

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ



İSKELETSEL SINIF I VE SINIF III BİREYLERDE MANDİBULA VE
KONDİLLERİN KONİK İŐİNLİ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ

Onur YILMAZ

Ortodonti Ana Bilim Dalı

Tez DanıŐmanı: Doç. Dr. Bilgin GİRAY

AĞUSTOS 2017

YEMİN METNİ

Uzmanlık tezi olarak sunduğum “İSKELETSEL SINIF I VE SINIF III BİREYLERDE MANDİBULA VE KONDİLLERİN KONİK İŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin, Kaynaklar’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim.

Onur YILMAZ



ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince sabırlı ve hoşgörülü bir şekilde bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, gerek akademik gerekse pratik anlamda mesleki gelişimimde büyük katkısı bulunan, sadece eğitim alanında değil hayat görüşüyle de bana örnek olan kıymetli tez danışmanım Doç. Dr. Bilgin GİRAY'a,

Tez sürecim ve ortodonti klinik eğitimim sırasında kendisinden çok şey öğrendiğim değerli hocam ve sevgili abim Yrd. Doç. Dr. Orhan Aksoy'a,

Uzmanlık eğitimim boyunca üzerimde emeği bulunan Ortodonti Ana Bilim Dalı'ndaki hocalarıma;

Uzmanlık eğitim sürecimi dostluklarıyla kolaylaştıran tüm asistan arkadaşlarıma,

Tüm tez sürecinde yanımda olan ve her zaman destekleyen en büyük şansım Zeynep Çukurova Yılmaz'a,

Hayat boyu bana destek olan aileme,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|-------------|
| YEMİN METNİ..... | i |
| ÖNSÖZ | ii |
| İÇİNDEKİLER..... | iii |
| KISALTMALAR VE SİMGELER..... | vi |
| TABLO LİSTESİ..... | viii |
| ŞEKİL LİSTESİ..... | ix |
| ÖZET..... | xi |
| ABSTRACT..... | xii |
| 1. GİRİŞ VE AMAÇ..... | 1 |
| 2. GENEL BİLGİLER..... | 3 |
| 2.1. Temporomandibuler Eklem Gelişimsel Anatomisi..... | 3 |
| 2.2. Temporomandibular Eklem Fonksiyonel Anatomisi, Farklılığı ve Biyomekaniği..... | 3 |
| 2.3. Temporomandibular Eklemi Oluşturan Kemik Elemanları | 6 |
| 2.3.1. Mandibular Kondil | |
| 2.3.2. Glenoid Fossa, Artiküler Eminens ve Preglenoid Düzlem..... | 6 |
| 2.4. Temporomandibular Eklem Yumuşak Dokuları ve Fonksiyonu | 7 |
| 2.4.1. Artiküler Disk (Eklem Diski)..... | 7 |
| 2.4.2. Bilaminer Bölge..... | 8 |
| 2.4.3. Temporomandibular Eklem Kapsülü..... | 9 |
| 2.4.4. Artiküler Kıkırdak..... | 11 |
| 2.5. İskeletsel Anomaliler | 12 |
| 2.5.1. İskeletsel Malokluzyonların Sınıflaması | 13 |
| 2.6. Mandibular Kondilin ve TME'nin Görüntüleme Yöntemleri | 13 |
| 2.6.1. Konvansiyonel Radyografiler (Direk Grafiler)..... | 14 |
| 2.6.2. Dental Panoramik Radyografi (Ortopantomaografi)..... | 14 |
| 2.6.3. Artrografi..... | 15 |
| 2.6.4. Sintigrafi..... | 15 |
| 2.6.5. Ultrasonografi (USG)..... | 16 |

| | |
|---|-----------|
| 2.6.6. Magnetik Rezonans Görüntüleme (MRG)..... | 16 |
| 2.6.7. Bilgisayarlı Tomografi (BT)..... | 18 |
| 2.6.7.1. Bilgisayarlı Tomografinin Diğer Yöntemlere Üstünlüğü ve Eksikliği..... | 19 |
| 2.6.8. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT)..... | 19 |
| 2.6.8.1. KIBT' nin Ortodontide Kullanım Alanları..... | 20 |
| 2.6.8.2. Bilgisayarlı Tomografide Radyasyon Dozu..... | 23 |
| 3. MATERYAL METOD..... | 25 |
| 3.1. Materyal..... | 25 |
| 3.2. Metod..... | 25 |
| 3.2.1. Hastadan Alınan Kayıtlar..... | 25 |
| 3.2.2. Etik Kurul Değerlendirmesi..... | 26 |
| 3.2.3. KIBT Görüntülerinin Elde Edilmesi ve Mimics® Yazılım Programına Aktarılması..... | 26 |
| 3.2.4. KIBT Görüntülerinin İşlenmesi..... | 27 |
| 3.2.4.1. Oryantasyon, Pencere Aralığının (Thresholding Değeri) Belirlenmesi Ve Segmentasyon İşlemi..... | 27 |
| 3.2.4.2. Mandibula Segmentasyonu ve Rekonstrüksiyonu..... | 29 |
| 3.2.5. Kondiller Üzerinde Yapılan Noktalama ve Uzunluk Ölçümleri..... | 30 |
| 3.2.6. Kondillerin Segmentasyonu ve Rekonstrüksiyonu..... | 31 |
| 3.2.7. Çalışmamızda Kullanılan Noktalar..... | 32 |
| 3.2.8. Çalışmamızda Kullanılan Uzunluk Ölçümleri..... | 32 |
| 3.2.9. Çalışmamızda Kullanılan İskeletsel Açısal Ölçümler..... | 33 |
| 3.2.10. Çalışmamızda Kullanılan İskeletsel Açısal Ölçümler..... | 33 |
| 3.2.11. İstatistiksel Değerlendirme..... | 33 |
| 4. BULGULAR..... | 35 |
| 4.1. Tanımlayıcı Ve Grup İçi Karşılaştırma İstatistiksel Verileri..... | 35 |
| 4.2. Uzunluk Ve Hacimsel Ölçümlere Ait Bulgular..... | 35 |
| 5. TARTIŞMA..... | 37 |
| 5.1. Hacimsel Ölçüm Yönteminin Tartışılması..... | 37 |
| 5.2. Bireylerin Tartışılması..... | 40 |
| 5.3. Bulguların Tartışılması..... | 41 |
| 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER..... | 46 |

| | |
|-----------------------|-----------|
| 6.1. Sonuçlar..... | 46 |
| 6.2. neriler..... | 46 |
| TABLolar..... | 48 |
| ŞEKİLLER..... | 53 |
| KAYNAKLAR..... | 73 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 88 |
| EKLER | 89 |



KISALTMALAR VE SİMGELER

KIBT: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

MRG: Magnetik Rezonans Görüntüleme

2D: İki Boyutlu

3D: Üç Boyutlu

USG: Ultrasonografi

BT: Bilgisayarlı Tomografi

TME: Temporomandibular eklem

OA: Osteoartrit

İD: İnternal Düzensizlik

GAG : Glikozaminoglikan

PG: Protoglikanlardan

ADD: Anterior Disk Deplasmanı

HA: Hyaluronik Asit

USCT: Ultra kısa BT

TMR: Temporomandibular Rahatsızlık

S: (Sella Noktası) Sella Turcica'nın merkez noktası

N: (Nasion Noktası) Nazal ve frontal kemiklerin birleşim noktası

SNA: Sella-Nasion (SN) ile Nasion-A noktası (NA) doğruları arasındaki açı

SNB: Sella-Nasion (SN) ile Nasion-B noktası (NB) doğruları arasındaki açı

ANB: NA ve NB doğruları arasındaki açı

Go: (Gonion Noktası) Corpus mandibularis alt kenarı ile ramus mandibularis arka kenarının birleştiği gonion bölgesindeki yuvarlaklığın en orta noktası

Gn: (Gnathion Noktası) Çene ucunun ön ve alt kenarı

SN-GoGn: SN ve GoGn düzlemleri arasında kalan açı

Mp: Mandibular düzlem

PNS: Posterior nasal çıkıntı

Ark: Arkadaşları

%: Yüzde

HU: Hounsfield Unit

DICOM: Digital Imaging and Communications in Medicine/Tıpta Dijital Görüntüleme ve İletişim

(°) : Derece

mm: Milimetre

cm: Santimetre

mm³: Milimetre küp

cm³: Santimetre küp

Gy: Gray

Sv: Sievert

µSv: Mikro Sievert

kV: Kilovolt

mA: mili amper

Sn: Saniye

FOV: (Field of View) Görüntüleme Alanı

MSBT: 3D multislice BT

<: Küçüktür

>: Büyüktür

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Araştırmaya dahil edilen bireylerin yaş ve cinsiyete göre dağılımları

Tablo 2: Grupların demografik özellikler açısından değerlendirilmesi

Tablo 3: Gruplarda ayrı ayrı sağ ve sol taraf kondil hacmi, sağ sol uzunluk ve ön-arka uzunluk değerlendirilmesi

Tablo 4: Grupların mandibula hacmi ve kondil hacmi açısından değerlendirilmesi

Tablo 5: Mandibula hacmi grafiği

Tablo 6: Kondil hacmi grafiği

Tablo 7: Kondil hacmi/Mandibula hacmi grafiği

Tablo 8: Grupların uzunluklar açısından değerlendirilmesi

Tablo 9: Kondiller uzunluk grafiği

Tablo 10: Hacim ve Uzunluk Ölçümlerinin Methot Hatası Açısından Değerlendirilmesi

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: a- Retrodiskal Dokular b- Eklem Diski

Şekil 2: MRG ile mandibu kondilinin görüntülenmesi

Şekil 3: Konvansiyonel (Fan-beam) ve KIBT (Cone-beam) çalışma prensibi

Şekil 4: Mimics® 17.0 programının açılması

Şekil 5: Programa tomografi verisi yüklenmediğinde sol üst köşede yazan uyarı

Şekil 6: 'New project wizard' sekmesi

Şekil 7: Bireylere ait DICOM verilerinin açılması

Şekil 8: DICOM verilerin convert seçeneği kullanılarak 'mcs' dosyasına dönüştürülmesi

Şekil 9: Görüntülerin yönünü doğru olarak belirleyebilmemiz için açılan 'Change Orientation' ekranı

Şekil 10: 'Thresholding' sekmesinin açılması

Şekil 11: Kemik (bone) dokununu 'Thresholding' değerlerinin ayarlanması

Şekil 12: Oluşturulan 'mask'lar programda sağ üst köşede gösterilmektedir.

Şekil 13:. Mask'ın adının değiştirilmesi

Şekil 14: 'Edit Mask' sekmesinin seçilmesi

Şekil 15: 'Erase' sekmesinin seçilmesi

Şekil 16: Koronal kesitin ana ekrana yansıtılması

Şekil 17: Görüntünün daha da büyütülmesi

Şekil 18: Mouse'ın ucunun artefaktın üzerine getirilmesi

Şekil 19: Artefaktların silinmesi

Şekil 20: Diş kronlarının silinmesi

Şekil 21: Silinmiş diş kronlarının her kesitte kontrol edilmesi

Şekil 22: 'Region Growing' sekmesinin seçilmesi

Şekil 23: Mandibula'nın 'region growing' işlemi ile maksillofasiyal kompleksten ayrılması

Şekil 24: 'Calculate 3D' sekmesinin seçilmesi

Şekil 25: Mandibula isimli mask'ın 'Calculate' işlemi ile üç boyutlu görüntüsünün elde edilmesi

Şekil 26: Mandibula kemiğinin üç boyutlu görüntüsü

Şekil 27: 3D Objects başlığı altında yer alan 'I' simgesi

Şekil 28: Mandibula kemiğinin üç boyutlu görüntüsünün hacmi

Şekil 29: Kondilin en iç ve dış noktasının üç boyutlu görüntü üzerinde gösterilmesi

Şekil 30: Kondilin en ön ve arka noktasının üç boyutlu görüntü üzerinde gösterilmesi

Şekil 31: Noktalama işlemi yapabilmemiz için gerekli basamakların seçilmesi

Şekil 32: Kondilin en ön ve en arkada yer alan noktaları arasındaki mesafe

Şekil 33: Kondilin en iç ve en dışta yer alan noktaları arasındaki mesafe

Şekil 34: İki nokta arasındaki mesafe ölçümü yapabilmemiz için gerekli basamakların seçilmesi

Şekil 35: Silme işlemi için 'Edit Mask' sekmesinin seçilmesi

Şekil 36: 'Erase' sekmesi seçilip silme işleminin yapılması

Şekil 37: 'Region Growing' işleminin yapılması

Şekil 38: 'Calculate 3D' sekmesinin seçilmesi

Şekil 39: 'Calculate' işleminin yapılması

Şekil 40: Kondilin üç boyutlu rekonstrüksiyon görüntüsü ve hacim bilgisi (mm^3 cinsinden)

ÖZET

İSKELETSEL SINIF I VE SINIF III BİREYLERDE MANDİBULA VE KONDİLLERİN KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışmamızda farklı iskeletsel yapıya sahip olan hastaların mandibula kondillerinin ön-arka, iç-dış uzunlukları ile kondil ve mandibula hacimlerinin hesaplanması, oranlanması ve karşılaştırılması amaçlandı. Çalışma grubu İstanbul Aydın Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji ABD arşivinin retrospektif olarak incelenmesi ile elde edilen 30'su kadın, 20'si erkek 50 hastanın Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi görüntülerinden oluşmaktadır. ANB açısına göre iskeletsel Sınıf I ($0^0 \leq \text{ANB} \leq 4^0$) ve iskeletsel Sınıf III ($\text{ANB} \leq 0^0$) hastalar çalışmamıza dahil edildi. Alınan veriler Mimics 17.0[®] (Materialise, Leuven, Belçika) programı yardımı ile üç boyutlu hale getirildi. Daha sonra bu üç boyutlu model üzerinden ölçümler yapıldı. İki hasta grubunda da sol kondil hacmini sağ kondil hacmi ile kıyasladığımızda, sol kondil hacminin anlamlı olarak büyük olduğu bulundu. Uzunluk kıyaslamalarında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Sınıf I hastaların mandibula hacmi Sınıf III hastaların mandibula hacminden büyük bulunmasına rağmen, kondil/mandibula hacim oranı Sınıf III hastalarda anlamlı derecede yüksektir. Bu bulgular sonucunda kondil ve mandibula hacminin sadece iskeletsel farklılığa bağlı olamayacağı, bireylerin kişisel farklılıklarını da dikkate alarak, kondil ve mandibulanın oran olarak değerlendirilmesinin daha belirleyici olacağı düşünülmektedir. Çıkan sonuçlar kondil gelişiminin değerlendirilmesini sağlayacak ve tedavi aşamasında ortodontistlere yardımcı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Mandibula hacmi, kondil hacmi, kondil uzunluğu, KIBT

ABSTRACT

EVALUATION OF MANDIBLE AND CONDYLES OF SKELETAL CLASS I AND CLASS III PATIENTS BY USING CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY

In our study our aim was to calculate, equate and compare the anterior-posterior, medial-lateral lengths of mandibular condyles and mandibular volumes of patients with different skeletal types. The study group consisted of Cone Beam Computed Tomography images of 50 patients (30 female and 20 male) obtained from a retrospective study of the archives of the Department of Oral Diagnosis and Radiology of the Istanbul Aydın University Dentistry Faculty. According to ANB angle, skeletal Class I ($0^{\circ} \leq \text{ANB} \leq 4^{\circ}$) and skeletal Class III ($\text{ANB} \leq 0^{\circ}$) patients were included in our study. Volumetric measurements were performed by using a three dimensional tomography modelling program ((Mimics® 17.0 (Materialise, Leuven, Belgium)). In both groups, the left condylar volume was significantly higher when compared with the right condyle volume. There is no significant difference in length comparisons of patients. Although the mandibular volumes in Class I patients is higher than mandibular volumes in Class III patients, the volume of condyle / mandible ratio is statistically significantly higher in Class III patients. As a result of these findings, it is considered that the condylar and mandibular volume can not only depend on the skeletal difference, but also the individual differences of patients. Condyle and mandibular ratio is thought to be more decisive when determining the treatment plan. The results in our study will help to evaluate the development of the condyle and help orthodontists in the treatment planning.

Key words: Mandibular volume, condylar volume, condylar length, CBC

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Ortodontik tedavinin amacı, tedavi öncesinde iskeletsel ve dişsel maloklüzyonun tanımlanması, teşhisin doğru konulması, uygun tedavi protokolünün ve sonuçlarının değerlendirilmesidir.

Diş hekimliğinde ve ortodontide, kranofasiyal yapıların büyüme-gelişimini anlamak; teşhisin doğru konulması ve tedavinin başarısı için son derece önemlidir. Bu yapıların büyümesinde ve gelişiminde oluşabilecek engelleri önceden teşhis etmek ve bunu ideal oklüzyon sağlamak için yönlendirmek, ancak bu bilgilerin ışığında yapılabilir (1).

