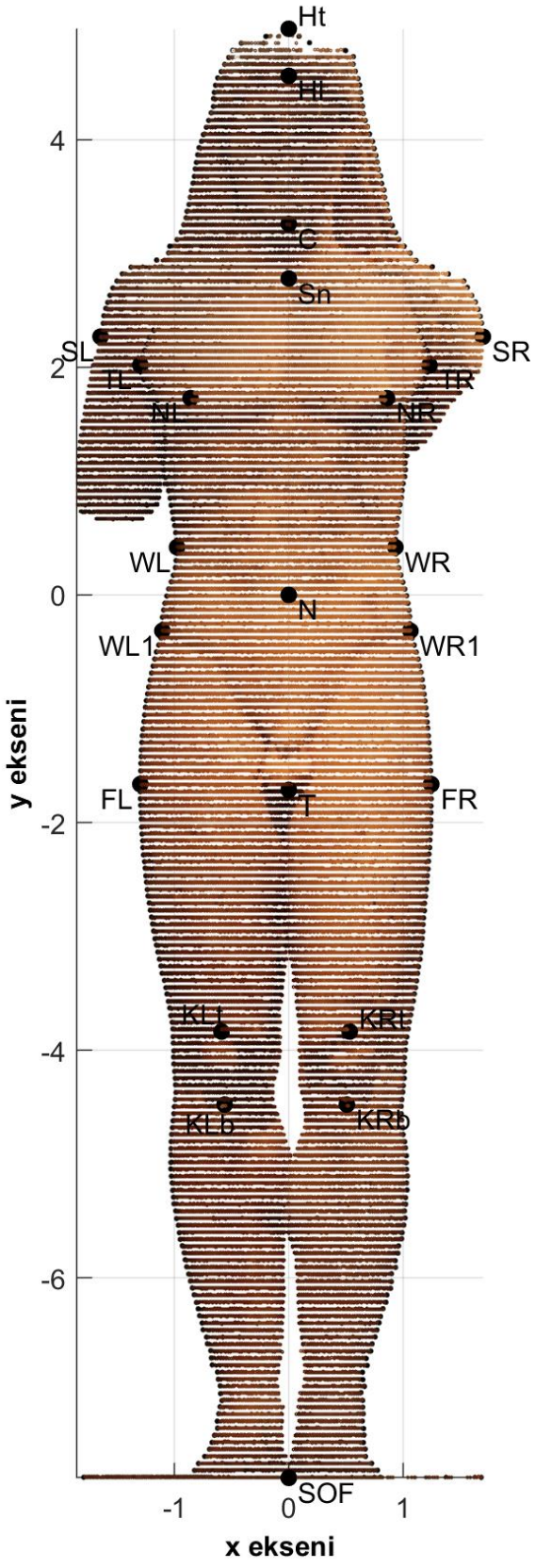
EK 539: Kouros 3686 Referans Noktaların Koordinatları

Referans Nokta	Koordinat Bilgileri		
	x [u]	y [u]	z [u]
Ht	0,000000	4,986999	0,000000
Hl	0,000000	4,560062	0,388100
C	0,000000	3,249954	0,044990
Sn	0,000000	2,753656	-0,010000
SL	-1,651615	2,269333	-0,868400
SR	1,703180	2,268350	-0,519269
TL	-1,301897	2,019895	-0,026652
TR	1,235120	2,016989	-0,092306
NL	-0,861627	1,728216	0,475000
NR	0,861627	1,728216	0,450000
T0	-0,010000	1,636985	0,471500
WL	-0,980233	0,419327	-0,372125
WR	0,935981	0,419327	-0,372125
N	0,000000	0,000000	0,475200
WL1	-1,109284	-0,315815	-0,320316
WR1	1,067330	-0,315543	-0,160952
T	0,000000	-1,713030	0,482000
FL	-1,302022	-1,662800	-0,288618
FR	1,250370	-1,662800	0,020958
KLt	-0,589927	-3,836548	-0,110756
KRt	0,534798	-3,836548	0,754415
KLb	-0,563046	-4,477643	-0,437000
KRb	0,510045	-4,477643	0,593000
SOF	0,000000	-7,774961	1,950000

EK 540: Kouros 3686 Boy ve Teorik Uzunluğuna Oranlar

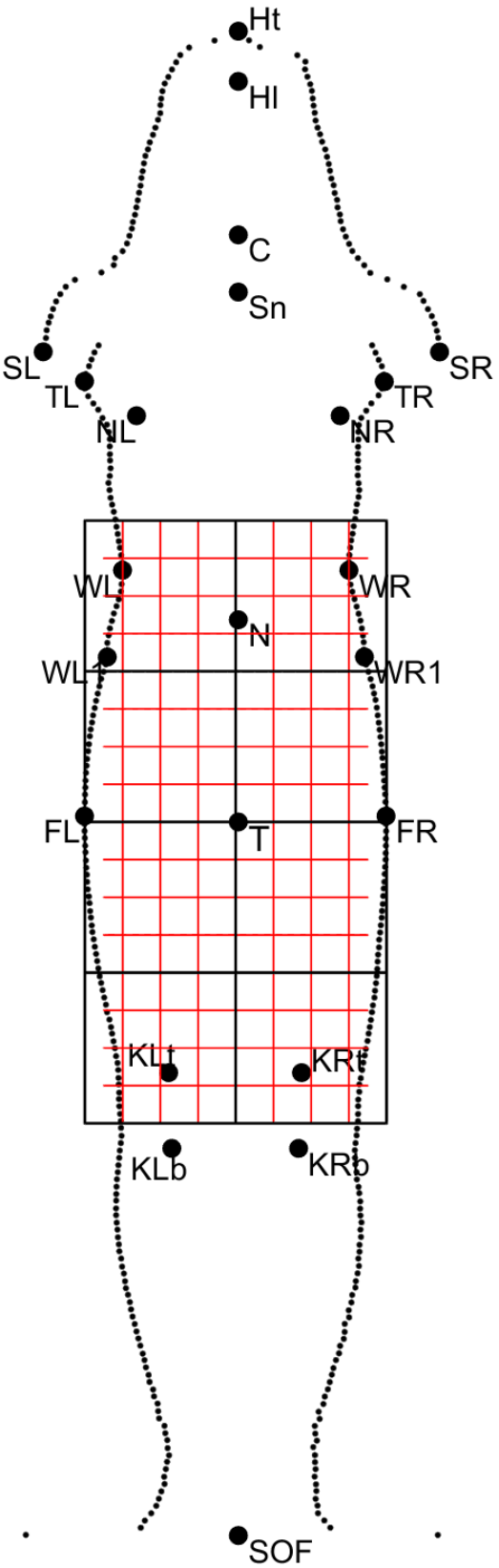
Ölçme Bilgileri			Uzaklık/Boy Uzunluğu ($\|P_2-P_1\|$ / |Ht-SOF|)	Uzaklık/Teorik Boy Uzunluğu ($\|P_2-P_1\|$ / [2x|Ht-T|])
Başlangıç (P_1)	Bitiş (P_2)	Uzaklık [u] ($\|P_2-P_1\|$)		
C	Ht	1,737045	3/22	7/54
C	Hl	1,310108	4/39	9/92
Hl	Ht	0,426937	1/30	3/94
SL	SR	3,354795	5/19	1/4
TL	TR	2,537017	1/5	7/37
WL	WR	1,916214	3/20	1/7
FL	FR	2,552392	1/5	4/21
T	Ht	6,700029	21/40	1/2
T	Hl	6,273092	29/59	22/47
T	C	4,962984	7/18	10/27
T	Sn	4,466686	7/20	1/3
T	SL-SR	3,981380	5/16	11/37
T	TL-TR	3,730019	19/65	27/97
T	T0	3,350015	21/80	1/4
T	NL-NR	3,441246	24/89	19/74
T	WL-WR	2,132357	1/6	7/44
T	N	1,713030	9/67	11/86
T	FL-FR	0,050230	---	---
T	KLt-KRt	2,123518	1/6	13/82
T	KLb-KRb	2,764613	13/60	13/63
T	SOF	6,061931	19/40	19/42
SOF	Ht	12,761960	1	20/21

EK 541: Kouros 3686 Referans Noktalar

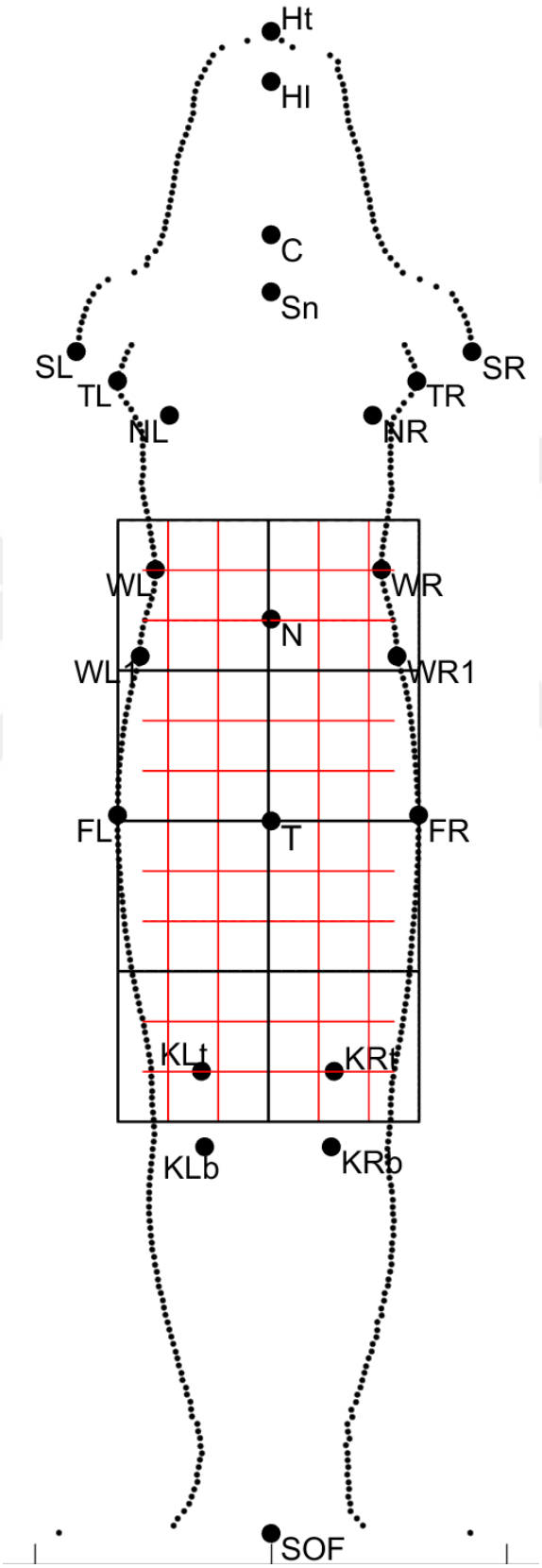


ek s.420

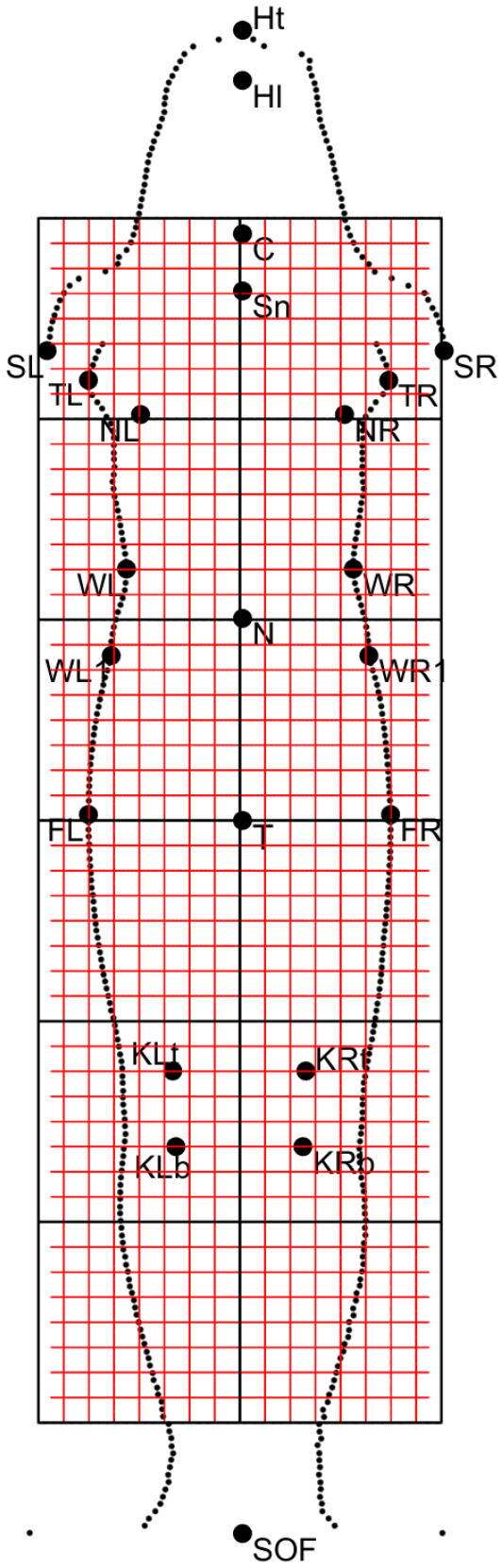
EK 542: Kouros 3686 Femur ve Bel Genişliği İlişkisi



EK 543: Kouros 3686 Bel, Testis Altı ve Dizüstü Hizaları İlişkisi

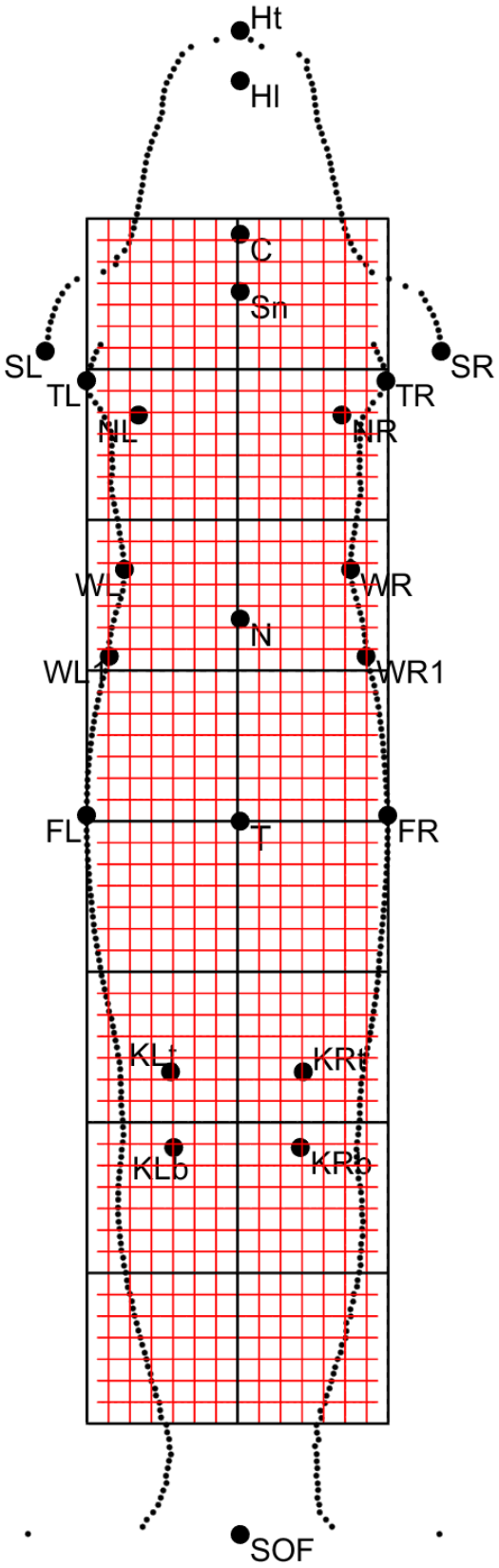


EK 544: Kouros 3686 Dizaltı, Dizüstü ve Testis Altı Hizaları İlişkisi



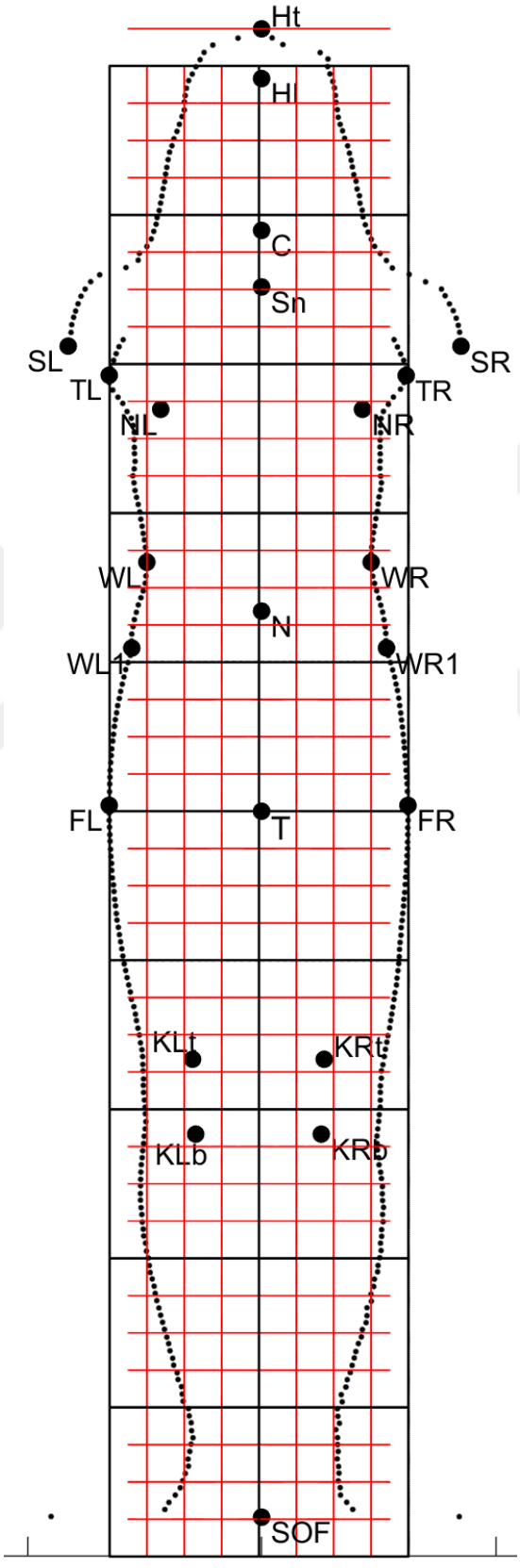
ek s.423

EK 545: Kouros 3686 WL1-WR1 ve Diz Altı Noktaları Arası Genişlik



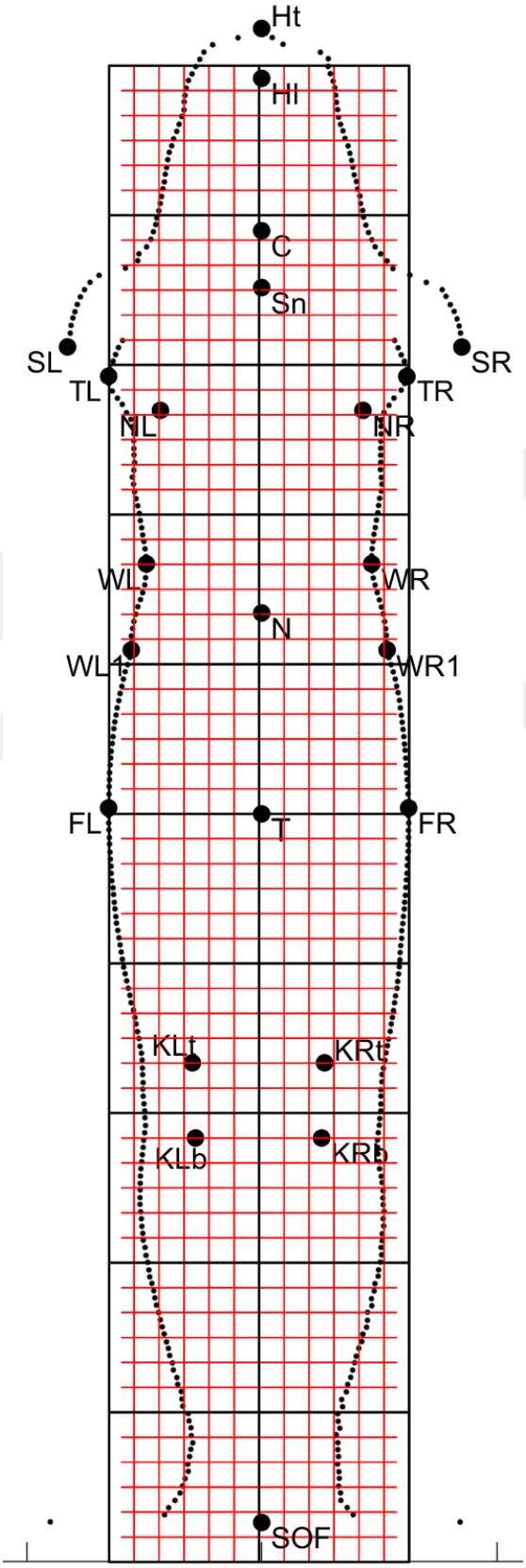
ek s.424

EK 546: Kouros 3686 Femur Genişliğine Göre Boy Uzunluğu



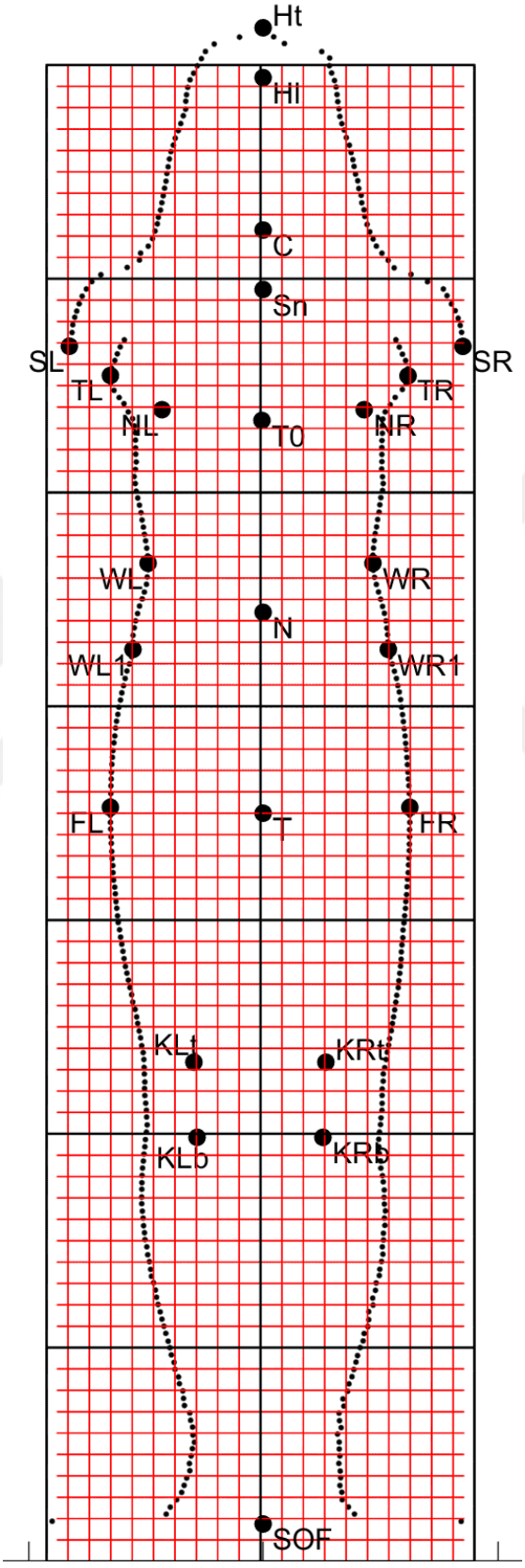
ek s.425

EK 547: Kouros 3686 Referans Noktaları ve h/10/6 Parçalanması



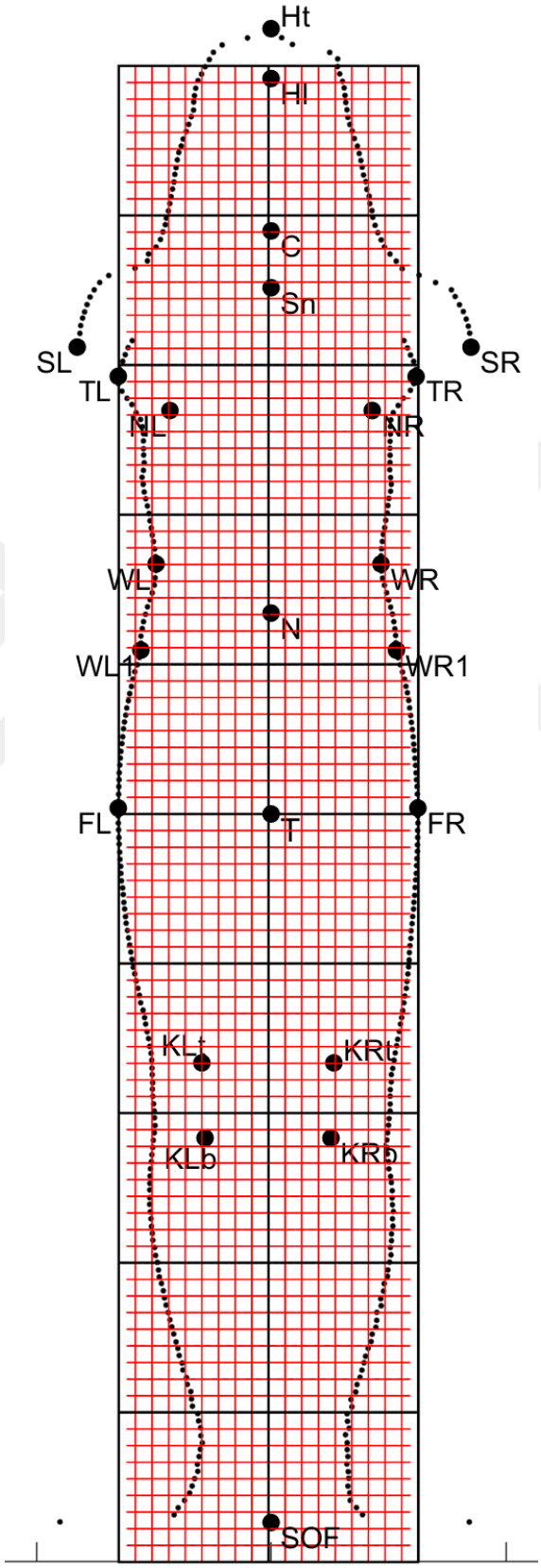
ek s.426

EK 548: Kouros 3686 WL1 ve WL1 ve h/7/10 Parçalanması



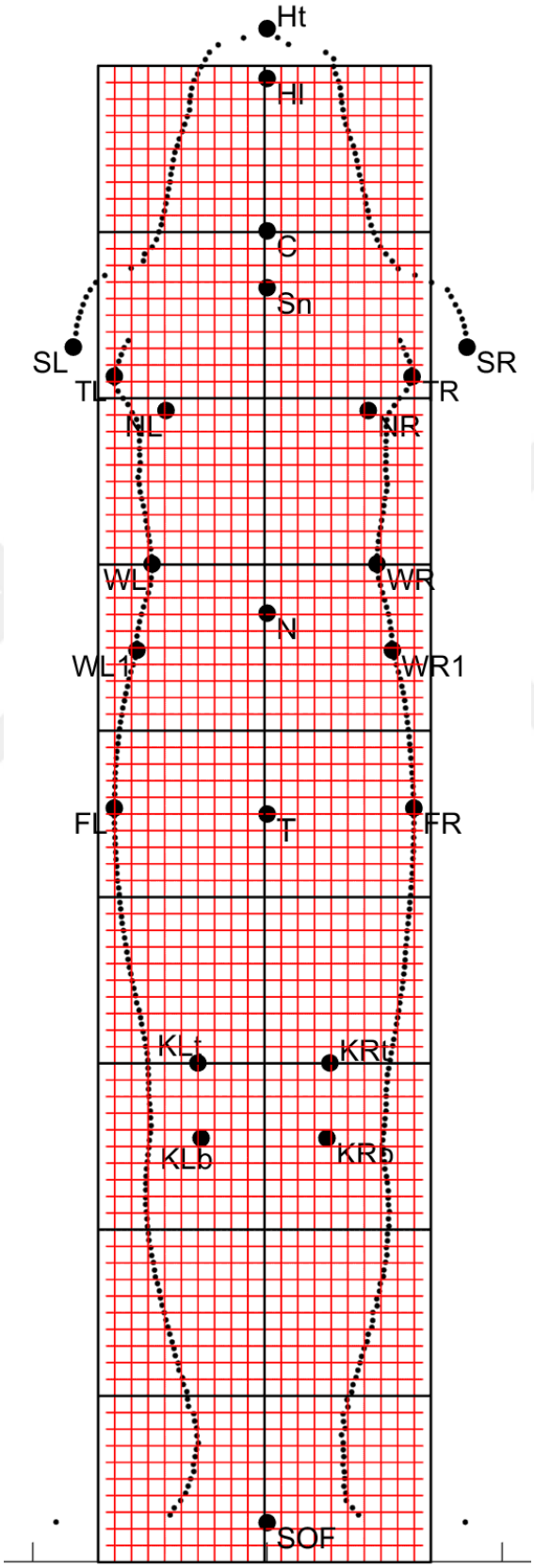
ek s.427

EK 549: Kouros 3686 C Noktası ve h/10/9 Parçalanması



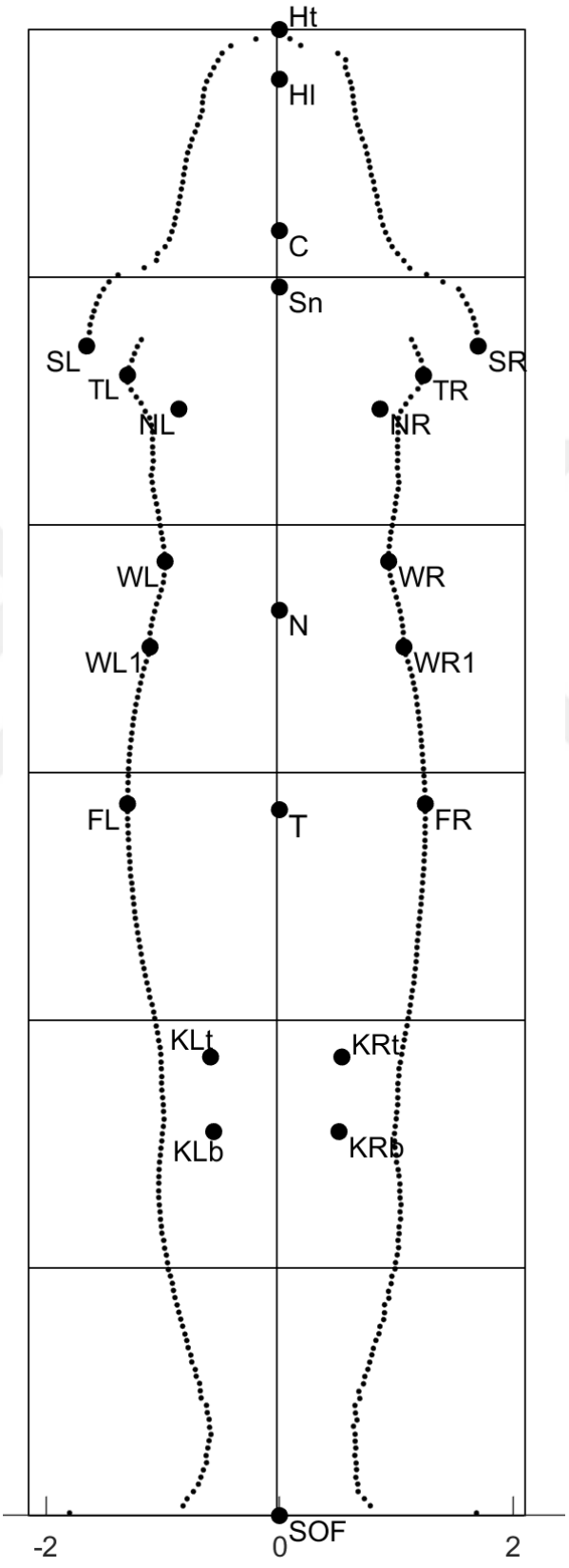
ek s.428

EK 550: Kouros 3686 C Noktası ve h/9/10 Parçalanması



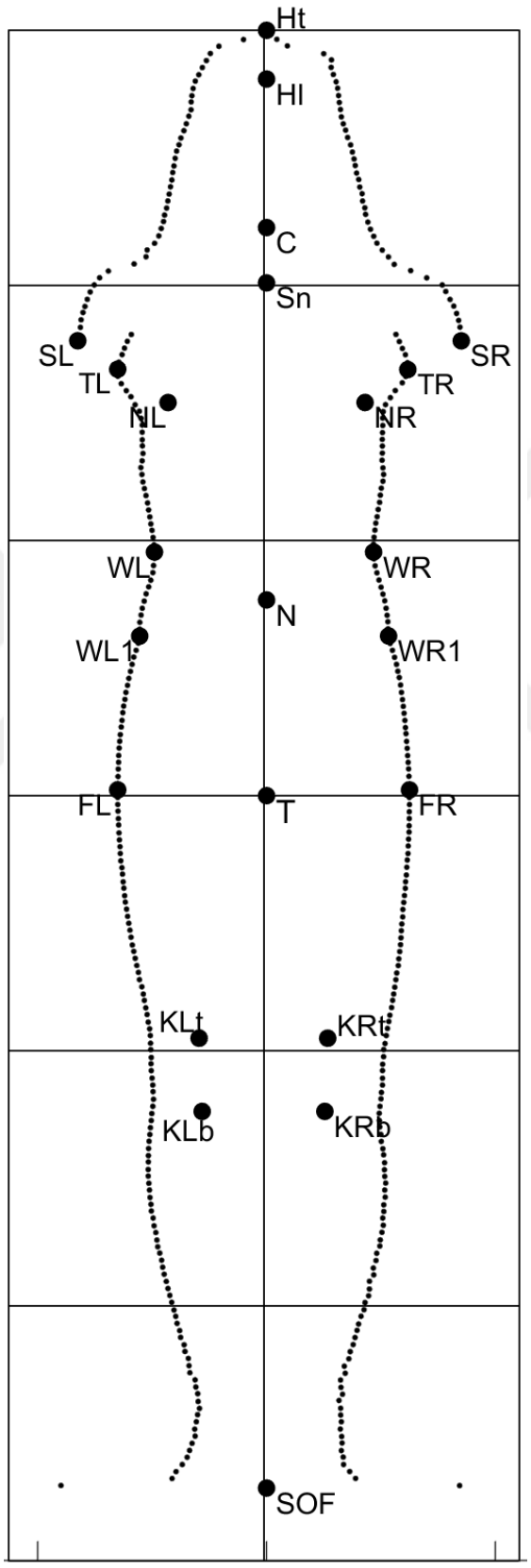
ek s.429

EK 551: Kouros 3686 Boy Uzunluğu h/6 Parçalanması ve Sn Noktası



ek s.430

EK 552: Kouros 3686 Teorik Boy h/6 Parçalanması ve Sn Noktası



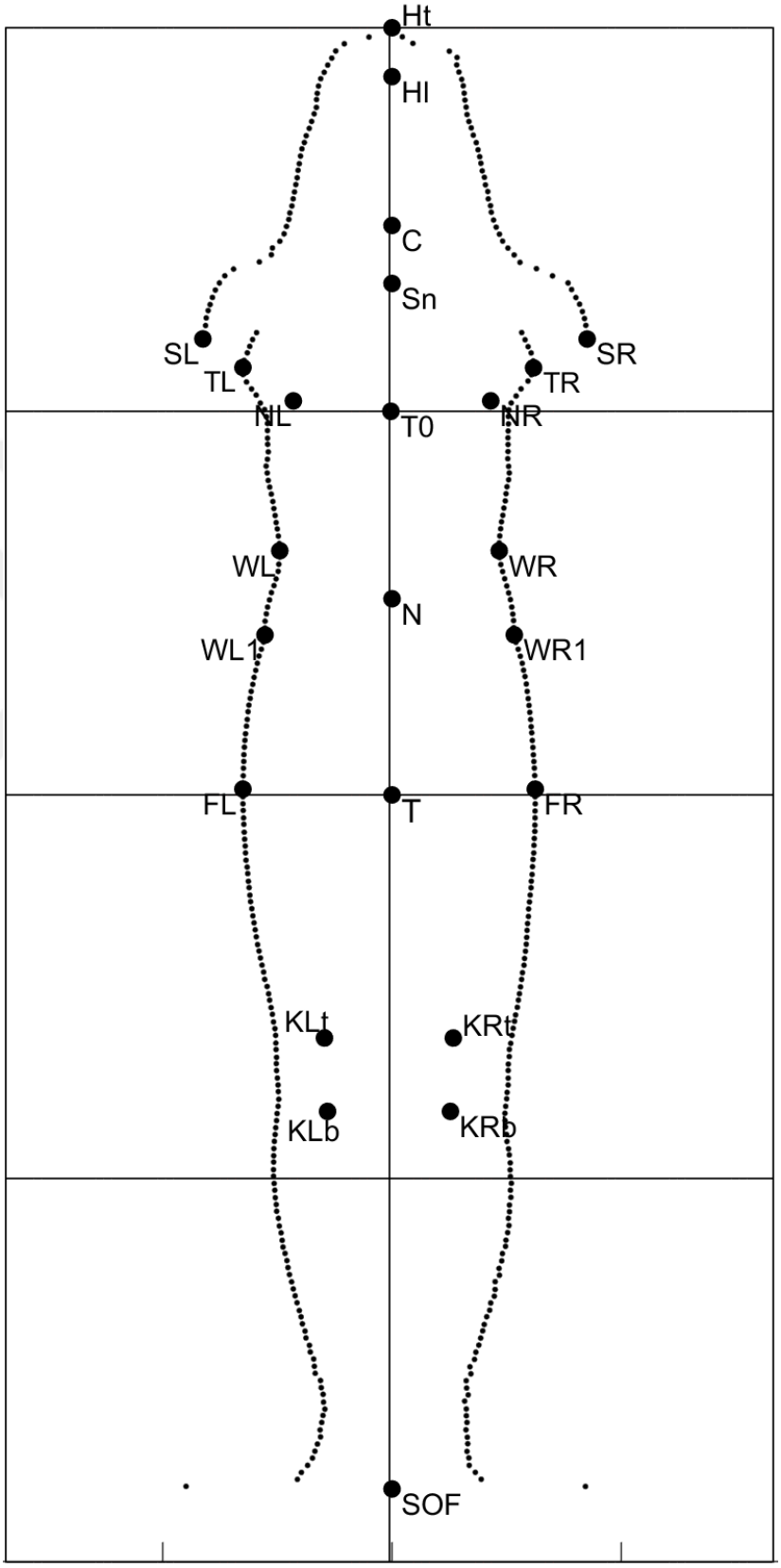
EK 553: Kouros 3686 Boyuna Göre Sn Noktasının Olası Konumu