Maksilofasiyal morfolojik büyüme çevresel ve genetik faktörlerin çeşitliliği ile kontrol edilmektedir. Mandibulanın büyüme yönü sadece oklüzal kuvvetler ile etkilenmemekte, ortodontik ve ortopedik tedavi, parafonksiyonel alışkanlıklar ve fonksiyonel maloklüzyon da bu büyümede etkili olmaktadır (2).

Ortodontide teşhis için en sık kullanılan yardımcı görüntüleme yöntemleri arasında kullanım kolaylığı, kısmen düşük radyasyon dozu ve düşük maliyeti nedeniyle panoramik radyografi, transkraniyal projeksiyonlar ve bilgisayarlı tomografi yer almaktadır (3).

İki boyutlu görüntüleme teknikleri yaygın, ucuz ve radyasyon düzeyinin düşük olması ile tercih seçeneği iken (4) görüntü süperimpozisyonu, anatomik nokta hataları ve artefakt oluşturması gibi dezavantajları vardır (5, 6). Bu sorunlar göz önüne alındığında tanı ve tedavi planlamalarını geliştirmek, daha doğru sonuçlar elde etmek için üç boyutlu olarak anatomik yapıları gösterebilen görüntüleme yönteminin gerekliliği ortaya çıkmaktadır (7).

Son yıllarda Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT/CBCT: Cone Beam Computed Tomography) 'ın düşük radyasyon dozu, yüksek çözünürlüğü ve hızlı tarama süresinden dolayı diş hekimliğinde kullanımını artmaktadır (5).

Temporomandibular eklem (TME) kemik yapılarının küçük ve kafa tabanı ile superpoze olması nedeni ile detaylı olarak incelenmesi zordur (8). KIBT kullanımını ile

özellikle mandibular kondildeki hacim değişiklikleri izlenmekte, kemiksel patolojiler ile ilgili bilgiler toplanmakta ve 3D rekonstrüksiyon sağlanmaktadır (9).

Çocukluktan yetişkinlik dönemine kadar mandibular kondil, devamlı süregelen uyarılara remodeling ile adaptasyon sağlamak ve mandibula büyümesinin birincil büyüme merkezi olarak kabul edilmektedir. Yetişkinlik döneminde ise kondil remodelasyonu çeşitli fonksiyonel uyarılar ile devam edebilmektedir (10). Ortodontik tedavi sırasında kondil boyutlarındaki anatomik değişkenlik önemlidir. Büyüme süresince mandibular hacimsel değişikliklerin incelenmesi ve morfogenezini kontrol eden faktörlerin bilinmesi ortodontik ve ortopedik tedaviyi kolaylaştırmaktadır (11).

Kondilin bu öneminden dolayı ortodontik tedavide teşhisin daha doğru koyulabilmesi ve tedavinin daha sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi için farklı iskeletsel yapıya sahip hastaların mandibular ve kondil büyüme paternlerini incelemeyi amaçladık.

Çalışmamızda, Sınıf I ve Sınıf III bireylerin kondil hacim ve uzunlukları ile mandibula hacminin KIBT ile değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu görüntüler kullanarak bireylerdeki yapısal farklılıklar incelenmiştir. Çalışma grubumuz iskeletsel Sınıf III hastalar, kontrol grubumuz iskeletsel Sınıf I hastalardan oluşturularak, bireyler arasında mandibula ve kondil arasında korelasyon olup olmadığı ve bu bireylerde kondil ölçümleri arasındaki farklılığın araştırılması hedeflenmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Temporomandibuler Eklem Gelişimsel Anatomisi

TME gebeliğin 10.haftasında temporal kemik komponenti ve kondil ile birlikte iki blastemadan (mezenşimal kondenzasyon) gelişmektedir. Gebeliğin 12. haftasından 32. haftasına kadar temporal kemiğe oranla kondil başının kalsifikasyonunun yüksek derecede olduğu gözlenmektedir (12).

Kondilin merkezinde kıkırdak gelişmektedir. Bu kıkırdak, hayatın 27. yılına kadar sekonder kıkırdağa dönüşmektedir. Sekonder kıkırdak; endokondral mekanizmayla subkondral kemik oluşumunda ve bu da aşırı yüklemeye cevap olarak meydana gelen adaptasyon değişikliklerinin bir parçası olan kondilin genişlemesine katkıda bulunmaktadır (12).

Artiküler disk ilk olarak 7,5'inci haftada uterus içinde, mezenşimal hücre yığını olarak izlenir. 19. ve 20. haftalar arasında fibrokartilaj yapı oluşmaya başlar (13). Gelişmekte olan disk; hücre ve damarsal açıdan zengindir. Fetusta disk; anterior bant, intermediate katman ve posterior bant olarak ayrılmıştır (14). Diskin kendisi avaskülerken, periferinde ince kan damarları bulunur. 20. haftada disk üzerindeki sinir sonlanmaları ortadan kaybolur ve doğumdan sonra diskte innervasyon izlenmemektedir (13).

2.2. Temporomandibular Eklem Fonksiyonel Anatomisi, Farklılığı ve Biyomekaniği

TME, temporal kemiğin glenoid fossası ile mandibulanın kondil başı arasında yer alan, vücudun hem morfolojik hem de fonksiyonel açıdan en karmaşık yapıya sahip eklemlerinden biridir (15). Çiğneme, konuşma, yutkunma gibi pek çok fonksiyonu sağlayan stomatognatik sistemin önemli bir parçasıdır (16). Stomatognatik sistemin herhangi bir yerindeki sorun yalnızca o bölgenin fonksiyonlarını etkilemekle kalmaz, sisteme ait diğer bölge ve fonksiyonları da zincirleme olarak etkiler (17).

Anatomik olarak TME, diartroidal eklem olarak adlandırılır (18). Diartroidal teriminin kullanılmasının sebebi; eklem anterior da mandibular kondil, süperiorda artiküler eminens ve temporal kemiğin bulunduğu iki kemik parçasından oluşmasına,

bu iki kemik yapının arasında hareket kolaylığı sağlayan artiküler disk bulunmasına bağlanmıştır (19). Fibröz bağ dokudan oluşan eklem kapsülü, eklemi medial ve lateral olarak artikülasyon yapan kemik yüzeylerinden sıkıca sarmakla beraber, eklem vaskülarizasyon ve inarvasyonunu sağlar. TME aynı zamanda snovial bir eklemdir. Eklem iç yüzeyi, sinovial sıvının salgılanmasını da sağlayan sinovial membranla örtülüdür. Bu sıvı nonvaskülarize alanda metabolik ve besin gereksinimini sağlarken, kayganlığı arttırıcı özelliğe de sahiptir.

Fonksiyonel olarak TME, dört ayrı eklem yüzeyi olmasıyla kompaund bir eklemdir. Temporal kemiğin mandibular fossası, mandibular kondil, artiküler diskin süperior ve inferior yüzeyleri eklem yüzeylerini oluşturmaktadır. Eklem boşluğu artiküler disk aracılığıyla üst eklem boşluğu ve alt eklem boşluğu olarak iki bölüme ayrılır. Üst eklem boşluğu daha çok translasyon hareketlerinden sorumlu olup artroidal olarak adlandırılırken, alt eklem boşluğu da menteşe hareketi veya rotasyondan hareketinden sorumlu ginglimoid tipte eklemdir. TME ginglimoartrodial eklem olarak da adlandırılır (18). TME; sert doku olarak tanımlanan glenoid fossa, artiküler eminens, kondil ve yumuşak doku olarak tanımlanan eklem diski, retrodiskal dokular, eklem kapsülü ve eklem bağlarından (ligamentler) oluşmaktadır (20).

Eklem diski histolojik olarak, vücudun diğer eklem yüzeylerinden farklı olup hyalin kıkırdak yerine her yöne dağılım gösteren kollajen lif demetleri bulunan yoğun fibröz doku, fibrokartilaj ile kaplıdır. Fibröz dokuda hyalin kartilaja oranla daha az dejeneratif değişiklikler gelişir ve fibröz doku, hyalin kartilajdan daha çok rejenerasyon ve tamir yeteneğine sahiptir. Morfolojik olarak TME bireyden bireye ve aynı bireyler arası sağ ve sol olarak birbirlerine göre değişkenlik gösterebilmektedir (21). Bilateral bir eklemdir. Kontralateralinden bağımsız hareket edemez. Bu sebeple kraniomandibular eklem olarak da tanımlanır. Vücuttaki diğer tüm eklemlerde eklem hareketleri eklem bağları tarafından sınırlandırılır. Çene ekleminde ise, ligamentlere ek olarak karşılıklı diş temasları da bu hareketi sınırlandırmada yardımcıdır (22). İstirahat pozisyonunda kondil glenoid fossa içerisinde gerilimsiz olarak merkezi bir şekilde konumlanmıştır. Bu esnada alt ve üst dişler birbiriyle temasta değildir. Dişlerin temasıyla birlikte kondil son konumunu alır (23). TME eklem kapsülü içinde büyüme merkezi aktivitesini içeren tek eklemdir ve bu özelliği mandibulanın kemik gelişiminde önemli rol oynar (16).

Çene hareketleri maksilla ve mandibulanın kemik yapısı, mastikatör kaslar, ligamentler ve dişlerin oklüzyonu tarafından belirlenmektedir. Rotasyon ve translasyon hareketlerinden oluşan kompleks bir yapı ile gerçekleşir. Ağız açma sırasında suprahyoid kaslar rotasyondan sorumlu iken, lateral pterygoid kası translasyon hareketinden sorumludur (13).

Açılma hareketinin başlangıcı primer olarak rotasyondur ve bunu translasyon hareketi izler. Bu iki hareket her zaman birlikte gerçekleştiğinden mandibular hareketler sadece rotasyon aksı teoremi ile açıklanamamaktadır. Mandibular kondil ve eklem diskinden oluşan alt eklem boşluğu rotasyon, menteşe hareketinde rol oynar. Her iki kondilden geçen horizontal aks rotasyon merkezi olarak kabul edilmektedir. Ağız açma, kapama sırasında kondillerin üzerindeki sabit bir noktada rotasyon gerçekleşmektedir. Teoride saf menteşe hareketi ön keser dişlerin kesici kenarları arası mesafe 2.5 cm oluncaya kadar gerçekleşir. Bununla beraber, mandibular hareketlerin büyük çoğunluğu ise üst eklem boşluğundaki kayma hareketinden oluşan translasyon hareketidir. Mandibula ve disk kollateral ligamentler tarafından bir arada tutulduğundan tek bir ünite olarak hareket eder. Üst eklem boşluğunda gerçekleşen maksimum lateral ve öne hareket 1.5 cm'dir (16,18).

Ağız açılma sırasında kondiler rotasyon gerçekleşirken disk daha stabil olan posterior bölgeye doğru hareket eder. Translasyon hareketi ile pasif olarak anteriora doğru yönelir. Retrodiskal bölge ise orginal hacminin 4, 5 katı kadar genişleme gösterir. Diskte deformasyon izlendiğinde eklem biyomekaniği bozularak disfonksiyon belirtileri ortaya çıkmaktadır.

Erişkinlerde ortalama interinsizal açılma mesafesi 47.5- 58.6 mm. iken çocuklarda 45 mm.'dir. Hareketin ilk 20-25 mm.'lik kısmı rotasyon ile alt eklem boşluğunda, geri kalanı ise artiküler eminens etrafında anteroinferior translasyon ile üst eklem boşluğunda gerçekleşir. 34 mm. ve altı limitli ağız açıklığı olarak kabul edilmektedir (24).

Artiküler kıkırdak ve sinoviyal sıvının biyomoleküler yapısı; artiküler eklemlerde iskeletsel hareketin az veya çok oklüzal yüklenmeler karşısında devamlılığından sorumludur. TME'ye gelen bu aşırı yüklenmeler ile ilerleyen bozukluklarda eş zamanlı bir şekilde kıkırdak ve kemik yapının yeniden yapılanması bozulur. Bu bozulma dejeneratif eklem hastalıklarına zemin hazırlayabilmektedir (25).

Eklem her iki artiküler yüzeyi fibrokartilaj kaplı olduğu için avaskülerdir. İntraartiküler sinoviyal sıvı beslenmeyi sağlar ve limitli kapasiteye sahip hücrelerin

yenilenmesine katkıda bulunur (26). Fonksiyonel kuvvetler sırasında yükleri absorbe ederek geniş alana yayılmasına yardımcı olur. Eklem diski ve sinoviyal sıvının lübrikasyon etkisi ile bozulmadan kalan artiküler yüzeyler zamanla orjinalliğini kaybeder. Kondil-disk uyumsuzluğu ile eklem artritleri bu bozulmanın primer etkenleridir ve osteoartirt (OA)'ya doğru ilerleyebilen bir tablo geliştirirler. Mandibular kondil ve artiküler eminens arasındaki diskin normal olmayan pozisyonu, TME'de internal düzensizliğe (İD) yol açıp birbiri ile uyumlu sistemin bozulmasında öncül yol oynar. OA'nın karakteristiği olan artiküler kırıkdağın bütünlüğünü kaybedip abrazyona uğramasıyla, altındaki kemik yapı kalınlaşır, ağırlı fonksiyon bozuklukları ile beraber hareket kısıtlılığı izlenir (27).

2.3. Temporomandibular Eklemi Oluşturan Kemik Elemanları

Mandibular eklem artikülasyonu iki yüzeyden meydana gelmektedir.

1. Glenoid fossa ile kondil başı (artroidal hareket) (28,29)
2. Artiküler tüberkülün posteroinferior yüzeyi ve kondil başının superoanterior yüzeyi (ginglimoid hareket)

2.3.1. Mandibular Kondil

Mandibular kondil, mandibular büyüme sağlar (30). Kondilin bağımsız büyüme potansiyeli olmadığından iskeletsel büyüme yeri olup (31), kafa kaidesinde yukarı ve arkaya doğru gelişen bir anatomi gösterir (32).

Baş ve boyun kısımlarına sahip kondilin mediolateral çapı yaklaşık 15-20 mm., anteroposterior çapı ise yaklaşık 8-10 mm.'dir (33). Bu genişlik kadınlara oranla erkeklerde daha fazladır. Kondil elips şeklinde olup, mediale ve geriye yönelir. Anteriordan bakıldığında, medial ve lateral kutuplara sahiptir (16). Lateral kutup ciltten yaklaşık 1-1,5 cm. içeride bulunur ve genellikle palpasyonda hareketleri cilt üzerinden hissedilebilir (34).

Mandibular kondilin görünüşü bireyler ve yaş gurupları arasında çeşitlilik gösterir. İnsan mandibular kondili morfolojik olarak 5 ayrı kısımda katagorize edilir. Bunlar yassı, konveks, açılı, yuvarlak ve konkavdır. Gelişimsel çeşitlilik, hastalıklar, travma, endokrin bozuklukları ve radyasyon tedavisi mandibular kondil morfolojisinde değişimlere yol açar (35).

Kondil başının artiküler yüzü posterior parçasına doğrudur (36) ve anterior yüzeyindeki bağ dokusu, posteriordan daha kalındır. Artiküler yüzeydeki kalınlığın artmasının nedeni bu bölgeye gelen yüklenmenin miktarının fazla olmasıyla orantılıdır. Bağ dokusunun kalın olduğu bu bölgelerde yüklenme fazladır.

2.3.2. Glenoid Fossa, Artiküler Eminens ve Preglenoid Düzlem

Temporal kemiğin artiküler kısmı glenoid fossa, artiküler eminens ve preglenoid düzlemden oluşmaktadır. Glenoid fossa (mandibuler fossa, artiküler fossa) artiküler eminensin posteriorunda olup postglenoid çıkıntıya kadar uzanan konkav bir yapıdır. Glenoid fossanın osseöz tabanı oldukça ince ve aşırı yüklere karşı dayanıksızdır. Bu bölgenin ince olması nedeniyle fossaya gelen kuvvetler daha çok artiküler eminensin posterior sınırına yönelmektedir (37). Fonksiyonda daha fazla kuvvete maruz kalan anterior kısmı ise posteriora oranla daha geniştir.

Temporal kemiğin ikinci bölümü glenoid fossanın önünde konumlanmış konveks bir çıkıntı şeklinde olan artiküler eminensdir. Artiküler eminens kalın ve yoğun kemikten oluşup, TME'nin fonksiyona en çok katılan, stress karşılayan komponentidir. Lateralinde artiküler tüberkül bulunmakla beraber burası bir eklem yüzeyi değil, kollateral ligamentlerin tutunma yeridir (38). Temporal kemiğin artiküler yüzeyinin üçüncü kısmı ise artiküler eminensin önünde düz bir alan olan preglenoid düzlemdir (39).

Glenoid fossanın posterior duvarında ise postglenoid tüberkül bulunmaktadır. Ortalama yüksekliği 5 mm olan bu tüberkül üzerinde fossayı temporal kemiğin timpanik parçasından ayıran ve lateralinden korda timpanik sinir ve anterior timpanik damarların geçtiği squamotimpanik ya da petrotimpanik fissür bulunur. Fissürün medialine ise eklem kapsülü tutunur (40).

2.4. Temporomandibular Eklem Yumuşak Dokuları ve Fonksiyonu

2.4.1. Artiküler Disk (Eklem Diski)

Artiküler disk; kondil başı ve glenoid fossa arasında lokalize olup duyu sinirlerinin ve nörovasküler ağın bulunmadığı sıkı, oval, fibröz bağ dokusundan oluşur (15, 38). Artiküler disk, yoğun fibrokartilaj yapısındadır (12). Ekstrasellüler matriksi ise çoğunlukla kollajen Tip 2, glikozaminoglikan (GAG) ve protoglikanlardan (PG)

oluşmuştur (41). Bu adaptasyon artiküler diskin basınçlara karşı dayanıklı olmasını sağlar (42). Eklem diskinin fibrokartilaj yapısı hücre çeşitliliği gösterir. Fetal gelişim sırasında diskin intermediat alanında kan damarları gözlemlenirken, yetişkinde avasküler hale gelir (43). Histolojik incelemelerde; fibroblast benzeri hücreler (uzamış), fibrokondrositler (yuvarlak, periselüler alanın izlenmediği) ve kondrosit benzeri (yuvarlak, perisesüler alanın izlendiği) hücreler olmak üzere üç tip hücreye rastlanmıştır (44).

Anteriorda eklem kapsülü ve kısmen dış pterygoid kasla, arkaya doğru ise retrodiskal doku ile ilişkilidir. Fakat aralarında direk bağlantı yoktur. Bu sebeple disk anterior-posterior yönde serbest hareket edebilir. Disk medial ve lateralde ise kapsüle bağlı değildir. Kondilin medial ve lateral kutuplarına tutunur ve medial-lateral yönde hareketi elastik bağlar tarafından kısıtlanır. Bağların formunu kaybetmesi ve deforme olması sonucu hareketler daha serbest bir hal alır ve disk deplasmanına zemin hazırlar (45, 46, 47).

Disk periferde gevşek dokularla eklemi kavrayan kapsüle tutunur ve eklem boşluğunu birbirinden tamamen ayrı olan iki kompartmana ayırır. Diskotemporal boşluk denilen üst boşluk ve diskomandibular denilen alt boşluklar sinovyal membrandan salgılanan sinovyal sıvı ile doludur (37).

Anatomik olarak diskin formu bikonkav olup, normal bir TME'de 'sentrik ilişki konumunda' diskin orta bölümü, kondilin ön-arka yöndeki dışbükeyliği ile ve üst yüzeyi artiküler eminens ile uyum gösterecek şekilde biçimlenmiştir ve diskin ön bölgesi kondilin önünde yer almaktadır (48).

Lateral kesitlerde disk önde kalın olan anterior band, ortada ince olan orta alan (*intermediate zone*), arkada da en kalın olan posterior band olmak üzere temporal kemiğin ve kondilin uyumuna göre şekillenen üç kısımda incelenir. Önden arkaya doğru kalınlık oranı sırasıyla 2:1:3 şeklindedir (18). Diskin en ince olduğu yer, yaklaşık 0.4 mm kalınlıkta olup orta alanın en lateral kısmıdır (49). Bu alan çok yoğun bir yapıya sahip olup fonksiyon sırasında en fazla basınca maruz kalan bölgedir (46). Aksiyel görüntüden incelendiğinde eklem diski genellikle distalden mediale doğru daha da kalınlaşmaktadır (50). Eklem diskinin üst yüzeyi temporal kemiğin artiküler tüberkülünün posteior-inferior konturuna, alt yüzeyi ise kondil başının konturuna uyar.

Diskin yapısı ve mekanik bütünlüğü TME'nin kordine hareketini sağlamaktadır. Diskin fibrokartilaj yapısı artiküler yüzeylerin fonksiyonel talebine adapte olabilir. Eklemde istenmeyen destrüktif yüklere bağlı değişiklikler veya yapısal bozukluklar meydana gelmediği sürece disk morfolojisini korumaktadır. Bu bozukluklar görüldüğünde diskte geridönüşümsüz morfolojik değişim ve biyokimyasal ürünler oluşmaktadır (39). Chin ve ark., diskin karşıladığı yük arttıkça verdiği tepkinin kısıtlanmakta olup ve kalınlığının azaldığını bildirmişlerdir (51).

Diskin fonksiyonu; kondilin hem kayma hem de rotasyon hareketlerine eşlik etmek, kondilin temporal kemiği kaplayan yumuşak dokuları sıkıştırmasını engelleyerek eklem stabilizasyonunu sağlamak ve viskoelastik özelliğinden dolayı gelen kuvvetleri absorbe ederek eklem yüzeyleri arasında tampon vazifesi görmektedir (20).

2.4.2 Bilaminer Bölge

Artiküler disk posteriora gevşek konnektif doku alanı ile birleşir. Birçok proprioseptif ve noseptif reseptöre sahip olup kalın bir şekilde konnektif doku ile kaplı bu alan "retrodiskal lamina" olarak adlandırılır. Bu bölge hassas ve enflamatuvar kapasiteye sahip olup eklem ağrısının etiolojisinde önemli rol oynar. İki alandan oluştuğu için "bilaminer zon" adını alır. Superior retrodiskal lamina fibröz ve elastik fibrillerden oluşup, diski timpatik plakaya bağlar. Inferior retrodiskal lamina ise elastik olmayıp tamamen kollajen fibrillerden oluşmaktadır. Inferior lamina aşağıya yönelip dönerek kondil boynunun periostu ile kaynaşır. Süperior lamina ise temporal kemiğin artiküler fossanın posterior duvarına yapışır (52). Retrodiskal bağlar gevşek yapıdadır, ağız açılıp diskin öne doğru kayması sırasında gerekli serbestliği sağlamaktadırlar. Çene çok açıldığında ise retrodiskal dokular 6-9 mm gerilerek uzarlar (53). Ağız açılırken fossa ile temasta olan üst retrodiskal lamina, disk üzerinde çekici bir güç oluşturmaktadır (39) (Şekil 1). Sinoviyal zarla döşenmiş retrodiskal laminalar, diskin posterior sınırını oluşturmaktadır (39) ve eklem diskini squamotimpanik fissür, eklem kapsülü ve kondile bağlamaktadır (54). İki lamina arası gevşek, damardan zengin konnektif doku ile kaplıdır. Eklem diski bu iki alan arasında eklem fibröz kapsülü veya lateral pterygoid kasının superior başı ile kaynaşır. Bu kas, artiküler diske medialden tutunarak, disk deplasmanında rol oynar (55).

Kondiler rotasyon sırasında disk stabilizasyonunu sağlayan diğer bir alan ise bilaminer alanın alt karnıdır. Ventral yöndeki kuvvetler direk disk üzerine uygulanır. Bilaminer alanın alt karnının esnemesi disk pozisyonundan bağımsız olarak anterior disk deplasmanının ana nedenleri arasında gösterilmektedir (56). Bilaminer bölgenin posterior ve posterosuperior kısımlarına devamlı yük binmesi, sonuçta fibroze ve bazen de yalancı (psödo) disk oluşumuna yol açar. Anterior disk deplasmanı ve osteoartrit gibi düzensizliklerde elastik fibrillerin yapısı ve düzeni bozulmaktadır (57). Bu bölge eklem avasküler orta alanı dışında beslenmeden sorumludur. Scapino çalışmasında bilaminer bölgenin kan, doku sıvısı ve sinoviyal sıvının düzenlenmesinden sorumlu bir bölge olduğunu; eklem artiküler kavitelerinde ise morfolojik adaptasyon sağlanmasında elastik fibrillerin kayganlığı arttırdığı ve sıvıyı düzenlediği bildirilmiştir (48). C. Clément ve ark.'ları ise bilaminer bölgenin elastik fibriller yönünden en yoğun bölge olduğunu ve özellikle üst bilaminer bölgede yoğun bulunduğunu histolojik olarak desteklemiştir (58).

2.4.3. Temporomandibular Eklem Kapsülü

Artiküler kapsül, TME'yi çevreleyen ince fibröz bağ dokusundan oluşur ve bu kapsül artiküler eminensin önüne, mandibular fossanın kenarlarına ve kondil boynuna yapışır. Eklem diski önde ve arkada eklem kapsülüne damardan zengin, sinir lifleri bulunan gevşek yapıdaki elastik fibriller aracılığı ile bağlanır ve bu yapı alt çene hareketleri sırasında eklem başı ile kapsülün birlikte hareket etmesini sağlar. Kapsüldeki bozulmalar, disk deplasmanlarının kaynağı olarak gösterilmektedir (59). Gevşek bağ dokusu yapısından dolayı kapsülün anterior duvarı, gelen yüklere kapsülün diğer duvarları kadar dayanıklı değildir. Scapino ve ark. insan TME ile anterior disk deplasmanı (ADD) gözlemlenen bireylerin üzerinde yaptıkları çalışmada posterior ataşmanın bulunduğu alanda genişlemiş venöz kanalların varlığından ve eklem kapsülü içindeki internal basıncın bozulduğundan bahsetmişlerdir. ADD'ye inferior stratumun aşırı gerilmesinin yanı sıra alt anterior kapsül duvarının gerilimi de eşlik etmektedir. Uzama miktarı doğrudan ADD'nin düzeyi ile ilişkilidir (48).

Kapsülün iki ana görevinden birincisi; medial, lateral ve inferiordan gelen kuvvetlere karşı eklem yapılarını bir arada tutmak ve ekstrem hareketlere karşı koymasını sağlamaktır (38). İkincisi ise; kapsülün iç yüzeyini saran sinoviyal membrandan sinoviyal sıvı sekresyonu sağlaması, alt ve üst eklem boşluklarında bu

sıvının devamlılığının korunmasıdır (60). Bu sayede sürtünme kat sayısının çene hareketleri sırasında düşük kalması sağlanmaktadır (61).

Eklem yüzeylerinde lübrikasyon, çene hareketleri yoluyla sinoviyal sıvının bir bölgeden diğerine yer değiştirmesi ile ve kıkırdağın sınırlı miktarda sinoviyal sıvıyı depolama özelliği ile sağlanmaktadır (39).

Eklem kapsülü içindeki ağrıda serbest sinir sonlanmalarının etkisi büyüktür. Serbest sinir sonlanmaları, sıcaklık değişimlerine, ağrıya ve dokunmaya karşı duyarlıdır. İnsan TME'sinde dört tip serbest sinir sonlanması vardır. Tip 1 Ruffini korpüskülü, Tip 2 Vater-Pacini, Tip 3 Golgi-Mazzoni korpüskülü mekanoreseptör olup, Tip 4a miyelinsiz sinir ağları ve serbest sinir sonlanmalarıyla beraber izlenen ağrı reseptörleri, Tip 4b ise vazomotor reseptörlerle beraber izlenen miyelinsiz sinir sonlanmalarıdır. Bu reseptörler çoğunlukla kapsülün ön yan bölgelerinde ve arkasında yoğunlaşmıştır. Asaki (2006), TME artrozunda ve disk bozukluklarındaki ağrının kaynağını serbest sinir sonlanmaları ve duyuşal sinir sonlanmaları olarak göstermiştir (62).

2.4.4. Artiküler Kıkırdak

TME'nin de dahil olduğu sinovyal eklemlerin iç yüzü iki tip doku ile kaplanmıştır. Bu dokular eklem kıkırdağı ve sinovyal membrandır (18). Bu yapıların arasında bulunan boşluk sinovyal kavite olarak adlandırılırken içerisinde sinovyal sıvı bulunmaktadır. Temporal kemik ve kondilin artiküler yüzeyi fibröz bir bağ dokusu olan, yoğun fibrokartilaj ile kaplıdır. Fibrokartilaj dokusu ile kaplı olmalarının avantajı ise bu yüzeylere gelen stresler karşısında rejenere ve remodele olabilmeleridir. Özellikle kondil başı bölgesinde fibrokartilaj kaplı yüzeyin derin kısmında fonksiyonel streslere göre kıkırdak veya kemik yüzey olarak şekillenen proliferative tabaka bulunmaktadır. Morfolojik olarak izlenen majör değişiklikler özellikle bu tabakada izlenmektedir. İnsan vücudundaki diğer sinovyal eklemlerin kemikleri, yüzeylerindeki hiyalin kıkırdak dokusuyla replase olan kemiklerdir. Bu kıkırdak doku zamanla kalsifiye olur ve kemikleşir. TME yüzeyinde ise kıkırdak yapı modifiye olarak devamlılığını sürdürür.

Mandibular kondil ve fossanın artiküler yüzeyi dört ayrı tabakadan oluşur. En üstteki artikükler tabakadır. Eklem kavitesine komşu olup fonksiyonel yüzeyi

oluşturarak yoğun fibröz konnektif dokudan meydana gelir (39). İkinci tabaka proliferatif tabaka olup farklılaşmamış mezenşimal dokudan oluşur. Mezenşimal hücreler heterojen olarak dağılmış olup, alttaki tabakalar için kondrosit öncü maddeye dönüşüm kapasitesine sahiptir (63). Fonksiyonel yüklenmeler sırasında artiküler kartilajın proliferasyonundan sorumludur. Üçüncü tabaka kollajen fibrillerin demetler halinde çapraz ve radyal görüldüğü fibrokartilagenöz tabakadır. Üç boyutlu ağ şeklinde olup sıkıştırıcı ve laretal kuvvetlere karşı dayanıklılık sağlar. Dördüncü ve en derin tabaka kalsifiye kıkırdak tabakadır. Artiküler kıkırdak boyunca yayılan kondrosit ve kondroblastlardan oluşmaktadır. Burada kondrositler hipertrofiye olur, ölür ve sitoplazmaları boşalır. Medullar kavitede kemik hücrelerine dönüşürler (39).

Eklem kartilajı büyük oranda normal eklem hareketleri sırasında pompalama yaparak sinoviyal sıvının difüzyonu ile beslenmektedir. TME’de stres dağılımı en çok mediolateral yönde izlenir. Lamela ve ark’ları (2013); fibrokartilaj dokulara yapılan mediolateral yöndeki yüklenmeler sonucunda baskılayıcı kuvvetlerin en çok kondiler kartilajda lateral bölgede ve temporal kartilajda medial bölgede izlendiğini bildirmişlerdir (64).

Fibrokartilaj ve hiyalin kartilajda temel GAG olan Hyaluronik asit (HA), kondratin ve keratan sülfat ile beraber bulunur. Yüksek molekül ağırlıklı HA, sinoviyal sıvının viskoelastik özelliğiyle ilişkilidir. Yaşlanma ile beraber düşük molekül ağırlıklı HA’da artma ve viskoelastisitede azalma, eklemde ise zamanla kayganlıkta azalma izlenmektedir (65).

2.5. İskeletsel Anomaliler

İskeletsel anomaliler, tek çenenin uzaydaki konum bozukluğundan kaynaklanabildiği gibi, her iki çenenin birlikte hatalı konumlanmasından da kaynaklanabilmektedir. Ortodontik anomali sınıflamasında ve tanı koyulmasında iki boyutlu lateral sefalometrik analizler kullanılmaktadır. Ancak iki boyutlu analizler çenelerin iskeletsel çapraz kapanış, maksillanın transversal yönde gelişim yetersizliği göstermesi ve/ veya mandibulanın uzayın üç yönünde aşırı gelişmesi (5) gibi üç boyutlu değerlendirme gereken durumlarda yetersiz kalmaktadır. Kau ve ark. 2005 çalışmalarında iskeletsel olarak Sınıf II ve Sınıf III gibi farklı iskeletsel yapıdaki bireylerin maksiller ve mandibular yapı ve hacimlerinin farklı olduğunu bildirmektedir (66).

Çenelerin büyüme ve gelişimi, kemiksel yapıların büyümesindeki temel prensiplere uygun olarak çevredeki diğer yapılara bağlı olarak gerçekleşmektedir (67). İskelet sisteminin gelişiminde nöromuskuler sistem ve yumuşak dokular da etkilidir (68).

2.5.1. İskeletsel Malokluzyonların Sınıflaması

Malokluzyonların sınıflandırılması ilk defa 1899 yılında H.Edward Angle tarafından gerçekleştirilmiştir (69). Bu sınıflandırmada maksiller birinci molar dişler sabit kabul edilip, sagittal yönde değerlendirilme yapılmıştır. Steiner ise (70, 71), ön kafa kaidesine göre maksilla ve mandibulanın sagittal yönde konumlarını belirleyerek, iskeletsel malokluzyonları ANB açısına göre sınıflandırmıştır. ANB açısının artmış olduğu olgular (5 derece ve üzeri) iskeletsel Sınıf II, azalmış olduğu olgular (0 derece ve altı) iskeletsel Sınıf III ve 0–4 dereceler arasında olanlar ise iskeletsel Sınıf I olarak tanımlanmıştır.

2.6. Mandibular Kondilin ve TME'nin Görüntüleme Yöntemleri

TME sert dokularının küçük olması ve düzlem film teknikleri kullanıldığında büyük kütledeki kranial kemiklerin bu yapıları örtülemediği ve anatomisinin kompleks olması nedeniyle vucutta görüntülenmesi en zor olan bölgelerdendir (72). Fonksiyon sırasında ve sağlıklı TME'nin muayenesinde radyolojik görüntüleme yöntemleri ek teşhis methodu olarak da kullanılabilir.