EK 554: Kouros 3686 Teorik Boya Göre Sn Noktasının Olası Konumu

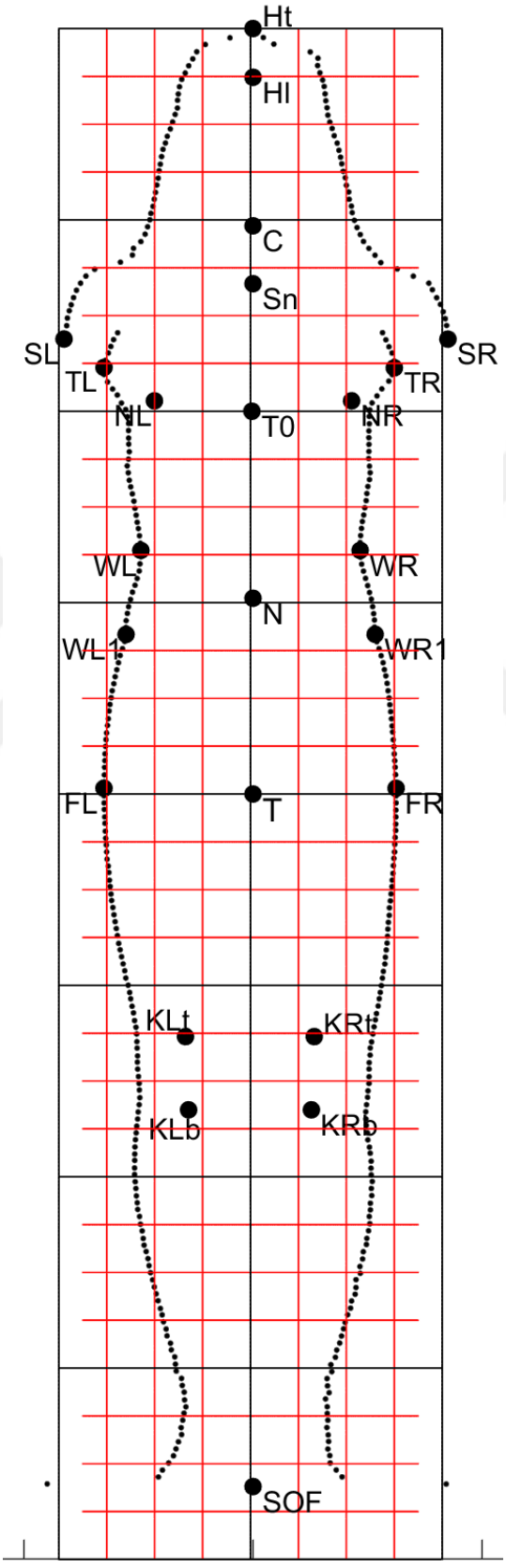


EK 555: Kouros 3686 T0 Noktası ve Teorik Boy h/4 Parçalanması



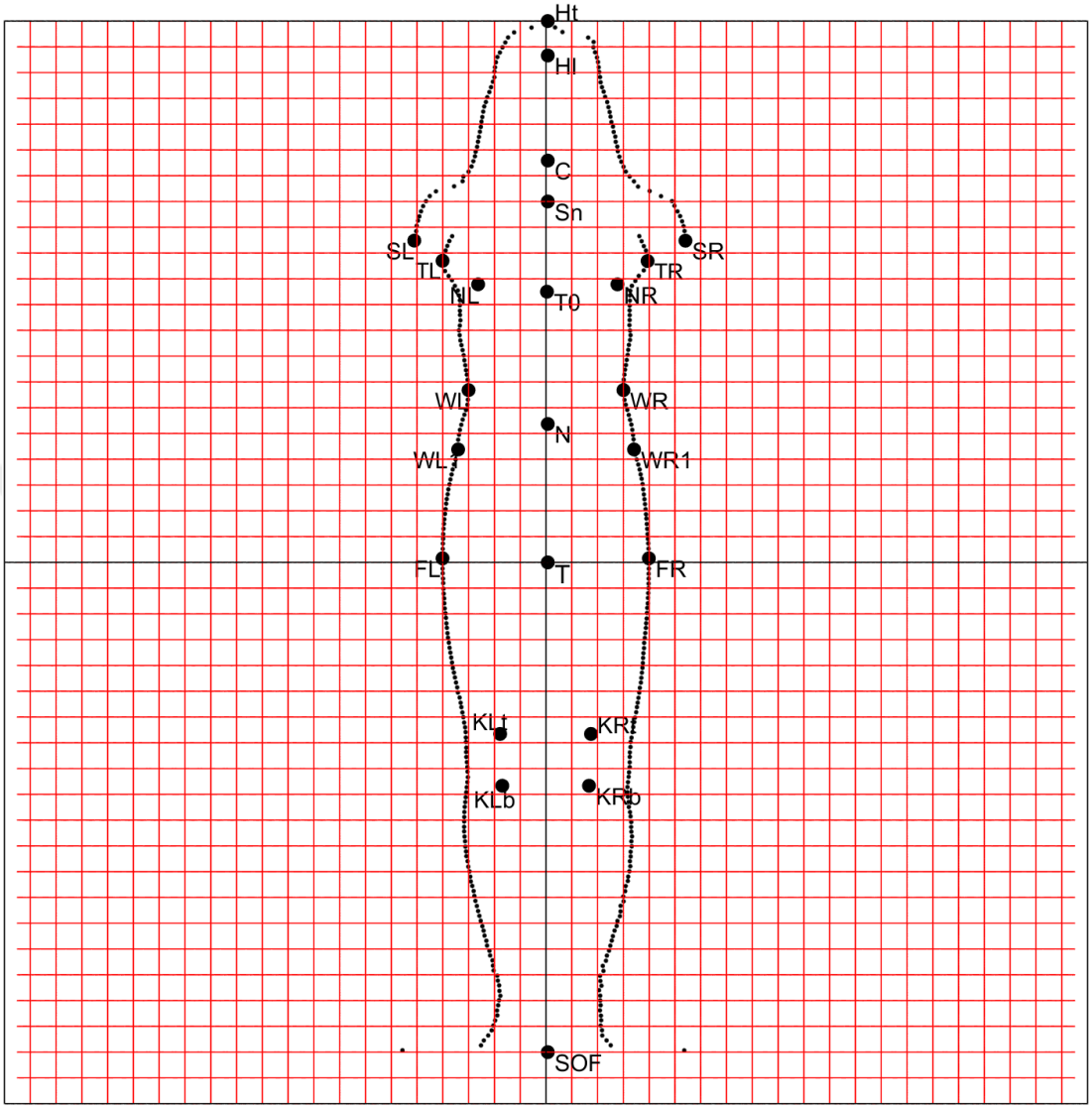
ek s.433

EK 556: Kouros 3686 Hl Noktası ve Teorik Boy h/8/4 Parçalanması

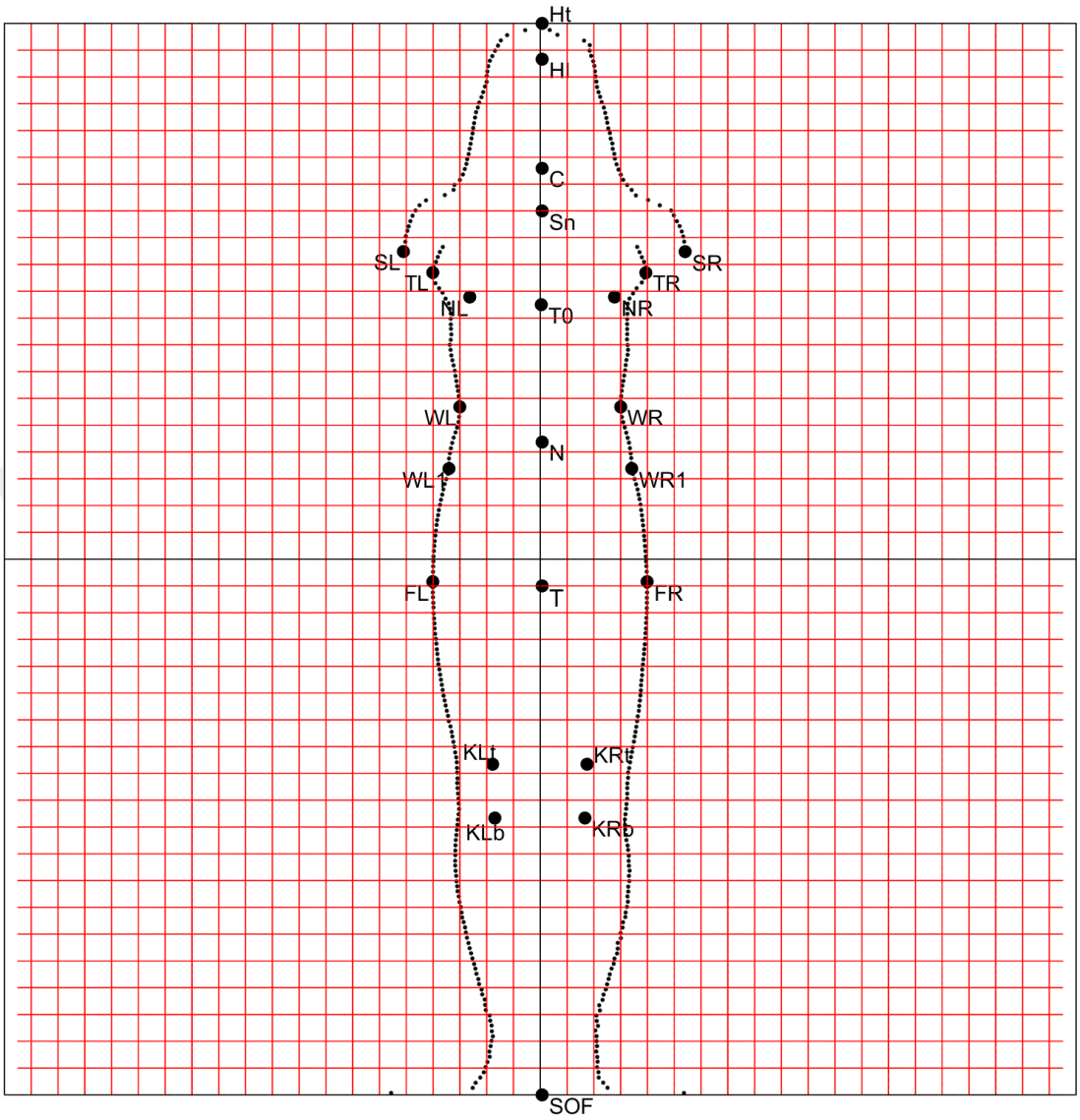


ek s.434

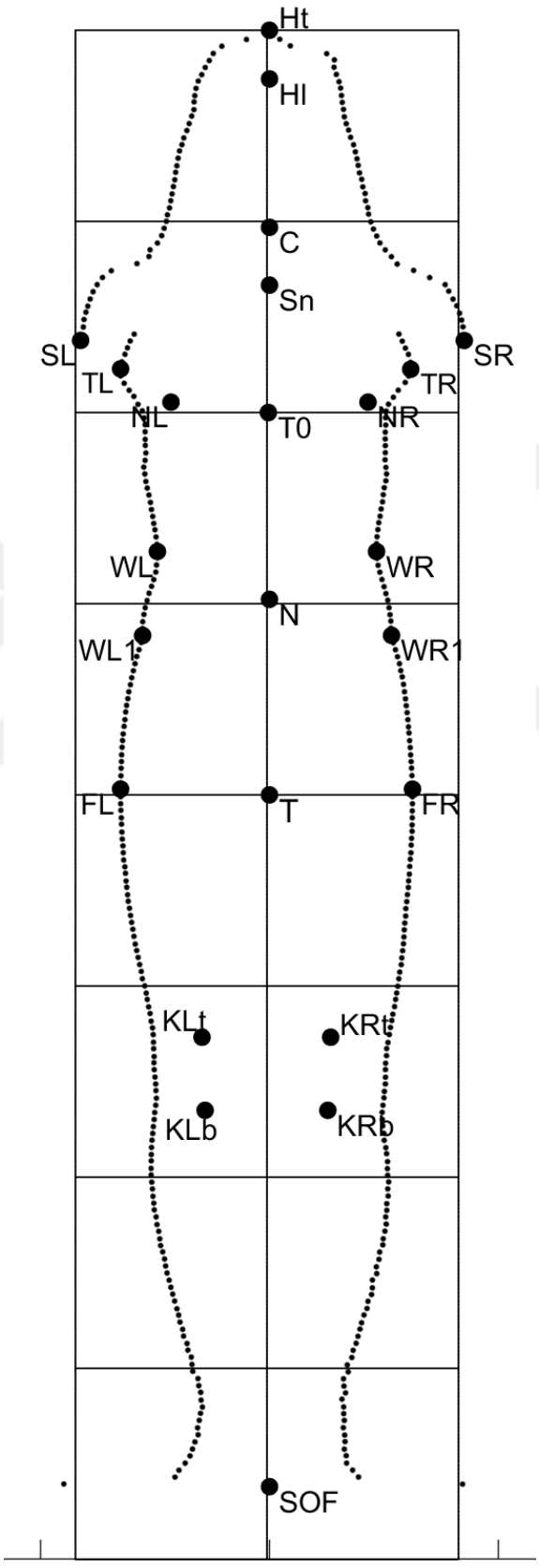
EK 557: Kouros 3686 Teorik Boyun 42 Kareye Parçalanması



EK 558: Kouros 3686 Boy Uzunluğunun 40 Kareye Parçalanması



EK 559: Kouros 3686 Oransal Geçiş Örneği, Baş/Teorik Boy Oranı



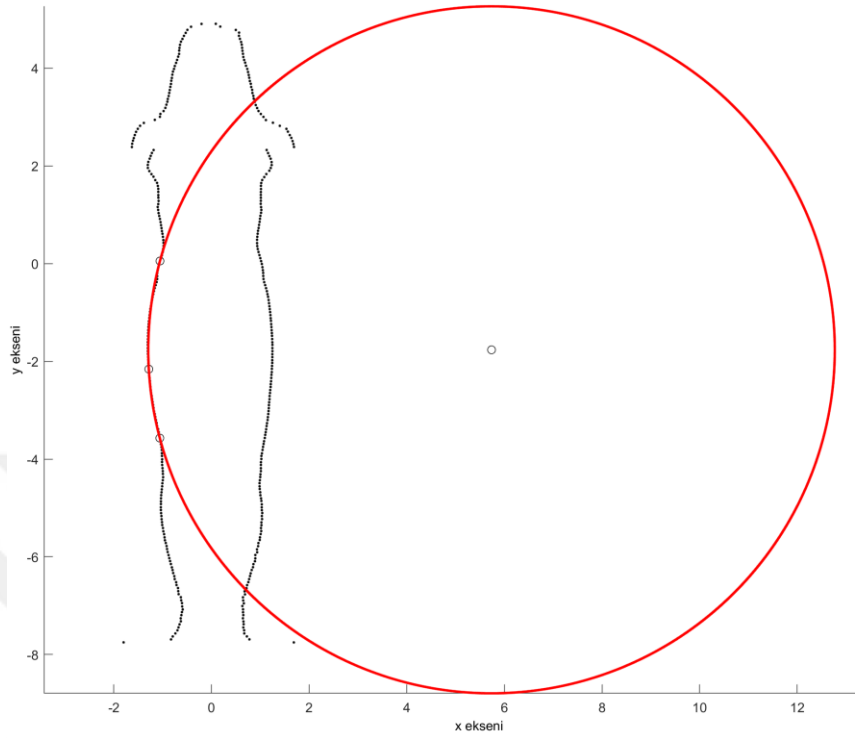
ek s.437

EK 560: Kouros 3686 Sol Femur Sınırı ile Çember Uyumu

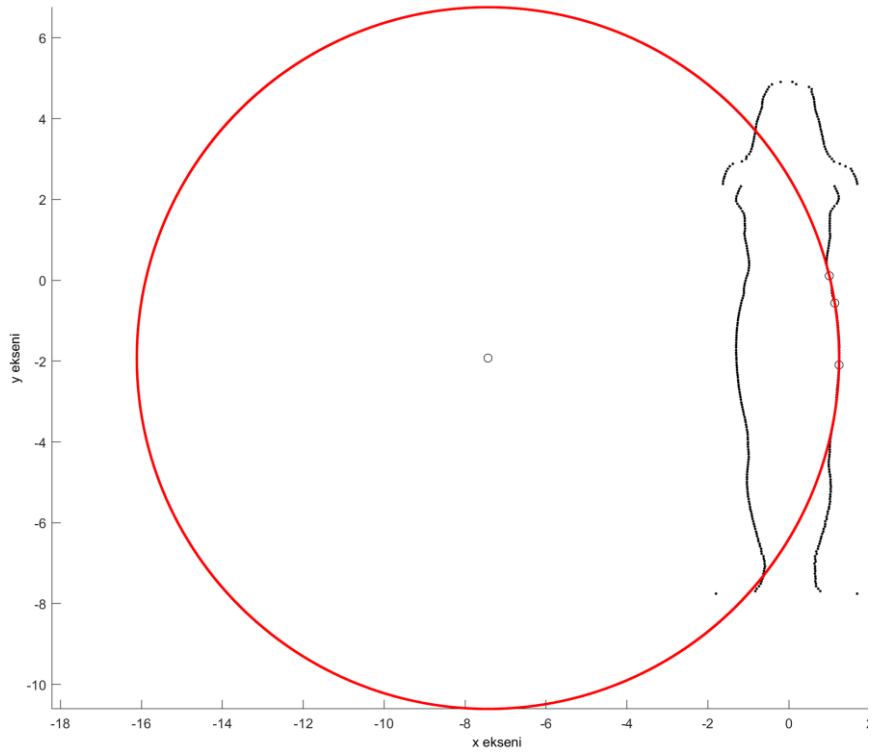
Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [u]
Koordinatlar [u]			M_0 Noktasına Uzaklık [u]	M_0 Koordinatları [u]		Yarıçap [u]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
65	-1,016336	-3,813753	7,058047	5,737700	-1,764600	7,030000	0,028047
66	-1,022528	-3,754802	7,047098	5,737700	-1,764600	7,030000	0,017098
67	-1,034761	-3,696108	7,042510	5,737700	-1,764600	7,030000	0,012510
68	-1,044430	-3,629234	7,033786	5,737700	-1,764600	7,030000	0,003786
69	-1,056299	-3,570652	7,029954	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,000046
70	-1,068667	-3,505636	7,025513	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,004487
71	-1,077509	-3,450653	7,020673	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,009327
72	-1,090629	-3,386710	7,018356	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,011644
73	-1,111170	-3,324044	7,024164	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,005836
74	-1,120617	-3,260590	7,019580	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,010420
75	-1,134978	-3,200270	7,021029	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,008971
76	-1,148754	-3,137350	7,021944	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,008056
77	-1,160940	-3,076824	7,022333	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,007667
78	-1,173779	-3,020715	7,024697	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,005303
79	-1,184962	-2,952919	7,023913	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,006087
80	-1,194590	-2,891106	7,023223	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,006777
81	-1,204645	-2,830675	7,023722	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,006278
82	-1,214543	-2,770011	7,024566	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,005434
83	-1,223943	-2,706914	7,025128	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,004872
84	-1,235051	-2,645513	7,028176	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,001824
85	-1,240804	-2,589129	7,027045	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,002955
86	-1,247681	-2,523411	7,026474	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,003526
87	-1,254095	-2,467719	7,027060	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,002940
88	-1,259393	-2,400446	7,025924	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,004076
89	-1,264605	-2,343955	7,026231	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,003769
90	-1,274693	-2,283941	7,031598	5,737700	-1,764600	7,030000	0,001598
91	-1,279480	-2,219936	7,031938	5,737700	-1,764600	7,030000	0,001938
92	-1,281143	-2,159807	7,029961	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,000039
93	-1,287109	-2,100556	7,032838	5,737700	-1,764600	7,030000	0,002838
94	-1,290329	-2,039368	7,033398	5,737700	-1,764600	7,030000	0,003398
95	-1,293731	-1,969749	7,034423	5,737700	-1,764600	7,030000	0,004423
96	-1,295834	-1,914169	7,035124	5,737700	-1,764600	7,030000	0,005124
97	-1,299150	-1,848762	7,037353	5,737700	-1,764600	7,030000	0,007353
98	-1,301344	-1,790936	7,039093	5,737700	-1,764600	7,030000	0,009093
99	-1,301666	-1,729982	7,039451	5,737700	-1,764600	7,030000	0,009451
100	-1,302022	-1,662769	7,040458	5,737700	-1,764600	7,030000	0,010458
101	-1,301844	-1,607266	7,041302	5,737700	-1,764600	7,030000	0,011302
102	-1,298609	-1,545855	7,039708	5,737700	-1,764600	7,030000	0,009708
103	-1,297137	-1,480303	7,040579	5,737700	-1,764600	7,030000	0,010579
104	-1,294636	-1,421072	7,040722	5,737700	-1,764600	7,030000	0,010722
105	-1,293353	-1,362302	7,042553	5,737700	-1,764600	7,030000	0,012553
106	-1,288945	-1,296352	7,042229	5,737700	-1,764600	7,030000	0,012229
107	-1,284445	-1,236588	7,041968	5,737700	-1,764600	7,030000	0,011968
108	-1,279239	-1,179226	7,041313	5,737700	-1,764600	7,030000	0,011313
109	-1,270921	-1,112923	7,038853	5,737700	-1,764600	7,030000	0,008853
110	-1,264089	-1,054363	7,037719	5,737700	-1,764600	7,030000	0,007719
111	-1,257000	-0,986764	7,037816	5,737700	-1,764600	7,030000	0,007816
112	-1,249490	-0,929055	7,036971	5,737700	-1,764600	7,030000	0,006971
113	-1,238336	-0,870176	7,033141	5,737700	-1,764600	7,030000	0,003141
114	-1,229683	-0,809551	7,032535	5,737700	-1,764600	7,030000	0,002535
115	-1,215636	-0,747948	7,027266	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,002734
116	-1,204203	-0,686721	7,025087	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,004913
117	-1,189915	-0,625592	7,020626	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,009374
118	-1,175953	-0,563718	7,017173	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,012827
119	-1,160830	-0,500472	7,013397	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,016603
120	-1,140853	-0,440733	7,004792	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,025208
121	-1,121112	-0,378553	6,997459	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,032541
122	-1,109284	-0,315815	6,998583	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,031417
123	-1,108983	-0,256008	7,010914	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,019086
124	-1,108424	-0,196030	7,023519	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,006481
125	-1,097638	-0,132328	7,027529	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,002471
126	-1,086783	-0,073047	7,030997	5,737700	-1,764600	7,030000	0,000997
127	-1,070006	-0,010152	7,030146	5,737700	-1,764600	7,030000	0,000146
128	-1,053170	0,053253	7,029972	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,000028
129	-1,030720	0,114548	7,024436	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,005564
130	-1,012172	0,172749	7,022399	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,007601
131	-0,994353	0,239059	7,023901	5,737700	-1,764600	7,030000	-0,006099
132	-0,988219	0,301220	7,036022	5,737700	-1,764600	7,030000	0,006022
133	-0,979056	0,362956	7,045659	5,737700	-1,764600	7,030000	0,015659
134	-0,980233	0,424540	7,065618	5,737700	-1,764600	7,030000	0,035618

Hata Değerleri			
Minimum Hata [u]	Maksimum Hata [u]	Ortalama Hata [u]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]
-0,0325	0,0356	±0,0087	±0,0114

EK 561: Kouros 3686 Sol Femur Sınırına Uyan Çember



EK 562: Kouros 3686 Sağ Femur Sınırına Uyan Çember

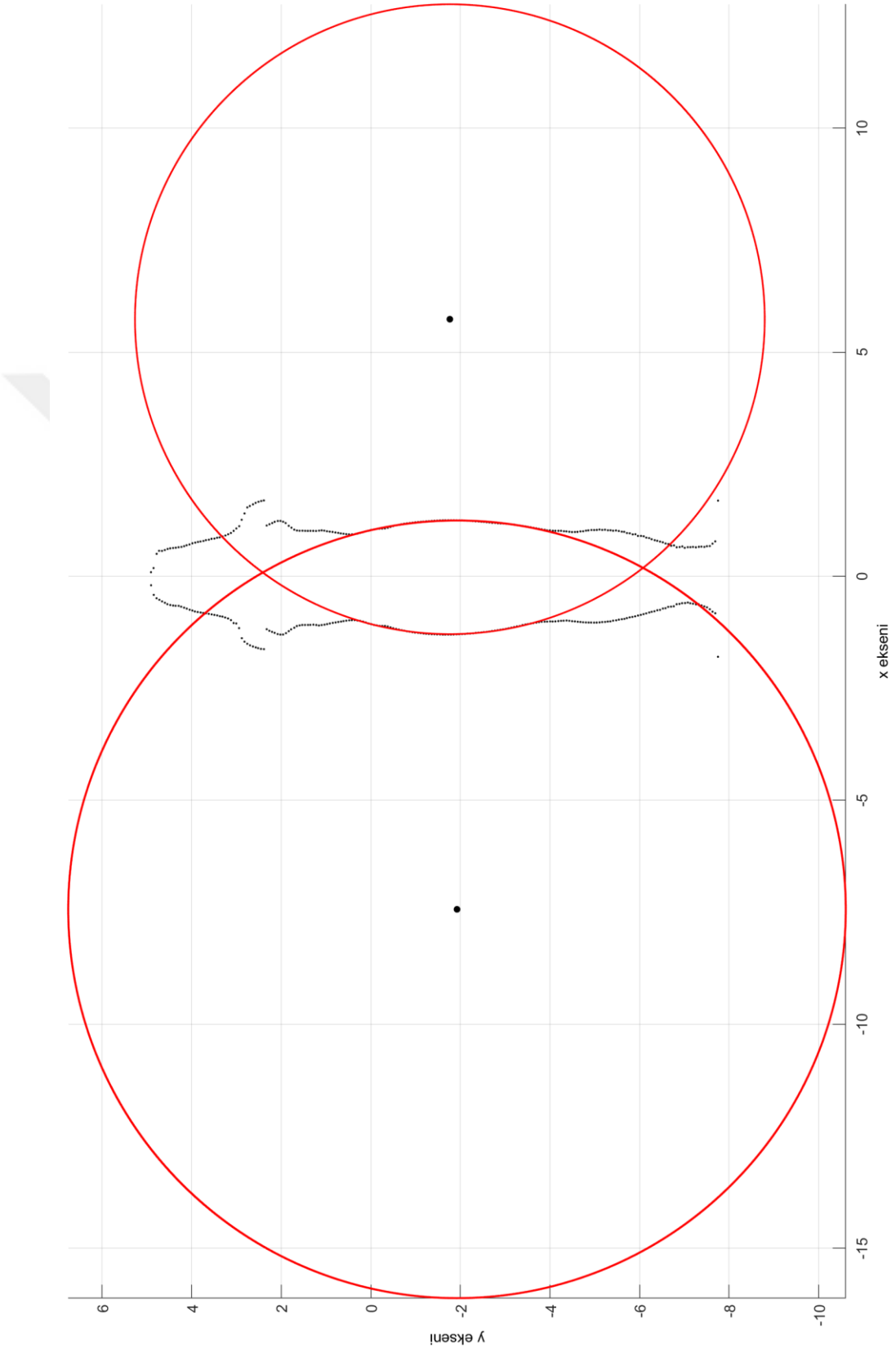


EK 563: Kouros 3686 Sağ Femur Sınırı ile Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [u]
Koordinatlar [u]			M_0 Noktasına Uzaklık [u]	M_0 Koordinatları [u]		Yarıçap [u]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
65	-1,016336	-3,813753	8,691360	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,011660
66	-1,022528	-3,754802	8,687551	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,007851
67	-1,034761	-3,696108	8,686780	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,007080
68	-1,044430	-3,629234	8,684583	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,004883
69	-1,056299	-3,570652	8,686176	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,006476
70	-1,068667	-3,505636	8,683653	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,003953
71	-1,077509	-3,450653	8,683128	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,003428
72	-1,090629	-3,386710	8,682034	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,002334
73	-1,111170	-3,324044	8,680346	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,000646
74	-1,120617	-3,260590	8,679012	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,000688
75	-1,134978	-3,200270	8,682136	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,002436
76	-1,148754	-3,137350	8,678495	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,001205
77	-1,160940	-3,076824	8,677635	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,002065
78	-1,173779	-3,020715	8,676373	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,003327
79	-1,184962	-2,952919	8,673519	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,006181
80	-1,194590	-2,891106	8,668849	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,010851
81	-1,204645	-2,830675	8,666962	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,012738
82	-1,214543	-2,770011	8,668514	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,011186
83	-1,223943	-2,706914	8,663613	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,016087
84	-1,235051	-2,645513	8,666460	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,013240
85	-1,240804	-2,589129	8,666972	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,012728
86	-1,247681	-2,523411	8,670080	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,009620
87	-1,254095	-2,467719	8,668964	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,010736
88	-1,259393	-2,400446	8,671893	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,007807
89	-1,264605	-2,343955	8,672357	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,007343
90	-1,274693	-2,283941	8,673613	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,006087
91	-1,279480	-2,219936	8,677595	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,002105
92	-1,281143	-2,159807	8,677793	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,001907
93	-1,287109	-2,100556	8,679673	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,000027
94	-1,290329	-2,039368	8,683010	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,003310
95	-1,293731	-1,969749	8,682897	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,003197
96	-1,295834	-1,914169	8,684187	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,004487
97	-1,299150	-1,848762	8,684346	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,004646
98	-1,301344	-1,790936	8,687293	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,007593
99	-1,301666	-1,729982	8,687326	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,007626
100	-1,302022	-1,662769	8,689915	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,010215
101	-1,301844	-1,607266	8,690085	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,010385
102	-1,298609	-1,545855	8,689619	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,009919
103	-1,297137	-1,480303	8,689543	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,009843
104	-1,294636	-1,421072	8,688755	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,009055
105	-1,293353	-1,362302	8,688225	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,008525
106	-1,288945	-1,296352	8,688333	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,008633
107	-1,284445	-1,236588	8,688020	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,008320
108	-1,279239	-1,179226	8,688285	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,008585
109	-1,270921	-1,112923	8,688207	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,008507
110	-1,264089	-1,054363	8,689329	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,009629
111	-1,257000	-0,986764	8,688722	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,009022
112	-1,249490	-0,929055	8,688366	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,008666
113	-1,238336	-0,870176	8,688388	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,008688
114	-1,229683	-0,809551	8,687634	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,007934
115	-1,215636	-0,747948	8,688375	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,008675
116	-1,204203	-0,686721	8,686362	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,006662
117	-1,189915	-0,625592	8,681927	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,002227
118	-1,175953	-0,563718	8,679670	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,000030
119	-1,160830	-0,500472	8,672547	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,007153
120	-1,140853	-0,440733	8,664852	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,014848
121	-1,121112	-0,378553	8,656369	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,023331
122	-1,109284	-0,315815	8,653836	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,025864
123	-1,108983	-0,256008	8,661133	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,018567
124	-1,108424	-0,196030	8,671844	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,007856
125	-1,097638	-0,132328	8,676986	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,002714
126	-1,086783	-0,073047	8,681048	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,001348
127	-1,070006	-0,010152	8,683765	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,004065
128	-1,053170	0,053253	8,681562	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,001862
129	-1,030720	0,114548	8,679669	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,000031
130	-1,012172	0,172749	8,676827	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,002873
131	-0,994353	0,239059	8,674649	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,005051
132	-0,988219	0,301220	8,674873	-7,435600	-1,924600	8,679700	-0,004827
133	-0,979056	0,362956	8,680896	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,001196
134	-0,980233	0,424540	8,693524	-7,435600	-1,924600	8,679700	0,013824

Hata Değerleri			
Minimum Hata [u]	Maksimum Hata [u]	Ortalama Hata [u]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]
-0,0259	0,0138	±0,0072	±0,0089