Panoramik radyografi, direk radyografiler, konvansiyonel ve bilgisayarlı tomografi (BT), konik ışınli komputarize tomografi, ultrasonografi, artrografi, manyetik rezonans görüntüleme (MRG) klinik uygulamalarda değişen frekanslarda uygulanmakta olup TME görüntülenmesi ve TMR'nin tespitinde kullanılmaktadır (73, 74). Bu yöntemlerin çoğunun komşu yapılara superpoze olma, artifact oluşması gibi eksiklikleri bulunmaktadır (74).

TME disfonksiyonu mevcut olan hastalarda eklem kemik ve yumuşak dokularının görüntülenmesi gerekmektedir. Diskin pozisyonu ve konumunun tespitinde artrografi ya da MRG kullanılmalıdır. Kemik patolojisi artrografi, MRG, radyonükleoid kemik tarama, ultrasonografi, konvansiyonel tomografi, panoramik radyografi, sintigrafi, konvansiyonel grafiler (lateral transkraniyo-oblik projeksiyon/

Schüller projeksiyon, posterior-anterior kaudal eksentrik projeksiyon/*Clements* projeksiyon) ve BT yardımı ile sağlanmaktadır (75). Ancak akut ağrılı semptomların arttığı dönemlerde veya patolojik durumlardan şüpheleniliyorsa, direk TME'ye özel görüntüleme yöntemleri kullanılmalıdır (76, 77). En sık kullanılan görüntüleme yöntemleri MRG ve dental volumetrik tomografi (DVT) dir (78, 79). Elde edilen en detaylı sonuçlar tomografiler ile sağlanmaktadır (16).

2.6.1. Konvansiyonel Radyografiler (Direk Grafiler)

Olguların klinik değerlendirilmesi sonrası herhangi bir patolojik durum düşünüldüğünde, TME görüntülenmesinde ilk planda direkt radyografik yöntemlerin kullanılması Amerikan Pediatrik Dişhekimliği Birliği (American Academy of Pediatric Dentistry), Amerikan Orofacial Ağrı Birliği (American Academy of Orofacial Pain) and Amerikan Oral ve Maksillofasial Radyoloji Birliği (American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology) tarafından önerilmektedir (80). Ancak ekonomik, kolay elde edilebilir, düşük radyasyon dozuna sahip olmalarına rağmen günümüzde direkt grafiler mandibular kondil ve TME'nin görüntülenmesinde birincil olarak tercih edilen yöntemlerden değildir. TME kemik anatomisinin farklı bölümlerine ilişkin sınırlı da olsa bilgi edinilmesi amacıyla 3 tip projeksiyon kullanılmaktadır Lateral transkraniyo-oblik projeksiyon (*Schüller* projeksiyon); ağız açık ve kapalı pozisyonda alınır ve direkt radyografinin en sık kullanılan tekniğidir. Glenoid fossa, artiküler eminens ve kondilin 1/2 ile 1/3'lük lateral kısmı görüntülenirken kondil boynu gözlenmez. TME'deki yapısal değişiklikler, kondilin glenoid fossa içindeki pozisyonu ve eklem aralığı incelenebilirken artiküler disk görüntülenemez. (81, 82). Eklem lateral kısmı işlevsel sert doku değişikliklerinin en sık görülebildiği alandır. Transfaringeal projeksiyon, eklem medial kısmının net bir şekilde değerlendirilmesinde ve travma vakalarında kullanılmaktadır. Transorbital projeksiyonda ise, TME'nin antero-posterior yönde görüntülenebilmesini sağlar (80).

2.6.2. Dental Panoramik Radyografi (Ortopantomaografi)

Dişler ve çenelere genel bir bakış elde edilerek, dişlerden ve diğer hastalıklardan kaynaklanılabilecek problemlerin ve TME bozukluklarının semptomlarından ayrılması sağlanır. TME özel çekim programları bulunan panoramik

radyografi cihazları da bulunmaktadır. Her iki eklem ağz açık ve kapalı pozisyonda görüntüsünün tek bir film üzerinde gözlenebildiği bu radyografilere ağz açık-kapalı TME grafisi ya da lateral panoramik grafi denilmektedir (83, 84). Baş konumundaki değişiklikler ve ısırma bloğunun kullanımına bağlı kondil görüntüsünde distorsiyonlar oluşabilmektedir (85). Artiküler tüberkül ve fossa üzerine kafa tabanı ve zigomatik ark süperpoze olduğundan kondilde belirgin erozyon, skleroz, osteofit, kondillerde asimetri, kırıklar ve büyük deformasyonlar panoramik radyografler ile belirlenebilir (13).

2.6.3. Artrografi

Artrografi invaziv bir görüntüleme tekniği olup, radyopak kontrasta sahip maddenin floroskopik rehberlikte üst ya da alt eklem boşluğuna veya her iki eklem boşluğuna birden verilmesi ile adezyonların, disk disfonksiyonlarının ve disk perforasyonlarının indirek olarak tespitine dayanır (83). Eklem diskinin perforasyonu ve kapsüle yapışıklıkları kesin olarak belirlenir (86). Alt eklem boşluğundan üst eklem boşluğuna kontrast ajanın dağılmasıyla disk ve ataçmanlarında olası bir perforasyon ve eklem boşluğunu kontrast ajanın dağılmasıyla disk ve ataçmanlarında olası bir perforasyon ve eklem boşluğunu kontrast ajanın doldurma şekline bakılarak da adezyonlar belirlenebilir (83). Minör disk perforasyonlarını gösterebilen tek teknik artrografidir. Günümüzde kullanımı invaziv olması, hastada alerjik reaksiyona neden olabilmesi, enfeksiyon riski ve radyasyona maruz kalınması nedeni ile sınırlandırılmıştır (87).

2.6.4. Sintigrafi

Vücuda radyoaktif madde (^{99m}Tc) enjeksiyonu sonrasında radyoaktif madde biriken aktif kemik metabolizması alanlarının belirlenmesi temeline dayanan görüntüleme yöntemidir (16). Enjekte edilen madde artmış kemik aktivitesi olan bölgelere doğru yönelir. Sintigrafide henüz anatomik değişiklikler ortaya çıkmadan metabolik değişikliklerin görüntülenebilmesi avantajlıdır (88). TME bölgesinde lokalize olan osteomyelitis, fibro-osseoz lezyonlar ve metastazların tespiti yapılabilmektedir ancak spesifitesi yoktur. Büyüme anomalilerine bağlı kondiler hiperplazilerde ve aktif kemik yapım-yıkım aşamasının tespitinde sintigrafi

kullanılabilmektedir (89). Method eklem anatomisindeki farklılıkları ya da disk deplasmanlarını görüntülemeye kullanılmaz (84).

2.6.5. Ultrasonografi (USG)

Vücuda yüksek frekanslı ses dalgaları (20000 Hertz) gönderilmesiyle farklı doku yüzeylerinden gelen yankıların sapma esasına dayanan bir görüntüleme yöntemidir. İyonizan radyasyon riski taşımaması nedeniyle yumuşak doku ve parankimal organların görüntülenmesinde sıklıkla tercih edilmektedir (90).

Maksillofasiyal bölgede USG; tükürük bezlerinin, yüzeysel tümör, kist ve enflamatuvar değişimlerin saptanması ve boyutlarının belirlenebilmesi amacıyla kullanılmaktadır. TME incelemesinde ise yumuşak dokulara ait özelliklerin; eklem diskinin lokalizasyonu, ve enflamatuvar efüzyon gibi değişimlerin saptanmasında da kullanım alanı bulmaktadır. USG invaziv olmayan, hızlı uygulanabilen ve maliyeti daha düşük bir yöntem olarak TME görüntülenmesinde MRG'ye alternatif gösterilmektedir (91). Ancak ağız açık ve kapalı görüntülemeye USG'nin sensitivitesi MRG'den önemli derecede daha düşük bulunmuştur (78).

Eklem içi efüzyonun tespitinde ultrason kullanılması en basit method olarak tanımlanmıştır. Teröpatik ve tanıya yönelik olarak intraartiküler enjeksiyon sırasında veya ağız açık ve kapalı görüntülemeye disk deplasmanlarının tespitinde kullanılabilmektedir (92).

USG'in en önemli limitasyonu, önlerindeki sert dokular nedeniyle sapmaları ve anormal yansımalar oluşturmasıdır. Kondil ve artiküler eminens arasında yerleşmiş ve ses dalgaları kaynağından uzak olan eklem diskinin tanımlanması zordur (93).

2.6.6. Magnetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

MRG, manyetik bir alanda, elektromanyetik radyofrekans dalgalarının vücuda gönderilmesi ve geri dönen sinyallerin görüntüye dönüştürülmesi temeline dayanır. Görüntünün oluşumu dokulardaki hidrojen iyonlarının (hidrojen tek proton içerdiği ve insan dokularında en fazla bulunan element olması nedeniyle kullanılır) miktarına bağlıdır. Bu görüntüleme yöntemi çok güçlü manyetik alan kullanarak, yumuşak doku moleküllerinin enerji seviyelerinde değişiklik yaratmaktadır. MRG güvenilir, invaziv olmayan bir yöntem olup İD tespitinde yumuşak doku kontrastı veren altın standarttır

(94). Disk abnormalitelerinde ve makroskopik kemiksel değişimlerin tespitinde güvenilir bir yöntemdir (95). Klinik muayene sırasında İD ve miyofasyal ağrı birbirine benzer olup karışabilmektedir. İD varlığında standart muayene protokolü olarak yüksek rezolüsyona sahip ve yüksek doku kontrastı gösteren MRG'ye başvurulmalıdır (96). İyonize edici radyasyon kullanılmadığından hiç bir biyolojik zararlı etkisi yoktur. Çocukluk yaş grubunda ve hamilelerde kullanılabilme ve aynı hastada defalarca tekrarlanabilme avantajı vardır. Sabit ortodontik apareyleri ve metal protezleri bulunan kişilerde de MRG uygulanabilir (34).

Temel olarak eklem diskinin pozisyonunu, morfolojisini ve sinyal şiddetini saptayan MRG, aynı zamanda TME patolojilerinde tanı koyulması ve cerrahi tedavi sonuçlarının değerlendirilmesinde de değerli sonuçlar vermektedir (97).

Tasaki ve ark. kadavralar üzerinde yaptıkları çalışmada, MRG'nin disk pozisyonunun ve formunun belirlenmesinde %95 hatasız yanıt verdiğini, %93 kemiksel değişimlerin belirlenmesinde kullanıldığını bildirmişlerdir (98). Alkader çalışmasında kemiksel değişimlerin tipine ve şiddetine göre bu oranın %30-%82 arasında değişebilen sensitivite gösterildiğini yayımlamıştır (99). MRG BT ve KIBT'a kıyasla kemiksel değişimlerde orta derecede güvenilirlik ve marjinal sensitivite sağlamaktadır bu yüzden kemiksel değişimlerin tespitinde MRG'nin kullanılması tartışmalıdır (9, 99).

MRG'de kemiksel değişimler, diskin pozisyonu ve patolojileri T1 ağırlıklı veya proton ağırlıklı görüntüler ile spin eko sekansı kullanılarak ağız açık ve kapalı pozisyonlarda değerlendirilir (100). MRG'de sagittal düzlemde ağız açık ve kapalı olarak anterior ve posterior disk dislokasyonun tanısı yapılırken koronal düzlem görüntüleri ağız kapalı olarak medial ve lateral disk deplasmanları ile osteoartritik değişimlerin tespiti için kullanılmaktadır (101). T2 sekansı ise fazla miktarda sıvı içeren dokuları iyi görüntüler. TME yapısında bulunan fibrokartilaj, kas, yağ ve kortikal kemik kısa T2 değerinde yapılıdır. T2 ağırlıklı görüntülerde toplam çekim süresinin uzun olmasından dolayı anatomik özellikler iyi izlenmez ancak patolojik gelişimin değerlendirilebilmesi için T2 ağırlıklı görüntüler şarttır. Sagittal görüntülerde eklem diski papyon şeklinde koronal görüntülerde de yay formunda gözlenir (Şekil 2). Yağ T1 ve T2 görüntülemeye hiperintense olarak izlenmektedir. Fakat neoplastik, kistik ve enflamatuar lezyonlar da hiperintense olarak izlenmektedir.

hiperintense yağ sinyali baskılanarak yağ izlenen (kemik iliği ve subkutanoz dokular vb.) dokulardaki sinyal baskılanır ve patolojik değişimlerin tespiti hedeflenir (101).

2.6.7. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

Tomografi; Yunanca'dan gelen *tomos* (kesit) ve *graphy* (görüntü) kelimelerinin birleşmesiyle oluşmuştur. BT; X ışınının kullanarak, bir cismin kesitler halinde iki boyutlu (2B) veya üç boyutlu (3B) görüntülerinin oluşturulmasında yardımcı radyolojik teşhis yöntemidir (102).

1972 yılında Godfrey Hounsfield tarafından komputere aksiyal transvers skanning adıyla geliştirilen teknik ile kollime edilmiş X ışınları kullanılarak başın aksiyel, sagittal ve koronal kesitsel görüntüleri elde edilebilmektedir. Gönderilen ışın cihaz tarafından taranarak analog sinyaller olarak bilgisayarda dijitalize edilir. Sinyaller matematiksel algoritmayla analiz edilir ve aksiyel tomografik bilgi olarak oluşturulur. Bu teknikte elde edilen görüntü konvansiyonel yöntemle elde edilen görüntülerden farklıdır ve konvansiyonellere göre 100 kat daha hassas olduğu bilinmektedir (103, 101). BT tekniği ile konvansiyonel filmlerde bulunan superpozisyon veya distorsiyonun ve konvansiyonel tomografilerdeki görüntü tabakaları dışındaki yapıların bulanıklığının üstesinden gelinmektedir ancak BT küçük eğimli kemik yüzeylerindeki ortalama hacim artefaktlarında yetersiz kalmaktadır.

Digital görüntü dilimlerini gösteren BT'lerde, multipl görüntü dilimleri koronal görüntünün daha kullanışlı olmasına rağmen, her iki koronal ve aksiyal planda alınır. Aksiyal ve koronal datalar sagittal planda görüntü elde etmek için rekonstrükte edilebilir ve üç boyutlu görüntü elde edilebilir (103).

BT disk dislokasyonları, kondil fraktürleri ve dejeneratif kemik değişikliklerinin teşhisinde sıklıkla kullanılmaktadır.

2.6.7.1. Bilgisayarlı Tomografinin Diğer Yöntemlere Üstünlüğü ve Eksikliği

BT'de anatomik bölgelerin 2B ve 3B görüntüsünün elde edilmesi sağlandığından dolayı bu bölgeler daha detaylı incelenerek işaret noktalarının yerleşimi daha kolay olmakta ve ölçümler daha dikkatli uygulanabilmekte (72), 3B tarama sayesinde konvansiyonel radyografilere gerek kalmamaktadır (104).

BT tarayıcısı vücut içindeki herhangi bir bölgenin kesitsel olarak, üzerindeki başka dokuların görüntüye girmesine izin vermeden görüntülenmesini sağlamaktadır. BT görüntülerinde boyutsal bozulma yoktur. Böylece doğrudan mesafe ölçümü, yer değişimlerinin belirlenmesi, çap ölçümü ve kalınlık ölçümü interaktif bilgisayar grafikleri sayesinde hassasiyetle yapılabilmektedir. Herhangi bir dokunun veya lezyonun yapısını anlamaya yardımcı olmaktadır. Hızlıdır ve girişimsel olmadığı için hastalara rahatlıkla uygulanabilmektedir (106).

2.6.8. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT)

Bilgisayarlı tomografiler konvansiyonel tomografi ve konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) diye ikiye ayrılır. Konvansiyonel tomografi taraması sıralı veya spiral tarama şeklinde yapılabilir. Sıralı taramada, X ışını tüpünün bir tur dönüşünden tek bir aksiyel kesit oluşur. İkinci kesitin oluşması için bir duraklama süresi geçer ve tur tekrar döner. Bu teknikte tarama işlemi uzun sürebilmektedir. Spiral taramada ise, X ışını belirli bir hızla sürekli dönerken, hastanın yatırıldığı masanın konum değiştirmesi ile görüntü elde edilmektedir. Bu teknik sayesinde hem süre kısaltmakta hem de hasta konforu artmaktadır (90).

Konvansiyonel tomografiler tek veya çok kesitli olmak ayrılmakta ve tek kesitli tomografilerde kullanılan dedektör tek sıra halinde dizilmiş tek boyutlu elemanlardan oluşmaktadır. Çok kesitli tomografilerde ise, dedektör bir matriks şeklinde birden fazla sıralar halindedir. Her iki tip tomografide de sıralı ya da spiral tarama yapılabilmektedir (106, 107, 108).

KIBT'nin konvansiyonel tomografiden farkı, bu sistemde X ışını tüp ile dedektör arasında 2B yerine 3B bir geometriye sahip olmasıdır (109). Tüp ve dedektörün tek turu ile kraniyofasiyal bölgenin büyük bir bölümü taranabilmektedir (106). KIBT'nin ünitesine bağlı olarak hasta yatar, yarı yatar ya da oturur pozisyonda taranabilmekte ancak yüz yumuşak dokularının distorsiyona uğramasını engellemesi amacıyla hastanın oturarak taranması tercih edilmektedir.

KIBT cihazlarının medikal BT'lerle karşılaştırıldığında daha hızlı görüntü elde etmesi, daha ucuz radyasyon dedektörüne sahip olması, hastanın konum değiştirmesi sonucu oluşan görüntü netliğinde azalma probleminin bulunmaması, internal hasta hareketi sonucu oluşan görüntü distorsiyonunun daha az olması, X ışını tüpünün

etkinliğinin artması ve hastaya daha az radyasyon vermesi özellikleri ile üstünlük sağlamaktadır (5).

2.6.8.1 KIBT' nin Ortodontide Kullanım Alanları

KIBT diş hekimliğinde kullanım alanlarında, patolojilerin tanısında, sınırlarının ve hatta içeriklerinin (katı, sıvı, jelöz) belirlenmesinde, tükürük bezi incelemelerinde, TME yapısının incelenmesinde, TME ankilozu veya fraktürlerinde, maksiller sinüs incelemesinde, çeneyüz bölgesi travma ve fraktürlerinde ve implant uygulamaları bulunmaktadır (110).

KIBT ile elde edilen kraniyofasiyal görüntüler ile farklı kategorilerde bilgi elde edilmesiyle ortodontide; tedavi, gelişim ve kraniyofasiyal veriler arasındaki multidisipliner ilişkiyi yorumlamak amacıyla ve çözümü için kullanılmaktadır. Bu görüntüleme ile;

1. Normal ve anormal anatominin tespiti
 2. Kök uzunluğu ve kök hizalanmasına karar verme
 3. Çene boyutu ve gerekli diş mesafesi arasındaki ilişkiyi saptama
 4. Uzaysal maksillo-mandibular ilişkinin tespiti
 5. TME durumunun tespiti
 6. Eski, şimdi ve beklenen kraniyofasiyal gelişme boyutu ve yönünün tespiti
 7. Kraniyofasiyal anatomide tedavinin etkilerini saptama
 8. Supernümere ve gömük dişlerin tespiti ve lokalizasyonu
- hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir.

Ortodontik açıdan KIBT'nin birçok kullanım alanı gösterilmiştir. Bunlar arasında;

a) Gömülü dişler ve ağız içi anomalileri: Sürme yönü değişmiş veya gömük kaninlerin konumlarının doğru bir şekilde belirlenmesinde ve sonrasında yapılacak cerrahi işlemin minimum seviyede tutulmasını sağlamak için kullanılabilir (111). Maksiller gömük kanin dişlerinin gömük kalma oranı %0,9-3 arasında değişen bir sıklıktadır ve bu dişlerin konumu belirlemeye dolayısı ile ortodontik ekspozisyon başarılarını arttırmaya yönelik birçok çalışma yapılmıştır (113). Gömülü dişler ve çevresinde bulunan yapılar tarafından oluşturulan patolojiler geleneksel radyograflar ile belirlenebilmesine rağmen, 3 boyutlu konvansiyonel BT taramaları ile yapılmış olan çalışmalarda komşu dişlerde meydana gelen kök rezorpsiyonunun konvansiyonel radyograflarla belirlenenden daha fazla olduğu gösterilmiştir (114).

b) Havayolu analizi: Havayolu analizi için kullanılan lateral sefalogramlar ile 2 boyutlu görüntü sağladığından dolayı her zaman tam olarak doğru sonuçlar elde edilememektedir. Lateral sefalogramlar ve KIBT kullanarak 11 hasta üzerinde yapılan bir çalışmada üst havayolu alan ve hacim ölçümleri arasında orta düzeyde farklılık gösterilmiştir (114).

c) Alveolar kemik yüksekliği, hacminin ve gelişiminin değerlendirilmesi: KIBT implant tedavisinde ve ortodontide dudak damak yarıklı hastalarda alveoler cerrahi takiben kemik kalitesinin klinik olarak değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (115, 116). Elde edilen görüntüler ile onarılmış alveol kemiğinde dişlerin ortodontik olarak hareket ettirilip ettirilmeyeceğinin kararı verilebilmektedir (66). KIBT, kök eğimi ve torqu, minividaların yerleştirilmesi düşünülen bölgedeki kemik kalınlığı ve morfolojisi, cerrahi planlamada osteotomi bölgeleri hakkında da bilgi vermektedir (117). Ayrıca retraksiyon sırasında palatal kortikal kemiğe göre maksiller keserlerin köklerinin pozisyonları, distalizasyon için maksillanın posteriorunda bulunan kemik miktarı, dental ekspansiyon için maksiller bukkal segmentlerdeki mevcut kemik miktarı, maksiller sinüsle maksiller köklerin komşuluğu, mandibular keser köklerinin kemik içindeki pozisyonu gibi birçok konuda önemli bilgiler vermektedir.

d) Temporomandibular eklem morfolojisi: TME bölgesindeki patolojilerin tespitinde konvansiyonel BT'ler bu bölge hakkında yetersiz bilgi verdiği için ve

yüksek radyasyon dozu ile değerlendirme yaptığından ötürü tercih edilmemektedir. (119). KIBT ile kondil başlarının boyutları, şekli ve pozisyonları, eklem boşluğu değerlendirilebilmektedir. Ayrıca, 2B görüntülerden farklı olarak kondilin frontal ve aksiyel kesitleri de izlenebilmektedir. Ancak yumuşak doku görüntülenmesinde yetersiz olmasından dolayı TME diski incelenmesinde tercih edilmemektedir.

e) Yüz analizi: Yeni yazılım programları ile birlikte cephe veya profil fotoğrafları DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) veri tabanında dönüştürülebilir ve yüzün üç boyutlu görüntüsü frontal–lateral veya herhangi bir istenen yönde oluşturulabilmektedir. Görüntünün translüensliği değiştirilerek sert dokularla yumuşak dokuların anatomik ilişkileri tanımlanabilmektedir. Yüz görünümünün değiştiği diş hareketlerinin plânlanması, ortognatik cerrahi veya diğer kraniofasiyal tedavilerde program önemli yere sahiptir. Ayrıca KIBT ile elde edilen görüntülerin 3D Fotoscan özelliğine sahip cihazlar ile kombine kullanılarak ilgili bölgelerin modelleri de elde edilebilmektedir (111).

f) Dudak damak yarıkları: Bu hasta gruplarında avantajlı olmasına ve medikal BT'ye göre daha az radyasyon dozu içermesine rağmen çocuk hastalar için tercih edilmemektedir. Ancak KIBT medikal BT'ye göre yarık bölgesini daha ayrıntılı görüntüleme olanağına sahiptir. KIBT'nin bu özelliği, dudak-damak yarıklı hastaların cerrahi tedavisinde önemli yer tutmaktadır (111).

g) Üç boyutlu çakıştırma: Üç boyutlu yazılımlarla birlikte kranial yapılar ve çalışmacı tarafından tanımlanmış noktalar üzerinde farklı zamanlarda alınmış görüntülerin çakıştırılması yapılabilir (117). Geleneksel çakıştırma anatomik konturların, noktaların ve düzlemlerin iki boyutlu çakıştırılmasını içeren bir yöntemdir. Üç boyutlu KIBT ile birlikte yazılım programlarının kullanılması farklı zamanlarda alınmış görüntülerin subvoksel düzeyde karşılaştırılmasını sağlar. Bilgisayara aktarılan bu görüntüler üzerinde yapılan ölçümler ile büyüme veya tedavi ile gözlenen değişimler değerlendirilir. Böylece üç boyutlu çakıştırma ile tedavi sonucunda ve tedavi sonrası stabilite değerlendirmesi yapılabilir (111).

2.6.8.2 Bilgisayarlı Tomografide Radyasyon Dozu

Objeye iletilen enerji olarak tanımlanan absorbe doz, Gray (Gy) ile birimlendirilmektedir. Biyolojik hasarın oluşmasında sadece absorbe olan enerji değil

aynı zamanda ışının dalgaboyu da önem arz etmektedir. Bu yüzden de absorbe olan doz dalga boyu ile çarpılarak eşdeğer doz elde edilmektedir. Radyasyonun neden olduğu hasar aynı zamanda taranan dokunun duyarlılığına bağlıdır. Eşdeğer doz taranan doku veya organın duyarlılık faktörü ile çarpılarak etkin doz elde edilmekte ve Sievert (Sv) ile birimlendirilmektedir (120).

Konvansiyonel radyografilerin, konvansiyonel BT'lerin ve KIBT'nin hastayı maruz bıraktığı radyasyon dozunu hesaplamaya yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Yapılan araştırmaların bazılarında KIBT'den alınan radyasyon dozunun, panoramik gibi konvansiyonel radyografi tekniklerinden alınan doza yakın olduğu belirtilirken (5), başka araştırmalarda ise kullanılan farklı aygıtlara bağlı olarak dozun daha fazla olduğu bildirilmiştir (121).

KIBT, konvansiyonel BT tarayıcılarından 15 kat daha az radyasyon dozu ya da 4-15 panoramik radyografi için ihtiyaç duyulan radyasyon dozuna eşit bir dozla çalışmakta ve kısa tarama zamanı (10-70 saniye) ile yüksek diagnostik kalitedeki görüntüleriyle milimetrenin altında uzaysal çözünürlük sağlama imkânına sahiptir (5, 72).

Lou ve ark (122), uygulanan radyasyon dozunun hesaplanması için yaptıkları çalışmada, radyasyon dozunun panoramik radyografilerde 50 μSv , sefalometrik radyografilerde 100 μSv , konvansiyonel maksillofasiyal BT'de 310- 410 μSv ve KIBT'de 40-130 μSv olduğunu bildirmektedir.

2007 yılında, International Commission on Radiological Protection konvansiyonel 2B panoramik radyografiler için etkili dozu 14,2-24,3 μSv , sefalometrik radyografiler için 5,1-5,6 μSv olarak tavsiye etmektedir. KIBT için kesin bir radyasyon dozu verilememektedir (121). Nedeni ise farklı KIBT cihazlarındaki farklı voksel boyutu, sensör hassasiyeti, görüş alanı, tarama zamanı ve elde edilen görüntü sayısı ile açıklanmaktadır. Maksillofasiyal bölge incelenirken 30-1073 μSv arasındaki doz etkili doz olarak belirtilmiştir (Şekil 3) (121).

3. MATERYAL-METOT

3.1. MATERYAL:

Çalışmamızın materyalini Aydın Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Anabilim Dalı arşivinden seçilen KIBT görüntüleri üzerinde yapılan ölçümler sonucu ANB açısına göre iskeletsel Sınıf I ($0^{\circ} \leq ANB \leq 4^{\circ}$) ve iskeletsel Sınıf III ($ANB \leq 0^{\circ}$) olan hastalar oluşturmaktadır.

Çalışmamızın iskeletsel Sınıf I bireylerden oluşan grubu, 24 birey (iskeletsel Sınıf I, 10 erkek, 16 kız) ve iskeletsel Sınıf III bireylerden oluşan grubu 26 bireyden (iskeletsel Sınıf III, 10 erkek, 14 kız) oluşturulmuştur. Çalışmamızda kullanılan iskeletsel Sınıf I ve Sınıf III bireyler Aydın Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Anabilim Dalı arşivinden seçilmiştir.

3.2. METOT:

3.2.1. Hastalardan Alınan Kayıtlar

Çalışmamızdan önce, birey sayısını belirlemek amacıyla G*power 3.1 programı güç analizi yapılmıştır. Sınıf III çalışma ve Sınıf I kontrol grupları arasında güç değeri 0.8 alınarak yapılan örneklem genişliği analizinde çalışmaya dahil edilmesi gereken minimum birey sayısı 24 olarak bulunmuştur.

BT görüntüleri üzerinde mandibula ile kondil uzunluk ve hacmi ölçümleri yapıldıktan sonra, bireysel çizim ve ölçüm hatasının kontrolü için, 15 günlük bir aradan sonra, 50 bilgisayarlı tomografi görüntüsü içinden rastgele seçilen 15 adet bilgisayarlı tomografi kaydı aynı araştırmacı tarafından tekrar çizilerek tüm ölçümler tekrarlandı. Mandibula ile kondil uzunluk ve hacim ölçümlerindeki metod hatasını değerlendirmek için sınıf içi korelasyon katsayısı ile güven aralığı ölçüldü.

Araştırmaya dahil edilen bireylerin seçiminde şu kriterler esas alınmıştır:

1. Hastaların 17- 29 yaşları arasında olmaları,
2. Her kuadranda en fazla dört diş eksikliğinin bulunması (normalde olması gereken diş sayısının yarısı)

3. Tomografi çekildiği dönemde bireylerin ortodonti tedavisi görmüyor olması
4. Mandibular kondilin tamamının görüntü alanı içinde kalması

Araştırmaya dahil edilmeyen bireyler seçilirken şu kriterler esas alınmıştır:

1. Hastaların herhangi bir sistemik hastalığının veya kraniofasiyal anomalisinin olması
2. Mandibular kondilde ve TME’de herhangi bir patoloji (fraktür, enflamasyon, kist, tümör, ankiloz, dislokasyon, hipertrofi vb.) olması
3. Mandibulada ve mandibular kondil bölgesinde cerrahi tedavi görmüş olması

İskeletsel Sınıf I ve Sınıf III grubundaki tüm bireylerden çeşitli dental tedaviler öncesinde KIBT görüntüleri alınmıştır. Çalışmamızda yer alan bireylerin tomografi verileri, Aydın Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diyanoz ve Radyoloji Anabilim Dalı'nın arşivinden elde edilen verilerdir. Cihaz 5.0 mA ve 120 kV'a ve voksel kalınlığı 0,3 mm olacak şekilde ayarlanmıştır ve tomografi görüntüleri 360⁰ rotasyonla ve 9,6 saniyede alınmıştır. Cihazın Field of View (fov) aralığı 170x230 mm'dir.

Rutin tomografik görüntü alınması protokolünde, hastanın başı, Frankfurt horizontal düzlemi yer düzlemine paralel olacak şekilde, çeneler sentrik ilişkide ve hastaların dudakları istirahat pozisyonunda iken ayarlanmaktadır.

3.2.2. Etik Kurul Değerlendirmesi

Materyal ve metodu anlatılan şekilde kurulan retrospektif çalışmamız için İstanbul Aydın Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurul Başkanlığı'ndan 27/04/2016 tarihli ve B.30.2.AYD.0.00.00-480.2/109 sayı numaralı Etik Kurul Yönergesi Uygunluk Belgesi alınmıştır.

3.2.3. KIBT Görüntülerinin Elde Edilmesi ve Mimics® Yazılım Programına Aktarılması

50 bireyin tomografi verisi Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) verisi olarak bir masaüstü bilgisayarda saklanmıştır. Bireylerin DICOM

verileri, Mimics 17.0[®] (Materialise, Leuven, Belçika) yazılım programına aktarılmıştır. Araştırmamızda Mimics[®] Temel Modülü ve Simülasyon Modülü kullanılmıştır. Bu bilgisayar programıyla iki boyutlu kesitsel görüntüler birleştirilerek üç boyutlu görüntüler elde edilebilmekte ve üzerlerinde ölçümler yapılabilmektedir. Alınan aksiyal görüntüler program dahilinde işlenip, verilerden aksiyal, koronal, sagittal kesitler çıkartılmakta ve tüm datalar bu üç kesit üzerinde incelenebilmekte ve işlenebilmektedir.

Bu amaçla öncelikle hastaların DICOM verilerinin Mimics[®] programına aktarılması gerekmektedir. Bilgisayarın masaüstünde yer alan programa mouse'ın sağ tuşu tıklanıp, oradan aç sekmesi seçilir ve programın çalışması başlatılır (Şekil 4).

Herhangi bir tomografi verisi programa aktarılmadığı zaman, açılan ekranda sol üst köşede parantez içerisinde '(No project loaded)' yazmaktadır (Şekil 5).

Programa tomografi verisi aktarabilmek için bazı aşamalar vardır. Bunlar sırası ile şöyledir; Sol üst köşede 'File' yazan sekmeye tıkladığında karşımıza 'New project wizard' sekmesi çıkar (Şekil 6).

'New project wizard' sekmesi tıkladığında çıkan ekran üzerinde hastanın DICOM verilerinin olduğu klasörü seçip, DICOM verileri açmamız gerekmektedir (Şekil 7).

Daha sonra sağ altta yer alan 'Next' sekmesi (Şekil 7) tıkladığında karşımıza yeni bir ekran açılacaktır.

Açılan bu ekranda sağ altta yer alan 'Convert' sekmesi (Şekil 8) tıkladığında hastalardan elde edilmiş DICOM veriler Mimics[®] programına ait 'mcs' dosyasına dönüşmektedir. Ham tomografi verilerinin (DICOM) dosya uzantısı '.dcm'dir. Mimics[®] programına aktarıldıktan sonra dosya uzantısı '.mcs' olmaktadır. Veriler '.dcm' dosyasından '.mcs' dosyasına dönüştürüldükten sonra görüntüler üzerinde elde etmeyi amaçladığımız işlemleri gerçekleştirebiliriz.