EK 564: Kouros 3686 Femur Sınırlarına Uyan Çemberlerin Asimetrisi

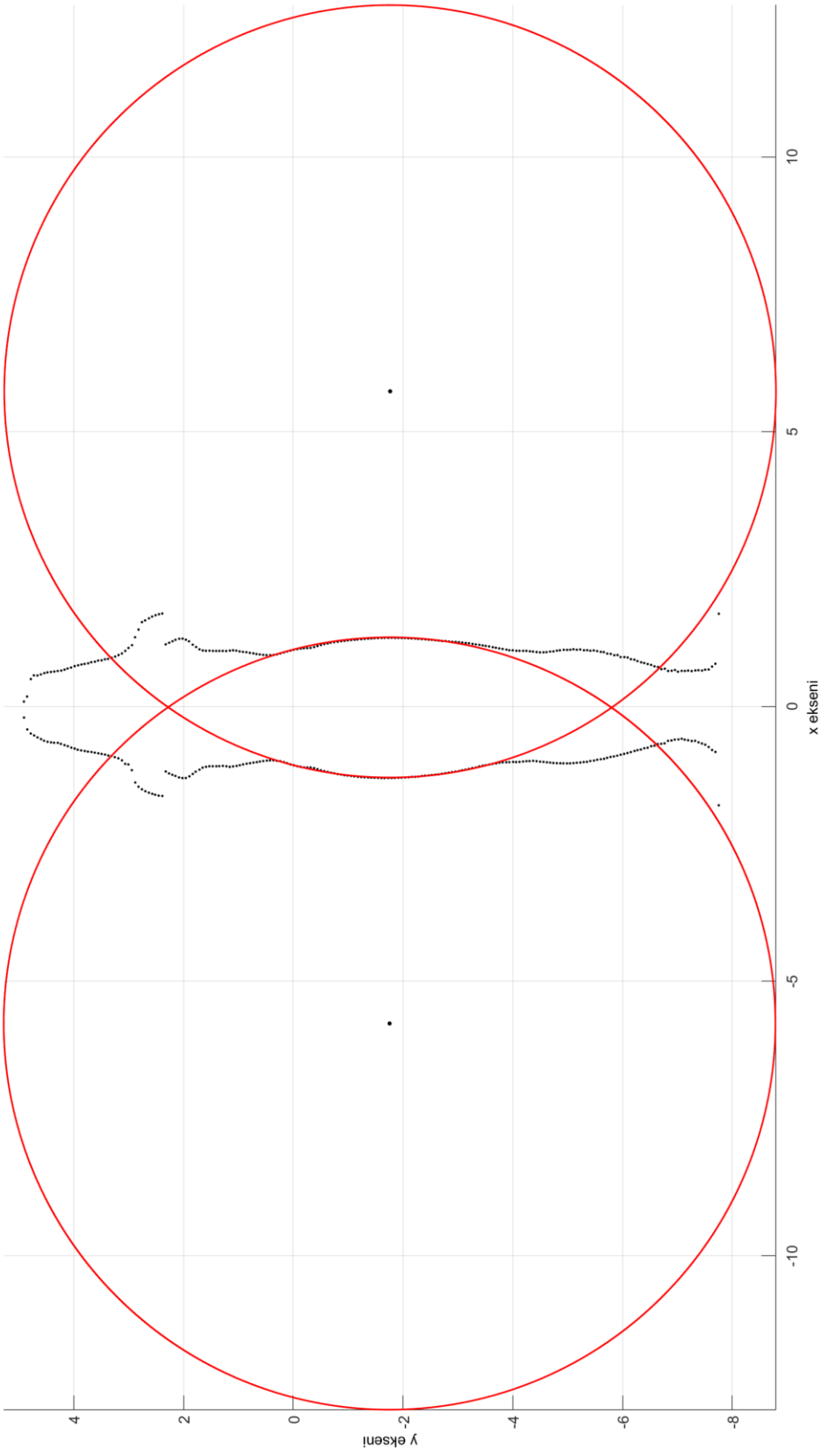


EK 565: Kouros 3686 Sağ Femur Sınırı ile Rafine Çember Uyumu

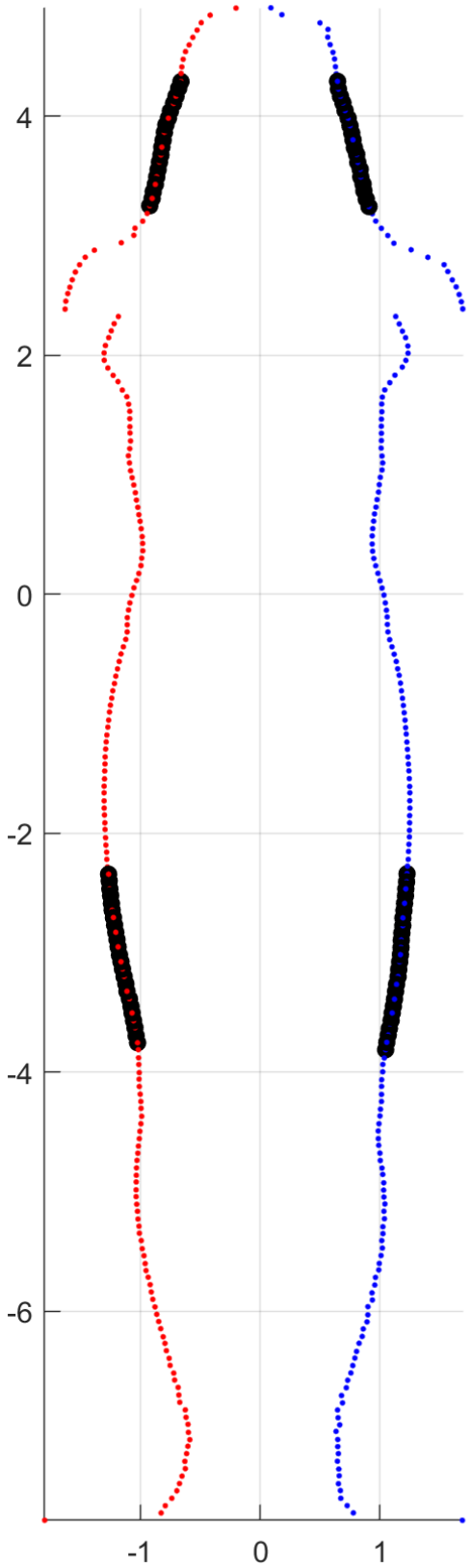
Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [u]
Koordinatlar [u]			M_0 Noktasına Uzaklık [u]	M_0 Koordinatları [u]		Yarıçap [u]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
65	1,047990	-3,813630	7,121766	-7,435600	-1,924600	7,030000	0,091766
66	1,057720	-3,751360	7,113351	-7,435600	-1,924600	7,030000	0,083351
67	1,069810	-3,690430	7,108121	-7,435600	-1,924600	7,030000	0,078121
68	1,078850	-3,635190	7,101992	-7,435600	-1,924600	7,030000	0,071992
69	1,093650	-3,568240	7,098866	-7,435600	-1,924600	7,030000	0,068866
70	1,102920	-3,505580	7,092099	-7,435600	-1,924600	7,030000	0,062099
71	1,112490	-3,450010	7,087876	-7,435600	-1,924600	7,030000	0,057876
72	1,121830	-3,390240	7,082905	-7,435600	-1,924600	7,030000	0,052905
73	1,131100	-3,324620	7,077078	-7,435600	-1,924600	7,030000	0,047078
74	1,139120	-3,266030	7,072146	-7,435600	-1,924600	7,030000	0,042146
75	1,152200	-3,200990	7,071335	-7,435600	-1,924600	7,030000	0,041335
76	1,157070	-3,142100	7,064300	-7,435600	-1,924600	7,030000	0,034300
77	1,165000	-3,078300	7,059835	-7,435600	-1,924600	7,030000	0,029835
78	1,171620	-3,017860	7,055266	-7,435600	-1,924600	7,030000	0,025266
79	1,176100	-2,958310	7,049261	-7,435600	-1,924600	7,030000	0,019261
80	1,178670	-2,895830	7,041398	-7,435600	-1,924600	7,030000	0,011398
81	1,183250	-2,836550	7,036559	-7,435600	-1,924600	7,030000	0,006559
82	1,191120	-2,774800	7,035115	-7,435600	-1,924600	7,030000	0,005115
83	1,192370	-2,709660	7,027203	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,002797
84	1,200580	-2,648430	7,027287	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,002713
85	1,205970	-2,587680	7,025170	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,004830
86	1,213700	-2,524520	7,025644	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,004356
87	1,216390	-2,466830	7,022232	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,007768
88	1,222820	-2,407810	7,022894	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,007106
89	1,226790	-2,340270	7,020890	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,009110
90	1,230870	-2,276530	7,019930	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,010070
91	1,236960	-2,220150	7,022040	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,007960
92	1,239170	-2,153620	7,020149	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,009851
93	1,242420	-2,093970	7,020258	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,009742
94	1,246740	-2,032460	7,021870	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,008130
95	1,247140	-1,976870	7,020290	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,009710
96	1,248580	-1,913930	7,020018	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,009982
97	1,248460	-1,854080	7,018795	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,011205
98	1,250670	-1,791280	7,020396	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,009604
99	1,249530	-1,729280	7,019206	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,010794
100	1,250370	-1,662800	7,020600	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,009400
101	1,248770	-1,609490	7,019900	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,010100
102	1,245680	-1,544000	7,018470	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,011530
103	1,242500	-1,478790	7,017552	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,012448
104	1,238600	-1,421890	7,016123	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,013877
105	1,234440	-1,362760	7,015022	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,014978
106	1,230170	-1,298850	7,014621	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,015379
107	1,225260	-1,238160	7,013929	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,016071
108	1,219920	-1,170760	7,013892	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,016108
109	1,215040	-1,117530	7,013663	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,016337
110	1,210080	-1,054740	7,014710	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,015290
111	1,202980	-0,992492	7,014136	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,015864
112	1,195840	-0,931649	7,013916	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,016084
113	1,188800	-0,872074	7,014171	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,015829
114	1,180150	-0,809325	7,013771	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,016229
115	1,172310	-0,744881	7,014988	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,015012
116	1,161020	-0,679206	7,013586	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,016414
117	1,148460	-0,624691	7,009755	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,020245
118	1,136750	-0,563908	7,008269	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,021731
119	1,119600	-0,502763	7,002042	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,027958
120	1,101300	-0,441023	6,995367	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,034633
121	1,081940	-0,380501	6,988001	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,041999
122	1,067330	-0,315543	6,986767	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,043233
123	1,062680	-0,252934	6,995389	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,034611
124	1,061130	-0,190684	7,007504	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,022496
125	1,054740	-0,134567	7,014024	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,015976
126	1,045710	-0,073120	7,019703	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,010297
127	1,033980	-0,007836	7,024265	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,005735
128	1,018260	0,050690	7,023854	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,006146
129	1,001910	0,111346	7,023924	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,006076
130	0,983597	0,174077	7,023238	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,006762
131	0,965228	0,237718	7,023364	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,006636
132	0,949616	0,298364	7,025876	-7,435600	-1,924600	7,030000	-0,004124
133	0,939471	0,359288	7,034242	-7,435600	-1,924600	7,030000	0,004242
134	0,935981	0,419327	7,049197	-7,435600	-1,924600	7,030000	0,019197

Hata Değerleri			
Minimum Hata [u]	Maksimum Hata [u]	Ortalama Hata [u]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]
-0,0432	0,0918	±0,0221	±0,0303

EK 566: Kouros 3686 Femur Sınırları ve Simetrik Çemberler



EK 567: Kouros 3686 Femur 65-89 ile Baş 180-197 Sınır Noktaları

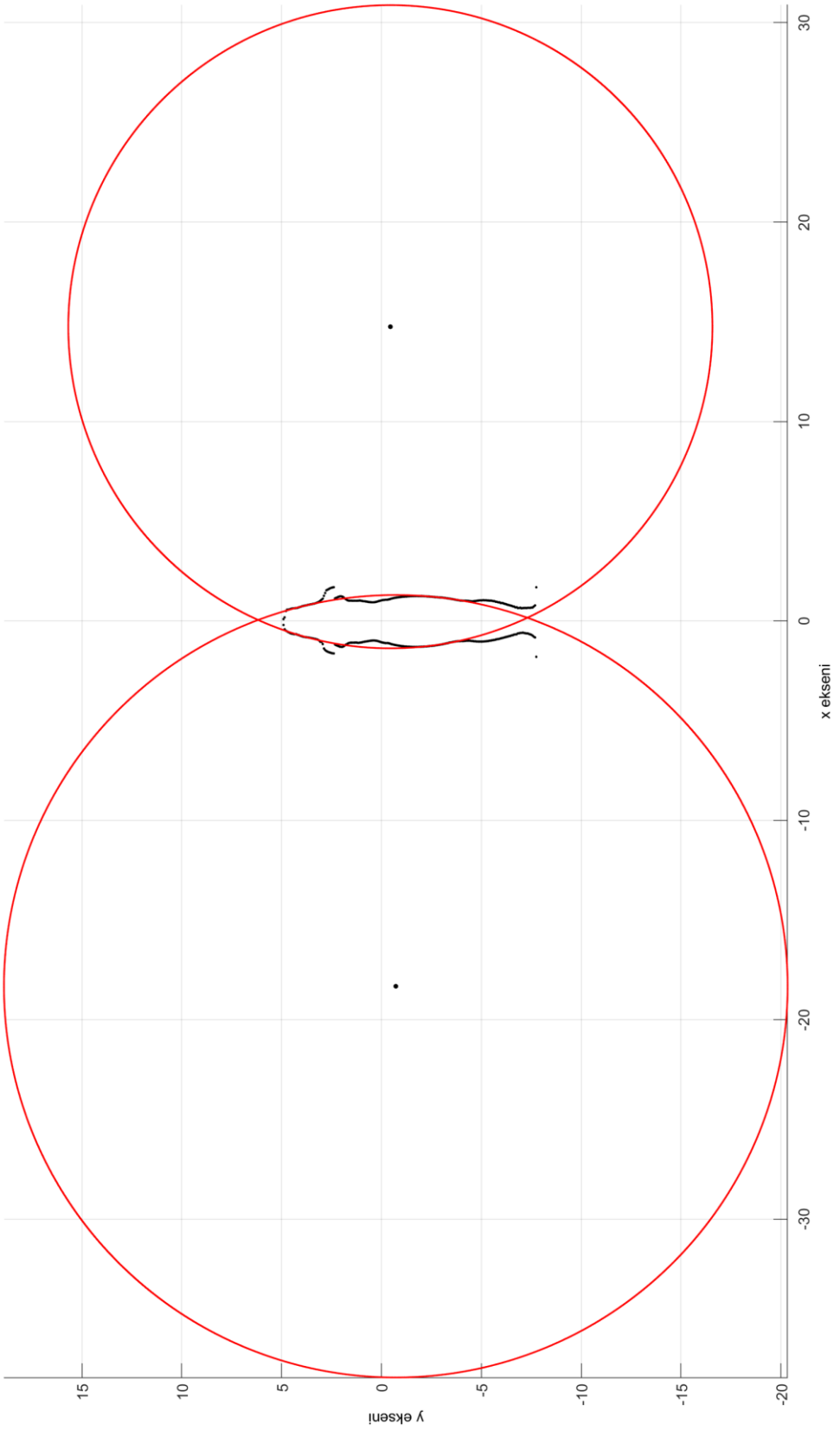


EK 568: Kouros 3686 Genişletilmiş Sol Yan Sınırı ile Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [u]
Koordinatlar [u]			M_0 Noktasına Uzaklık [u]	M_0 Koordinatları [u]		Yarıçap [u]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
65	-1,016340	-3,813750	16,125573	14,753600	-0,445800	16,125600	-0,000027
66	-1,022530	-3,754800	16,119422	14,753600	-0,445800	16,125600	-0,006178
67	-1,034760	-3,696110	16,119455	14,753600	-0,445800	16,125600	-0,006145
68	-1,044430	-3,629230	16,115582	14,753600	-0,445800	16,125600	-0,010018
69	-1,056300	-3,570650	16,115757	14,753600	-0,445800	16,125600	-0,009843
70	-1,068670	-3,505640	16,115423	14,753600	-0,445800	16,125600	-0,010177
71	-1,077510	-3,450650	16,113757	14,753600	-0,445800	16,125600	-0,011843
72	-1,090630	-3,386710	16,114856	14,753600	-0,445800	16,125600	-0,010744
73	-1,111170	-3,324040	16,123746	14,753600	-0,445800	16,125600	-0,001854
74	-1,120620	-3,260590	16,121846	14,753600	-0,445800	16,125600	-0,003754
75	-1,134980	-3,200270	16,125572	14,753600	-0,445800	16,125600	-0,000028
76	-1,148750	-3,137350	16,128521	14,753600	-0,445800	16,125600	0,002921
77	-1,160940	-3,076820	16,130556	14,753600	-0,445800	16,125600	0,004956
78	-1,173780	-3,020720	16,134176	14,753600	-0,445800	16,125600	0,008576
79	-1,184960	-2,952920	16,134539	14,753600	-0,445800	16,125600	0,008939
80	-1,194590	-2,891110	16,134569	14,753600	-0,445800	16,125600	0,008969
81	-1,204640	-2,830670	16,135459	14,753600	-0,445800	16,125600	0,009859
82	-1,214540	-2,770010	16,136401	14,753600	-0,445800	16,125600	0,010801
83	-1,223940	-2,706910	16,136741	14,753600	-0,445800	16,125600	0,011141
84	-1,235050	-2,645510	16,139258	14,753600	-0,445800	16,125600	0,013658
85	-1,240800	-2,589130	16,137370	14,753600	-0,445800	16,125600	0,011770
86	-1,247680	-2,523410	16,135595	14,753600	-0,445800	16,125600	0,009995
87	-1,254090	-2,467720	16,134878	14,753600	-0,445800	16,125600	0,009278
88	-1,259390	-2,400450	16,131848	14,753600	-0,445800	16,125600	0,006248
89	-1,264600	-2,343950	16,130273	14,753600	-0,445800	16,125600	0,004673
180	-0,921073	3,251800	16,104894	14,753600	-0,445800	16,125600	-0,020706
181	-0,901120	3,312870	16,099623	14,753600	-0,445800	16,125600	-0,025977
182	-0,892322	3,369350	16,104355	14,753600	-0,445800	16,125600	-0,021245
183	-0,874346	3,430310	16,101457	14,753600	-0,445800	16,125600	-0,024143
184	-0,863043	3,493150	16,105740	14,753600	-0,445800	16,125600	-0,019860
185	-0,851533	3,552910	16,109310	14,753600	-0,445800	16,125600	-0,016290
186	-0,839942	3,617100	16,114146	14,753600	-0,445800	16,125600	-0,011454
187	-0,827865	3,676630	16,117583	14,753600	-0,445800	16,125600	-0,008017
188	-0,820214	3,742020	16,127043	14,753600	-0,445800	16,125600	0,001443
189	-0,809604	3,799370	16,131794	14,753600	-0,445800	16,125600	0,006194
190	-0,798811	3,866020	16,139061	14,753600	-0,445800	16,125600	0,013461
191	-0,786388	3,929160	16,144086	14,753600	-0,445800	16,125600	0,018486
192	-0,765228	3,984570	16,138841	14,753600	-0,445800	16,125600	0,013241
193	-0,748851	4,043990	16,139523	14,753600	-0,445800	16,125600	0,013923
194	-0,722464	4,108020	16,132137	14,753600	-0,445800	16,125600	0,006537
195	-0,702036	4,168360	16,129698	14,753600	-0,445800	16,125600	0,004098
196	-0,679831	4,234840	16,127591	14,753600	-0,445800	16,125600	0,001991
197	-0,660553	4,291070	16,125571	14,753600	-0,445800	16,125600	-0,000029

Hata Değerleri			
Minimum Hata [u]	Maksimum Hata [u]	Ortalama Hata [u]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]
-0,026	0,0185	±0,0098	±0,0116

EK 569: Kouros 3686 Genişletilmiş Femur Çemberleri

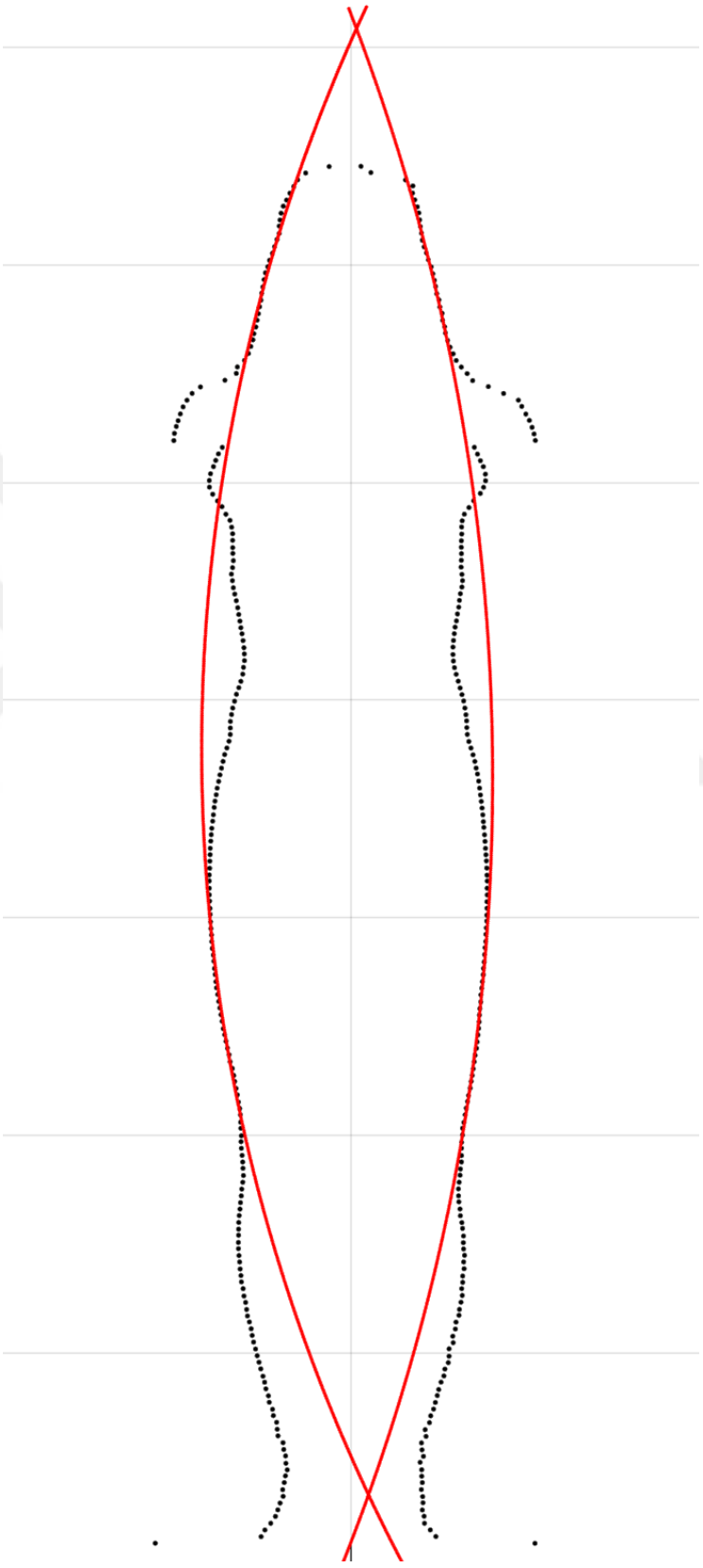


EK 570: Kouros 3686 Genişletilmiş Sağ Yan Sınırı ile Çember Uyumu

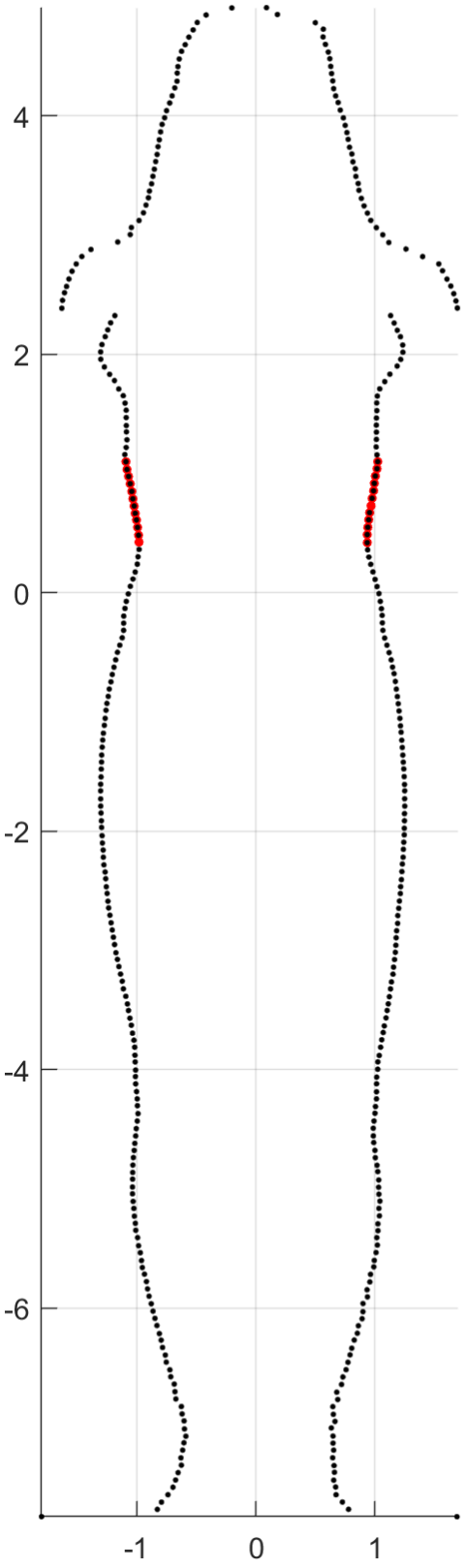
Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [u]
Koordinatlar [u]			M_0 Noktasına Uzaklık [u]	M_0 Koordinatları [u]		Yarıçap [u]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
65	1,047990	-3,813630	19,612501	-18,318600	-0,717600	19,618500	-0,005999
66	1,057720	-3,751360	19,612381	-18,318600	-0,717600	19,618500	-0,006119
67	1,069810	-3,690430	19,614998	-18,318600	-0,717600	19,618500	-0,003502
68	1,078850	-3,635190	19,615642	-18,318600	-0,717600	19,618500	-0,002858
69	1,093650	-3,568240	19,620438	-18,318600	-0,717600	19,618500	0,001938
70	1,102920	-3,505580	19,620608	-18,318600	-0,717600	19,618500	0,002108
71	1,112490	-3,450010	19,622266	-18,318600	-0,717600	19,618500	0,003766
72	1,121830	-3,390240	19,623285	-18,318600	-0,717600	19,618500	0,004785
73	1,131100	-3,324620	19,623643	-18,318600	-0,717600	19,618500	0,005143
74	1,139120	-3,266030	19,623898	-18,318600	-0,717600	19,618500	0,005398
75	1,152200	-3,200990	19,628532	-18,318600	-0,717600	19,618500	0,010032
76	1,157070	-3,142100	19,626001	-18,318600	-0,717600	19,618500	0,007501
77	1,165000	-3,078300	19,626094	-18,318600	-0,717600	19,618500	0,007594
78	1,171620	-3,017860	19,625490	-18,318600	-0,717600	19,618500	0,006990
79	1,176100	-2,958310	19,623050	-18,318600	-0,717600	19,618500	0,004550
80	1,178670	-2,895830	19,618568	-18,318600	-0,717600	19,618500	0,000068
81	1,183250	-2,836550	19,616628	-18,318600	-0,717600	19,618500	-0,001872
82	1,191120	-2,774800	19,617881	-18,318600	-0,717600	19,618500	-0,000619
83	1,192370	-2,709660	19,612401	-18,318600	-0,717600	19,618500	-0,006099
84	1,200580	-2,648430	19,614446	-18,318600	-0,717600	19,618500	-0,004054
85	1,205970	-2,587680	19,613924	-18,318600	-0,717600	19,618500	-0,004576
86	1,213700	-2,524520	19,615700	-18,318600	-0,717600	19,618500	-0,002800
87	1,216390	-2,466830	19,613150	-18,318600	-0,717600	19,618500	-0,005350
88	1,222820	-2,407810	19,614380	-18,318600	-0,717600	19,618500	-0,004120
89	1,226790	-2,340270	19,612632	-18,318600	-0,717600	19,618500	-0,005868
180	0,909318	3,245080	19,632006	-18,318600	-0,717600	19,618500	0,013506
181	0,886336	3,307810	19,622270	-18,318600	-0,717600	19,618500	0,003770
182	0,866644	3,375760	19,617064	-18,318600	-0,717600	19,618500	-0,001436
183	0,859725	3,432750	19,622272	-18,318600	-0,717600	19,618500	0,003772
184	0,840484	3,492430	19,616189	-18,318600	-0,717600	19,618500	-0,002311
185	0,835798	3,556370	19,625437	-18,318600	-0,717600	19,618500	0,006937
186	0,815649	3,614640	19,618557	-18,318600	-0,717600	19,618500	0,000057
187	0,806700	3,680530	19,624491	-18,318600	-0,717600	19,618500	0,005991
188	0,787505	3,737120	19,618557	-18,318600	-0,717600	19,618500	0,000057
189	0,775863	3,803120	19,622320	-18,318600	-0,717600	19,618500	0,003820
190	0,765265	3,860270	19,625259	-18,318600	-0,717600	19,618500	0,006759
191	0,750797	3,920870	19,625425	-18,318600	-0,717600	19,618500	0,006925
192	0,735565	3,983800	19,625605	-18,318600	-0,717600	19,618500	0,007105
193	0,709369	4,048710	19,615843	-18,318600	-0,717600	19,618500	-0,002657
194	0,691734	4,112350	19,614312	-18,318600	-0,717600	19,618500	-0,004188
195	0,671074	4,167750	19,608018	-18,318600	-0,717600	19,618500	-0,010482
196	0,654123	4,228560	19,606854	-18,318600	-0,717600	19,618500	-0,011646
197	0,646789	4,293460	19,616236	-18,318600	-0,717600	19,618500	-0,002264

Hata Değerleri			
Minimum Hata [u]	Maksimum Hata [u]	Ortalama Hata [u]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]
-0,0116	0,0135	±0,0048	±0,0057

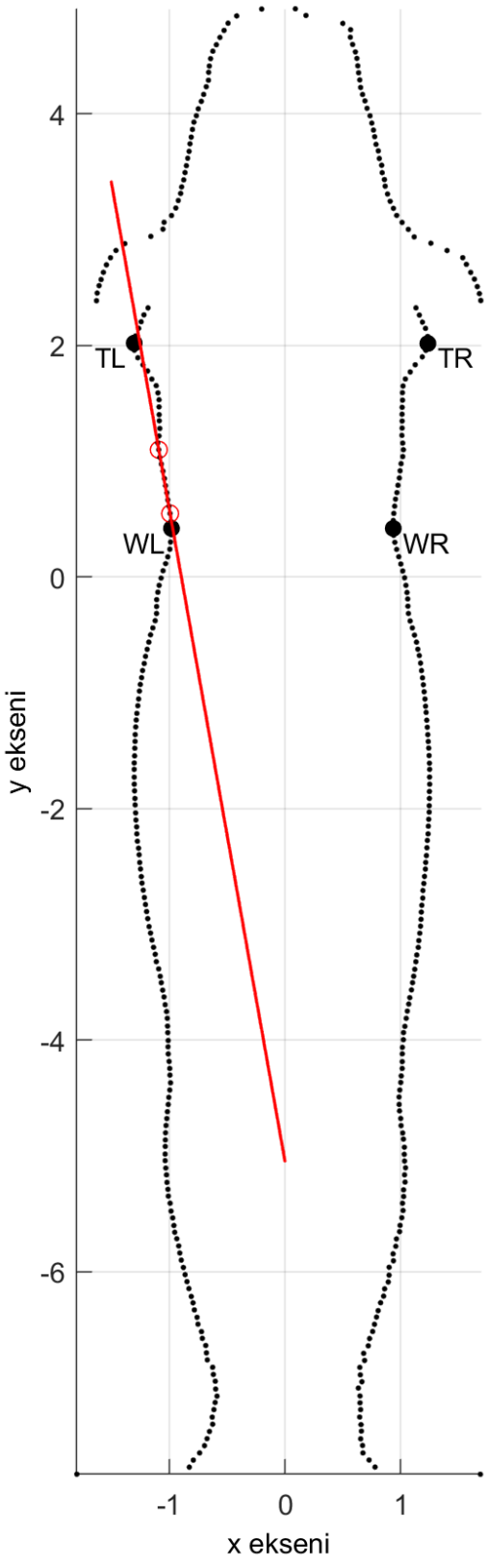
EK 571: Kouros 3686 Genişletilmiş Femur Çemberleri Ara Kesiti



EK 572: Kouros 3686 Bel Bölgesi 134-146 Sayılı Sınır Noktaları



EK 573: Kouros 3686 Bel Sol Yan Sınırına Uyan Doğru Parçası



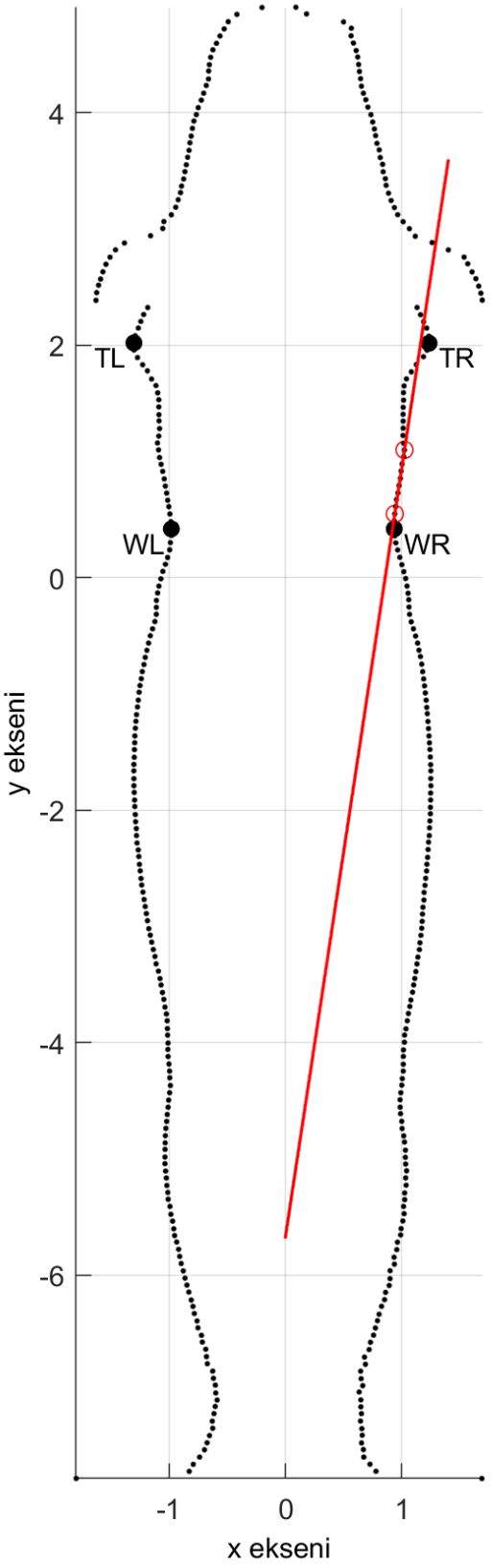
EK 574: Kouros 3686 Thorax Sol Sınırı ile Doğru Uyumu