3.2.4. KIBT Görüntülerinin İşlenmesi

3.2.4.1. Oryantasyon, Pencere Aralığının (Tresholding değeri) Belirlenmesi ve Segmentasyon İşlemi

Hastalarının DICOM verileri Mimics® yazılım programına aktarıldığında koronal, sagittal ve aksiyal kesitlerin yönlerinin belirlenmesine yarayan oryantasyon penceresi açılmaktadır. 'X' ile ifade edilen kutulardan biri seçilerek, seçeneklerden (anterior-posterior, right-left, top-bottom/ön-arka, sağ-sol, üst-alt) görüntünün konumu ayarlanır (Şekil 9) Bu işlem hastanın yönünün doğru konumlandırılmamız için yapılmaktadır.

Tomografi verileri üzerinde dokular farklı yoğunluklarda görülürler. Veriler üzerinde çalışılmaya başlamadan önce her dokunun kendi yoğunluğunda seçilmesi gerekir. Farklı dokuların birbirlerinden ayrılabilmesi için Hounsfield değerlerinden yararlanılmaktadır. Hounsfield değerlerinde '0' su yoğunluğunu temsil etmektedir. Eksi değerlere gidildikçe hava görüntüsüne ulaşılmakta, artı değerlere gidildikçe spongios kemik, kortikal kemik, diş dokuları ve benzer dokular diğerlerinden ayırt edilebilmektedir. Sert doku için 226-3071 (Hounsfield Unit) HU değerleri arasındaki pencere aralığı seçilmiş, bu değerler dışında yer alan dokular işlenmemiş ve sadece ilgili dokulara ait dosyalar (masklar) oluşturulmuştur. Bu değerlerin ayarlanabilmesi için program üzerinde sağ üstte yer alan 'Segmentation' başlığı altında 'Thresholding' sekmesi (Şekil 10) tıklandığında sol altta açılan pencere üzerinde 'Bone' seçilip 'Apply' tuşuna basılınca (Şekil 11), istediğimiz thresholding değerlerinde 'mask'lar oluşmaktadır.

Oluşan bu mask'ların isimleri programda sağ üst köşede görülmektedirler. Mask'lar aksiyal, sagittal ve koronal kesitlerde görülen iki boyutlu görüntüleri temsil etmektedir. Sağ üst köşede yer alan mask'ın üzerindeki yazıya mouse'ın sol tuşu ile çift tıkladığında açılan kutucukta mask'ın adını değiştirebiliriz (Şekil 12). Biz ilk mask'ın adını 'total' olarak yazdık (Şekil 13).

Bireylerin tomografi görüntüleri üzerinde amalgam dolgu, braketler gibi metal yapılardan dolayı artefaktlar oluşmaktadır. Öncelikle bu artefaktların temizlenmesi gerekmektedir. Bunun için öncelikle sağ üstte yer alan 'Segmentation' başlığı altında 'Edit Mask' sekmesine tıklanır (Şekil 14). Daha sonra ekranda 'Edit Mask' başlığında bir kutucuk çıkar. Eğer kesitler üzerinde silme işlemi yapmak istiyorsak 'Erase' işlemi seçilmelidir (Şekil 15).

Silme işlemi yapmadan önce silme işlemini hangi kesit üzerinde yapmak istersek mouse'ın ekrandaki görüntüsünü o kesitin üzerine getirip, klavyedeki 'tab' tuşuna basarız ve böylece o kesit ekranda daha büyük görülür (Şekil 16). Yani dört kesitin görüldüğü ekran yerine tek kesitin olduğu pencere ana ekrana yansır. Tekrar 'tab' tuşuna basarsak eski ekrana geri dönebiliriz.

Eğer görüntüyü daha da büyütmek istersek, sol elimizle klavyedeki 'ctrl' ile 'alt' tuşlarına basılı tutarken, diğer elimizle mouse'ın sağ tuşuna basılı tutarak mouse'ı öne doğru kaydırdığımızda görüntü daha da büyümektedir (Şekil 17).

Görüntü yeterince büyük hale geldiğinde artefaktların üzerine mouse'ın ucunu getirip artefaktın tam üzerinde iken mouse'ın sol tuşuna basıp tek tek silebiliriz (Şekil 18, Şekil 19).

Tek bir kesitteki artefaktlar temizlendikten sonra diğer kesitlerdeki artefaktları da silmemiz gerekmektedir. Bunun için hangi kesitte isek, örneğin koronal kesit, o kesit üzerinde mouse'ın ortasındaki scroll tuşunu çevirdiğimizde sıra ile koronal kesit bölmesi üzerinde yer alan diğer kesitler açılmaktadır. Böylece kesitleri tek tek kontrol etmiş oluruz.

3.2.4.2. Mandibula Segmentasyonu ve Rekonstrüksiyonu

Artefaktları 'Edit Mask' sekmesindeki 'Erase' kutucuğunu seçerek silmiştik. Diş kronlarını silmek için de aynı yöntemi kullanırız. Burada dikkat etmemiz gereken husus şudur; kesitler üzerinde görülen diş minesinin parlaklığının bittiği sınıra kadar diş kronlarını sileriz (Şekil 20).

Ayrıca aksiyal, sagittal, koronal kesitler üzerinde silme işlemlerini kontrol etmemiz gerekmektedir (Şekil 21). Maksilla ve mandibuladaki dişler silindikten sonra üst sol köşede 'Segmentation' sekmesinde 'Region Growing' seçilir (Şekil 22). Daha sonra mouse'ın ucunu mandibula bölgesine getirip sol tuşa bir kere tıkladığımızda mandibula maksillofasiyal kompleksden ayrılır ve sol üst köşede yeni bir mask oluşur (Şekil 23). Bu mask'ın adını mandibula olarak kaydediyoruz. Oluşturulan bu mandibula isimli mask'ın üç boyutlu görüntüsünün oluşturulması gerekir. Bunun için ana sayfasının sol üst köşesinde yer alan 'Segmentation' sekmesi içinde 'Calculate 3D' seçeneği seçilir (Şekil 24). Bu sekme seçildiğinde ana ekranın ortasında 'Calculate

3D' kutucuğu açılır. Açılan ekranda sol pencerede 'mandibula' seçeneği, sol tarafta 'Quality' başlığı altında ise 'optimal' kutucuğu seçildikten sonra ekranın altında yer alan 'calculate' sekmesine tıklanır (Şekil 25). Böylece mandibula kemiğinin üç boyutlu rekonstrüksiyon görüntüsünü elde ederiz ve sağ tarafta yer alan '3D Objects' başlığı altında mandibula ismi ile kaydedilir (Şekil 26). Sağ tarafta yer alan '3D Objects' bölmesinin altında 'I' simgesi (Şekil 27) ile gösterilen 'properties' kutucuğa tıkladığında '3D Properties' adında bir kutucuk ekrana gelir. Bu kutucuğun sol alt tarafında 'volume' başlığı altında mandibula hacminin mm³ cinsinden değeri yazmaktadır (Şekil 28).

Programda ana ekranda üç boyutlu mandibula görüntüsü yer alırken mouse'ın sağ tuşuna basılı tutup, mouse'ı hareket ettirir isek üç boyutlu görüntüyü her yöne doğru çevirip inceleme imkanı bulabiliriz. Eğer mouse'ın ortasındaki scroll tuşunu çevirmeden üzerine basılı tutup mouse'ı hareket ettirsek ekrandaki görüntü sadece sağa-sola ya da aşağı-yukarı hareket eder.

Mandibula kemiğinin bu şekilde üç boyutlu rekonstrüksiyon görüntüsü ve hacmini elde etmiş oluruz. Ayrıca bu görüntü üzerinde mandibula kemiğini her yönden inceleme imkanı da bulabiliriz.

3.2.5. Kondiller Üzerinde Yapılan Noktalama ve Uzunluk Ölçümleri

Mandibula segmentasyonundan sonra uzunluk ölçümünden önce kondil üzerinde bazı işaret noktaları koymak gerekmektedir. Bu işaret noktaları; sağ ve sol kondilin en dış noktası (sağKD, solKD), sağ ve sol kondilin en iç noktası (sağKİ, solKİ) (Şekil 29), sağ ve sol kondilin en ön noktası (sağKÖ, solKÖ), sağ ve sol kondilin en arka noktası (sağKA, solKA) (Şekil 30).

Programda görüntü üzerine noktalama yapabilmek için üst bölümde yer alan 'Medcad' sekmesinin alt bölümlerinde yer alan 'Point' sekmesi seçilir. 'Point' sekmesinin içerisindeki 'Draw' işlemi seçilip (Şekil 31), görüntü üzerinde noktalama yapacağımız yere mouse'ın sol tuşuna basarak işaretleme yaparız.

Program üzerinde noktalama işlemleri yapıldıktan sonra sol ve sağ kondil ön-arka mesafe (solKÖA, sağKÖA) (Şekil 32), sol ve sağ kondil iç-dış mesafe (solKİD, sağKİD) (Şekil 33) ölçümleri yapılır.

İki nokta arasında mesafe ölçümü yapabilmek için programda üst bölüme yer alan 'Measurements' sekmesi altında 'Measure Distance' seçeneği seçildikten sonra mouse'ın sol tuşu ile ölçmek istediğimiz noktalar işaretlenir. Böylece program iki nokta arasındaki mesafeyi mm cinsinden vermektedir (Şekil 34).

3.2.6. Kondillerin Segmentasyonu ve Rekonstrüksiyonu

Mandibular kondilin sınırları; üst kenarı, ön kenarı ve arka kenarı kraniumla bağlantısı olmaması ve arada yumuşak doku olan diskin olması nedeniyle çok rahat bir şekilde belirlenmiştir. Alt sınırında ise mandibular kondil ile koronoid çıkıntının en derin yeri olan sigmoid çentikten 'Frankfurt Horizontal Düzlemine' çizilen paralel düzlem kabul edilmiştir.

Programda öncelikle üst bölümde yer alan 'Segmentation' basamağında yer alan 'Edit Mask' sekmesi seçilir (Şekil 35).

Daha sonra kesitlerin yer aldığı ekran üzerinde Frankfurt Horizontal düzleme paralel olan aksiyal kesitimizi sigmoid çentiğin en derin noktasından geçecek şekilde ayarlarız. Çalışmamızda kondilin alt sınırı sigmoid çentiğin olduğu yerdir. Yani koronoid ve kondiler çıkıntının birleştiği en derin noktadır. 'Edit Mask' sekmesinde yer alan 'Erase' seçeneğini (Şekil 36) kullanarak bu belirlediğimiz düzlemin altında yer alan birkaç kesiti sileriz. Böylece ilgili kondilin altında kalan ramus parçası ile bağlantısı kesilmiş olmaktadır.

Ramus bölgesi ile ayrılmış olan kondil bölgesinin üç boyutlu görüntüsünü elde etmeden önce programda üst bölümde yer alan 'Segmentation' sekmesindeki 'Region Growing' işlemi seçilmesi gerekmektedir (Şekil 37) Böylece kesitler üzerindeki kondil parçaları ve diğer kemik kısımları farklı renkte boyanır.

'Region Growing' yapılan bu maskların üç boyutlu görüntülerinin elde edilmesi gerekmektedir. Bunun için üst bölümde yer alan 'Segmentation' başlığı altında yer alan 'Calculate 3D' sekmesi seçilir (Şekil 38).

Hangi kondilin üç boyutlu görüntüsünü elde etmek istiyorsak o taraftaki kondili seçip açılan ekran üzerinde 'Calculate' kutucuğuna basılır (Şekil 39).

Böylece kondilin üç boyutlu rekonstrüksiyon görüntüsü ve hacmi hesaplanmış olur (Şekil 40).

Mandibula ve kondilin bu şekilde üç boyutlu rekonstrüksiyon görüntüsü ve hacmini elde etmiş oluruz. Ayrıca bu görüntüler üzerinde mandibula ve kondili her yönden inceleme imkanı da bulabiliriz.

3.2.7. Çalışmamızda Kullanılan Noktalar

Sella (S): Orta oksal düzlemde, Fossa hypofisea'nın orta noktasıdır.

Nasion (N): Orta oksal düzlemde nasofrontal suturun en ileri noktasıdır.

A noktası (A): Orta oksal düzlemde Anterior Nasal Spinanın altındaki iç bükeyliğin en derin noktasıdır.

B Noktası (B): Orta oksal düzlemde Pogonion noktası ile alt kesici diş alveolü arasındaki kemik girintisinin en derin noktasıdır.

SağKD: Sağ kondilin en dış noktası.

SolKD: Sol kondilin en dış noktası.

SağKİ: Sağ kondilin en iç noktası.

SolKİ: Sol kondilin en iç noktası.

SağKÖ: Sağ kondilin en ön noktası.

SolKÖ: Sol kondilin en ön noktası.

SağKA: Sağ kondilin en arka noktası.

SolKA: Sol kondilin en arka noktası.

3.2.8. Çalışmamızda Kullanılan Uzunluk Ölçümleri

SağKÖA: Sağ kondil ön-arka mesafe (mm)

SolKÖA: Sol kondil ön-arka mesafe (mm)

SağKİD: Sağ kondil iç-dış mesafe (mm)

SolKİD: Sol kondil iç-dış mesafe (mm)

3.2.9. Çalışmamızda Kullanılan İskeletsel Açısal Ölçümler

SNA: Sella-Nasion ile Nasion-A doğruları arasındaki açı olarak tanımlanmaktadır. Üst çenenin ön kafa kaidesine göre ön-arka yöndeki konumunu belirlemektedir.

SNB: Sella-Nasion ile Nasion-B doğruları arasındaki açı olarak tanımlanmaktadır. Alt çenenin ön kafa kaidesine göre ön-arka yöndeki konumunu belirlemektedir.

ANB: Nasion-A ve Nasion-B doğruları arasındaki açı olarak tanımlanmaktadır. Üst ve alt çenenin ön-arka yönde birbirlerine göre konumlarını belirlemektedir.

3.2.10. Çalışmamızda Kullanılan Hacimsel Ölçümler

MV (Mandibula Volume): Mandibulanın üç boyutlu rekonstrüktif görüntüsünün hacmi (mm^3)

KV (Kondil Volume): Kondilin üç boyutlu rekonstrüktif görüntüsünün hacmi (mm^3)

3.3. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için IBM SPSS Statistics 22 (IBM SPSS, Türkiye) programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilks testi ile değerlendirilip, parametrelerin normal dağılıma uygun olduğu saptandı.

Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metodların (Ortalama, Standart sapma) yanısıra niceliksel verilerin karşılaştırılmasında parametrelerin iki grup arası karşılaştırmalarında Student t test, grup içi karşılaştırmalarında paired sample t testi kullanıldı. Niteliksel verilerin karşılaştırılmasında ise Ki- Continuity (Yates) Düzeltmesi kullanıldı. Method hatasına ilişkin değerlendirmelerde Sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) hesaplandı. Anlamlılık ($p<0.05$) ve ($p<0.001$) düzeyinde değerlendirildi.



4. BULGULAR

4.1. Tanımlayıcı Ve Grup İçi Karşılaştırma İstatistiksel Verileri

Çalışmaya dahil olan hastaların demografik bulguları tablo 1 ve 2’de gösterilmektedir. 50 hastada gerçekleştirilen çalışmada hastaların yaşları 17-29 aralığında değişmekte olup (ort. 23.00) 30’u (% 60) kadın ve 20’si (%40) erkek idi. Kadın-erkek oranını 3:2 idi. Gruplar “Sınıf I” (n=26) ve “Sınıf III” (n=24) olmak üzere iki grup altında değerlendirildi.

Gruplar arasında yaş ortalamaları değerlendirildiğinde, Sınıf III hastaların yaş ortalaması, Sınıf I hastalardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde önemli bulundu ($p<0.05$). Gruplar arasında cinsiyet dağılımları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

4.2. Uzunluk Ve Hacimsel Ölçümlere Ait Bulgular

Sınıf I ve Sınıf III hastalarda ayrı ayrı sağ- sol kondil hacminin, kondil uzunluğunun ve ön-arka uzunluğunun değerlendirilmesi Tablo 3’de gösterilmektedir.

Gruplar arasındaki uzunluk ve hacimsel değerlendirmelerde, Sınıf I hastaların sol kondil hacimlerinin ortalaması, sağ taraftan istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0.05$). Sağ-sol kondil uzunluk ortalamasının değerlendirilmesinde, sağ-sol ve ön arka uzunluk ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Sınıf III hastalarda da sol kondil hacimlerinin ortalaması, sağ taraftan istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0.05$). Sağ-sol kondil uzunluk ortalamasının değerlendirilmesinde, sağ-sol ve ön arka uzunluk ortalamaları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Sınıf I ve Sınıf III hastaların mandibula ve kondil hacim ölçümlerinin ve bu ölçümlerin gruplar arasında birbirine oranlarının değerlendirilmesi Tablo 3, 4, 5 ve 6’da gösterilmektedir.

Sınıf I hastaların mandibula hacimlerinin ortalamaları, Sınıf III hastalardan istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0.05$, Tablo 4).

Sınıf I ve Sınıf III hastaların sağ ve sol kondil hacmi ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır (kondil hacmi).

Sınıf III hastaların sağ ve sol kondil/ mandibula hacmi ortalamaları (sağ $p<0.05$, sol $p<0.05$) Sınıf I hastalardan istatistiksel olarak anlamlı bulundu (k/m hacmi).

Sınıf I ve Sınıf III hastaların kondil sağ-sol ve ön-arka uzunlukları Tablo 8' de gösterilmektedir.

Gruplar arasında sağ-sol ve ön-arka uzunluk ortalamaları değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Mandibula ve kondillerin hacim ve uzunluk ölçümleri Tablo 3 ve 4'de gösterilmektedir.

Hacim ve uzunluk ölçümlerine ait her ölçüm için ayrı olarak hesaplanan metot hatasına ilişkin sonuçlar yukarıdaki tabloda gösterilmektedir. Tabloda her ölçüm için belirlenen metot hatası ve %95'lik güven aralığının alt ve üst sınırları verilmektedir. Tabloda da görüldüğü gibi, tüm ölçümlerde belirlenen sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) 1.00 olarak bulundu. Metot hatasına ilişkin sınıf içi korelasyon katsayısı analizinin sonuçları ölçümlerin sonuçlarını etkilemeyecek ve önemli olmayan bir hata ile tekrarlanabileceğini göstermektedir.

5. TARTIŞMA

Ortodontik tedavinin amacı, tedavi öncesinde iskeletsel ve dişsel maloklüzyonun tanımlanması, teşhisin doğru konulması, uygun tedavi protokolünün ve sonuçlarının değerlendirilmesidir. Radyografik görüntüleme yöntemleri hasta kayıt protokolünde önemli yer tutmaktadır.

Ortodontik görüntülemenin amaçları arasında anatomik ve morfolojik ölçümler, normal veya anormal anatomiye belirleyen ortodontik noktalar ve anatomik tanımlayıcılarının tespiti bulunmaktadır (123).

5.1. Hacimsel Ölçüm Yönteminin Tartışılması

Maksilla, mandibula ve yüz morfolojisi arasındaki ilişki yıllar boyunca iki boyuta indirgenerek ölçülmeye çalışılmıştır. Sefalometrik radyografiler 1931 yılından itibaren kraniyofasiyel büyümenin görüntülenmesinde kullanılan ana yöntemdir. Ancak görüntülemeadaki distorsiyon ve magnifikasyon problemleri, anatomik yapıların süperimpozisyonu gibi sorunlar nedeniyle iki boyutlu görüntülemelere ek görüntülere ihtiyaç duyulmuştur. Posteroanterior sefalometrik görüntüler ve submentoverteks radyografilerin de kullanılması dahil hekimlerin kararlarında yanılgılara neden olmuştur (124).

İki boyutlu görüntüleme teknikleri yaygın, ucuz ve radyasyon düzeyinin kısmen düşük olması ile tercih seçeneği iken (4) görüntü süperimpozisyonu, anatomik nokta hataları ve artefaktlar ile dezavantajlıdır (5, 6). Bu sorunlar göz önüne alındığında tanı ve tedavi planlamalarını geliştirmek, daha doğru sonuçlar elde etmek için üç boyutlu olarak anatomik yapıları gösterebilen görüntüleme yönteminin gerekliliği ortaya çıkmaktadır (7).

TME kemik yapılarının küçük ve kafa tabanı ile superpoze olması nedeni ile detaylı olarak incelenmesi zordur (8). 3D multislice BT (MSBT) teknolojisi ile özellikle mandibular kondildeki hacim değişiklikleri izlenmekte, kemiksel patolojiler ile ilgili bilgiler toplanmakta ve 3D rekonstrüksiyon sağlanmaktadır (9, 127). Bir başka çalışma da ise yüksek radyasyon dozu nedeniyle uzun dönem takibi, tekrarlanabilirliği ihtiyacının rutin kullanıma uygun olmadığı ve aksiyel yöndeki rezolüsyonun düşük olduğu belirtilmiştir (136).

Hussain ve ark 2008, yaptıkları sistematik derlemede KIBT'in MSBT'ye alternatif olarak kullanılabilirdiğini bildirmektelerdir (133). Maksillofasiyel kullanımda tarama süresinin kısa, özellikle uzunlamasına (longitudinal) görüntülerde rezolüsyonun yüksek çözünürlükte olması KIBT'in avantajlarından (136).

KIBT, ağız cerrahisi, implant tedavisi, endodonti, periodontal tedavi, TME rahatsızlıklarının tedavisi, pediyatrik diş hekimliği ve ortodonti dahil olmak üzere çeşitli alanlarda kullanılmaktadır (129, 130). DVT kullanılmaya başlaması ile MSBT'nin kullanımı dental alanda daha da azalmaya başladı. DVT'nin kolay ulaşılabilirliği, görüntüleme özelliğinin kalitesi, yüksek çözünürlüğü, sonuç güvenilirliği ve minimal distorsiyona maruz kalması gibi avantajlarıyla kullanımları hızla yaygınlaşmıştır (131).

KIBT'in maksillofasiyal cerrahide kullanımı ile mandibula ve kondilin incelenme sıklığı da artmaya başladı (132). Hastalık ve tedavi yönteminin belirlenmesi dışında, mandibular kondilin genel karakteristiğinde, şeklinde, hacminde, yüzey alanlarındaki değişikliklerin tespiti için kullanılmaya başlanmıştır. TME kemik yüzeylerindeki düzleşme, erozyon, fraktür, osteofit, ankiloz, gelişimsel anomaliler, osteoartrit, ve juvenil idiopatik artritinin teşhisinde KIBT kullanımı yaygın ve güvenilir (134).

KIBT ile incelediğimiz alanın üç boyutlu görüntüleri elde edilebilmektedir. Bu elde edilen 3 boyutlu modellemenin her yöne rotasyonu ve hareketi mümkündür. Görüntülerin büyütülmesi ile anatomik noktalar daha detaylı incelenebilmekte, ölçümler gerçeğe daha uygun şekilde yapılabilmektedir (136).

Brian J. Whyms ve ark. (137) yaptıkları araştırmada, üç insan mandibulası ve bir fantom modeli üzerinde kesit kalınlığı, görüntüleme alanı FOV ve rekonstrüksiyon algoritmasının 18 farklı kombinasyonunu ve üç farklı threshold değeri üzerinde doğrusal, açısal ve hacimsel ölçümler yapmışlar ve üç boyutlu tomografi ölçümleri ile numunelerin ölçümlerini karşılaştırmışlardır. Doğrusal ve açısal değerler, tarayıcı parametreleri ve tekniğinden bağımsız olarak doğru sonuç vermiştir; fakat hacim ölçümleri 1.25 mm kesit aralığında doğru bulunurken, 2.5 mm kesit aralığında doğru bulunmamıştır. Daha önceki çalışmalarda da belirtildiği gibi, kesit aralığı hacimsel ölçümleri etkileyen en önemli faktördür (138). Kesit aralığı daha az olan

tomografilerde görüntü kalitesi artar ve hacimsel değerler daha detaylı incelenebilir (139).

Bu çalışmaların ışığında hacim içeren ölçümler yapabilmek için 3 boyutlu modelleme yapmak şarttır. Biz de çalışmamızda Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) yardımı ile üç boyutlu ölçüm yöntemlerini yapabileceğimiz bilgisayar yazılım programı kullanarak farklı iskeletsel yapıya sahip bireylerdeki maksiller ve mandibular yapıların hacimlerinin incelenmesini ve hipotezlerin test edilmesini hedefledik.

Tanı ve tedavi planlaması için konvansiyonel panoramik ve sefalometrik filmlerin yerine KIBT görüntüleri kullanan ortodontistler için görüntüler patoloji teşhisine göre daha düşük ayarda (0.4mm voksel boyutunda ve bütün görüntüyü kapsayan FOV) yapılmaktadır (146).

Bayrak S. yaptığı tez çalışmasında; kemik içi defektleri üzerinde KIBT ile farklı kesit aralıklarını kullanarak hacim hesaplamasını araştırmıştır. 0,1 mm, 0,2 mm ve 0,3 mm kesit kalınlıklarında yatığı hacim ölçüleri gerçek değerlerle uyumlu çıkmıştır. Kesit kalınlığını artırdığında ise bulunduğu sonuçlar gerçek hacimlerden farklı çıkmıştır (140). Bu bilgiler ışığında bizim çalışmamızdaki kesit aralığı 0,3 mm olacak şekilde KIBT verileri toplanmıştır.

Bizim çalışmamızda, DICOM formatında kaydedilen KIBT verilerinin işlenebilmesi ve değerlendirilebilmesi için de Mimics® 17.0 (Materialise, Leuven, Belçika) üç boyutlu modelleme programı kullanılmıştır. Bu üç boyutlu yazılım programının yardımı ile iki boyutlu görüntü kesitleri birleştirilerek üç boyutlu görüntüler elde edilmiş, üç düzlem üzerinde incelenip, üzerlerinde ölçümler yapılmıştır. Görüntü verileri elde edilirken aksiyel, koronal ve sagittal görüntüleri döndürmenin mümkün olması, uzunluk ölçümü sırasında kullandığımız düzlemlerin oryantasyonunu kolaylaştırması nedeniyle uzunluk ve hacimsel ölçümler Mimics programı kullanılarak yapıldı.

Programın önerdiği en kaliteli ve doğru görüntü olan 'Optimal' seçeneği ile iki boyutlu mask görüntüsü 'Calculate' edildi. Görüntülerin voksel kalınlığı tomografi çekilirken 0.3 mm olacak şekilde ayarlanmıştır. 'Quality' seçeneği, üç boyutlu rekonstrüksiyon görüntüsünün program üzerindeki voksel kalınlığını etkilemektedir

ve bu da hacimsel olarak değerlerin farklı çıkmasına neden olabilir. 'Medium' ya da 'Low' seçenekleri seçildiğinde rekonstrüksiyon görüntüsünün voksel kalınlığı artmaktadır ve üç boyutlu görüntüler oluşurken iki boyutlu kesitlerdeki görüntülerin oluşturduğu sınırların dışından geçtiği için hacim, olduğundan büyük çıkmaktadır.

Bizim tomografi görüntülerimiz üzerinde 'Medium' ya da 'Low' seçenekleri seçildiğinde voksel kalınlığı 0.4 mm'den daha büyük çıkmaktadır. 'High' seçeneği seçildiğinde voksel kalınlığı azalmaktadır ve üç boyutlu görüntüler oluşurken iki boyutlu kesitlerdeki görüntülerin oluşturduğu sınırların içinden geçtiği için hacim, olduğundan küçük çıkmaktadır. 'High' seçeneği seçildiğinde voksel kalınlığı yaklaşık 0.1 mm çıkmaktadır. 'Optimal' seçeneğini seçtiğimiz zaman voksel kalınlığı bu değerde olduğu için başlangıçta aldığımız görüntüye en yakın değerler, bu 'Quality' sekmesinde çıkmaktadır. Yani hastalardan tomografi verisi alınırken ayarlanan voksel değeri ile bu görüntüleri üç boyutlu olarak işleyen programlara aktardığımızda seçeceğimiz quality seçeneği sonucunda belirlenen voksel değeri ne kadar uyumlu olursa o kadar çok gerçeğe yakın bir hacim değerleri elde etmiş oluruz. İki boyutlu kesitler üzerinde, diş kronları silindikten sonra 'Region Growing' sekmesi kullanılarak, mandibula kemiği diğer dokulardan kolayca ayrılmış ve mandibula kemiğinin hacmi hesaplanmıştır.

5.2. Bireylerin Tartışılması

Mandibular kondil ve glenoid fossa morfolojisi yaş ve cinsiyet ile değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle varyasyon ve abnormalitelerin tespiti ortodontik teshiş ve tedavinin yanısıra ortognatik cerrahide de önemlidir (141). TME yapılarını ele aldığımızda mandibular kondil ortodontik ve ortognatik uzun dönem tedavilerden sonra stabilizasyonda ana rolü oluşturmaktadır. Genç bireylerde yapılan çalışmalarda kondilin şekli ve hacminin stabilitedeki önemi bildirilmektedir (142, 143).

Katayama ve ark. (2) 'Mandibular hacmin değerlendirilmesinde KIBT kullanımı ve sefalometrik değerler ile korelasyonu' adlı çalışmalarında, ANB değerini baz alarak 3 farklı gruba ayırmışlardır. Çalışmada 118 birey yaş aralığı belirtilmeksizin yer almaktadır.

Karadede B. 'nin 2015 yılında yayınlanan doktora tezinde seçilen 135 KIBT görüntüsü, ANB açılarına göre iskeletsel Sınıf I, II ve III olarak üç sınıfa ayrılmıştır.

Daha sonra her grup üç alt gruba ayrılmıştır. Bu alt gruplar SN-GoGn açısına bakılarak kısa, orta ve uzun yüz tipi olarak sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada yaş alt sınırı 16 olarak belirtilmiş fakat üst sınır belirtilmemiştir (145).

Bizim çalışmamızdaki hastalar, ANB açılarına göre iskeletsel Sınıf I ve Sınıf III olarak 2 gruba ayrılmış olup, yaş ortalamaları Sınıf I ve III hastalarda sırasıyla 20,95 ve 22,56'dır. Çalışmamızdaki bireylerin yaş ortalaması mandibula hacimlerinin ölçüldüğü diğer çalışmalarla uyumlu olup, numerik verilerin devamlılığının sağlanması amacı ile büyüme gelişimi tamamlanmış bireyler çalışmaya dahil edilmiştir.

Çocukluktan yetişkinlik dönemine kadar mandibular kondil, devamlı süregelen uyarılara remodeling ile adaptasyon sağlamak ve mandibula büyümesinin birincil büyüme merkezi olarak kabul edilmektedir. Kondilin son şekli ve hacmi mandibula ve maksilla bazislerindeki ilişki ile sonuçlandırılabilir. Yetişkinlik döneminde ise kondil remodelasyonu çeşitli fonksiyonel uyarılar ile devam edebilmektedir. Bu uyarılara mandibular kondil düzleşme, erezyon, skleroz, osteofit ve rezorpsiyon şeklinde yanıt vermekte ve bu cevap kondil hacminde ve şeklinde değişikliklere neden olmaktadır (144).

Saccuci ve ark., genç yetişkinler üzerinde yaptıkları çalışmada, bizim çalışmamıza paralel olarak yaş aralığını ortalama $24,3 \pm 6,5$ tutmuşlardır (147). Krisjane ve ark. yaptıkları bir çalışmada Sınıf II hastaların yaş grubunu ortalama 18,0 sınıf III hastaların yaş grubunu ortalama 19,2 olarak almıştır. (148).

Çalışmamızda en düşüğü 17 olmak üzere ortalama 23 yaş ortalamasına sahip yetişkin bireylerin verileri kullanılmaktadır ve mandibula kondil ve hacminin nihai şekline ulaştığı düşünülmektedir.

5.3. Bulguların Tartışılması

Literatürde iki boyutlu görüntüleme (sefalometri, ortopantomograf) ile yapılan mandibulanın uzunluk ve hacmiyle ilgili çalışmalar bulunmaktadır (4). KIBT'ın diş hekimliğinde kullanılmaya başlaması ile üç boyutlu modelleme içeren çalışmalar yapılmaya başlanmıştır fakat bu çalışmalar kısıtlı sayıdadır.

Çalışmamızda, üç boyutlu KIBT görüntüleri üzerinde, iskeletsel Sınıf III çalışma ve Sınıf I kontrol grubunda kondil iç-dış, ön-arka uzunlukları ile birlikte kondil ve mandibula hacmi ölçülmüştür.

Yüzü çevreleyen kaslar, yüz kemikleri üzerinde oluşturdukları fonksiyonel matriks etkisi ile yüzün sadece gelişim ve büyüme yönünü değil, kemiklerin hacimini de etkilemektedir. Biz de çalışmamızda, diğer yapılmış çalışmalardan farklı olarak, iskeletsel Sınıf III çalışma ve iskeletsel Sınıf I kontrol gruplarımızda, kondil uzunlukları arasında, kondili hacmi ve mandibula hacmi arasında bir korelasyon olup olmadığını araştırmayı hedefledik.

Çalışmamızın amacı, farklı iskeletsel sınıf ve mandibula farklılıkları olan yetişkin bireylerde KIBT yöntemi ile mandibula ve kondil hacmini, kondilin sagittal ve transversal uzunluklarını belirlemektir. Çalışmamızda TME ağrısı ve disfonksiyonu olan veya gelişime bağlı olarak TME’de kondiler düzleşme, erozyon, skleroz içeren; normal sınırlarda olmayan kondil morfolojilerine sahip hastaları çalışma dışında bıraktık.