Sınır Noktası Bilgileri			Sınıra Uyan Doğru Denklemi ve Parametreleri			Noktanın Doğruya Uzaklığı [u]
Koordinatlar [u]			ax+by+c=0			$\|ax_0+by_0+c\| / (a^2+b^2)^{1/2}$
Nokta	x_0	y_0	a	b	c	ε
136	-0,992000	0,547210	-5,638000	-1,000000	-5,045700	0,000000
137	-1,001465	0,610018	-5,638000	-1,000000	-5,045700	0,001649
138	-1,012051	0,665409	-5,638000	-1,000000	-5,045700	0,000900
139	-1,020867	0,726726	-5,638000	-1,000000	-5,045700	0,002928
140	-1,031671	0,787504	-5,638000	-1,000000	-5,045700	0,002904
141	-1,040554	0,849191	-5,638000	-1,000000	-5,045700	0,004931
142	-1,054122	0,913954	-5,638000	-1,000000	-5,045700	0,002882
143	-1,068053	0,974888	-5,638000	-1,000000	-5,045700	0,000194
144	-1,081091	1,033088	-5,638000	-1,000000	-5,045700	0,002867
145	-1,089757	1,098365	-5,638000	-1,000000	-5,045700	0,000000
Minimum Hata [u]		Maksimum Hata [u]		Ortalama Hata [u]		Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]
0		0,0049		±0,0019		±0,0025

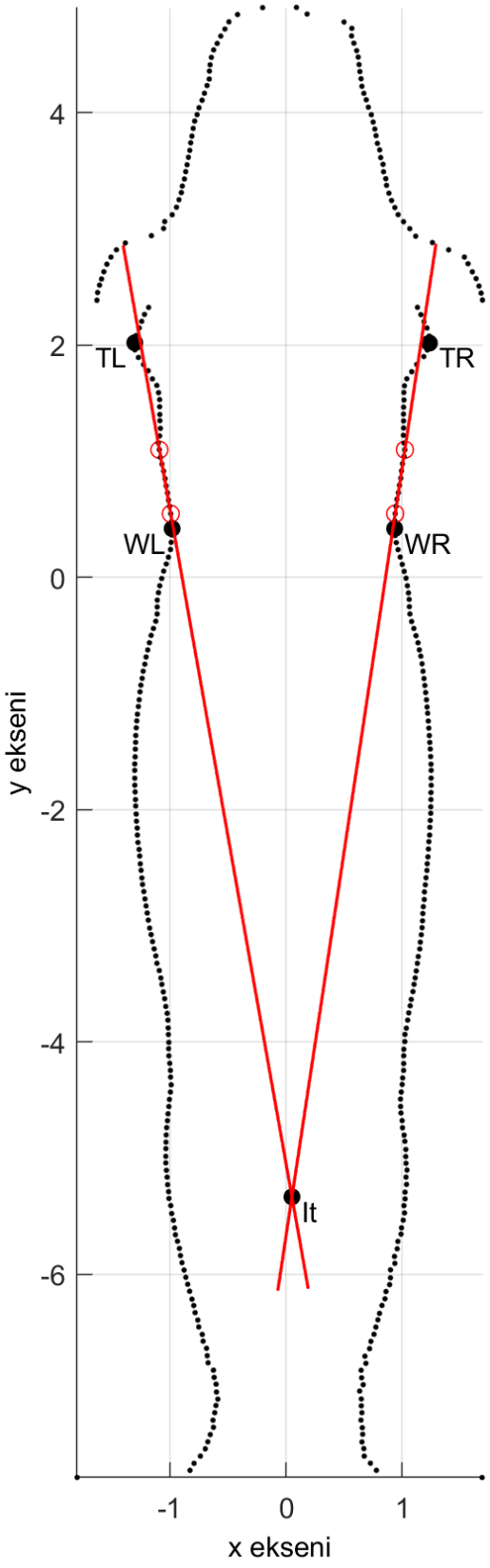
EK 575: Kouros 3686 Thorax Sağ Sınırı ile Doğru Uyumu

Sınır Noktası Bilgileri			Sınıra Uyan Doğru Denklemi ve Parametreleri			Noktanın Doğruya Uzaklığı [u]
Koordinatlar [u]			ax+by+c=0			$\|ax_0+by_0+c\| / (a^2+b^2)^{1/2}$
Nokta	x_0	y_0	a	b	c	ε
136	0,940587	0,548542	6,617700	-1,000000	-5,675900	0,000000
137	0,947937	0,611165	6,617700	-1,000000	-5,675900	0,002089
138	0,955486	0,671696	6,617700	-1,000000	-5,675900	0,003669
139	0,967578	0,728690	6,617700	-1,000000	-5,675900	0,000229
140	0,976617	0,791816	6,617700	-1,000000	-5,675900	0,000723
141	0,988798	0,854448	6,617700	-1,000000	-5,675900	0,001963
142	0,995265	0,917063	6,617700	-1,000000	-5,675900	0,000998
143	1,003780	0,978100	6,617700	-1,000000	-5,675900	0,001699
144	1,017870	1,039570	6,617700	-1,000000	-5,675900	0,003049
145	1,023740	1,098820	6,617700	-1,000000	-5,675900	0,000000
Minimum Hata [u]		Maksimum Hata [u]		Ortalama Hata [u]		Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]
0		0,0037		±0,0014		±0,0019

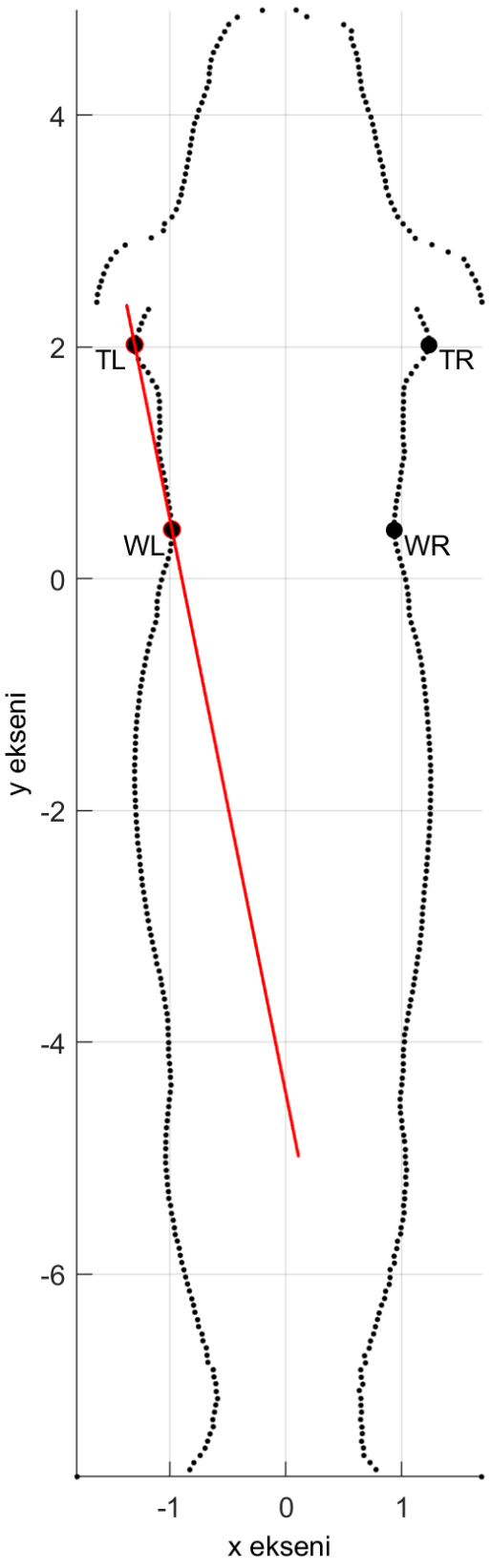
EK 576: Kouros 3686 Bel Sağ Yan Sınırına Uyan Doğru Parçası



EK 577: Kouros 3686 Bel Yan Sınırlarına Uyan Doğru Parçaları



EK 578: Kouros 3686 Yan Sınırı ve WL ve TL'den Geçen Doğru



ek s.454

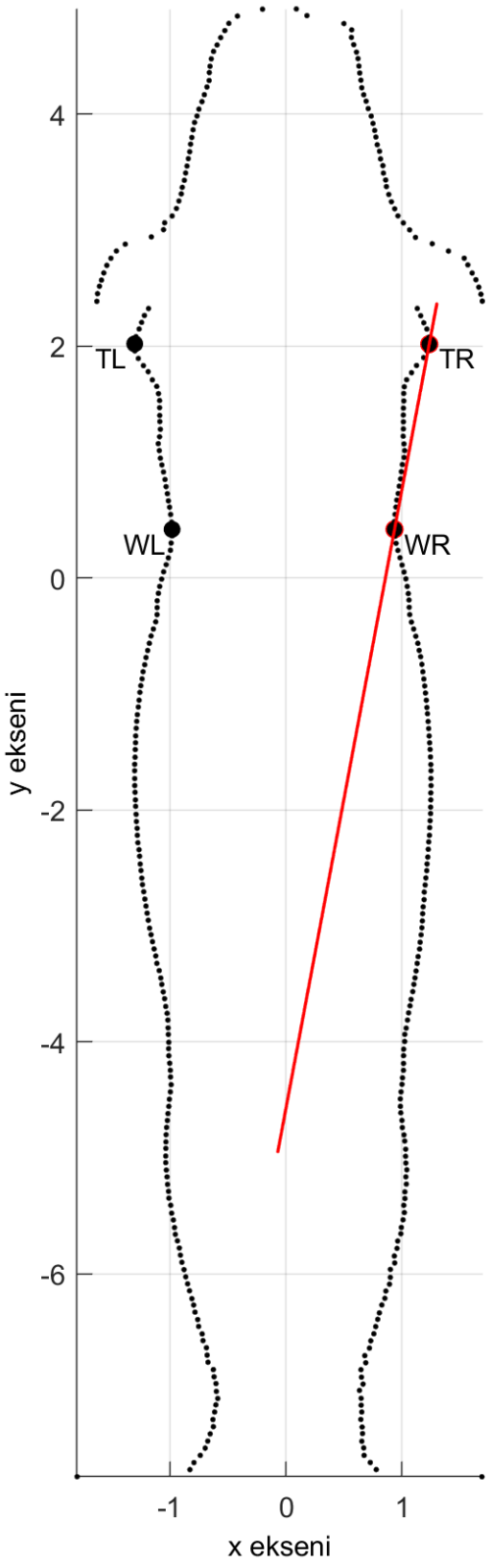
EK 579: Kouros 3686 Thorax Sol Sınırı ile Doğru Uyumu (WL-TL)

Sınır Noktası Bilgileri			Sınıra Uyan Doğru Denklemi ve Parametreleri			Noktanın Doğruya Uzaklığı [u]
Koordinatlar [u]			ax+by+c=0			$\lvert ax_0+by_0+c\rvert / (a^2+b^2)^{1/2}$
Nokta	x_0	y_0	a	b	c	ε
136	-0,992000	0,547210	-4,959700	-1,000000	-4,437100	0,012711
137	-1,001465	0,610018	-4,959700	-1,000000	-4,437100	0,015846
138	-1,012051	0,665409	-4,959700	-1,000000	-4,437100	0,016417
139	-1,020867	0,726726	-4,959700	-1,000000	-4,437100	0,019894
140	-1,031671	0,787504	-4,959700	-1,000000	-4,437100	0,021316
141	-1,040554	0,849191	-4,959700	-1,000000	-4,437100	0,024800
142	-1,054122	0,913954	-4,959700	-1,000000	-4,437100	0,024300
143	-1,068053	0,974888	-4,959700	-1,000000	-4,437100	0,022688
144	-1,081091	1,033088	-4,959700	-1,000000	-4,437100	0,021410
145	-1,089757	1,098365	-4,959700	-1,000000	-4,437100	0,025817
Minimum Hata [u]		Maksimum Hata [u]		Ortalama Hata [u]		Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]
0,0127		0,0258		±0,0205		±0,0209

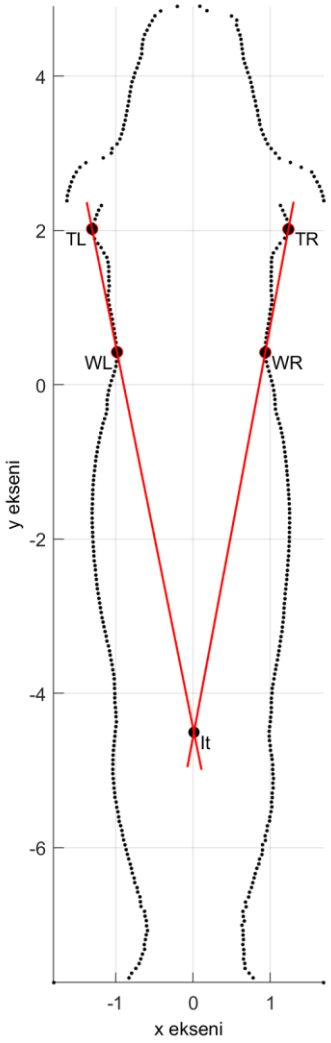
EK 580: Kouros 3686 Thorax Sağ Sınırı Doğru Uyumu (WR-TR)

Sınır Noktası Bilgileri			Sınıra Uyan Doğru Denklemi ve Parametreleri			Noktanın Doğruya Uzaklığı [u]
Koordinatlar [u]			ax+by+c=0			$\lvert ax_0+by_0+c\rvert / (a^2+b^2)^{1/2}$
Nokta	x_0	y_0	a	b	c	ε
136	0,940587	0,548542	5,340900	-1,000000	-4,579600	0,019253
137	0,947937	0,611165	5,340900	-1,000000	-4,579600	0,023554
138	0,955486	0,671696	5,340900	-1,000000	-4,579600	0,027273
139	0,967578	0,728690	5,340900	-1,000000	-4,579600	0,025877
140	0,976617	0,791816	5,340900	-1,000000	-4,579600	0,028610
141	0,988798	0,854448	5,340900	-1,000000	-4,579600	0,028164
142	0,995265	0,917063	5,340900	-1,000000	-4,579600	0,033331
143	1,003780	0,978100	5,340900	-1,000000	-4,579600	0,036194
144	1,017870	1,039570	5,340900	-1,000000	-4,579600	0,033658
145	1,023740	1,098820	5,340900	-1,000000	-4,579600	0,038792
Minimum Hata [u]		Maksimum Hata [u]		Ortalama Hata [u]		Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]
0,0193		0,0388		±0,0295		±0,0300

EK 581: Kouros 3686 Yan Sınırı ve WR ve TR'den Geçen Doğru



EK 582: Kouros 3686 WL ve TL ile WR ve TR'den Geçen Doğrular



EK 583: Kouros 3686 Kasık Yay Hatları Üzerinde Seçilen Noktalar

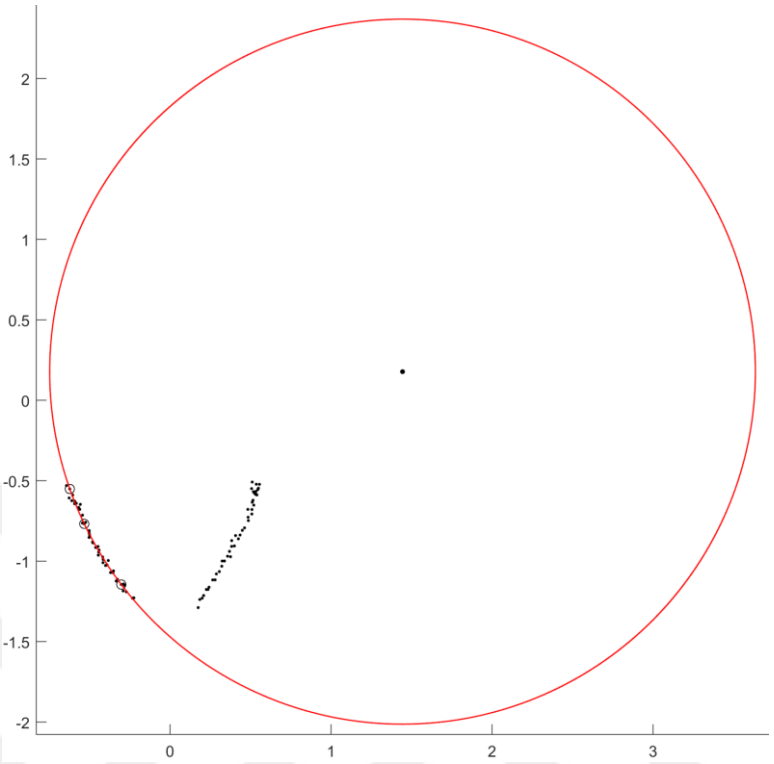


EK 584: Kouros 3686 Sol Kasık Sınırı ile Çember Uyumu

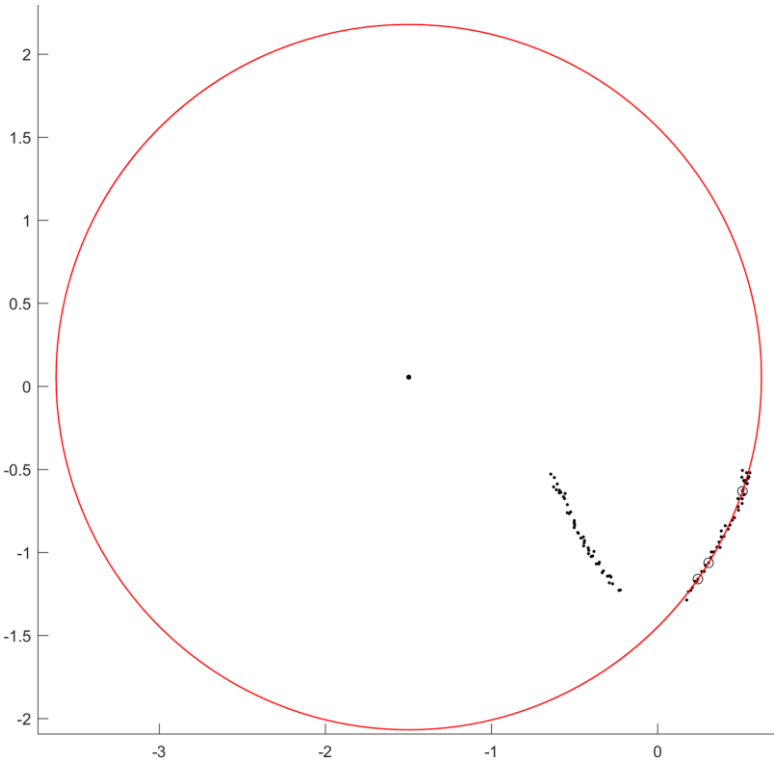
Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [u]
Koordinatlar [u]			M_0 Noktasına Uzaklık [u]	Merkez (M_0) Koordinatları [u]		Yarıçap [u]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
1	-0,231804	-1,229250	2,189725	1,445100	0,178900	2,191000	-0,001275
2	-0,270125	-1,189730	2,194344	1,445100	0,178900	2,191000	0,003344
3	-0,301261	-1,144230	2,190993	1,445100	0,178900	2,191000	-0,000007
4	-0,325212	-1,111890	2,190923	1,445100	0,178900	2,191000	-0,000077
5	-0,352755	-1,069980	2,189060	1,445100	0,178900	2,191000	-0,001940
6	-0,389879	-1,022080	2,193057	1,445100	0,178900	2,191000	0,002057
7	-0,413830	-0,988545	2,195119	1,445100	0,178900	2,191000	0,004119
8	-0,441373	-0,943035	2,194885	1,445100	0,178900	2,191000	0,003885
9	-0,460533	-0,914298	2,196934	1,445100	0,178900	2,191000	0,005934
10	-0,479694	-0,880767	2,197209	1,445100	0,178900	2,191000	0,006209
11	-0,501250	-0,823285	2,189213	1,445100	0,178900	2,191000	-0,001787
12	-0,531188	-0,767001	2,190991	1,445100	0,178900	2,191000	-0,000009
13	-0,541966	-0,713112	2,178099	1,445100	0,178900	2,191000	-0,012901
14	-0,565917	-0,665210	2,180989	1,445100	0,178900	2,191000	-0,010011
15	-0,591065	-0,642457	2,195585	1,445100	0,178900	2,191000	0,004585
16	-0,587472	-0,635272	2,189572	1,445100	0,178900	2,191000	-0,001428
17	-0,603040	-0,588568	2,187209	1,445100	0,178900	2,191000	-0,003791
18	-0,621003	-0,550247	2,190990	1,445100	0,178900	2,191000	-0,000010
19	-0,223068	-1,227030	2,181610	1,445100	0,178900	2,191000	-0,009390
20	-0,286989	-1,140980	2,177663	1,445100	0,178900	2,191000	-0,013337
21	-0,368119	-1,069680	2,201526	1,445100	0,178900	2,191000	0,010526
22	-0,414830	-1,008220	2,206489	1,445100	0,178900	2,191000	0,015489
23	-0,439415	-0,929551	2,186335	1,445100	0,178900	2,191000	-0,004665
24	-0,498228	-0,836065	2,192414	1,445100	0,178900	2,191000	0,001414
25	-0,522179	-0,757028	2,178566	1,445100	0,178900	2,191000	-0,012434
26	-0,559302	-0,676793	2,179412	1,445100	0,178900	2,191000	-0,011588
27	-0,590438	-0,626497	2,189082	1,445100	0,178900	2,191000	-0,001918
28	-0,625167	-0,606138	2,214112	1,445100	0,178900	2,191000	0,023112
29	-0,641932	-0,529496	2,203980	1,445100	0,178900	2,191000	0,012980
30	-0,289819	-1,183990	2,206221	1,445100	0,178900	2,191000	0,015221
31	-0,280239	-1,149260	2,177339	1,445100	0,178900	2,191000	-0,013661
32	-0,332930	-1,122910	2,203656	1,445100	0,178900	2,191000	0,012656
33	-0,349696	-1,059440	2,180545	1,445100	0,178900	2,191000	-0,010455
34	-0,398795	-1,025910	2,202616	1,445100	0,178900	2,191000	0,011616
35	-0,382029	-0,994777	2,171616	1,445100	0,178900	2,191000	-0,019384
36	-0,416758	-0,973221	2,189497	1,445100	0,178900	2,191000	-0,001503
37	-0,444187	-0,961930	2,207011	1,445100	0,178900	2,191000	0,016011
38	-0,445670	-0,907810	2,180814	1,445100	0,178900	2,191000	-0,010186
39	-0,476066	-0,885569	2,196354	1,445100	0,178900	2,191000	0,005354
40	-0,501273	-0,851466	2,202277	1,445100	0,178900	2,191000	0,011277
41	-0,500532	-0,809207	2,182164	1,445100	0,178900	2,191000	-0,008836
42	-0,542790	-0,761759	2,199215	1,445100	0,178900	2,191000	0,008215
43	-0,555589	-0,646123	2,164121	1,445100	0,178900	2,191000	-0,026879
44	-0,581030	-0,639527	2,185183	1,445100	0,178900	2,191000	-0,005817
45	-0,608504	-0,623427	2,204772	1,445100	0,178900	2,191000	0,013772

Hata Değerleri			
Minimum Hata [u]	Maksimum Hata [u]	Ortalama Hata [u]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]
-0,0269	0,0231	±0,0082	±0,0104

EK 585: Kouros 3686 Sol Kasık Yay Hattına Uyan Çember



EK 586: Kouros 3686 Sağ Kasık Yay Hattına Uyan Çember

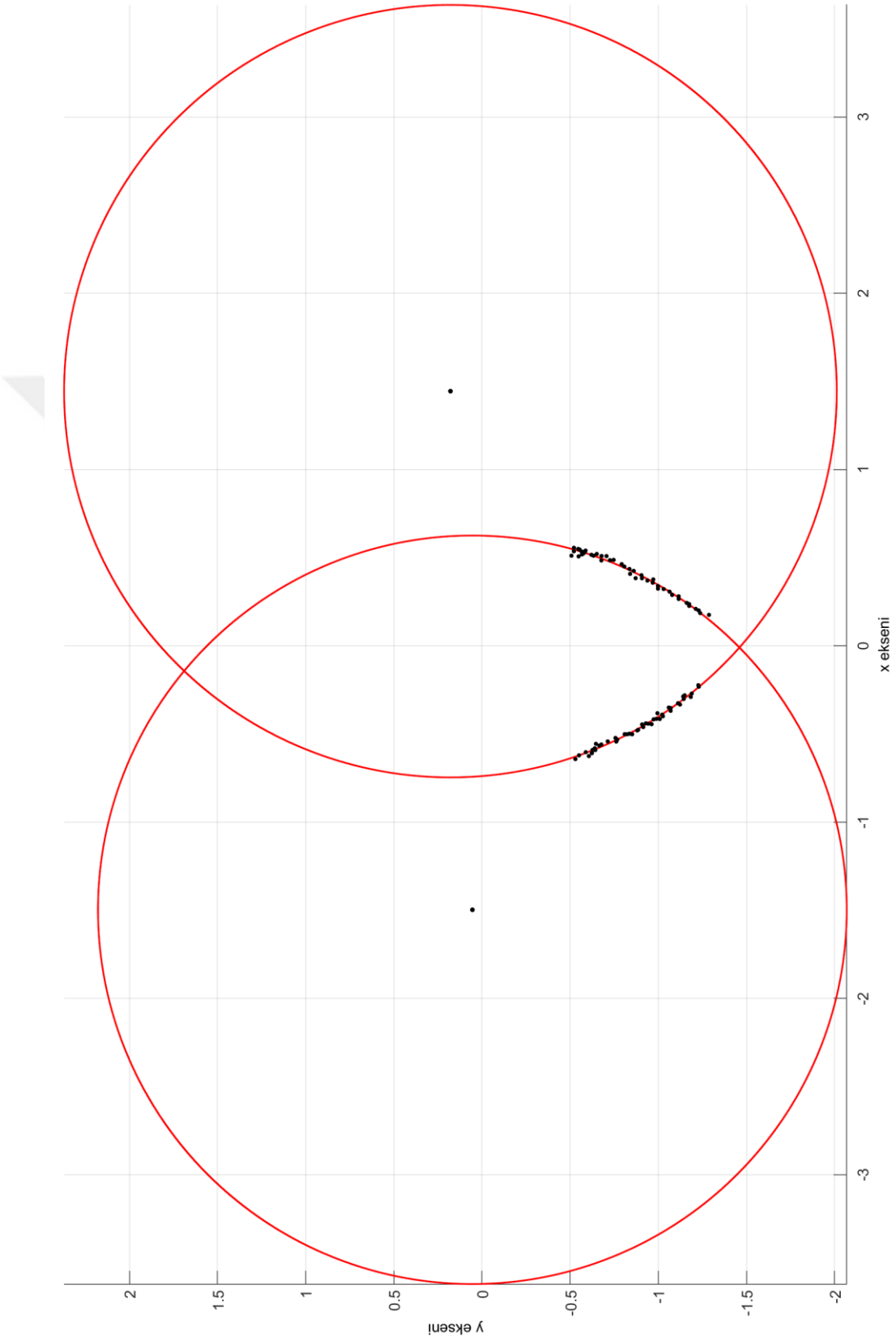


EK 587: Kouros 3686 Sağ Kasık Sınırı ile Çember Uyumu

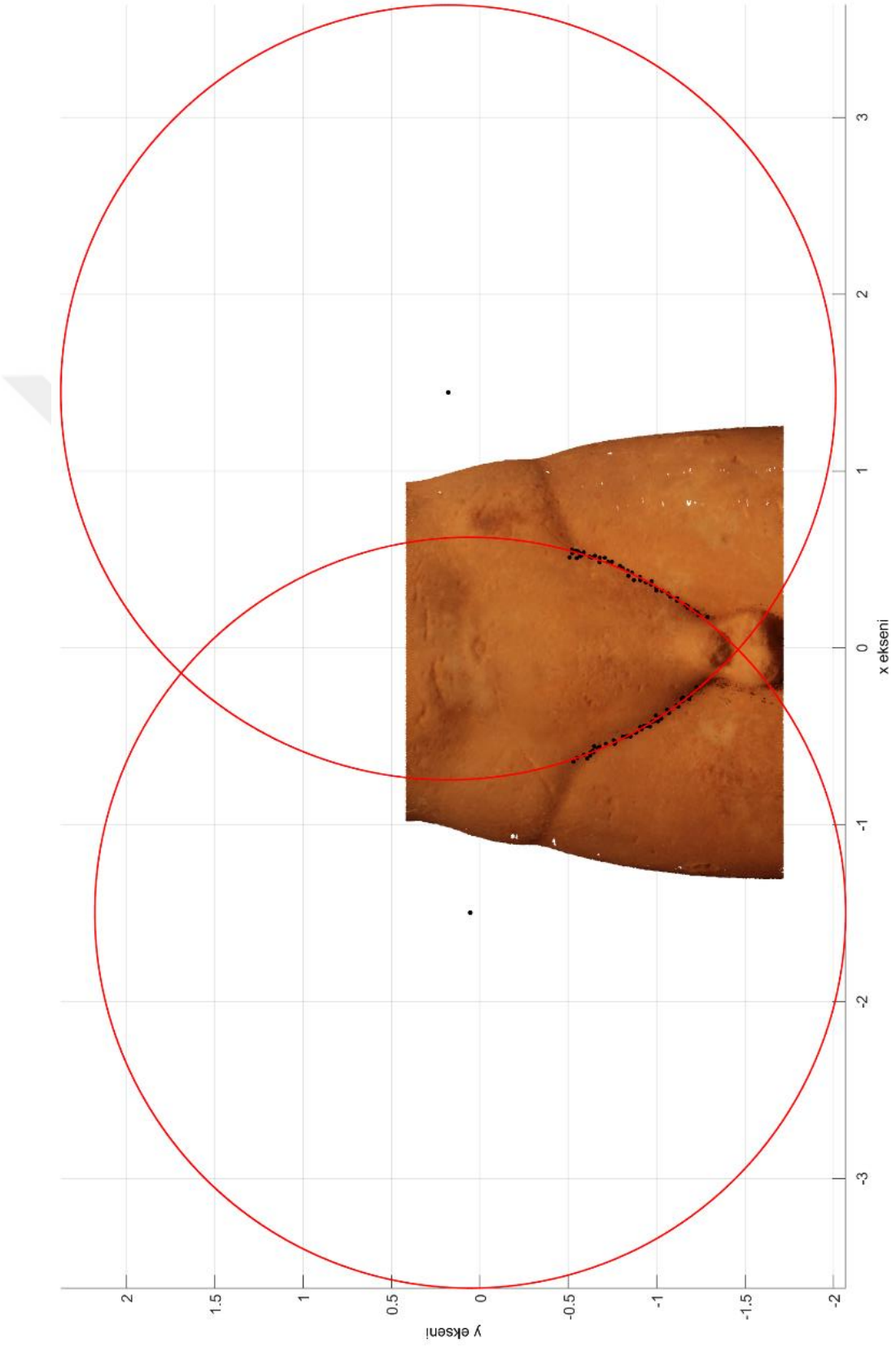
Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [u]
Koordinatlar [u]			M_0 Noktasına Uzaklık [u]	Merkez (M_0) Koordinatları [u]		Yarıçap [u]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
1	0,210087	-1,212480	2,125965	1,497100	0,054500	2,123100	0,002865
2	0,243618	-1,160990	2,123091	1,497100	0,054500	2,123100	-0,000009
3	0,266371	-1,115480	2,116290	1,497100	0,054500	2,123100	-0,006810
4	0,289124	-1,078360	2,115176	1,497100	0,054500	2,123100	-0,007924
5	0,322655	-1,030460	2,118643	1,497100	0,054500	2,123100	-0,004457
6	0,339421	-0,998125	2,116797	1,497100	0,054500	2,123100	-0,006303
7	0,358581	-0,968187	2,118830	1,497100	0,054500	2,123100	-0,004270
8	0,370557	-0,938248	2,115110	1,497100	0,054500	2,123100	-0,007990
9	0,383730	-0,907112	2,112397	1,497100	0,054500	2,123100	-0,010703
10	0,425644	-0,860409	2,129320	1,497100	0,054500	2,123100	0,006220
11	0,436421	-0,836458	2,128922	1,497100	0,054500	2,123100	0,005822
12	0,463965	-0,792149	2,136022	1,497100	0,054500	2,123100	0,012922
13	0,487915	-0,746643	2,140587	1,497100	0,054500	2,123100	0,017487
14	0,509471	-0,706136	2,145902	1,497100	0,054500	2,123100	0,022802
15	0,521446	-0,650840	2,138231	1,497100	0,054500	2,123100	0,015131
16	0,540607	-0,587370	2,136410	1,497100	0,054500	2,123100	0,013310
17	0,550187	-0,545456	2,133385	1,497100	0,054500	2,123100	0,010285
18	0,531682	-0,582905	2,126556	1,497100	0,054500	2,123100	0,003456
19	0,524469	-0,575002	2,117313	1,497100	0,054500	2,123100	-0,005787
20	0,516654	-0,620509	2,123874	1,497100	0,054500	2,123100	0,000774
21	0,510098	-0,677991	2,136677	1,497100	0,054500	2,123100	0,013577
22	0,486147	-0,725892	2,131263	1,497100	0,054500	2,123100	0,008163
23	0,450221	-0,807325	2,129507	1,497100	0,054500	2,123100	0,006407
24	0,401122	-0,904325	2,126639	1,497100	0,054500	2,123100	0,003539
25	0,377171	-0,971387	2,136665	1,497100	0,054500	2,123100	0,013565
26	0,307714	-1,063600	2,123088	1,497100	0,054500	2,123100	-0,000012
27	0,281369	-1,115090	2,128589	1,497100	0,054500	2,123100	0,005489
28	0,237060	-1,174970	2,125772	1,497100	0,054500	2,123100	0,002672
29	0,201134	-1,228860	2,128617	1,497100	0,054500	2,123100	0,005517
30	0,175985	-1,287470	2,144784	1,497100	0,054500	2,123100	0,021684
31	0,536855	-0,520900	2,113778	1,497100	0,054500	2,123100	-0,009322
32	0,511711	-0,507360	2,085907	1,497100	0,054500	2,123100	-0,037193
33	0,507843	-0,547982	2,093509	1,497100	0,054500	2,123100	-0,029591
34	0,534924	-0,565391	2,124473	1,497100	0,054500	2,123100	0,001373
35	0,546530	-0,553785	2,132237	1,497100	0,054500	2,123100	0,009137
36	0,556600	-0,521391	2,132917	1,497100	0,054500	2,123100	0,009817
37	0,186292	-1,237260	2,121898	1,497100	0,054500	2,123100	-0,001202
38	0,226786	-1,175050	2,117446	1,497100	0,054500	2,123100	-0,005654
39	0,384227	-0,871241	2,096756	1,497100	0,054500	2,123100	-0,026344
40	0,519074	-0,567116	2,109826	1,497100	0,054500	2,123100	-0,013274
41	0,408412	-0,839768	2,104921	1,497100	0,054500	2,123100	-0,018179
42	0,538658	-0,585281	2,133924	1,497100	0,054500	2,123100	0,010824
43	0,324899	-0,998131	2,104213	1,497100	0,054500	2,123100	-0,018887
44	0,511650	-0,632791	2,123075	1,497100	0,054500	2,123100	-0,000025
45	0,484607	-0,677043	2,112420	1,497100	0,054500	2,123100	-0,010680

Hata Değerleri			
Minimum Hata [u]	Maksimum Hata [u]	Ortalama Hata [u]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]
-0,0372	0,0228	±0,0099	±0,0128

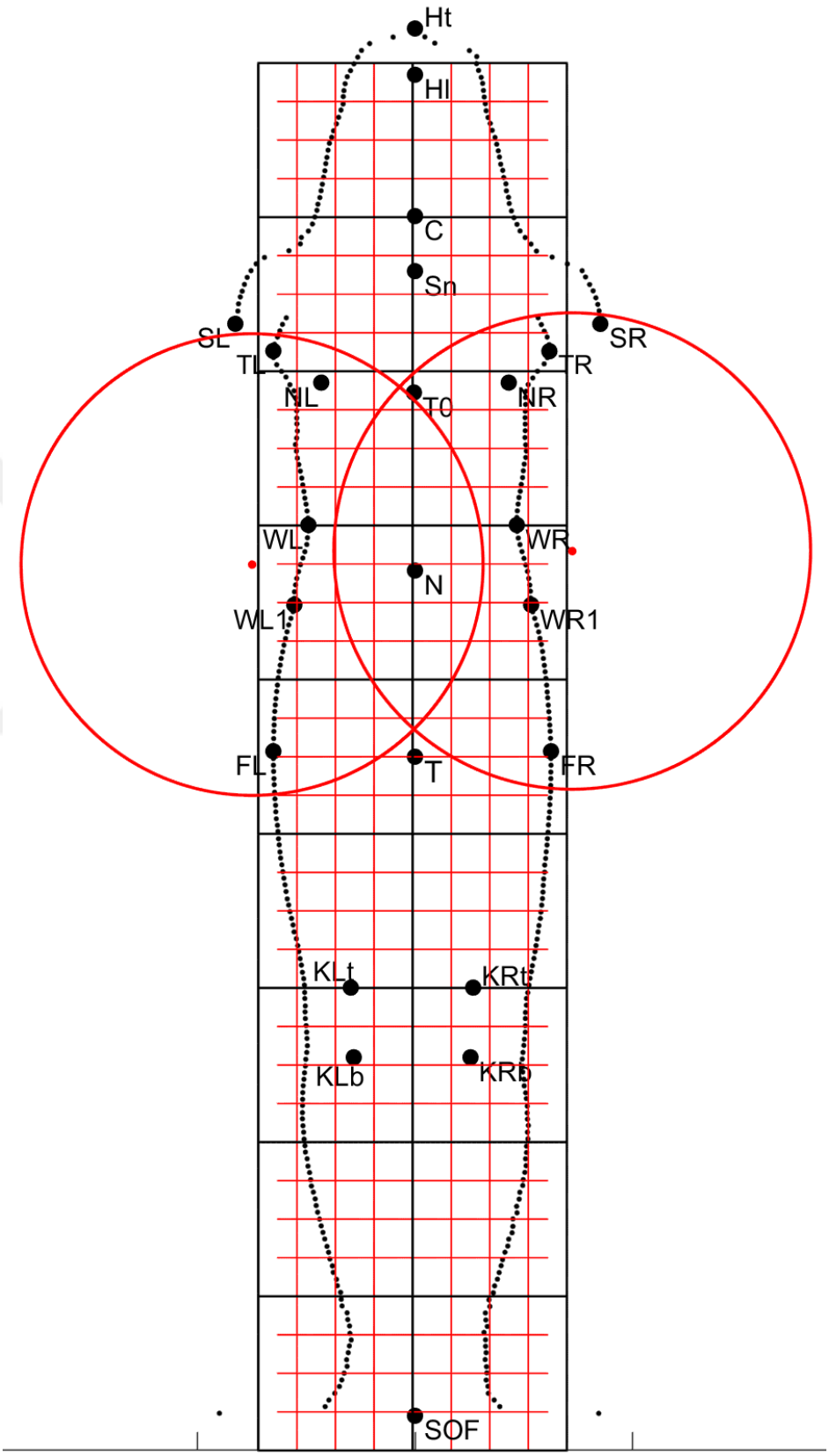
EK 588: Kouros 3686 Kasık Yay Hatlarına Uyan Çemberler



EK 589: Kouros 3686 Kasık Yay Hatlarına Uyan Çemberler



EK 590: Kouros 3686 Kasık Yay Hatlarına Uyan Çemberler (h/9)



EK 591: Kouros 3686 Sol Kasık Sınırı ile Rafine Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [u]
Koordinatlar [u]			M_0 Noktasına Uzaklık [u]	Merkez (M_0) Koordinatları [u]		Yarıçap [u]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
1	-0,231804	-1,229250	2,068246	1,385870	0,059460	2,080000	-0,011754
2	-0,270125	-1,189730	2,074318	1,385870	0,059460	2,080000	-0,005682
3	-0,301261	-1,144230	2,072506	1,385870	0,059460	2,080000	-0,007494
4	-0,325212	-1,111890	2,073611	1,385870	0,059460	2,080000	-0,006389
5	-0,352755	-1,069980	2,073270	1,385870	0,059460	2,080000	-0,006730
6	-0,389879	-1,022080	2,079185	1,385870	0,059460	2,080000	-0,000815
7	-0,413830	-0,988545	2,082602	1,385870	0,059460	2,080000	0,002602
8	-0,441373	-0,943035	2,084181	1,385870	0,059460	2,080000	0,004181
9	-0,460533	-0,914298	2,087440	1,385870	0,059460	2,080000	0,007440
10	-0,479694	-0,880767	2,089104	1,385870	0,059460	2,080000	0,009104
11	-0,501250	-0,823285	2,083377	1,385870	0,059460	2,080000	0,003377
12	-0,531188	-0,767001	2,087618	1,385870	0,059460	2,080000	0,007618
13	-0,541966	-0,713112	2,076877	1,385870	0,059460	2,080000	-0,003123
14	-0,565917	-0,665210	2,081974	1,385870	0,059460	2,080000	0,001974
15	-0,591065	-0,642457	2,097846	1,385870	0,059460	2,080000	0,017846
16	-0,587472	-0,635272	2,092063	1,385870	0,059460	2,080000	0,012063
17	-0,603040	-0,588568	2,091818	1,385870	0,059460	2,080000	0,011818
18	-0,621003	-0,550247	2,097446	1,385870	0,059460	2,080000	0,017446
19	-0,223068	-1,227030	2,060033	1,385870	0,059460	2,080000	-0,019967
20	-0,286989	-1,140980	2,059008	1,385870	0,059460	2,080000	-0,020992
21	-0,368119	-1,069680	2,086009	1,385870	0,059460	2,080000	0,006009
22	-0,414830	-1,008220	2,093432	1,385870	0,059460	2,080000	0,013432
23	-0,439415	-0,929551	2,076007	1,385870	0,059460	2,080000	-0,003993
24	-0,498228	-0,836065	2,086094	1,385870	0,059460	2,080000	0,006094
25	-0,522179	-0,757028	2,075404	1,385870	0,059460	2,080000	-0,004596
26	-0,559302	-0,676793	2,079846	1,385870	0,059460	2,080000	-0,000154
27	-0,590438	-0,626497	2,091968	1,385870	0,059460	2,080000	0,011968
28	-0,625167	-0,606138	2,118322	1,385870	0,059460	2,080000	0,038322
29	-0,641932	-0,529496	2,111599	1,385870	0,059460	2,080000	0,031599
30	-0,289819	-1,183990	2,086648	1,385870	0,059460	2,080000	0,006648
31	-0,280239	-1,149260	2,058378	1,385870	0,059460	2,080000	-0,021622
32	-0,332930	-1,122910	2,086210	1,385870	0,059460	2,080000	0,006210
33	-0,349696	-1,059440	2,064976	1,385870	0,059460	2,080000	-0,015024
34	-0,398795	-1,025910	2,088793	1,385870	0,059460	2,080000	0,008793
35	-0,382029	-0,994777	2,058369	1,385870	0,059460	2,080000	-0,021631
36	-0,416758	-0,973221	2,077474	1,385870	0,059460	2,080000	-0,002526
37	-0,444187	-0,961930	2,095792	1,385870	0,059460	2,080000	0,015792
38	-0,445670	-0,907810	2,071267	1,385870	0,059460	2,080000	-0,008733
39	-0,476066	-0,885569	2,088033	1,385870	0,059460	2,080000	0,008033
40	-0,501273	-0,851466	2,095494	1,385870	0,059460	2,080000	0,015494
41	-0,500532	-0,809207	2,076799	1,385870	0,059460	2,080000	-0,003201
42	-0,542790	-0,761759	2,096218	1,385870	0,059460	2,080000	0,016218
43	-0,555589	-0,646123	2,065698	1,385870	0,059460	2,080000	-0,014302
44	-0,581030	-0,639527	2,087409	1,385870	0,059460	2,080000	0,007409
45	-0,608504	-0,623427	2,108047	1,385870	0,059460	2,080000	0,028047

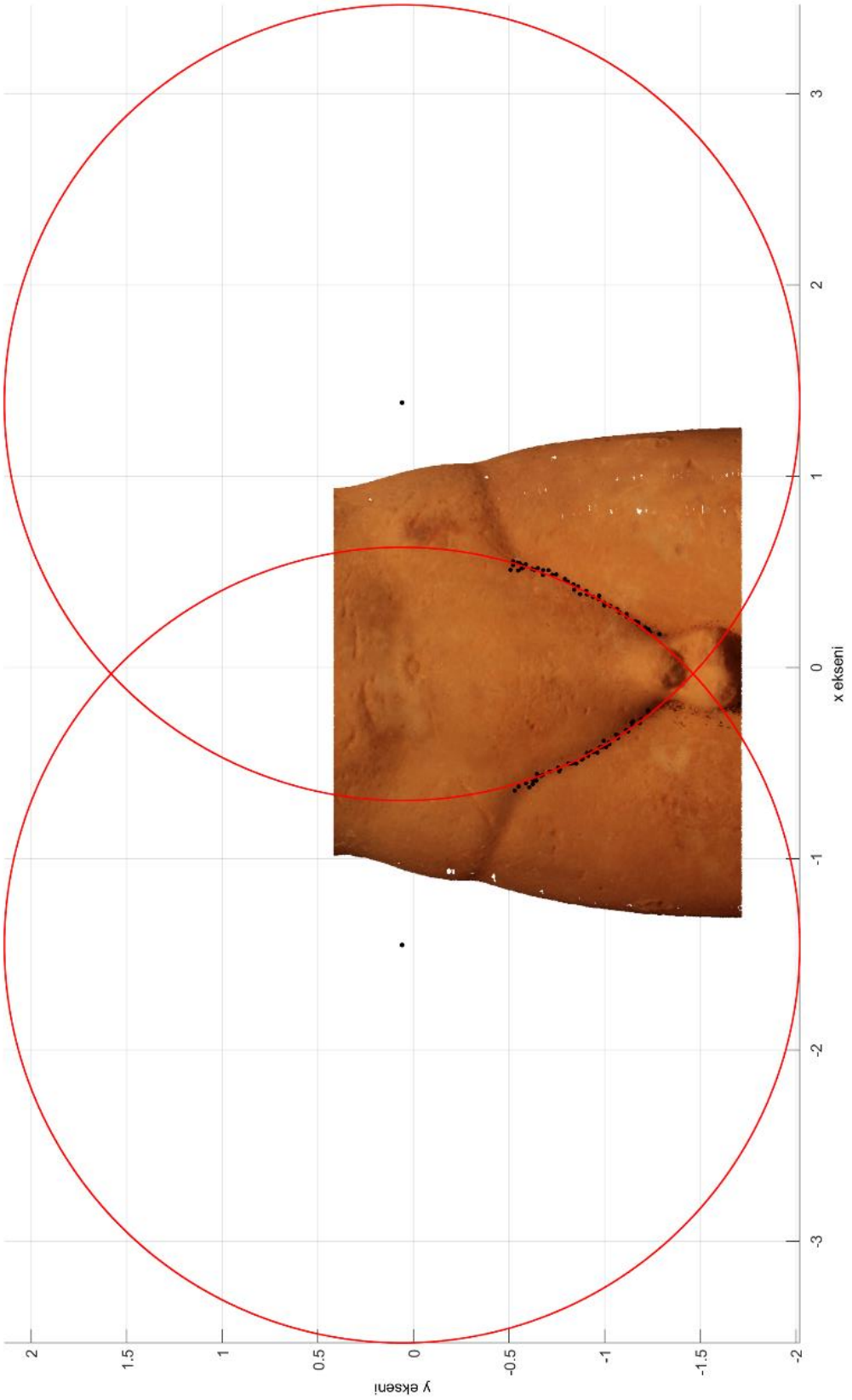
Hata Değerleri			
Minimum Hata [u]	Maksimum Hata [u]	Ortalama Hata [u]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]
-0,0216	0,0383	±0,0110	±0,0137

EK 592: Kouros 3686 Sağ Kasık Sınırı ile Rafine Çember Uyumu

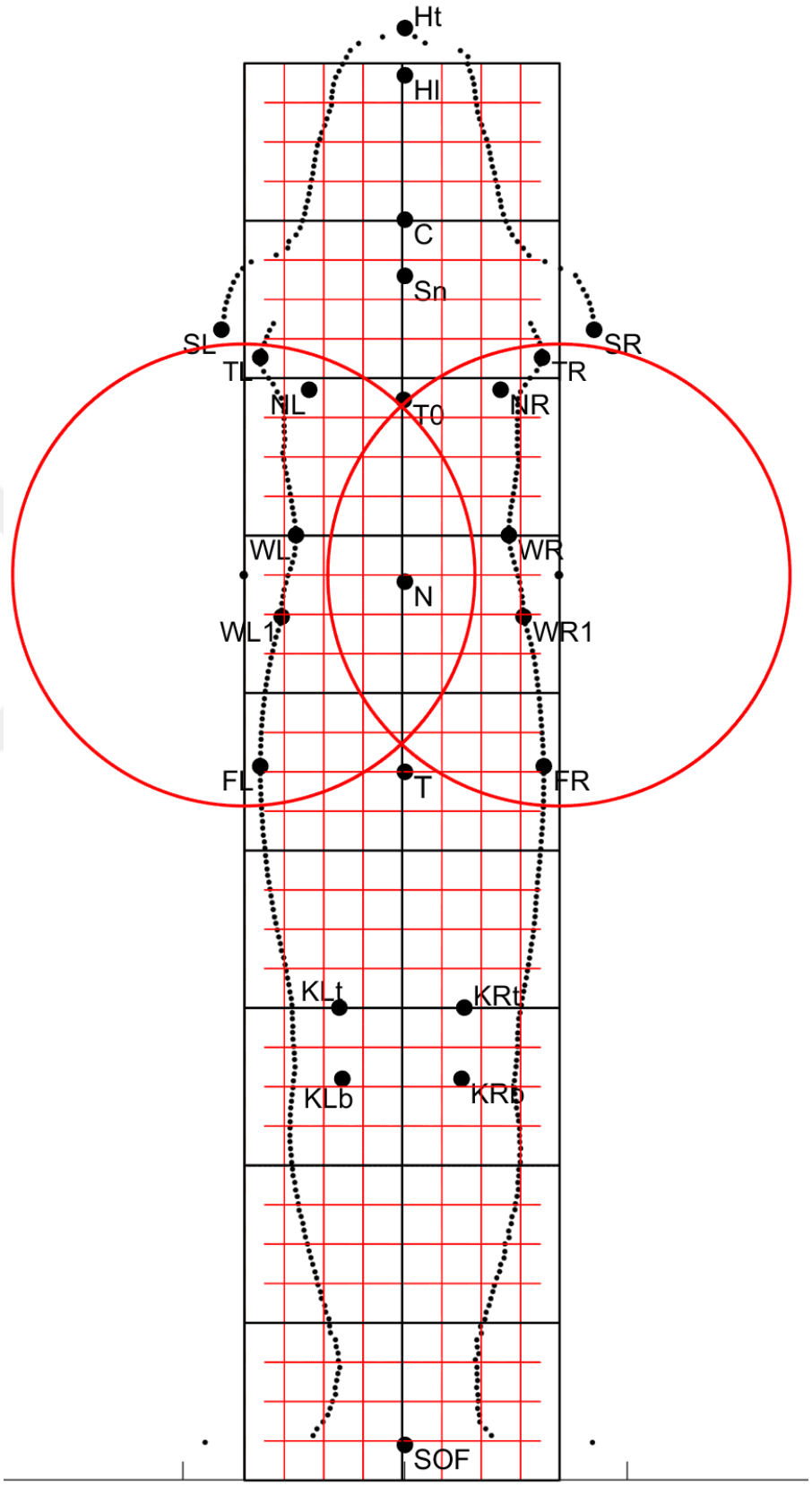
Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [u]
Koordinatlar [u]			M_0 Noktasına Uzaklık [u]	Merkez (M_0) Koordinatları [u]		Yarıçap [u]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
1	0,210087	-1,212480	2,091441	-1,450122	0,059460	2,080000	0,011441
2	0,243618	-1,160990	2,087643	-1,450122	0,059460	2,080000	0,007643
3	0,266371	-1,115480	2,080104	-1,450122	0,059460	2,080000	0,000104
4	0,289124	-1,078360	2,078367	-1,450122	0,059460	2,080000	-0,001633
5	0,322655	-1,030460	2,081024	-1,450122	0,059460	2,080000	0,001024
6	0,339421	-0,998125	2,078689	-1,450122	0,059460	2,080000	-0,001311
7	0,358581	-0,968187	2,080256	-1,450122	0,059460	2,080000	0,000256
8	0,370557	-0,938248	2,076124	-1,450122	0,059460	2,080000	-0,003876
9	0,383730	-0,907112	2,072986	-1,450122	0,059460	2,080000	-0,007014
10	0,425644	-0,860409	2,089176	-1,450122	0,059460	2,080000	0,009176
11	0,436421	-0,836458	2,088471	-1,450122	0,059460	2,080000	0,008471
12	0,463965	-0,792149	2,094986	-1,450122	0,059460	2,080000	0,014986
13	0,487915	-0,746643	2,098997	-1,450122	0,059460	2,080000	0,018997
14	0,509471	-0,706136	2,103839	-1,450122	0,059460	2,080000	0,023839
15	0,521446	-0,650840	2,095616	-1,450122	0,059460	2,080000	0,015616
16	0,540607	-0,587370	2,093177	-1,450122	0,059460	2,080000	0,013177
17	0,550187	-0,545456	2,089775	-1,450122	0,059460	2,080000	0,009775
18	0,531682	-0,582905	2,083309	-1,450122	0,059460	2,080000	0,003309
19	0,524469	-0,575002	2,074018	-1,450122	0,059460	2,080000	-0,005982
20	0,516654	-0,620509	2,081001	-1,450122	0,059460	2,080000	0,001001
21	0,510098	-0,677991	2,094348	-1,450122	0,059460	2,080000	0,014348
22	0,486147	-0,725892	2,089477	-1,450122	0,059460	2,080000	0,009477
23	0,450221	-0,807325	2,088688	-1,450122	0,059460	2,080000	0,008688
24	0,401122	-0,904325	2,087099	-1,450122	0,059460	2,080000	0,007099
25	0,377171	-0,971387	2,098009	-1,450122	0,059460	2,080000	0,018009
26	0,307714	-1,063600	2,085965	-1,450122	0,059460	2,080000	0,005965
27	0,281369	-1,115090	2,092278	-1,450122	0,059460	2,080000	0,012278
28	0,237060	-1,174970	2,090550	-1,450122	0,059460	2,080000	0,010550
29	0,201134	-1,228860	2,094377	-1,450122	0,059460	2,080000	0,014377
30	0,175985	-1,287470	2,111503	-1,450122	0,059460	2,080000	0,031503
31	0,536855	-0,520900	2,069998	-1,450122	0,059460	2,080000	-0,010002
32	0,511711	-0,507360	2,042075	-1,450122	0,059460	2,080000	-0,037925
33	0,507843	-0,547982	2,050027	-1,450122	0,059460	2,080000	-0,029973
34	0,534924	-0,565391	2,081068	-1,450122	0,059460	2,080000	0,001068
35	0,546530	-0,553785	2,088705	-1,450122	0,059460	2,080000	0,008705
36	0,556600	-0,521391	2,089095	-1,450122	0,059460	2,080000	0,009095
37	0,186292	-1,237260	2,087901	-1,450122	0,059460	2,080000	0,007901
38	0,226786	-1,175050	2,082315	-1,450122	0,059460	2,080000	0,002315
39	0,384227	-0,871241	2,056949	-1,450122	0,059460	2,080000	-0,023051
40	0,519074	-0,567116	2,066477	-1,450122	0,059460	2,080000	-0,013523
41	0,408412	-0,839768	2,064645	-1,450122	0,059460	2,080000	-0,015355
42	0,538658	-0,585281	2,090678	-1,450122	0,059460	2,080000	0,010678
43	0,324899	-0,998131	2,066203	-1,450122	0,059460	2,080000	-0,013797
44	0,511650	-0,632791	2,080327	-1,450122	0,059460	2,080000	0,000327
45	0,484607	-0,677043	2,070172	-1,450122	0,059460	2,080000	-0,009828

Hata Değerleri			
Minimum Hata [u]	Maksimum Hata [u]	Ortalama Hata [u]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]
-0,0379	0,0315	±0,0108	±0,0137

EK 593: Kouros 3686 Kasık Yay Hatları ve Simetrik Çemberler



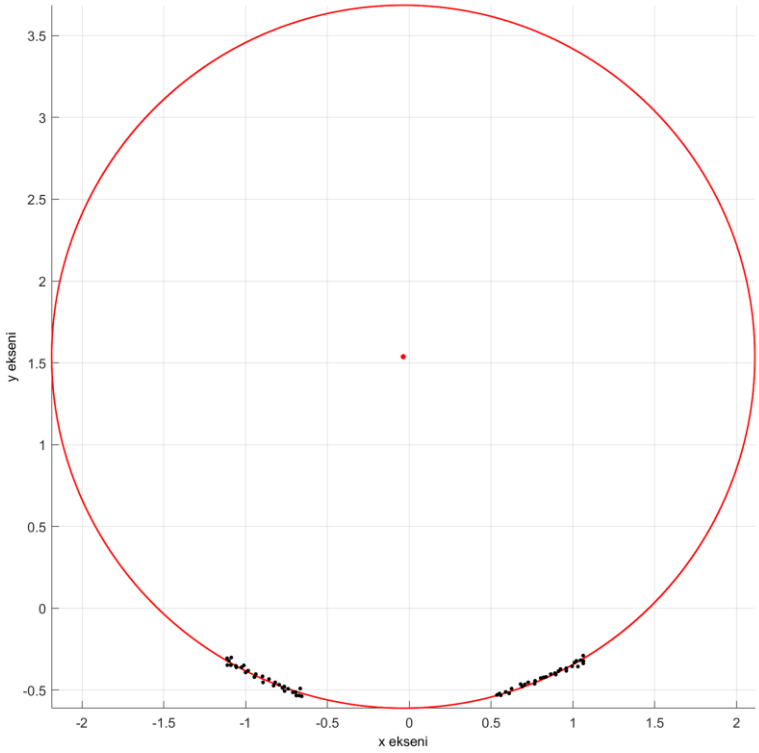
EK 594: Kouros 3686 Kasık Yay Hatları ve Simetrik Çemberler (h/9)



EK 595: Kouros 3686 Cr Yay Hattı Üzerinde Seçilen Noktalar



EK 596: Kouros 3686 Cr Yay Hattına Uyan Çember

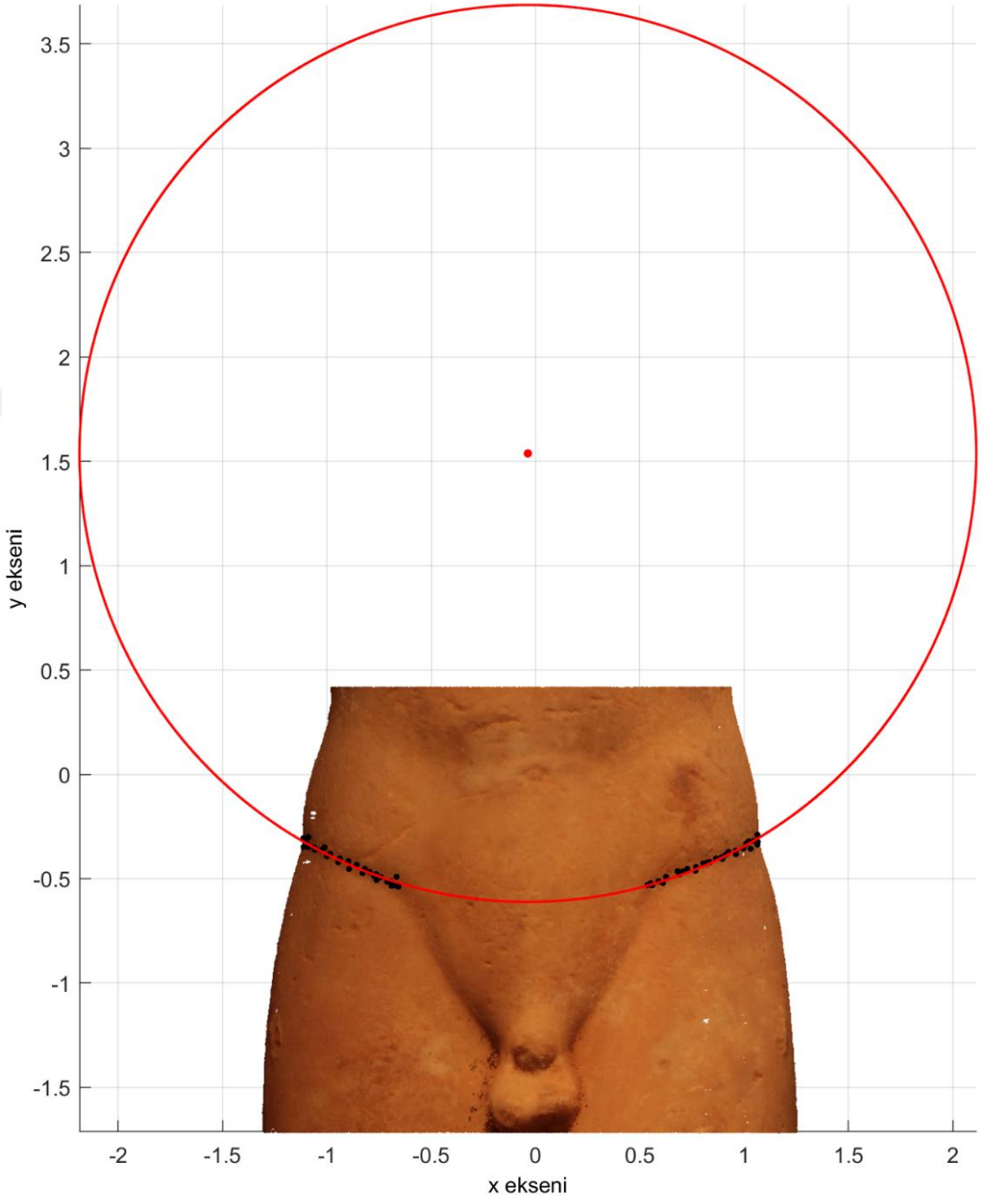


EK 597: Kouros 3686 Cr Yay Hattı ile Çember Uyumu

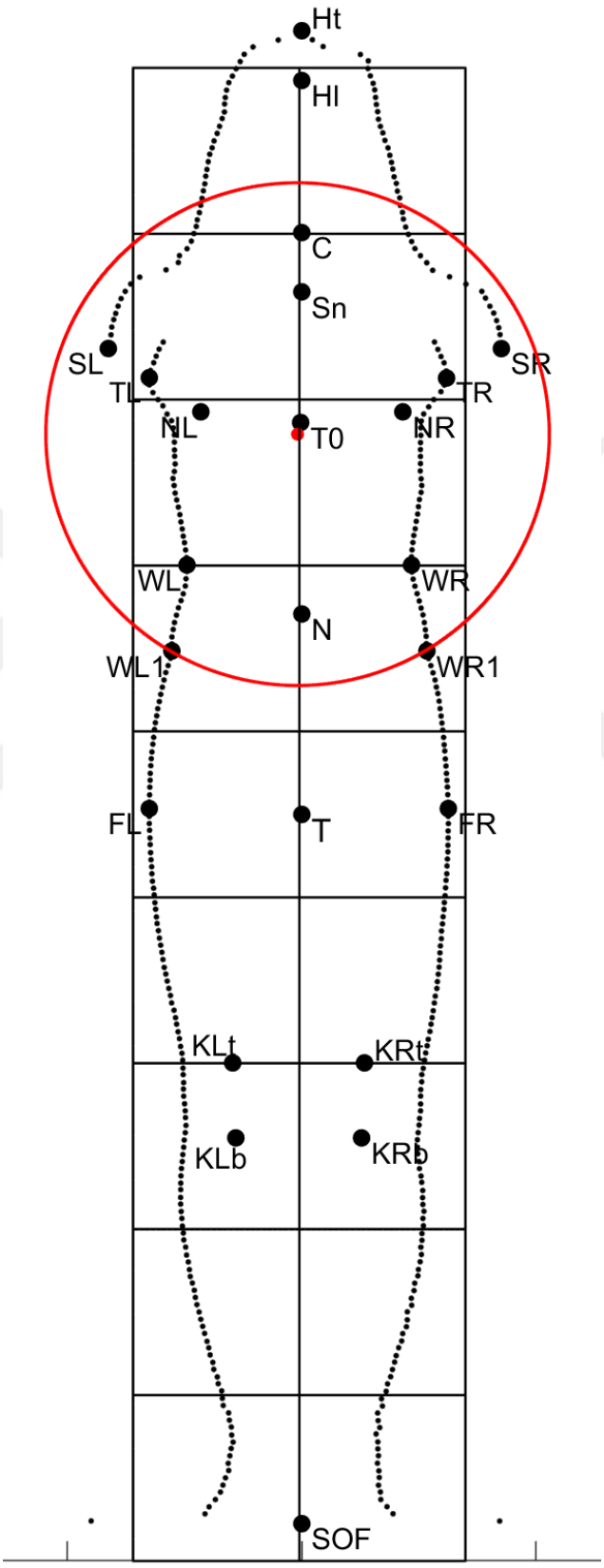
Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [u]
Koordinatlar [u]			M_0 Noktasına Uzaklık [u]	Merkez (M_0) Koordinatları [u]		Yarıçap [u]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
1	-1,056910	-0,356246	2,151084	-0,036300	1,537300	2,148400	0,002684
2	1,047160	-0,317925	2,148429	-0,036300	1,537300	2,148400	0,000029
3	-0,983857	-0,381394	2,139918	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,008482
4	1,010040	-0,332295	2,142478	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,005922
5	-0,896437	-0,416123	2,134408	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,013992
6	0,959745	-0,367024	2,149082	-0,036300	1,537300	2,148400	0,000682
7	-0,818597	-0,453246	2,138752	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,009648
8	0,911843	-0,384978	2,143392	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,005008
9	-0,763510	-0,478394	2,142862	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,005538
10	0,865139	-0,402950	2,139430	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,008970
11	-0,694053	-0,513123	2,153340	-0,036300	1,537300	2,148400	0,004940
12	0,804065	-0,426900	2,136421	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,011979
13	-0,672497	-0,533481	2,166306	-0,036300	1,537300	2,148400	0,017906
14	0,727423	-0,453246	2,132029	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,016371
15	-0,774288	-0,486777	2,154417	-0,036300	1,537300	2,148400	0,006017
16	1,064730	-0,322939	2,161656	-0,036300	1,537300	2,148400	0,013256
17	-1,024570	-0,361036	2,140177	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,008223
18	1,022020	-0,321517	2,138982	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,009418
19	-0,937153	-0,402950	2,139184	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,009216
20	0,995671	-0,355048	2,155445	-0,036300	1,537300	2,148400	0,007045
21	-0,856918	-0,432888	2,134257	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,014143
22	0,925016	-0,371874	2,137539	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,010861
23	-0,794646	-0,467617	2,143544	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,004856
24	0,890288	-0,396962	2,144746	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,003654
25	-0,739559	-0,492765	2,148427	-0,036300	1,537300	2,148400	0,000027
26	0,836399	-0,419715	2,142781	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,005619
27	-0,656929	-0,538271	2,166374	-0,036300	1,537300	2,148400	0,017974
28	0,769336	-0,443666	2,138522	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,009878
29	-0,710819	-0,514321	2,159658	-0,036300	1,537300	2,148400	0,011258
30	0,707065	-0,465222	2,136044	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,012356
31	-1,089640	-0,348087	2,159678	-0,036300	1,537300	2,148400	0,011278
32	0,625632	-0,491567	2,134117	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,014283
33	-0,999821	-0,392396	2,156873	-0,036300	1,537300	2,148400	0,008473
34	0,551385	-0,521506	2,141041	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,007359
35	-0,893240	-0,453471	2,167375	-0,036300	1,537300	2,148400	0,018975
36	0,680719	-0,464024	2,125891	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,022509
37	-1,056110	-0,361260	2,155120	-0,036300	1,537300	2,148400	0,006720
38	0,589706	-0,511925	2,142710	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,005690
39	-0,945932	-0,421137	2,159376	-0,036300	1,537300	2,148400	0,010976
40	0,559768	-0,532284	2,153712	-0,036300	1,537300	2,148400	0,005312
41	-0,828573	-0,473224	2,160996	-0,036300	1,537300	2,148400	0,012596
42	1,063360	-0,289408	2,132162	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,016238
43	-0,761511	-0,506162	2,168333	-0,036300	1,537300	2,148400	0,019933
44	0,536616	-0,530113	2,145327	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,003073
45	-1,112390	-0,306174	2,134565	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,013835
46	0,691102	-0,478817	2,143325	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,005075
47	-1,111190	-0,348080	2,170264	-0,036300	1,537300	2,148400	0,021864
48	1,063540	-0,337310	2,173433	-0,036300	1,537300	2,148400	0,025033
49	-0,689659	-0,533706	2,171622	-0,036300	1,537300	2,148400	0,023222
50	0,610867	-0,520533	2,157198	-0,036300	1,537300	2,148400	0,008798
51	-1,101610	-0,321742	2,142644	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,005756
52	0,766546	-0,461853	2,154339	-0,036300	1,537300	2,148400	0,005939
53	-0,665625	-0,490678	2,123380	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,025020
54	0,895880	-0,405569	2,154924	-0,036300	1,537300	2,148400	0,006524
55	-1,010520	-0,349368	2,123351	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,025049
56	1,031200	-0,356470	2,173918	-0,036300	1,537300	2,148400	0,025518
57	-1,087160	-0,301467	2,117869	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,030531
58	0,960547	-0,382816	2,163458	-0,036300	1,537300	2,148400	0,015058
59	-1,059610	-0,351764	2,148424	-0,036300	1,537300	2,148400	0,000024
60	0,821633	-0,422335	2,139210	-0,036300	1,537300	2,148400	-0,009190

Hata Değerleri			
Minimum Hata [u]	Maksimum Hata [u]	Ortalama Hata [u]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]
-0,0305	0,0255	±0,0111	±0,0132

EK 598: Kouros 3686 Cr Yay Hattı ve Hatta Uyan Çember



EK 599: Kouros 3686 h/9/1 Parçalanması ve Cr Çemberi



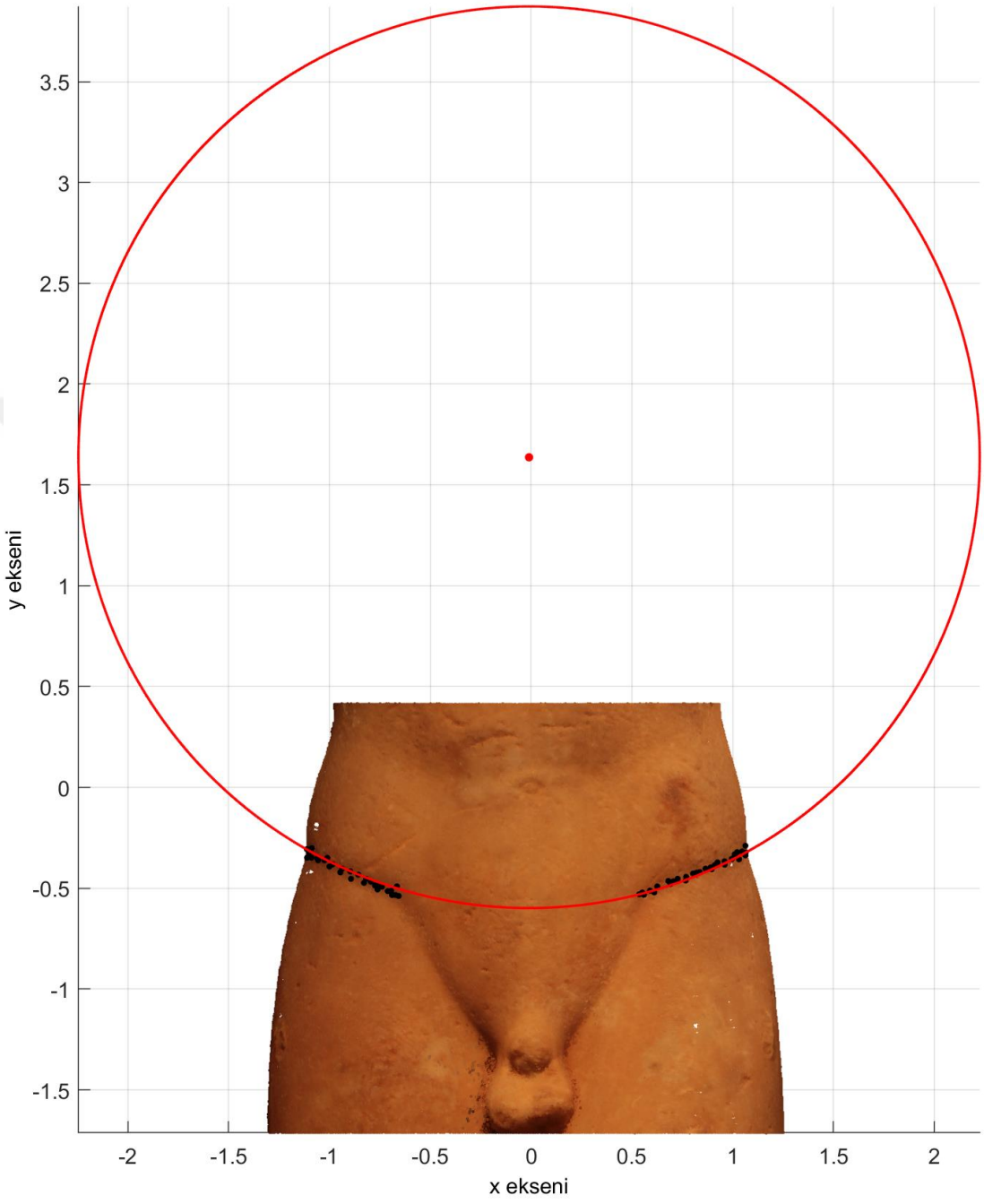
ek s.471

EK 600: Kouros 3686 Cr Yay Hattı ile Rafine Çember Uyumu

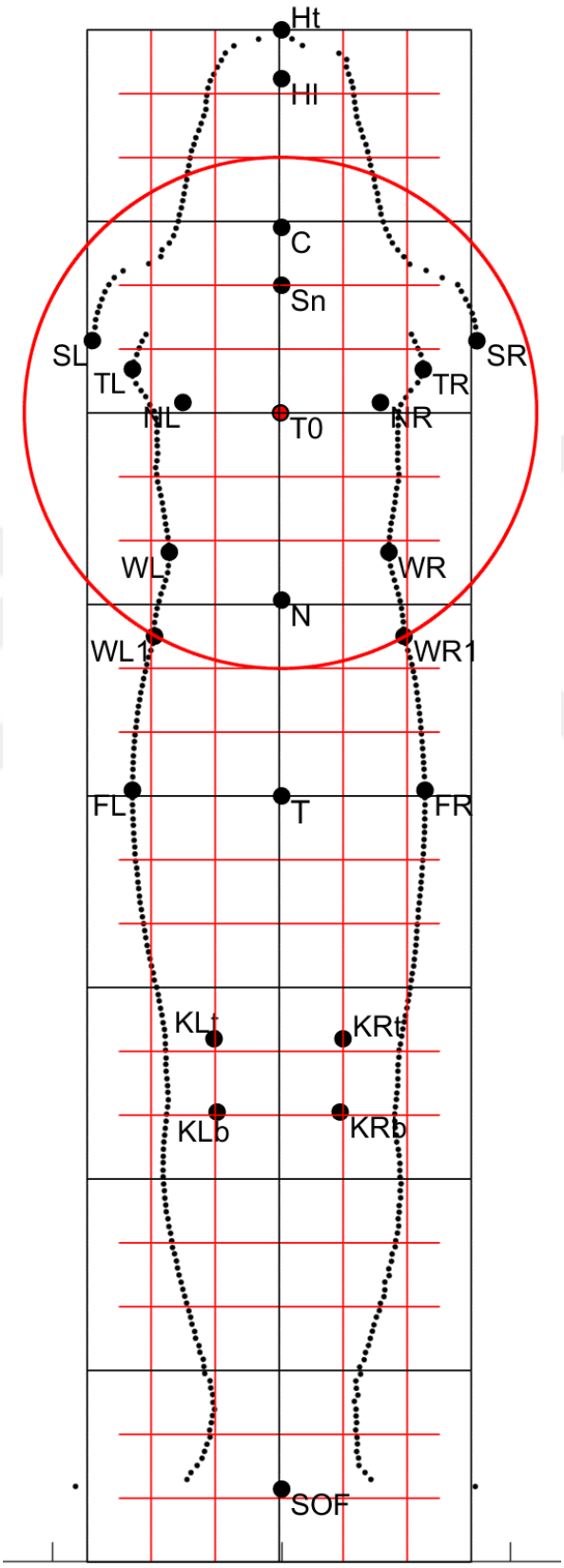
Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [u]
Koordinatlar [u]			M_0 Noktasına Uzaklık [u]	Merkez (M_0) Koordinatları [u]		Yarıçap [u]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
1	-1,056910	-0,356246	2,251441	0,010000	1,636985	2,235450	0,015991
2	1,047160	-0,317925	2,222444	0,010000	1,636985	2,235450	-0,013006
3	-0,983857	-0,381394	2,241038	0,010000	1,636985	2,235450	0,005588
4	1,010040	-0,332295	2,217779	0,010000	1,636985	2,235450	-0,017671
5	-0,896437	-0,416123	2,236296	0,010000	1,636985	2,235450	0,000846
6	0,959745	-0,367024	2,226310	0,010000	1,636985	2,235450	-0,009140
7	-0,818597	-0,453246	2,241181	0,010000	1,636985	2,235450	0,005731
8	0,911843	-0,384978	2,222190	0,010000	1,636985	2,235450	-0,013260
9	-0,763510	-0,478394	2,245574	0,010000	1,636985	2,235450	0,010124
10	0,865139	-0,402950	2,219730	0,010000	1,636985	2,235450	-0,015720
11	-0,694053	-0,513123	2,256300	0,010000	1,636985	2,235450	0,020850
12	0,804065	-0,426900	2,218630	0,010000	1,636985	2,235450	-0,016820
13	-0,672497	-0,533481	2,269322	0,010000	1,636985	2,235450	0,033872
14	0,727423	-0,453246	2,216496	0,010000	1,636985	2,235450	-0,018954
15	-0,774288	-0,486777	2,257100	0,010000	1,636985	2,235450	0,021650
16	1,064730	-0,322939	2,235250	0,010000	1,636985	2,235450	-0,000200
17	-1,024570	-0,361036	2,240857	0,010000	1,636985	2,235450	0,005407
18	1,022020	-0,321517	2,213774	0,010000	1,636985	2,235450	-0,021676
19	-0,937153	-0,402950	2,240747	0,010000	1,636985	2,235450	0,005297
20	0,995671	-0,355048	2,231494	0,010000	1,636985	2,235450	-0,003956
21	-0,856918	-0,432888	2,236435	0,010000	1,636985	2,235450	0,000985
22	0,925016	-0,371874	2,215799	0,010000	1,636985	2,235450	-0,019651
23	-0,794646	-0,467617	2,246111	0,010000	1,636985	2,235450	0,010661
24	0,890288	-0,396962	2,224288	0,010000	1,636985	2,235450	-0,011162
25	-0,739559	-0,492765	2,251242	0,010000	1,636985	2,235450	0,015792
26	0,836399	-0,419715	2,224051	0,010000	1,636985	2,235450	-0,011399
27	-0,656929	-0,538271	2,269417	0,010000	1,636985	2,235450	0,033967
28	0,769336	-0,443666	2,221817	0,010000	1,636985	2,235450	-0,013633
29	-0,710819	-0,514321	2,262579	0,010000	1,636985	2,235450	0,027129
30	0,707065	-0,465222	2,221138	0,010000	1,636985	2,235450	-0,014312
31	-1,089640	-0,348087	2,259675	0,010000	1,636985	2,235450	0,024225
32	0,625632	-0,491567	2,221432	0,010000	1,636985	2,235450	-0,014018
33	-0,999821	-0,392396	2,257904	0,010000	1,636985	2,235450	0,022454
34	0,551385	-0,521506	2,230299	0,010000	1,636985	2,235450	-0,005151
35	-0,893240	-0,453471	2,269387	0,010000	1,636985	2,235450	0,033937
36	0,680719	-0,464024	2,211635	0,010000	1,636985	2,235450	-0,023815
37	-1,056110	-0,361260	2,255510	0,010000	1,636985	2,235450	0,020060
38	0,589706	-0,511925	2,231022	0,010000	1,636985	2,235450	-0,004428
39	-0,945932	-0,421137	2,260936	0,010000	1,636985	2,235450	0,025486
40	0,559768	-0,532284	2,242847	0,010000	1,636985	2,235450	0,007397
41	-0,828573	-0,473224	2,263414	0,010000	1,636985	2,235450	0,027964
42	1,063360	-0,289408	2,205241	0,010000	1,636985	2,235450	-0,030209
43	-0,761511	-0,506162	2,271089	0,010000	1,636985	2,235450	0,035639
44	0,536616	-0,530113	2,234972	0,010000	1,636985	2,235450	-0,000478
45	-1,112390	-0,306174	2,234083	0,010000	1,636985	2,235450	-0,001367
46	0,691102	-0,478817	2,228937	0,010000	1,636985	2,235450	-0,006513
47	-1,111190	-0,348080	2,270044	0,010000	1,636985	2,235450	0,034594
48	1,063540	-0,337310	2,247293	0,010000	1,636985	2,235450	0,011843
49	-0,689659	-0,533706	2,274606	0,010000	1,636985	2,235450	0,039156
50	0,610867	-0,520533	2,245074	0,010000	1,636985	2,235450	0,009624
51	-1,101610	-0,321742	2,242370	0,010000	1,636985	2,235450	0,006920
52	0,766546	-0,461853	2,237888	0,010000	1,636985	2,235450	0,002438
53	-0,665625	-0,490678	2,226385	0,010000	1,636985	2,235450	-0,009065
54	0,895880	-0,405569	2,234422	0,010000	1,636985	2,235450	-0,001028
55	-1,010520	-0,349368	2,224104	0,010000	1,636985	2,235450	-0,011346
56	1,031200	-0,356470	2,248991	0,010000	1,636985	2,235450	0,013541
57	-1,087160	-0,301467	2,217627	0,010000	1,636985	2,235450	-0,017823
58	0,960547	-0,382816	2,240883	0,010000	1,636985	2,235450	0,005433
59	-1,059610	-0,351764	2,248733	0,010000	1,636985	2,235450	0,013283
60	0,821633	-0,422335	2,220903	0,010000	1,636985	2,235450	-0,014547

Hata Değerleri			
Minimum Hata [u]	Maksimum Hata [u]	Ortalama Hata [u]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]
-0,0302	0,392	±0,0148	±0,0179

EK 601: Kouros 3686 Rafine Cr Çemberi

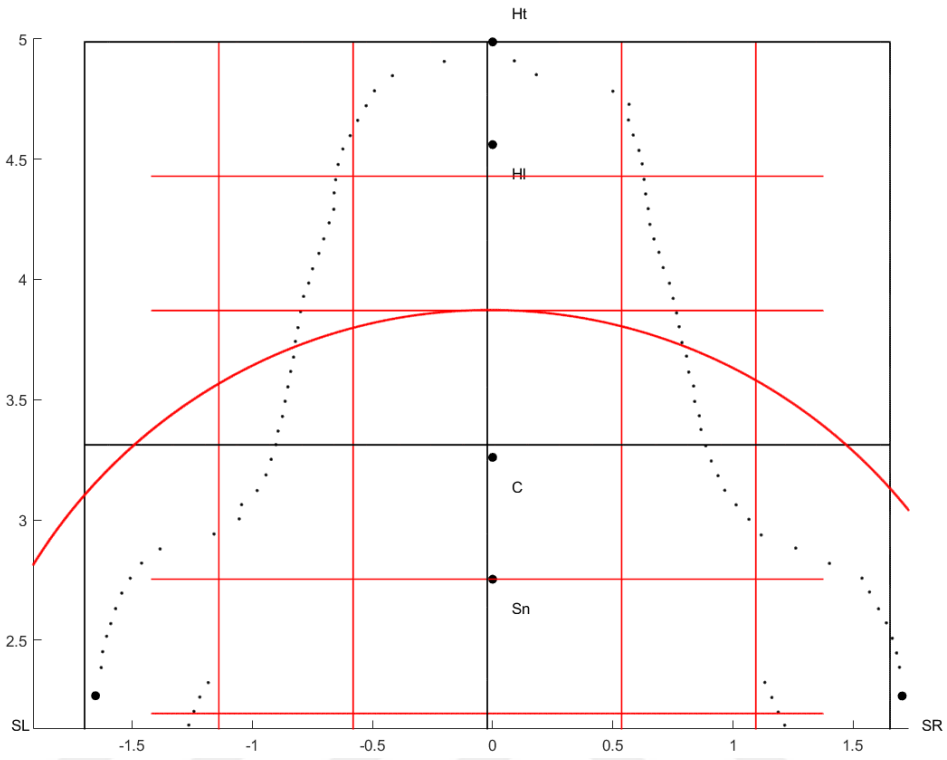


EK 602: Kouros 3686 Teorik Boy h/8/3 Düzeni ve Rafine Cr Çemberi

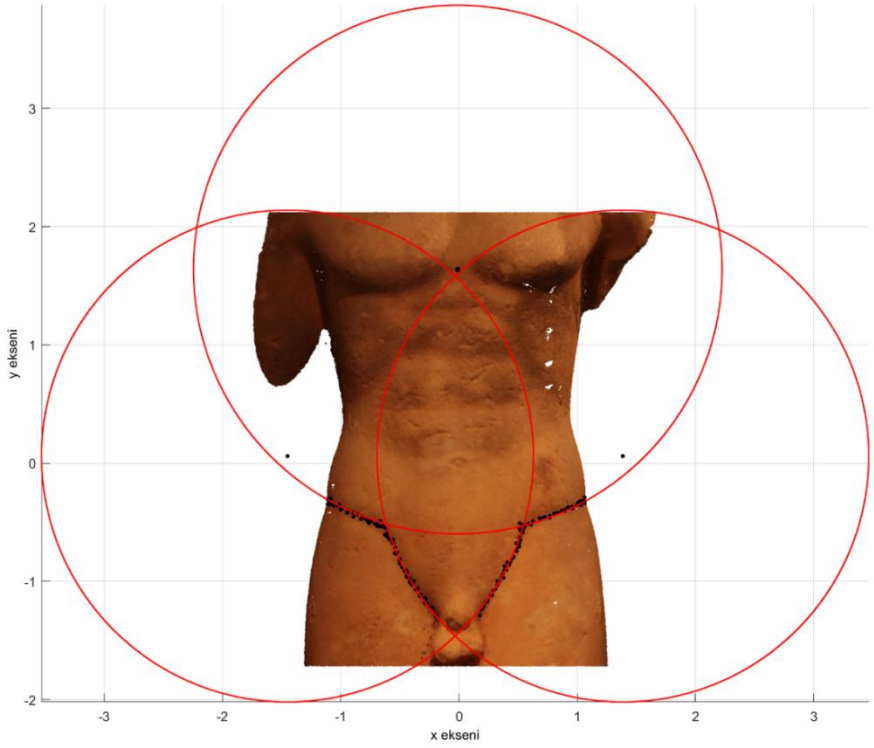


ek s.474

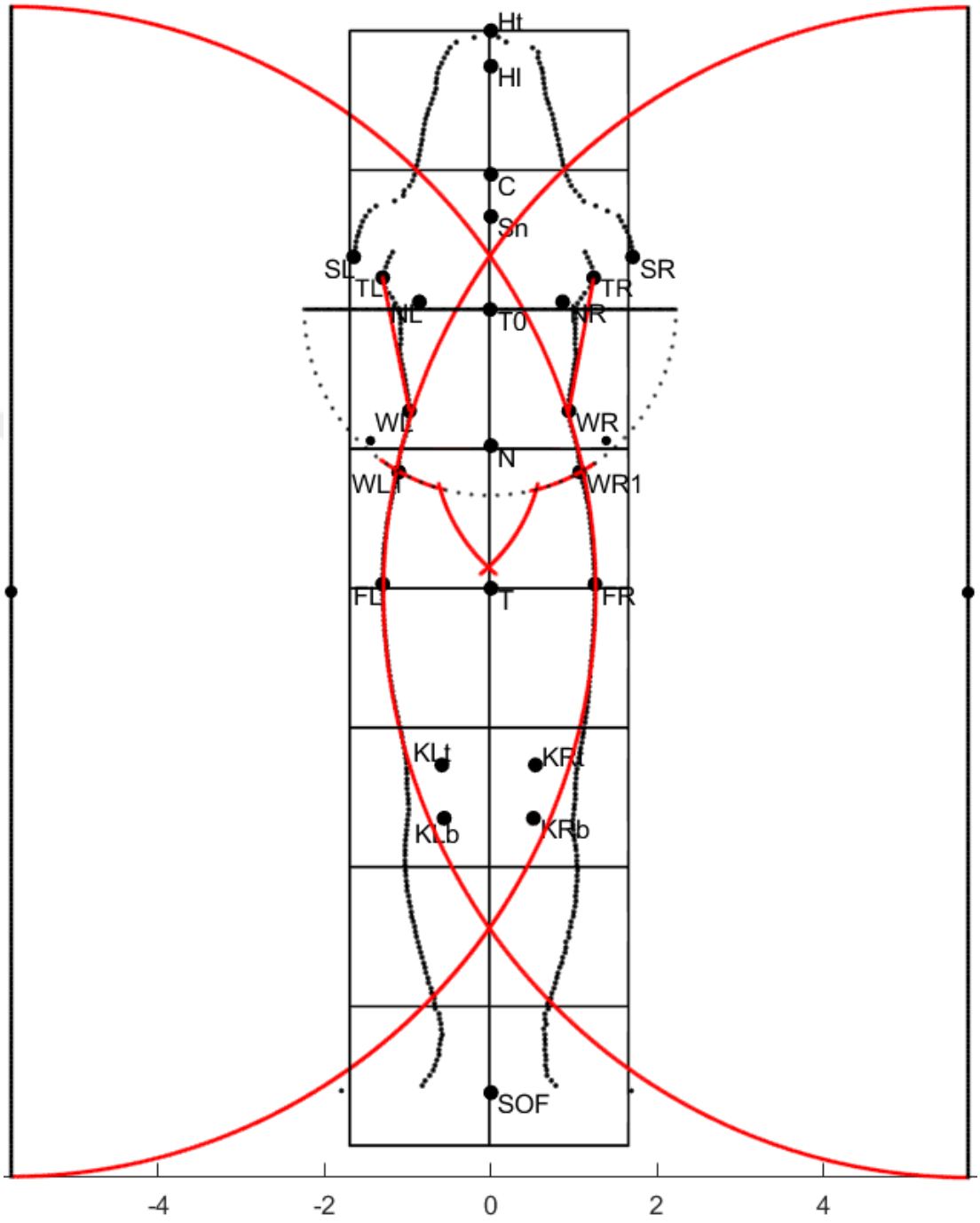
EK 603: Kouros 3686 Teorik Boy h/8/3 Düzeni ve Cr Çemberi Detayı



EK 604: Kouros 3686 Pubik Çemberleri ve Cr Çemberi

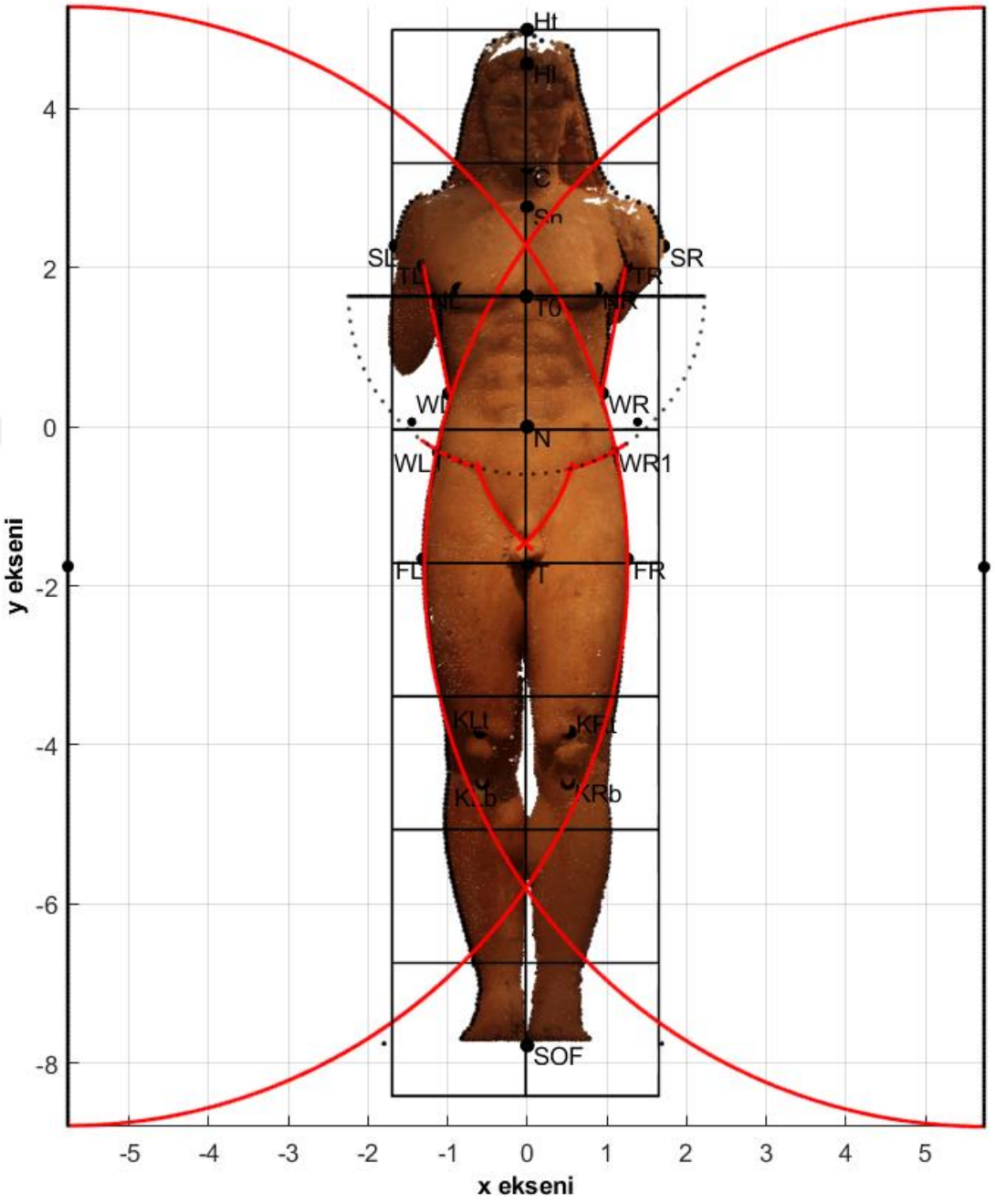


EK 605: Kouros 3686 Geometrik Modeli

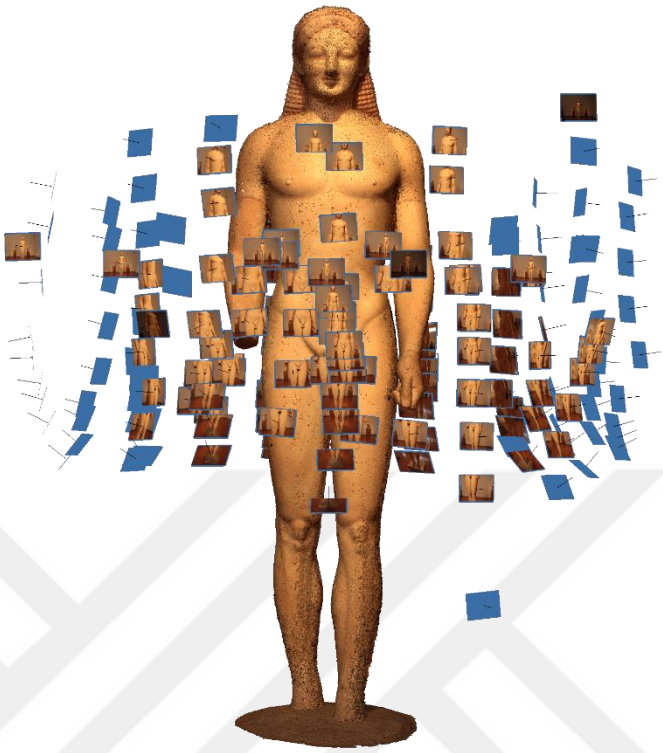


ek s.476

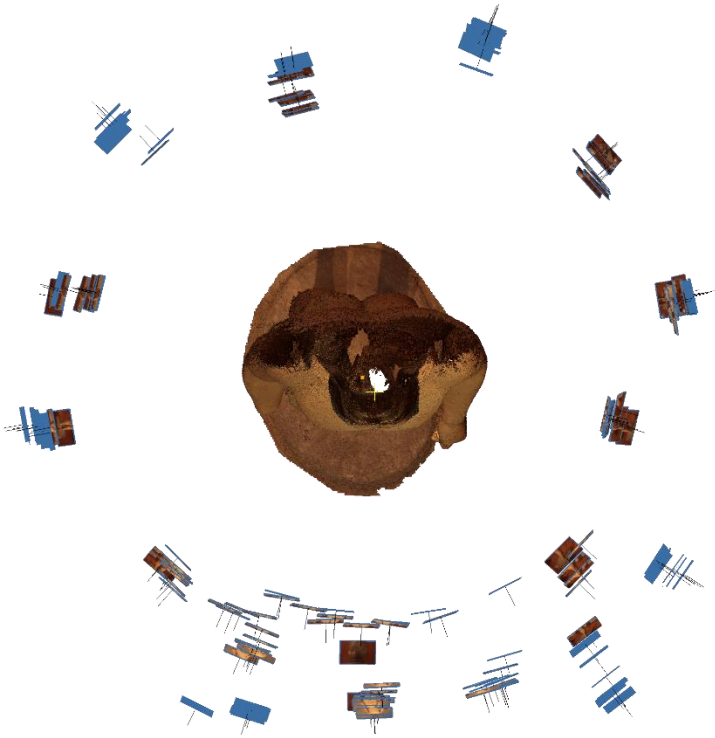
EK 606: Kouros 3686 ve Geometrik Modeli



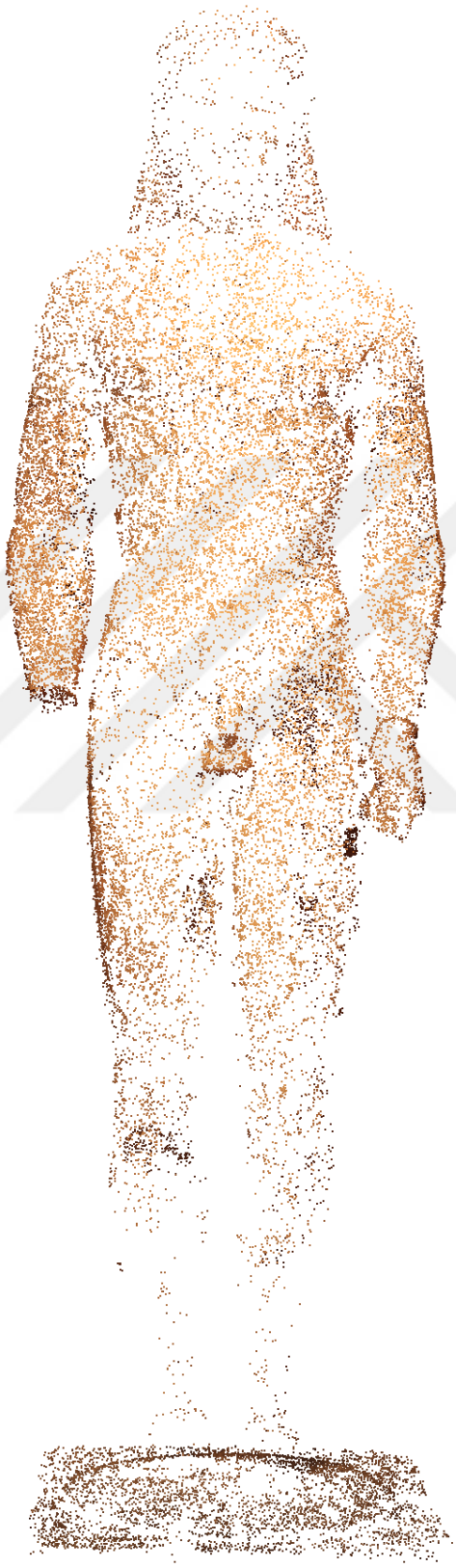
EK 607: Kouros 4890 Fotoğraf Çekimi Planı Önden Görünümü



EK 608: Kouros 4890 Fotoğraf Çekimi Planı Üstten Görünümü

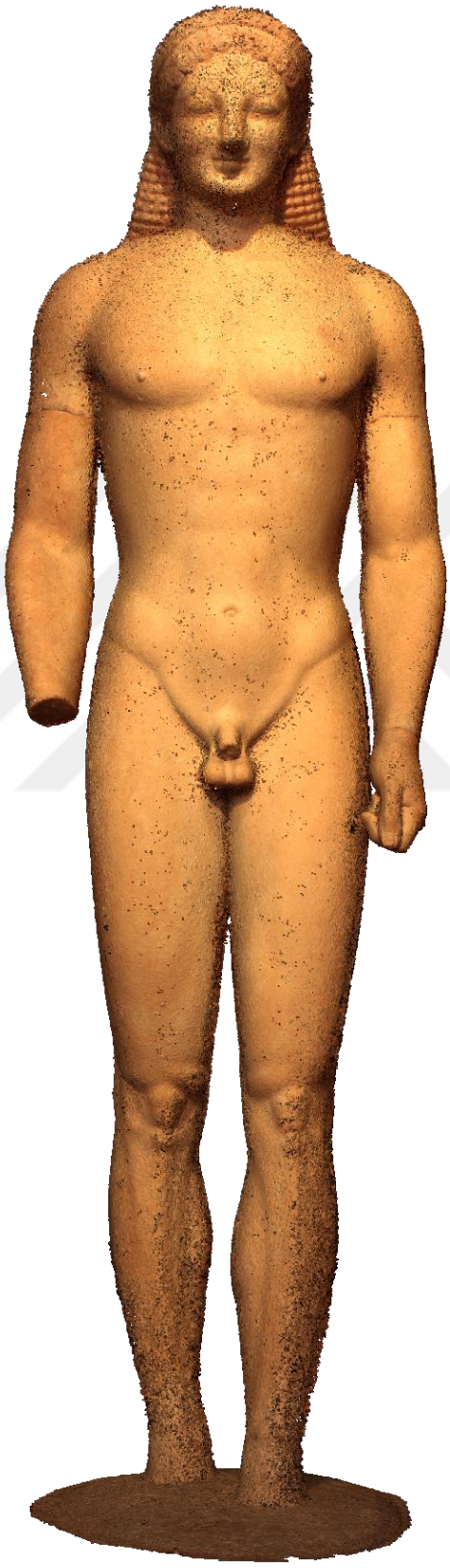


EK 609: Kouros 4890 Nokta Bulutu Modeli

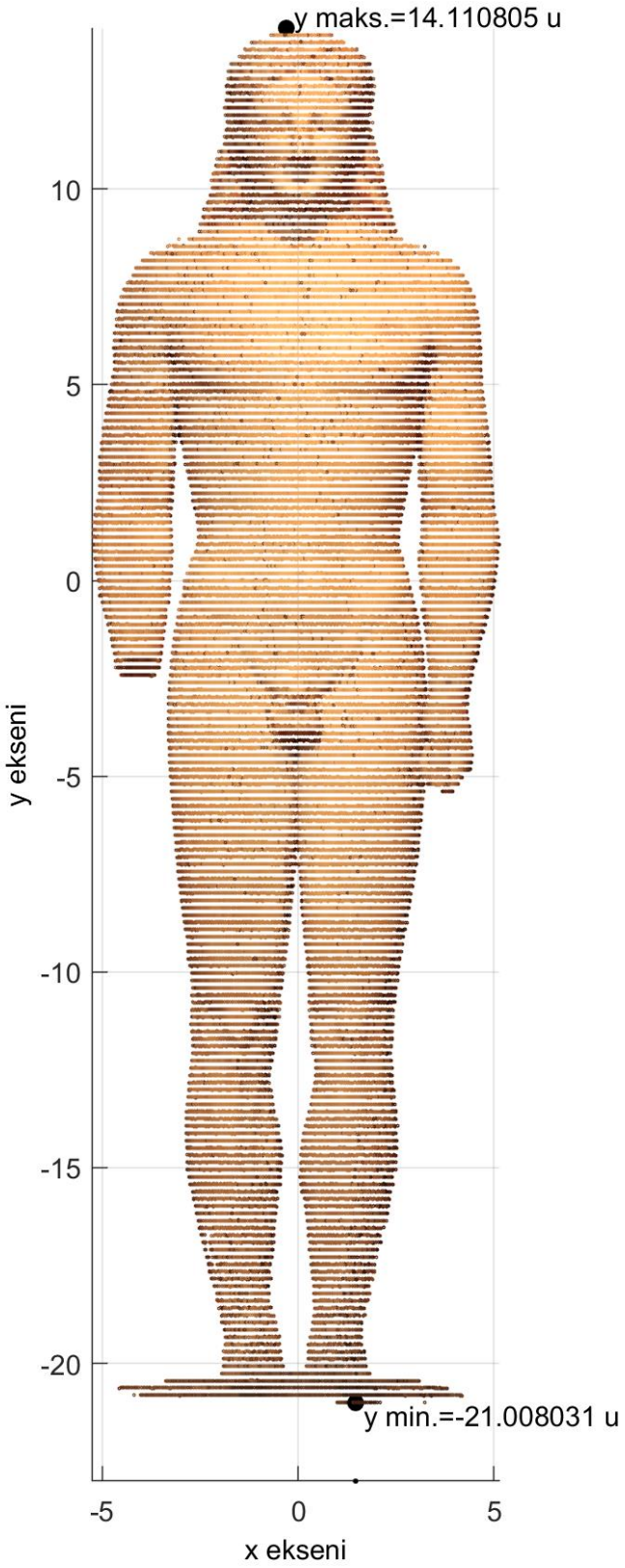


ek s.479

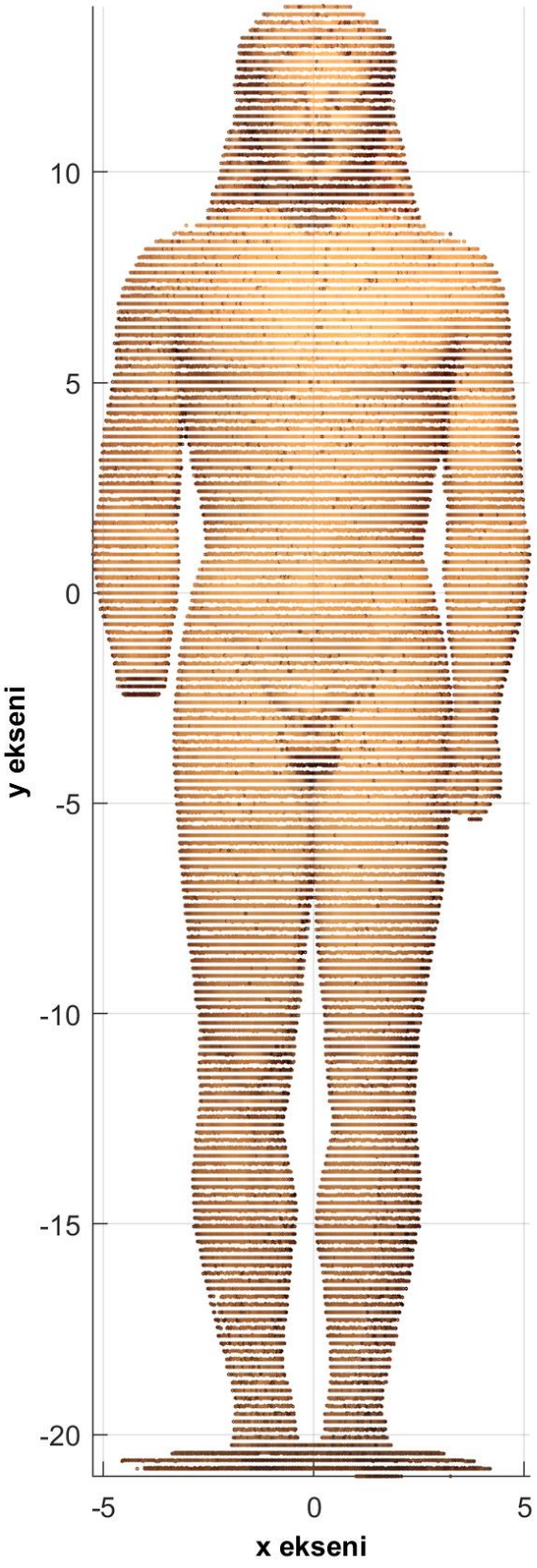
EK 610: Kouros 4890 Yoğun Nokta Bulutu Modeli



EK 611: Kouros 4890 Modelinin y Ekseninde Ölçüleri

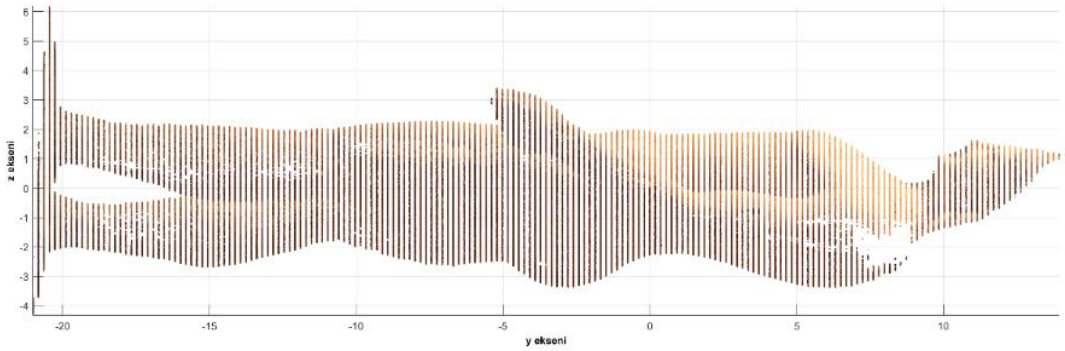


EK 612: Kouros 4890 Transversal Kesitleri Önden Görünümü

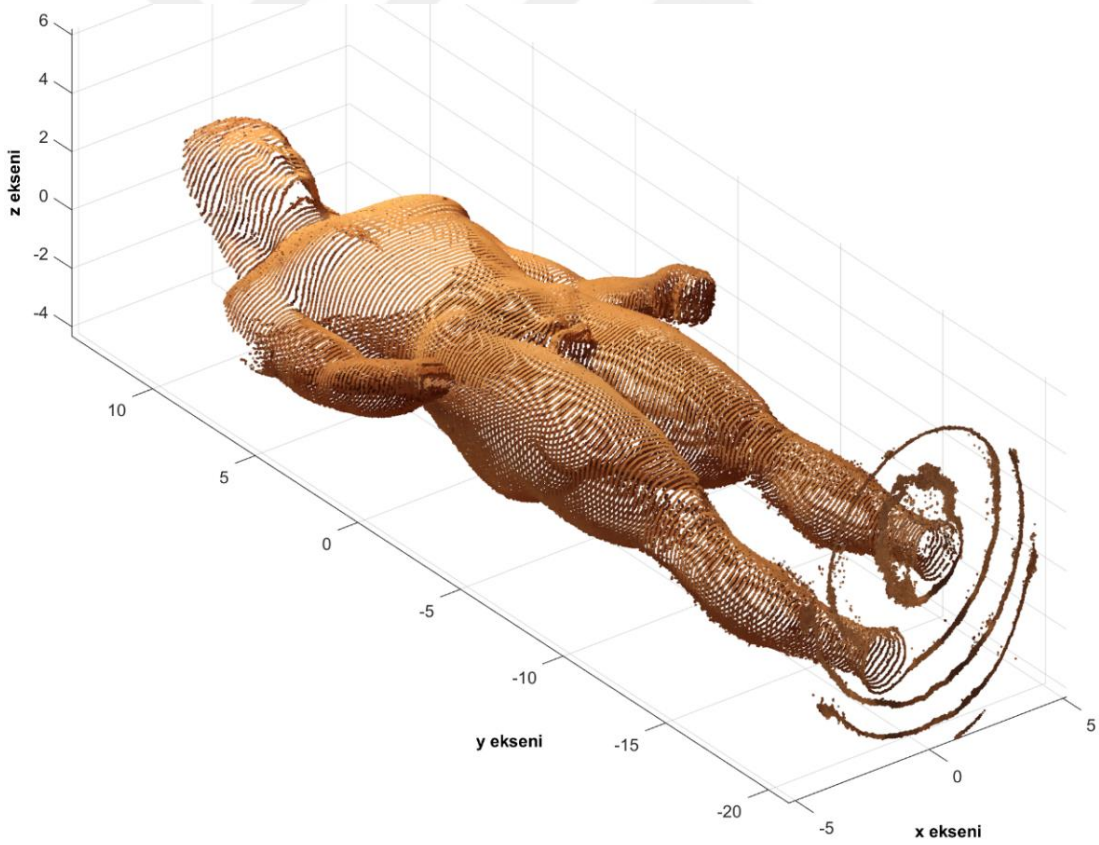


ek s.482

EK 613: Kouros 4890 Transversal Kesitleri Yandan Görünümü



EK 614: Kouros 4890 Transversal Kesitleri Üç Boyutlu Görünümü



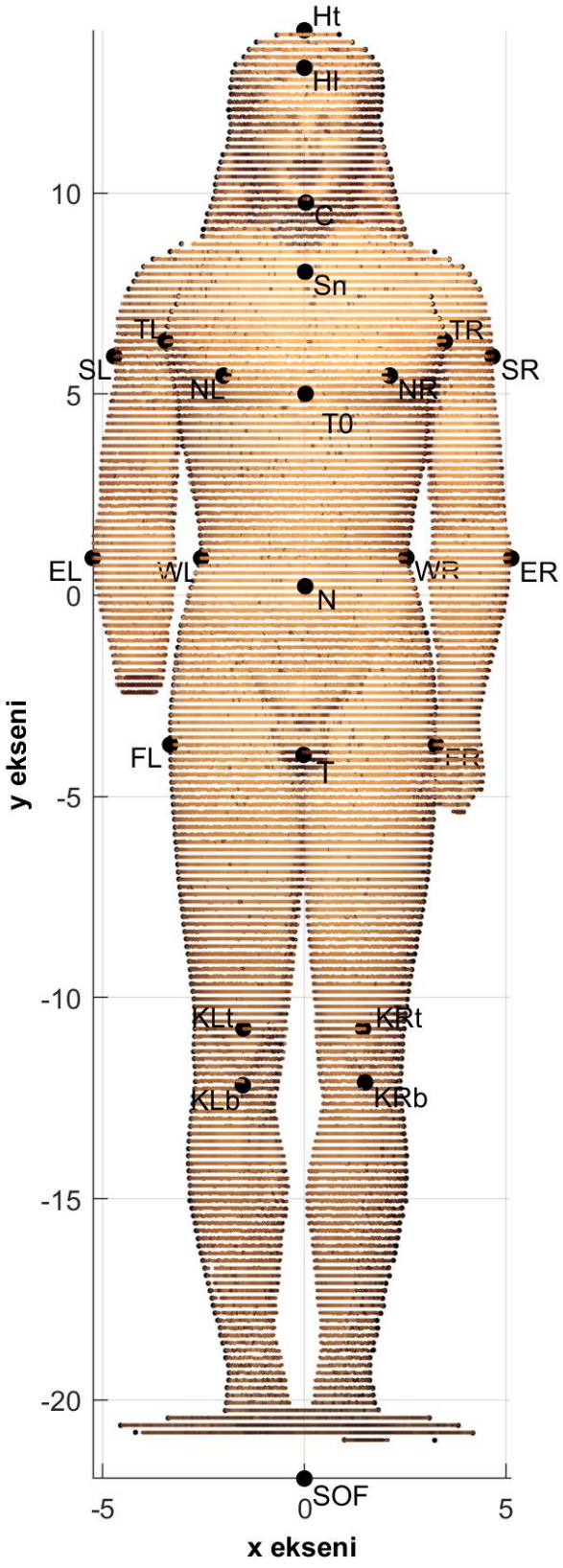
EK 615: Kouros 4890 Referans Noktaların Koordinatları

Referans Nokta	Koordinat Bilgileri		
	x [u]	y [u]	z [u]
Ht	0,000000	14,040000	0,000000
Hl	0,000000	13,110696	1,265000
C	0,039150	9,760000	1,100000
Sn	0,020020	8,037000	0,531900
SL	-4,720190	5,940550	-1,072520
SR	4,667600	5,935270	-1,549340
TL	-3,445020	6,322390	0,046886
TR	3,483550	6,310610	-0,001377
NL	-2,009287	5,460000	1,858000
NR	2,122990	5,460000	1,728000
T0	0,030192	5,007678	1,890000
WL	-2,562240	0,919476	-0,138378
WR	2,532040	0,933945	-0,351609
N	0,020740	0,223340	1,863000
T	-0,020217	-3,967804	2,063000
FL	-3,329890	-3,712260	0,526008
FR	3,267010	-3,718300	0,501320
KLt	-1,513829	-10,771331	0,653528
KRt	1,456095	-10,772732	1,980986
KLb	-1,527849	-12,179169	0,227700
KRb	1,507035	-12,108466	1,977000
SOF	0,000000	-21,955608	4,000000
EL	-5,251590	0,925324	-0,200960
ER	5,131720	0,919519	-0,578477

EK 616: Kouros 4890 Boy Uzunluğuna Oranlar

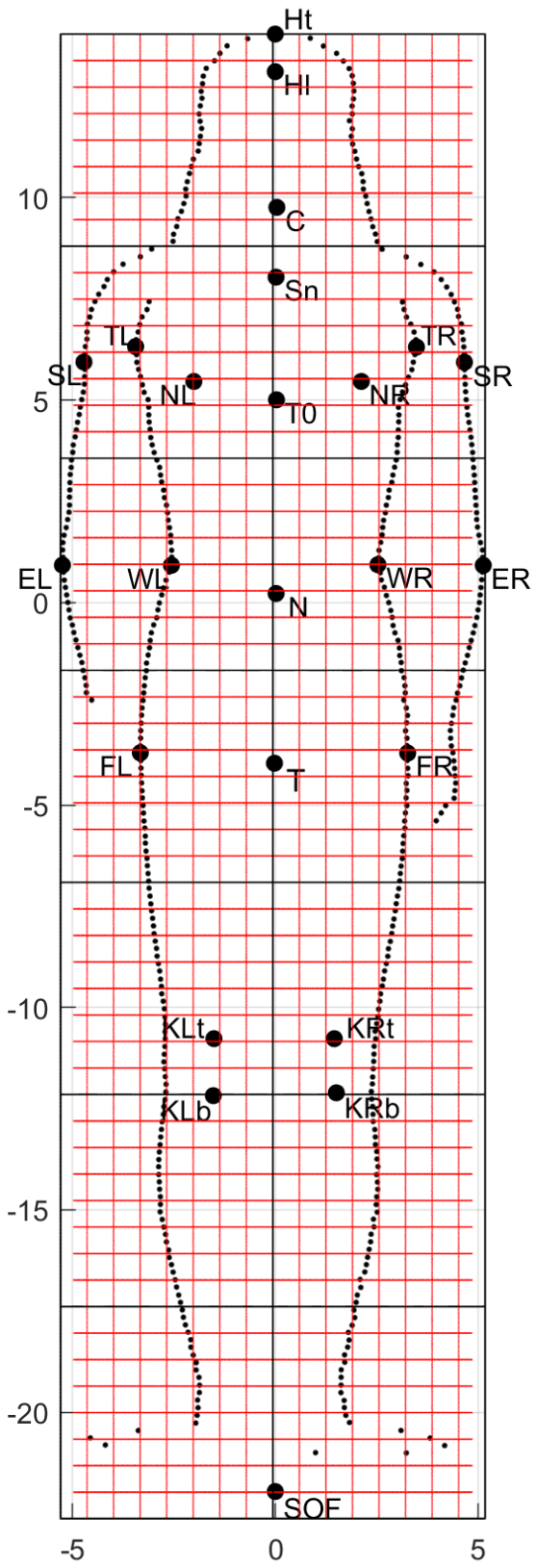
Ölçme Bilgileri			Uzaklık/Teorik Boy Uzunluğu ($\|P_2-P_1\|$ / [2|Ht-T|])
Başlangıç (P_1)	Bitiş (P_2)	Uzaklık [u] ($\|P_2-P_1\|$)	
C	Ht	4,280000	5/42
C	Hl	3,350696	4/43
Hl	Ht	0,929304	1/39
SL	SR	9,387790	6/23
TL	TR	6,928570	5/26
WL	WR	5,094280	14/99
FL	FR	6,596900	13/71
T	Ht	18,007804	1/2
T	Hl	17,078500	46/97
T	C	13,727804	8/21
T	Sn	12,004804	1/3
T	SL-SR	9,903074	11/40
T	TL-TR	10,278414	2/7
T	T0	8,975482	1/4
T	NL-NR	9,427804	11/42
T	WL-WR	4,901749	3/22
T	N	4,191144	5/43
T	FL-FR	0,255544	1/141
T	KLt-KRt	6,803527	17/90
T	KLb-KRb	8,211365	13/57
T	SOF	17,987804	1/2
EL	ER	10,38331	15/52

EK 617: Kouros 4890 Referans Noktalar



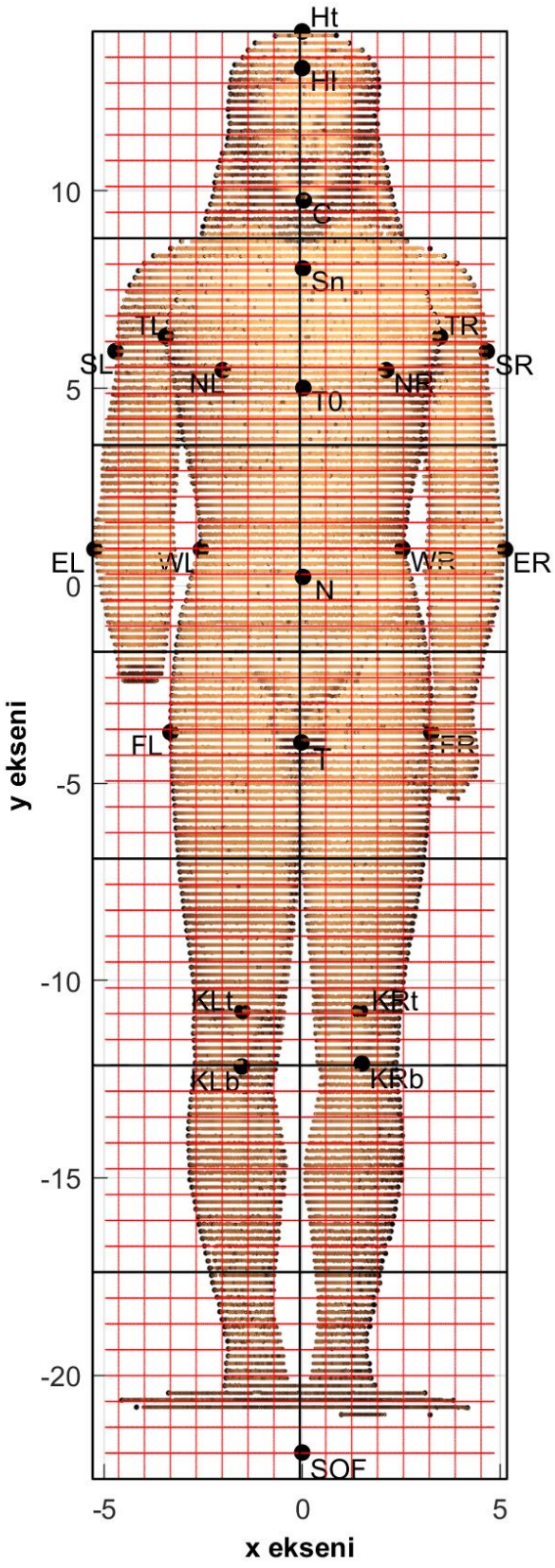
ek s.486

EK 618: Kouros 4890 Teorik Boy h*/7/8 Parçalanması



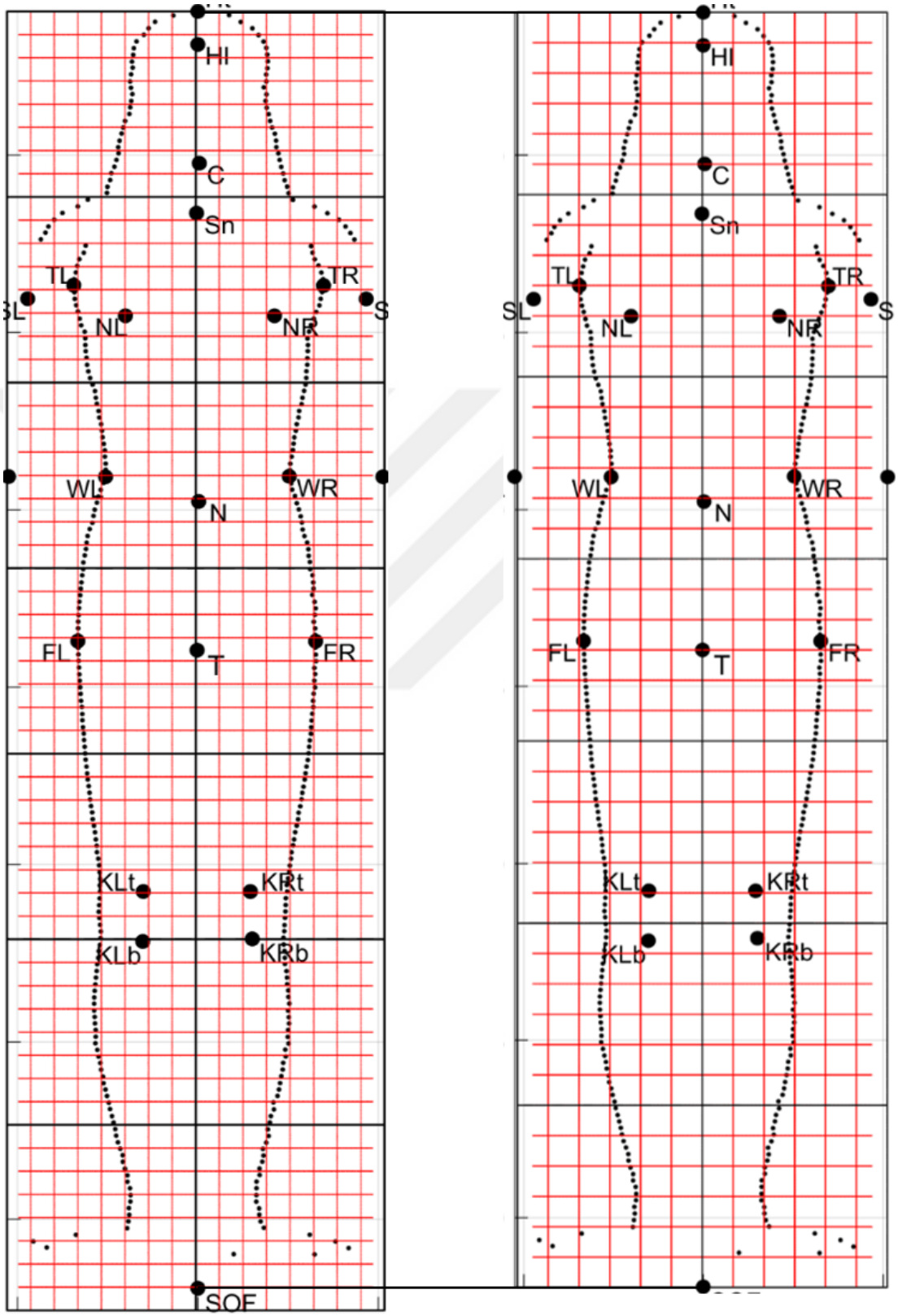
ek s.487

EK 619: Kouros 4890 ve Teorik Boy h*/7/8 Parçalanması



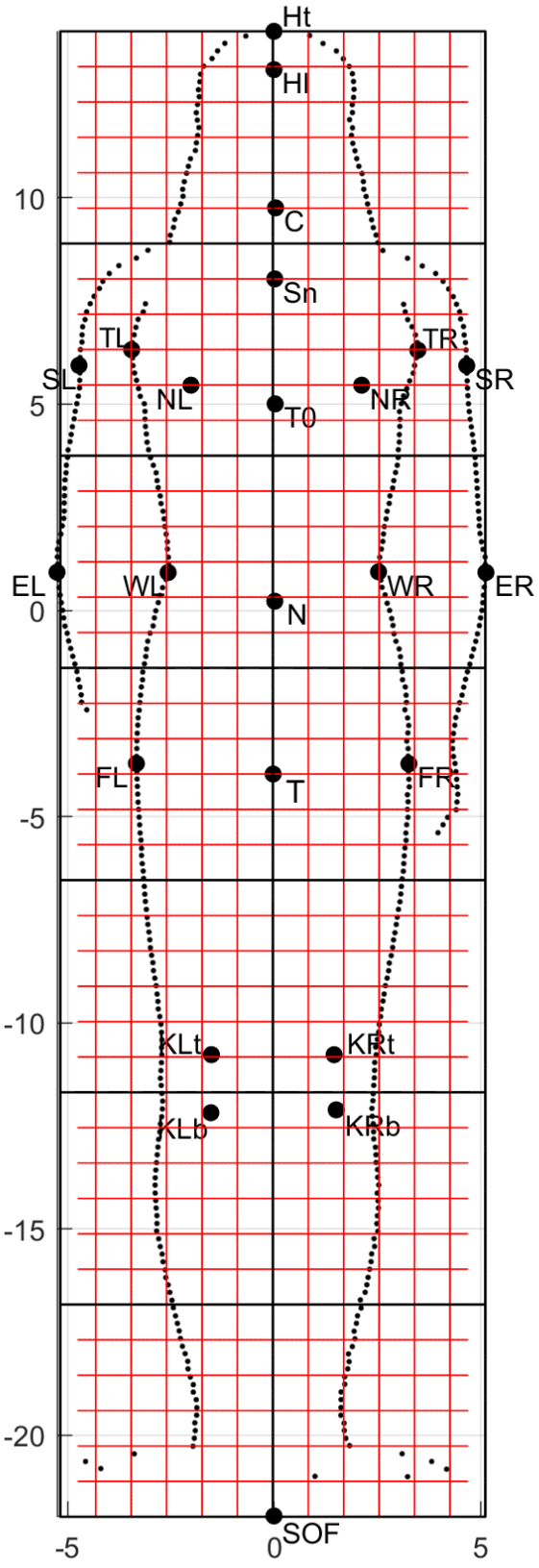
ek s.488

EK 620: Kouros 4890 Teorik Boyu ve Boy Uzunluğu Geçişi



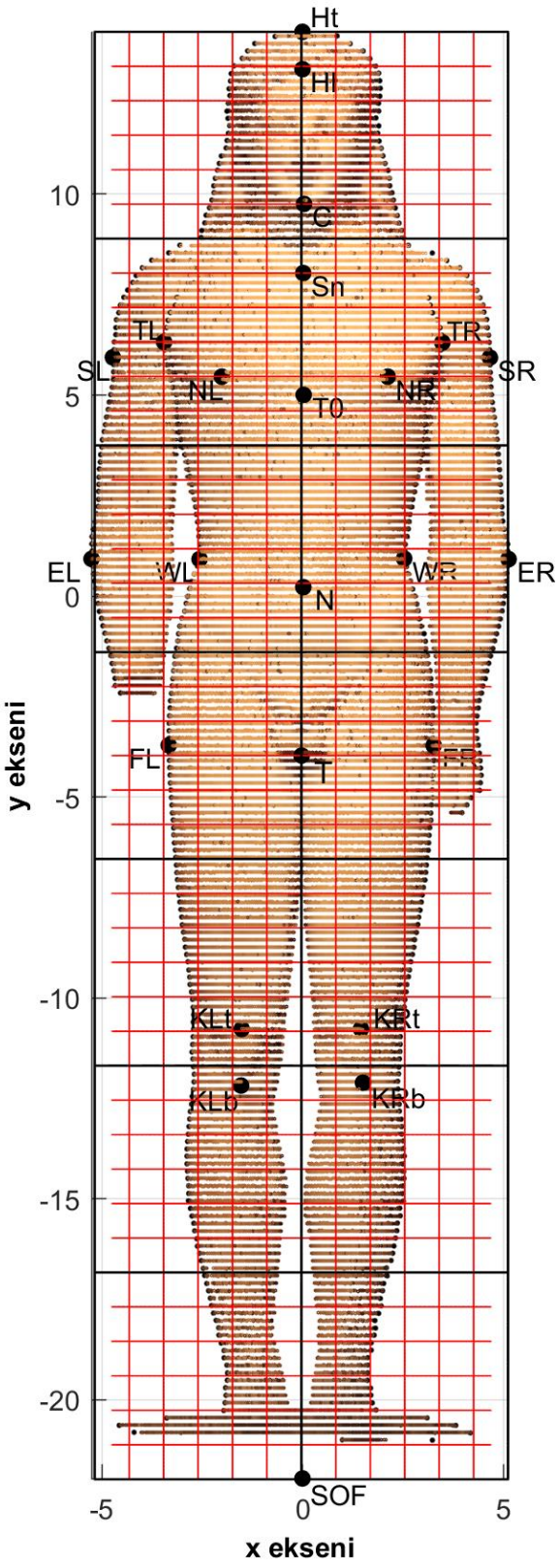
ek s.489

EK 621: Kouros 4890 Boy Uzunluğunun h/7/6 Parçalanması



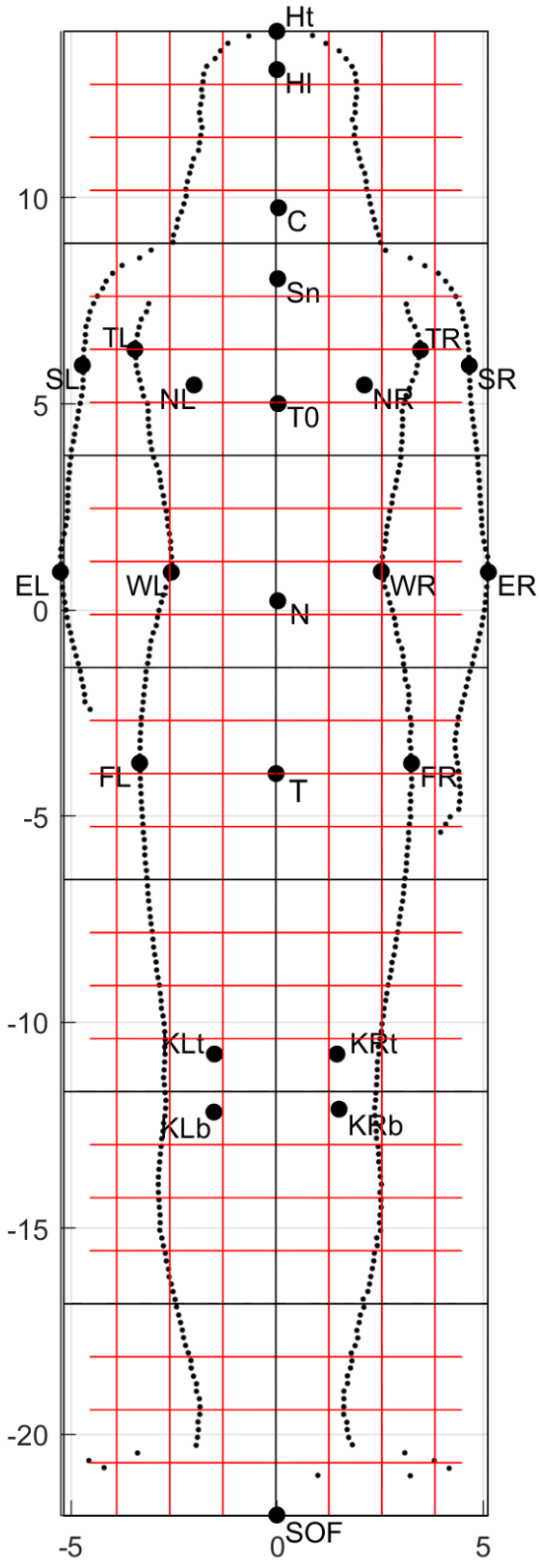
ek s.490

EK 622: Kouros 4890 ve Boy Uzunluğunun h/7/6 Parçalanması



ek s.491

EK 623: Kouros 4890 Boy Uzunluğunun h/7/4 Parçalanması



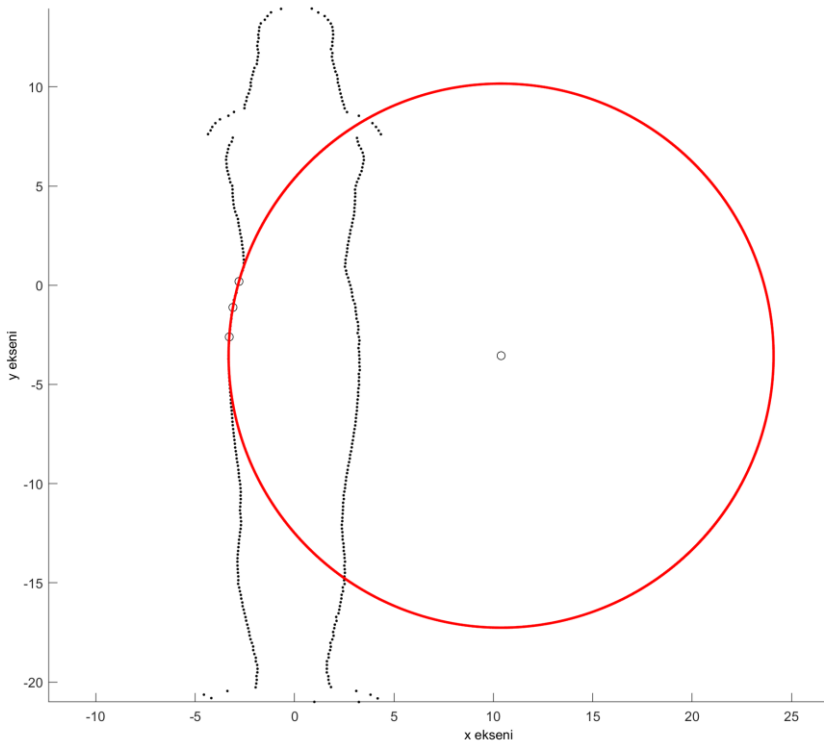
ek s.492

EK 624: Kouros 4890 Sol Kalça Sınırı ile Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [u]
Koordinatlar [u]			M_0 Noktasına Uzaklık [u]	M_0 Koordinatları [u]		Yarıçap [u]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
94	-3,329890	-3,712260	13,718753	10,387900	-3,549700	13,708400	0,010353
95	-3,323920	-3,540580	13,711823	10,387900	-3,549700	13,708400	0,003423
96	-3,320740	-3,349620	13,710100	10,387900	-3,549700	13,708400	0,001700
97	-3,318080	-3,164180	13,711401	10,387900	-3,549700	13,708400	0,003001
98	-3,309800	-2,979170	13,709577	10,387900	-3,549700	13,708400	0,001177
99	-3,297730	-2,781850	13,707154	10,387900	-3,549700	13,708400	-0,001246
100	-3,287850	-2,603880	13,708418	10,387900	-3,549700	13,708400	0,000018
101	-3,262090	-2,420330	13,696631	10,387900	-3,549700	13,708400	-0,011769
102	-3,245050	-2,232180	13,696466	10,387900	-3,549700	13,708400	-0,011934
103	-3,229000	-2,055610	13,698623	10,387900	-3,549700	13,708400	-0,009777
104	-3,208870	-1,856420	13,701801	10,387900	-3,549700	13,708400	-0,006599
105	-3,180300	-1,683660	13,695918	10,387900	-3,549700	13,708400	-0,012482
106	-3,175270	-1,495650	13,717824	10,387900	-3,549700	13,708400	0,009424
107	-3,136150	-1,297370	13,710322	10,387900	-3,549700	13,708400	0,001922
108	-3,102910	-1,116880	13,708412	10,387900	-3,549700	13,708400	0,000012
109	-3,085180	-0,937471	13,723980	10,387900	-3,549700	13,708400	0,015580
110	-3,056120	-0,747824	13,732887	10,387900	-3,549700	13,708400	0,024487
111	-3,000140	-0,552557	13,719420	10,387900	-3,549700	13,708400	0,011020
112	-2,925990	-0,376969	13,686705	10,387900	-3,549700	13,708400	-0,021695
113	-2,894850	-0,180578	13,703373	10,387900	-3,549700	13,708400	-0,005027
114	-2,860040	-0,009809	13,712722	10,387900	-3,549700	13,708400	0,004322
115	-2,800690	0,189488	13,708407	10,387900	-3,549700	13,708400	0,000007
116	-2,759050	0,360981	13,716258	10,387900	-3,549700	13,708400	0,007858
117	-2,695970	0,550435	13,711264	10,387900	-3,549700	13,708400	0,002864
118	-2,612080	0,748938	13,692252	10,387900	-3,549700	13,708400	-0,016148
119	-2,562240	0,919476	13,699623	10,387900	-3,549700	13,708400	-0,008777

Hata Değerleri			
Minimum Hata [u]	Maksimum Hata [u]	Ortalama Hata [u]	Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]
-0,0217	0,02	±0,0078	±0,0102

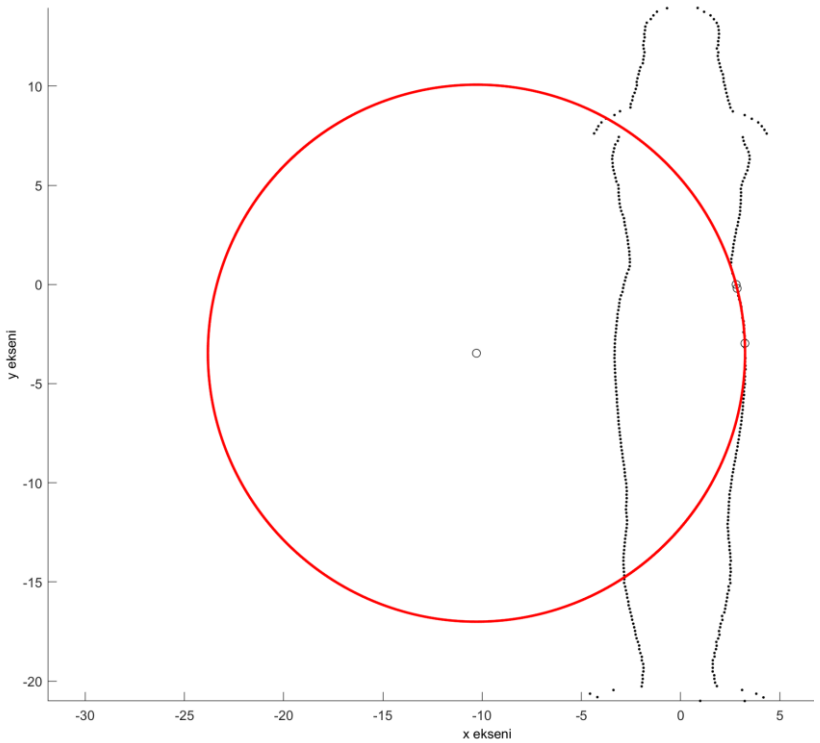
EK 625: Kouros 4890 Sol Kalça Sınırına Uyan Çember



EK 626: Kouros 4890 Sağ Kalça Sınırı ile Çember Uyumu

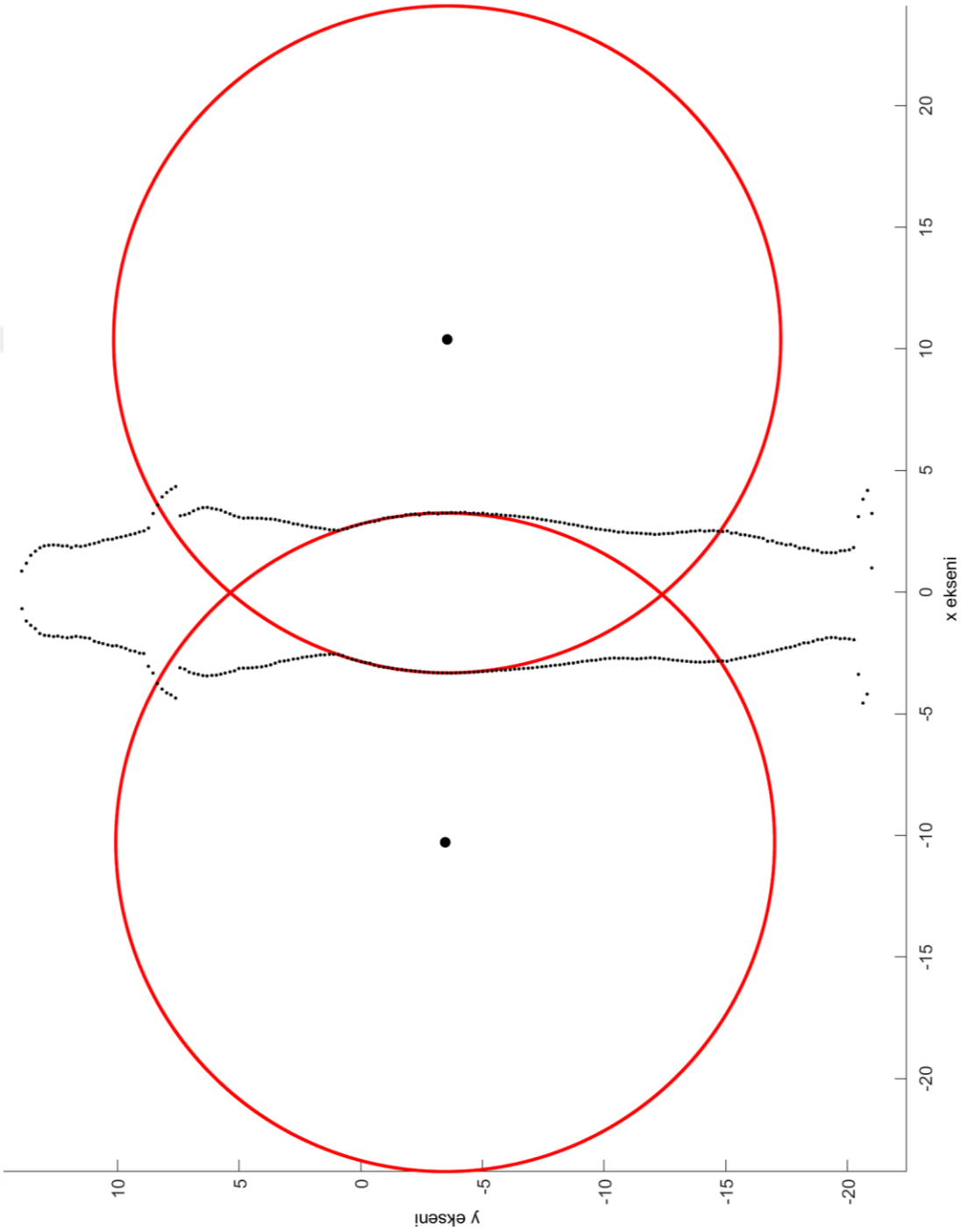
Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [u]
Koordinatlar [u]			M_0 Noktasına Uzaklık [u]	M_0 Koordinatları [u]		Yarıçap [u]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
94	-3,329890	-3,712260	13,554740	-10,285400	-3,467000	13,536700	0,018040
95	-3,323920	-3,540580	13,535034	-10,285400	-3,467000	13,536700	-0,001666
96	-3,320740	-3,349620	13,534990	-10,285400	-3,467000	13,536700	-0,001710
97	-3,318080	-3,164180	13,504240	-10,285400	-3,467000	13,536700	-0,032460
98	-3,309800	-2,979170	13,536793	-10,285400	-3,467000	13,536700	0,000093
99	-3,297730	-2,781850	13,565153	-10,285400	-3,467000	13,536700	0,028453
100	-3,287850	-2,603880	13,548218	-10,285400	-3,467000	13,536700	0,011518
101	-3,262090	-2,420330	13,499008	-10,285400	-3,467000	13,536700	-0,037692
102	-3,245050	-2,232180	13,550700	-10,285400	-3,467000	13,536700	0,014000
103	-3,229000	-2,055610	13,558092	-10,285400	-3,467000	13,536700	0,021392
104	-3,208870	-1,856420	13,560208	-10,285400	-3,467000	13,536700	0,023508
105	-3,180300	-1,683660	13,518212	-10,285400	-3,467000	13,536700	-0,018488
106	-3,175270	-1,495650	13,538437	-10,285400	-3,467000	13,536700	0,001737
107	-3,136150	-1,297370	13,530671	-10,285400	-3,467000	13,536700	-0,006029
108	-3,102910	-1,116880	13,552440	-10,285400	-3,467000	13,536700	0,015740
109	-3,085180	-0,937471	13,554373	-10,285400	-3,467000	13,536700	0,017673
110	-3,056120	-0,747824	13,515243	-10,285400	-3,467000	13,536700	-0,021457
111	-3,000140	-0,552557	13,507237	-10,285400	-3,467000	13,536700	-0,029463
112	-2,925990	-0,376969	13,529191	-10,285400	-3,467000	13,536700	-0,007509
113	-2,894850	-0,180578	13,536793	-10,285400	-3,467000	13,536700	0,000093
114	-2,860040	-0,009809	13,536793	-10,285400	-3,467000	13,536700	0,000093
115	-2,800690	0,189488	13,526670	-10,285400	-3,467000	13,536700	-0,010030
116	-2,759050	0,360981	13,534895	-10,285400	-3,467000	13,536700	-0,001805
117	-2,695970	0,550435	13,515561	-10,285400	-3,467000	13,536700	-0,021139
118	-2,612080	0,748938	13,541675	-10,285400	-3,467000	13,536700	0,004975
119	-2,562240	0,919476	13,551940	-10,285400	-3,467000	13,536700	0,015240
Hata Değerleri							
Minimum Hata [u]		**Maksimum Hata [u]**		**Ortalama Hata [u]**		**Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]**	
-0,0377		0,03		±0,0139		±0,0180	

EK 627: Kouros 4890 Sağ Kalça Sınırına Uyan Çember



ek s.494

EK 628: Kouros 4890 Kalça Sınırlarına Uyan Çemberler



EK 629: Kouros 4890 Genişletilmiş Sol Femur Sınırı ile Çember Uyumu

Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [u]
Koordinatlar [u]			M_0 Noktasına Uzaklık [u]	M_0 Koordinatları [u]		Yarıçap [u]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
64	-2,829270	-9,302820	58,061764	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,002036
65	-2,851540	-9,099920	58,056300	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,007500
66	-2,883460	-8,917370	58,063778	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,000022
67	-2,916250	-8,733360	58,072524	54,681700	-1,324300	58,063800	0,008724
68	-2,930610	-8,541350	58,062588	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,001212
69	-2,961700	-8,362990	58,071548	54,681700	-1,324300	58,063800	0,007748
70	-2,990530	-8,179400	58,078210	54,681700	-1,324300	58,063800	0,014410
71	-3,004950	-7,986800	58,070117	54,681700	-1,324300	58,063800	0,006317
72	-3,026200	-7,799020	58,069990	54,681700	-1,324300	58,063800	0,006190
73	-3,052480	-7,612750	58,075642	54,681700	-1,324300	58,063800	0,011842
74	-3,070010	-7,442230	58,074858	54,681700	-1,324300	58,063800	0,011058
75	-3,089270	-7,250800	58,074163	54,681700	-1,324300	58,063800	0,010363
76	-3,113790	-7,055240	58,078932	54,681700	-1,324300	58,063800	0,015132
77	-3,126120	-6,880630	58,074236	54,681700	-1,324300	58,063800	0,010436
78	-3,138620	-6,692300	58,068966	54,681700	-1,324300	58,063800	0,005166
79	-3,154810	-6,500090	58,067639	54,681700	-1,324300	58,063800	0,003839
80	-3,164870	-6,319410	58,061836	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,001964
81	-3,187940	-6,139550	58,069629	54,681700	-1,324300	58,063800	0,005829
82	-3,204120	-5,942490	58,069750	54,681700	-1,324300	58,063800	0,005950
83	-3,206560	-5,769220	58,058660	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,005140
84	-3,218170	-5,570350	58,055352	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,008448
85	-3,239140	-5,395960	58,063776	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,000024
86	-3,251120	-5,199540	58,062287	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,001513
87	-3,262140	-5,013540	58,061167	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,002633
88	-3,276440	-4,825170	58,063776	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,000024
89	-3,288460	-4,650590	58,065512	54,681700	-1,324300	58,063800	0,001712
90	-3,297190	-4,455100	58,063358	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,000442
91	-3,305510	-4,268290	58,061895	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,001905
92	-3,313250	-4,089510	58,060835	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,002965
93	-3,318660	-3,904470	58,057722	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,006078
94	-3,329890	-3,712260	58,060718	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,003082
95	-3,323920	-3,540580	58,047944	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,015856
96	-3,320740	-3,349620	58,037789	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,026011
162	-2,522230	8,922170	58,114368	54,681700	-1,324300	58,063800	0,050568
163	-2,509250	9,095390	58,132389	54,681700	-1,324300	58,063800	0,068589
164	-2,431640	9,286520	58,090646	54,681700	-1,324300	58,063800	0,026846
165	-2,401140	9,478790	58,096105	54,681700	-1,324300	58,063800	0,032305
166	-2,314740	9,661190	58,045458	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,018342
167	-2,255970	9,853510	58,024492	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,039308
168	-2,201010	10,039100	58,006634	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,057166
169	-2,209390	10,209900	58,048548	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,015252
170	-2,170830	10,393900	58,047622	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,016178
171	-2,115470	10,597400	58,034864	54,681700	-1,324300	58,063800	-0,028936

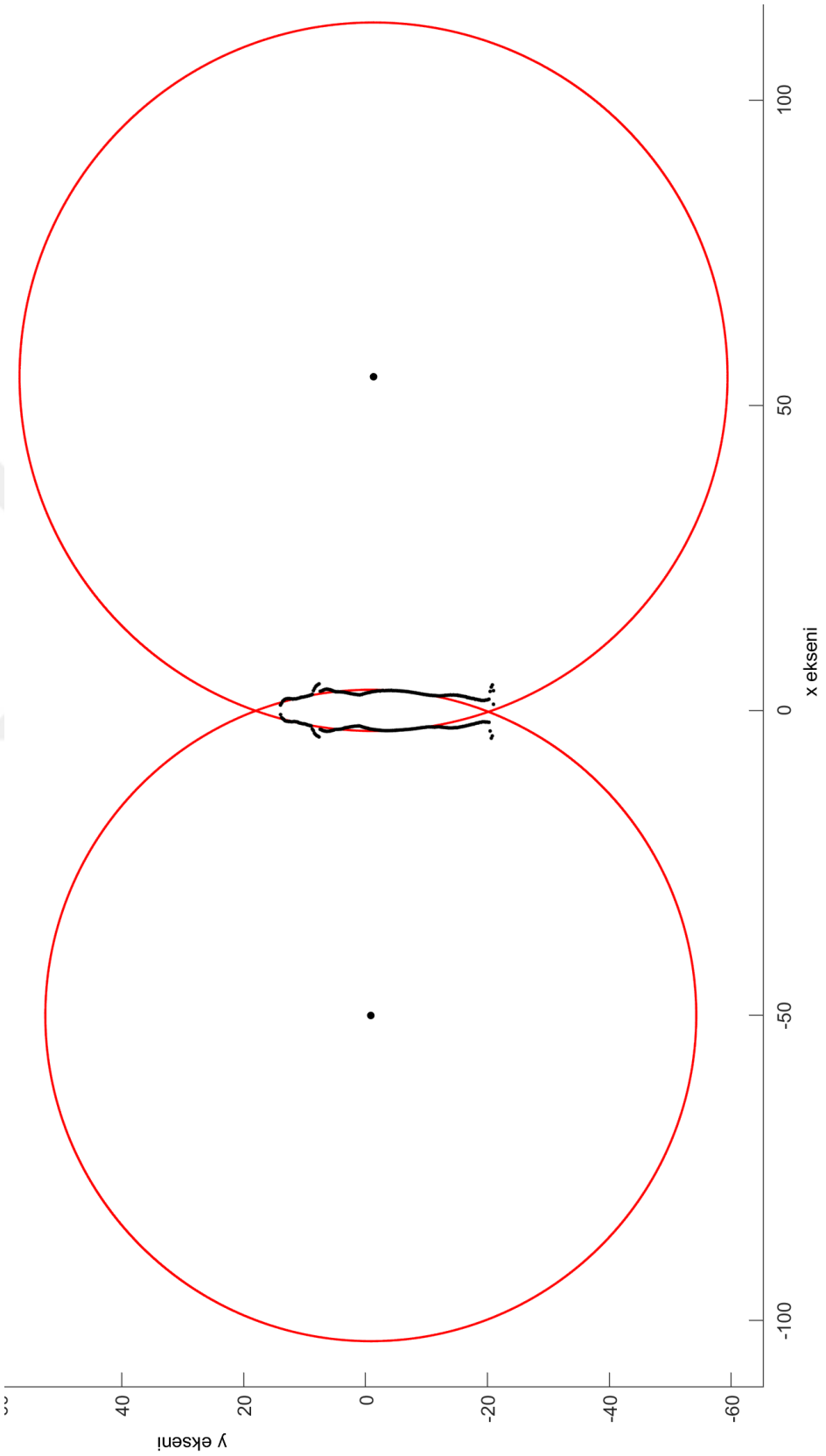
Hata Değerleri			
Minimum Hata [u]	**Maksimum Hata [u]**	**Ortalama Hata [u]**	**Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]**
-0,0572	0,07	±0,0131	±0,204

EK 630: Kouros 4890 Genişletilmiş Sağ Femur Sınırı ile Çember Uyumu

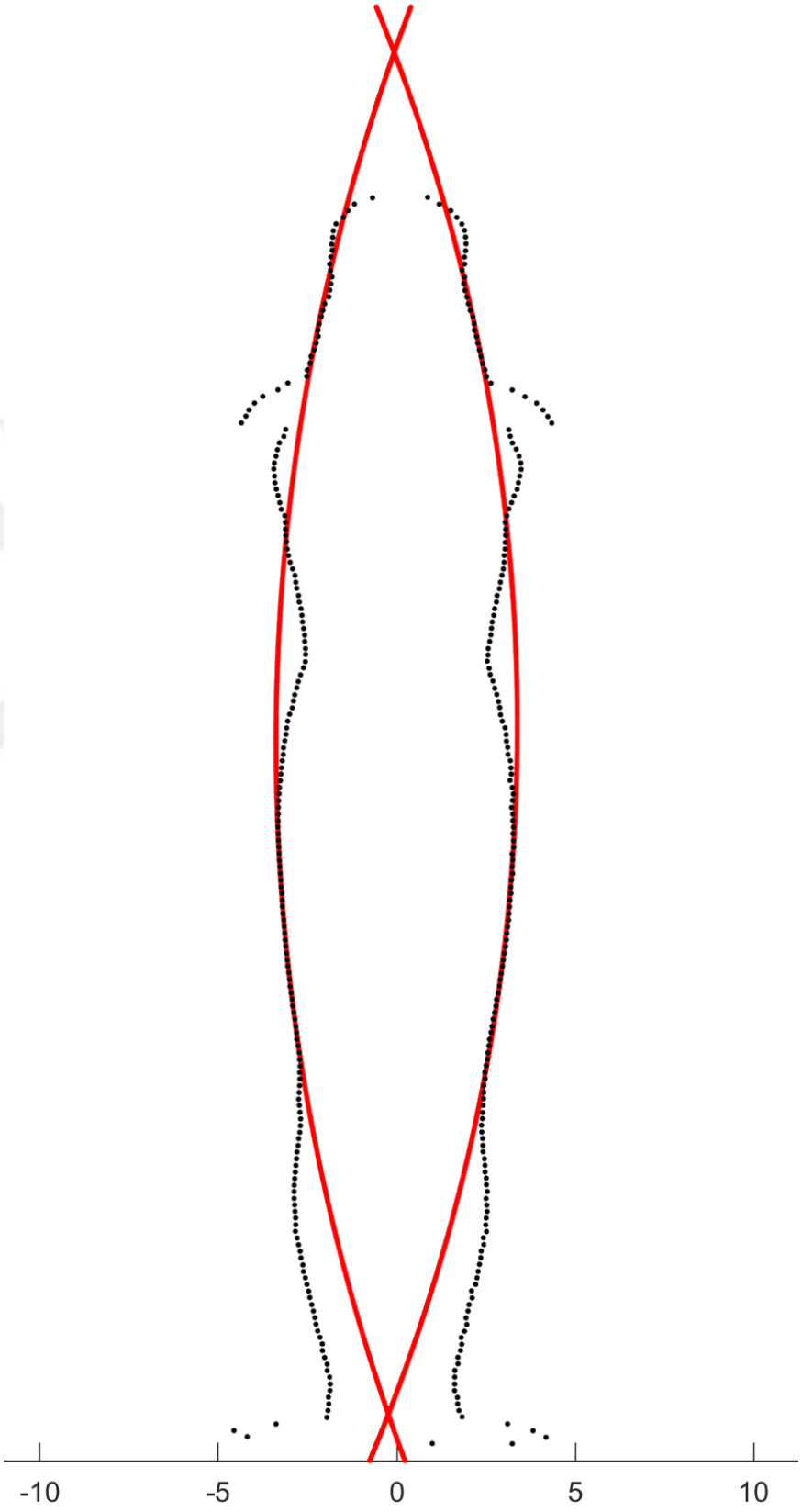
Sınır Noktası ve M_0 Noktasına Uzaklık Bilgileri				Sınıra Uyan Çember Bilgileri			Hata [u]
Koordinatlar [u]			M_0 Noktasına Uzaklık [u]	M_0 Koordinatları [u]		Yarıçap [u]	(Δr=r-r0)
Nokta	x	y	r	x_0	y_0	r_0	Δr
64	2,668160	-9,302280	53,347725	-50,009800	-0,875400	53,385400	-0,037675
65	2,698530	-9,098710	53,345955	-50,009800	-0,875400	53,385400	-0,039445
66	2,740500	-8,916710	53,359693	-50,009800	-0,875400	53,385400	-0,025707
67	2,776650	-8,736980	53,368659	-50,009800	-0,875400	53,385400	-0,016741
68	2,792900	-8,550130	53,357536	-50,009800	-0,875400	53,385400	-0,027864
69	2,839510	-8,370170	53,378096	-50,009800	-0,875400	53,385400	-0,007304
70	2,874430	-8,173270	53,385398	-50,009800	-0,875400	53,385400	-0,000002
71	2,895370	-7,990050	53,381413	-50,009800	-0,875400	53,385400	-0,003987
72	2,929870	-7,815690	53,392661	-50,009800	-0,875400	53,385400	0,007261
73	2,960490	-7,614600	53,397270	-50,009800	-0,875400	53,385400	0,011870
74	2,984690	-7,438440	53,399340	-50,009800	-0,875400	53,385400	0,013940
75	3,014600	-7,249090	53,406094	-50,009800	-0,875400	53,385400	0,020694
76	3,049900	-7,064480	53,419439	-50,009800	-0,875400	53,385400	0,034039
77	3,070570	-6,875520	53,418416	-50,009800	-0,875400	53,385400	0,033016
78	3,085790	-6,692220	53,413267	-50,009800	-0,875400	53,385400	0,027867
79	3,104580	-6,510630	53,412481	-50,009800	-0,875400	53,385400	0,027081
80	3,133620	-6,324350	53,422038	-50,009800	-0,875400	53,385400	0,036638
81	3,142940	-6,140040	53,412828	-50,009800	-0,875400	53,385400	0,027428
82	3,155380	-5,951230	53,406932	-50,009800	-0,875400	53,385400	0,021532
83	3,172250	-5,760520	53,405944	-50,009800	-0,875400	53,385400	0,020544
84	3,199240	-5,575300	53,416205	-50,009800	-0,875400	53,385400	0,030805
85	3,193440	-5,397380	53,395066	-50,009800	-0,875400	53,385400	0,009666
86	3,213110	-5,196610	53,398043	-50,009800	-0,875400	53,385400	0,012643
87	3,245770	-5,016990	53,416369	-50,009800	-0,875400	53,385400	0,030969
88	3,229250	-4,825590	53,385395	-50,009800	-0,875400	53,385400	-0,000005
89	3,248400	-4,640500	53,391121	-50,009800	-0,875400	53,385400	0,005721
90	3,231690	-4,469910	53,362691	-50,009800	-0,875400	53,385400	-0,022709
91	3,277240	-4,278610	53,395603	-50,009800	-0,875400	53,385400	0,010203
92	3,268480	-4,095490	53,375501	-50,009800	-0,875400	53,385400	-0,009899
93	3,255510	-3,901010	53,351172	-50,009800	-0,875400	53,385400	-0,034228
94	3,267010	-3,718300	53,352606	-50,009800	-0,875400	53,385400	-0,032794
95	3,249470	-3,533570	53,325563	-50,009800	-0,875400	53,385400	-0,059837
96	3,249100	-3,351810	53,316442	-50,009800	-0,875400	53,385400	-0,068958
162	2,515860	8,914190	53,430151	-50,009800	-0,875400	53,385400	0,044751
163	2,472090	9,100150	53,421535	-50,009800	-0,875400	53,385400	0,036135
164	2,405420	9,281000	53,390147	-50,009800	-0,875400	53,385400	0,004747
165	2,363290	9,471530	53,385387	-50,009800	-0,875400	53,385400	-0,000013
166	2,312950	9,657130	53,372318	-50,009800	-0,875400	53,385400	-0,013082
167	2,266570	9,853990	53,366082	-50,009800	-0,875400	53,385400	-0,019318
168	2,232200	10,036200	53,369369	-50,009800	-0,875400	53,385400	-0,016031
169	2,174990	10,211800	53,349586	-50,009800	-0,875400	53,385400	-0,035814
170	2,165940	10,396800	53,379494	-50,009800	-0,875400	53,385400	-0,005906
171	2,134690	10,591400	53,390405	-50,009800	-0,875400	53,385400	0,005005

Hata Değerleri			
Minimum Hata [u]	**Maksimum Hata [u]**	**Ortalama Hata [u]**	**Kök Kare Ortalama Hata (RMSE) [u]**
-0,069	0,04	±0,0221	±0,270

EK 631: Kouros 4890 Genişletilmiş Femur Sınırlarına Uyan Çemberler

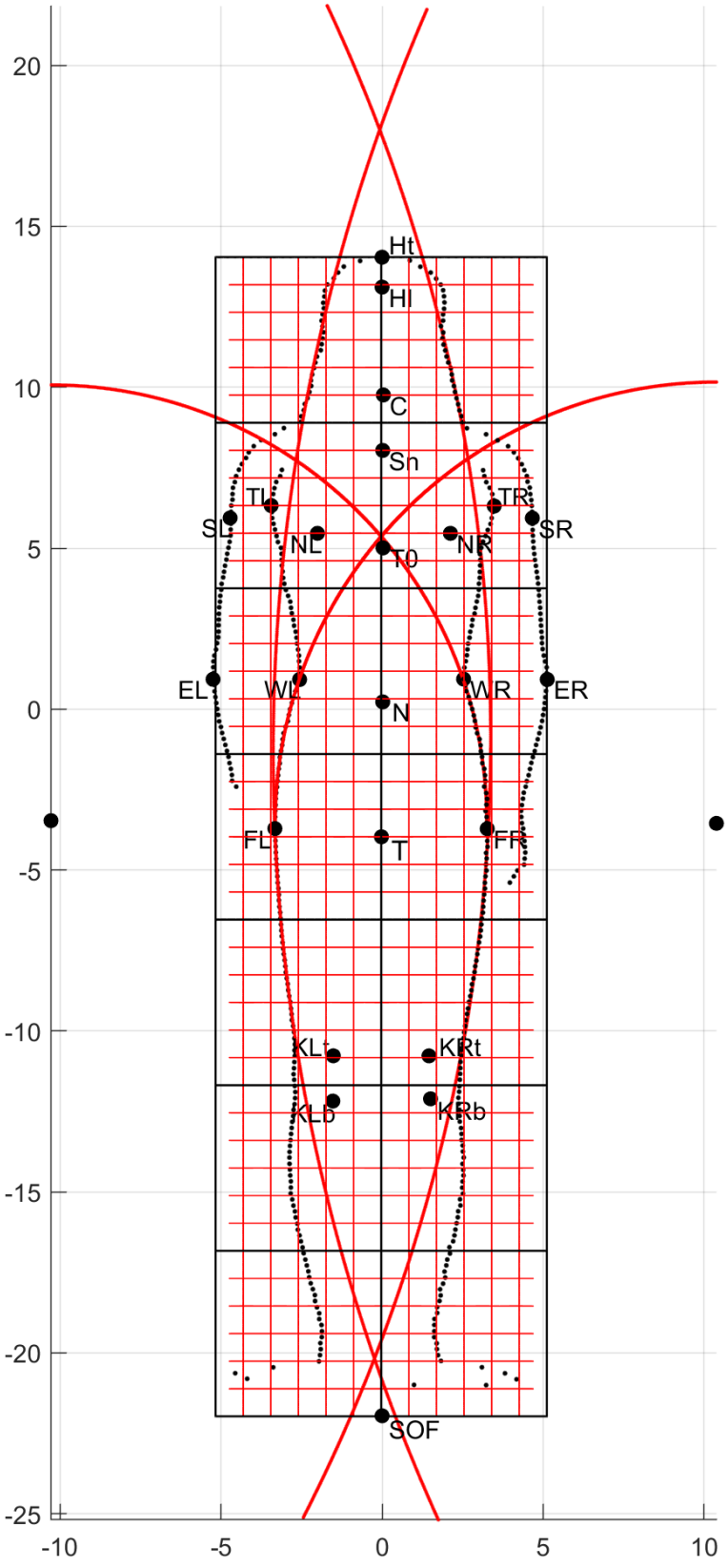


EK 632: Kouros 4890 Femur ve Saç Sınırları ve Çemberler



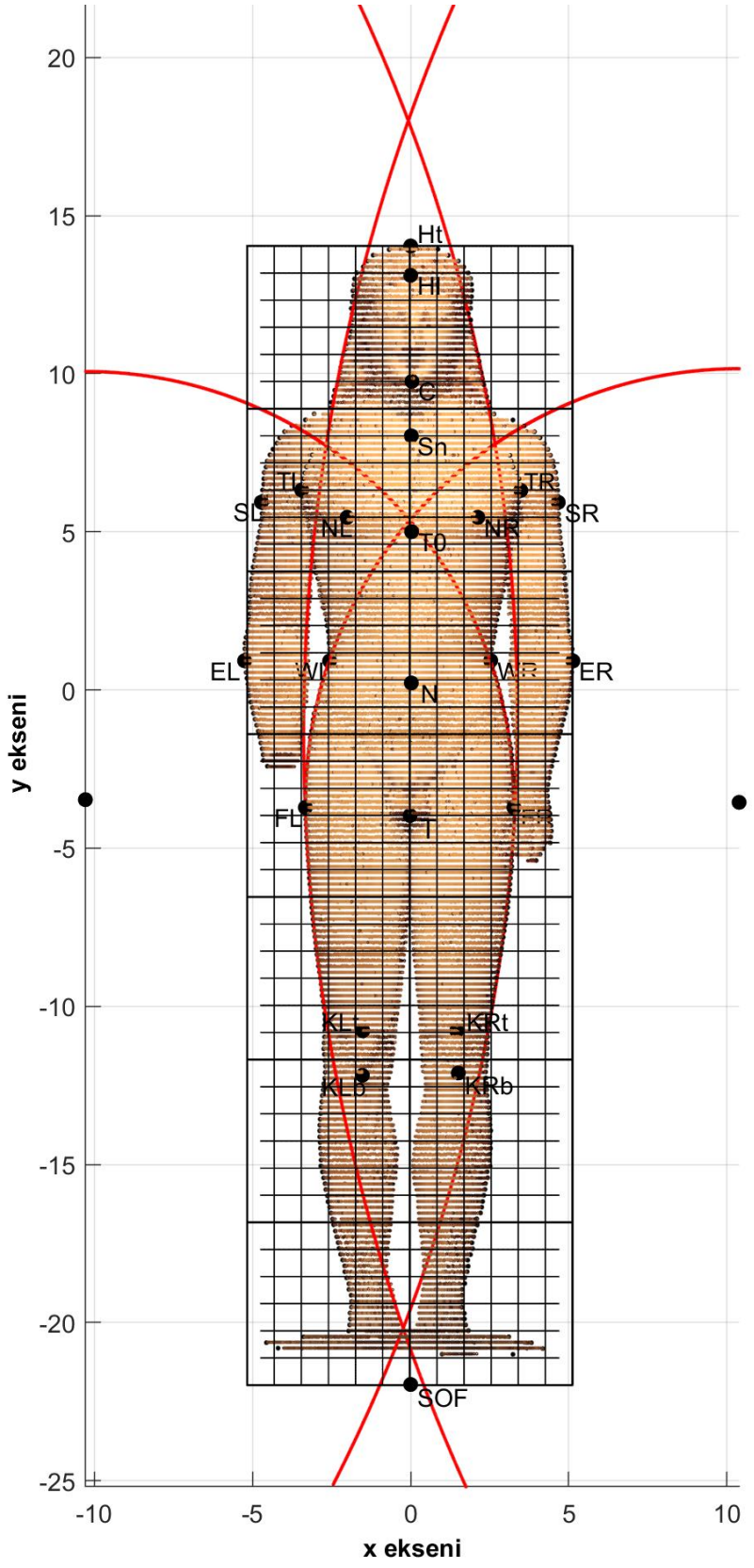
ek s.499

EK 633: Kouros 4890 Geometrik Modeli

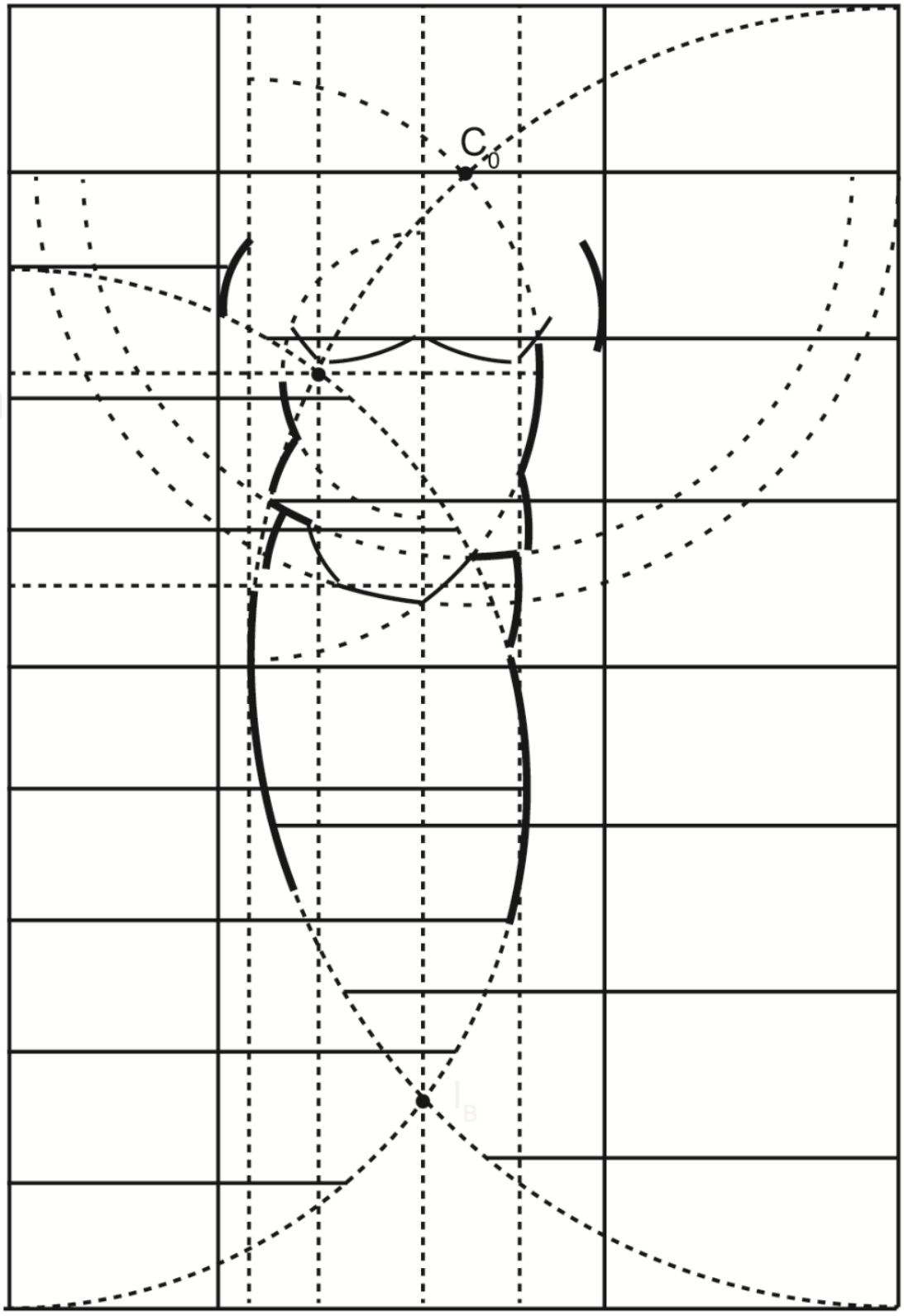


ek s.500

EK 634: Kouros 4890 ve Geometrik Modeli



EK 635: Doryphoros'un Pozu İçin Olası Çözüm



ek s.502