Katsavrias ve ark. 2005, çalışmasında, Sınıf III hastaların kondil başının daha uzun ve ön açılanmasının fazla olduğunu, buna bağlı olarak geniş ve sığ bir kondiller fossaya sahip olduğunu bildirmiştir. Araştırmacının tomografi verileri değerlendirilirken Viewbox 3 cephalometric software (dHAL Software, Kifissia, Greece) programını kullanılmasının verilerde farklılığa yol açabileceği düşünülmektedir (10).

Zhang ve ark. 2013, çenelerin ön-arka ilişkisinin kondilin pozisyonu, boyutu, hacmi ve büyüme yönü ile ilişkilendirildiği çalışmada, Sınıf I hastaların kondil ön-arka uzunluğu ve hacmi Sınıf III hastalardan anlamlı derecede farklı bulmuştur. Fakat araştırmacı bizim çalışmamızdan farklı olarak hastaların yaş gruplarını 11-15 arasında belirlemiştir. Bu bireylerin büyüme gelişimi henüz tamamlanmadığı için kondilde değişiklikler olması kaçınılmazdır. Biz çalışmamızda büyüme gelişimin tamamlanacağı düşünülerek yaş ortalamasını 23 olarak belirledik (149).

Çalışmamızda Sınıf I ve Sınıf III maloklüzyona sahip bireylerde mandibular kondilin iç-dış ve ön-arka uzunluğunun değerlendirilmesi sonucu istatistiksel olarak anlamlı farklılık izlenmedi. Büyüme gelişimi tamamlanmış bireylerde kondilin iç-dış

ve ön-arka uzunluğu değerlendirilirken yaş belirleyici bir faktör olabilmekte ve tedavi yöntemini etkilemektedir. Çalışma planlamasında büyüme gelişimi tamamlanmış bireyler daha net sonuç alınmasını sağlamaktadır. Çalışmamızda görüntü verileri elde edilirken HU değerlerinin değiştirilebilir olması, uzunluk ölçümü sırasında kullandığımız düzlemlerin oryantasyonunu kolaylaştırması nedeniyle Mimics programı kullanılmıştır. Böylece değerlerin daha gerçeğe yakın ölçülmesi sağlanmıştır. Literatür farklılığı bu nedenlerden kaynaklanmaktadır.

200 hastanın mandibular kondillerinin hacim ve yüzey alanlarının ölçümlerinin yapıldığı ve karşılaştırıldığı çalışmada hastalar iskeletsel modellere göre Sınıf I, II ve III olarak değerlendirilmiştir. Çalışmaya sınıf I 65 hasta, Sınıf II 70 hasta, Sınıf III 65 hasta dahil edilmiştir. Aynı şekilde çalışmada datalar MIMICS® programıyla değerlendirilmiş. Sonuç olarak iskeletsel model, seçilen popülasyonun sağ ve sol kondilinde anlamlı bir değişiklik olmadığı bulgusuna ulaşılmıştır (11).

Çalışmamızda iskeletsel Sınıf I ve iskeletsel Sınıf III hastalarda yapılan ölçümlerde sol kondil hacmi ortalaması sağ kondil hacmi ortalamasından anlamlı derecede önemli bulunmuştur ancak gruplar arasında istatistiksel bir fark gözlenmemiştir. Saccuci ve ark. çalışmamıza benzer olarak sol kondildeki hacimsel değişimi sağ kondilden yüksek bulmuştur. Fakat bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir (11). İki çalışma arasındaki hasta sayısı farklılığı bu değerlerin anlamlı olmasına neden olmaktadır.

İskeletsel özellikler bireyler arasında farklılık göstermektedir. Kilo ve boy gibi faktörlerin farklı olması hacimsel ölçümlerde karşılaştırma yapılmasını objektif kılmamaktadır. Bireylerin fiziksel farklılıkları ve çalışma gruplarının randomize oluşturulması çalışmamızda iki grup arasında anlamlı bir fark olmamasını açıklar niteliktedir.

Beslenme alışkanlıklarına bağlı olarak mandibula ve kondil hacminin değişimini araştıran çalışmalar sınırlı da olsa mevcuttur. Enomoto ve ark. (2010), çalışmasında 25 fareyi sert ve yumuşak besinlerle beslenen veya arka arkaya sert ve yumuşak beslenen gruplar şeklinde ayırıp 1 hafta gözlemlemiştir. Bu çalışmanın amacı çiğneme ile mandibular genişleme ve morfolojideki değişimi gözlemlemektir. Kondiler genişlemenin sert diyet grubunda yumuşak diyet grubundan istatistiksel

olarak fazla olduğunu bulmuşlardır. Beslenme alışkanlığının mandibular kondiler kartilajın büyümesini ve mandibular büyümei etkilediğini bildirmişlerdir (150).

KIBT kullanılarak maksilla ve mandibula hacimlerinin Sınıf I, Sınıf II ve Sınıf III hastalarda değerlendirildiği çalışmalar literatürde bulunmaktadır. Deguchi ve ark. (2010), çalışmasında iskeletsel olarak Sınıf III hastalarda mandibula hacimleri ile Sınıf I ve Sınıf II hastaların mandibula hacimleri arasında fark izlenmediğini bildirmiştir (151). Mandibula ve maksillanın KIBT ile kalibre edildiği çalışmasında Sınıf I hastaları tanımlarken ANB değerini 0° ile 6° arasında almıştır. Çalışmamızda bu değer 0° ile 4° arasında değerlendirilmiş olup, sonuçlardaki farklılığı açıklar niteliktedir.

Nakawaki ve ark. benzer bir çalışmayı, birey sayısını yaklaşık iki katına çıkararak, Sınıf I, II ve III maloklüzyona sahip toplam 213 Japon yetişkin hasta üzerinde yapmışlardır. İskeletsel Sınıf I,II ve III gruplarında, mandibula hacimleri arasında anlamlı bir fark bulamamışlardır. Bu çalışmada ayrıca, maksillofasiyal morfoloji mandibular düzleme (Mp) göre dikey olarak hipodiverjan, normodiverjan ve hiperdiverjan olarak gruplara ayrılmış ve mandibula hacim karşılaştırması yapmışlardır. Mp'e göre sınıflanan gruplar arasında mandibular hacimde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir (152).

Çalışmamızda iskeletsel Sınıf I hastaların mandibula hacim ortalamaları iskeletsel Sınıf III hastalardan istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı bulunmuştur. Bireyler, iskeletsel ve ırksal farklılıklarından dolayı farklı kemik kütlelerine sahip olabilirler. Daha kilolu veya daha uzun bir bireyin kemik kütlesi diğer bireylere göre daha fazla olabilir. Çalışma grubumuzdaki randomize seçimden dolayı Sınıf I hastaların mandibula hacminin yüksek çıktığını düşünmekteyiz.

Gruplar arasında standarizasyon ve doğru bir kıyaslama elde edilmesi ve bireysel farklılıkların eliminasyonu için rölatif veya oransal ölçümler yapılmalıdır (153). Bu görüşten yola çıkılarak yaptığımız değerlendirmede Sınıf III hastaların kondil/ mandibular hacmi oranları hem sağ, hem sol kondilde Sınıf I hastalardan istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı bulundu.

Saccuci ve ark. (2010) çalışmasında Sınıf III hastalarda kondilin hacimsel ve yüzeysel olarak daha büyük boyutta olduğunu bildirmiştir (131). Bu sonuç çalışmamızın sonucunu destekler nitelikte olup daha önce oransal olarak kondil

hacmi/mandibula hacminin değerlendirildiği çalışmalar mevcut değildir. Çalışmamızda iskeletsel Sınıf III hastaların kondil hacmi/mandibula hacmi oranı ortalamaları iskeletsel Sınıf I hastaların ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı bulunmuştur. Ortodontik tedavi ve ortognatik cerrahi sırasında kondil boyutlarındaki anatomik değişkenlik önemlidir. Büyüme süresince mandibular hacimsel değişikliklerin incelenmesi ve morfogenezini kontrol eden faktörlerin bilinmesi ortodontik ve ortopedik tedaviyi kolaylaştırmaktadır.

Kondilin mandibulanın gelişiminde rolü olduğu bu çalışmadan çıkarılabilmektedir. Sınıf III hastanın kondil hacminin mandibular hacmine oranının Sınıf I hastalardan yüksek olması gelecek çalışmalarla desteklenmesiyle belki de çok küçük yaşlardan itibaren oluşacak çene ilişkisinin tahmin edilmesine olanak sağlayacaktır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

1. İskeletsel Sınıf I ve iskeletsel Sınıf III hastalarda kondilin ön-arka ve iç-dış uzunluk ortalamalarına bakılmıştır. Grup içi veya gruplar arası karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir.

2. İskeletsel Sınıf I ve iskeletsel Sınıf III hastalarda yapılan ölçümlerde sol kondil hacmi ortalaması sağ kondil hacmi ortalamasından grup içinde anlamlı derecede farklı bulunmuştur. Gruplar arasında istatistiksel bir fark gözlenmemiştir.

3. İskeletsel Sınıf I hastaların mandibula hacmi ortalamaları iskeletsel Sınıf III hastalardan istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı bulunmuştur.

4. İskeletsel Sınıf III hastaların kondil hacmi/mandibula hacmi oranı ortalamaları iskeletsel Sınıf I hastaların ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı bulunmuştur.

5. Sonuç olarak iskeletsel Sınıf III hastaların kondil hacmini mandibula hacmine oranladığımızda iskeletsel Sınıf I hastaların oranlarından yüksek çıkması, iskeletsel Sınıf III hastaların kondil büyüme potansiyelini ortaya koymaktadır. Bu malokluzyona sahip hastalarda tedavi planlamasının bu bulgular ışığında değerlendirilmesi daha doğru teşhis ve tedavi planlaması yapılmasına olanak sağlayacaktır.

6.2. Öneriler

Çalışmamızda KIBT görüntüleri üzerinde, iskeletsel Sınıf I ve Sınıf III hastaların mandibular ve kondilleri incelenmiş ve aralarında anlamlı bir farklılık olup olmadığına bakılmıştır. Deguchi ve ark., da çalışmalarında bahsettiği gibi bireyin fiziksel farklılıkları kemik uzunluğunda ve hacminde farklılık yaratabilir (151). Bu yüzden her yapının ayrı ayrı hacim hesabı yapılması objektif olarak bizi sonuca götürmeyebilir. Oran olarak karşılaştırma yaparak çalışmamızın diğer çalışmalardan ayrılabilceğini düşündük.

Gelecek çalışmalarda daha gerçeğe yakın veriler için bireylerin boy-kilo gibi faktörleri göz önüne alınarak seçilmesi veya hasta sayısının artırılması gerekmektedir. Ayrıca, mandibulanın büyüme-gelişimi sadece sert dokuların rehberliğinde olmamaktadır. Yumuşak dokular, kaslar ve mandibulanın büyüme-gelişiminde büyük rol oynayan dilin de araştırılacağı çalışmalar yapmak bu konunun daha da aydınlatılmasına olanak sağlayacaktır.



TABLolar

| Gruplar | Kız | Erkek | Min | Max | Ortalama (yaş) | Standart Sapma | Toplam |
|-------------------------------|-----|-------|------|------|----------------|----------------|--------|
| İskeletsel Sınıf I bireyler | 14 | 10 | 17 | 28,5 | 21,06 | 3,54 | 24 |
| İskeletsel Sınıf III bireyler | 16 | 10 | 17,3 | 26,3 | 22,55 | 2,65 | 26 |

Tablo 1: Araştırmaya dahil edilen bireylerin yaş ve cinsiyete göre dağılımları

| | Sınıf I | Sınıf III | p |
|----------------------------|------------|------------|--------------|
| Cinsiyet <i>n,%</i> | | | |
| Erkek | 10 (%38,5) | 10 (%41,7) | 1,000 |
| Kadın | 16 (%61,5) | 14 (%58,3) | |

¹ Student t test ($p < 0.05$)^{*}

Tablo 2: Grupların demografik özellikler açısından değerlendirilmesi

| | | Sağ | Sol | p |
|-----------|---------------------------------|--------|--------|---------------|
| | | Ort±Sd | Ort±Sd | |
| Sınıf I | Kondil hacmi (cm ³) | 11,19 | 12,17 | 0,003* |
| | Sağ-Sol uzunluk (mm) | 18,52 | 18,29 | 0,215 |
| | Ön-Arka Uzunluk (mm) | 8,81 | 9,27 | 0,164 |
| Sınıf III | Kondil hacmi (cm ³) | 11,33 | 12,64 | 0,010* |
| | Sağ-Sol uzunluk (mm) | 18,36 | 18,30 | 0,878 |
| | Ön-Arka Uzunluk (mm) | 9,18 | 9,25 | 0,812 |

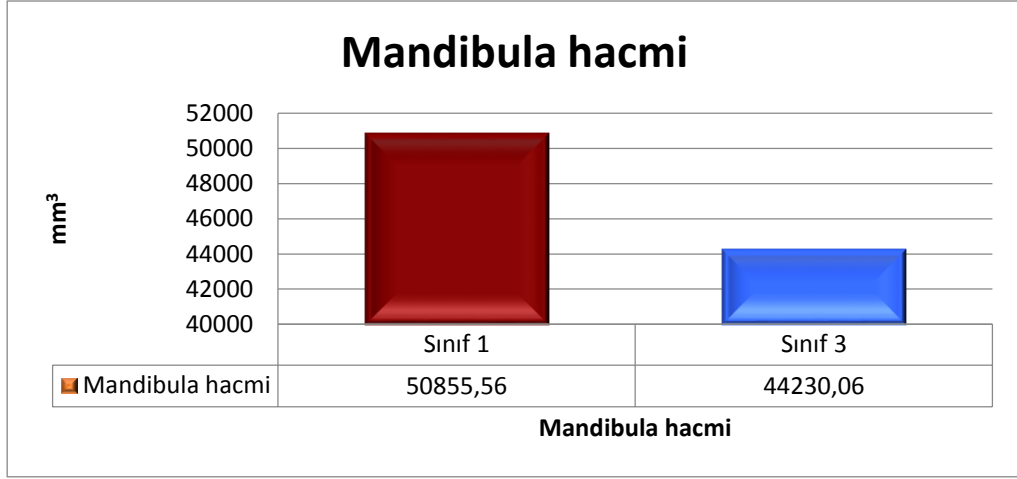
Paired Samples t test (p<0.05)*

Tablo 3: Gruplarda ayrı ayrı sağ ve sol taraf kondil hacmi, sağ sol uzunluk ve ön-arka uzunluk değerlendirilmesi

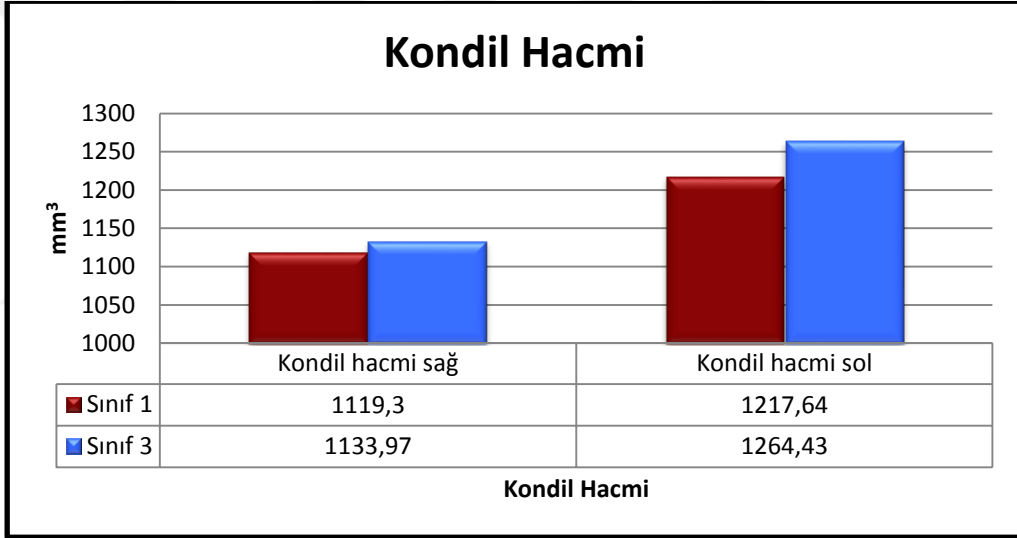
| | Sınıf I | Sınıf III | p |
|-------------------------------------|---------|-----------|---------------|
| | Ort±Sd | Ort±Sd | |
| Mandibula hacmi (cm ³) | 508,55 | 442,30 | 0,016* |
| Kondil hacmi sağ (cm ³) | 11,19 | 11,33 | 0,836 |
| Kondil hacmi sol (cm ³) | 12,17 | 12,64 | 0,570 |
| Sağ kondil/Mandibula hacmi | 0,02 | 0,03 | 0,047* |
| Sol kondil/Mandibula hacmi | 0,02 | 0,03 | 0,030* |
| Mandibula hacmi/Sağ kondil | 47,29 | 40,22 | 0,030* |
| Mandibula hacmi/Sol kondil | 43,99 | 36,81 | 0,043* |

Student t test (p<0.05)*

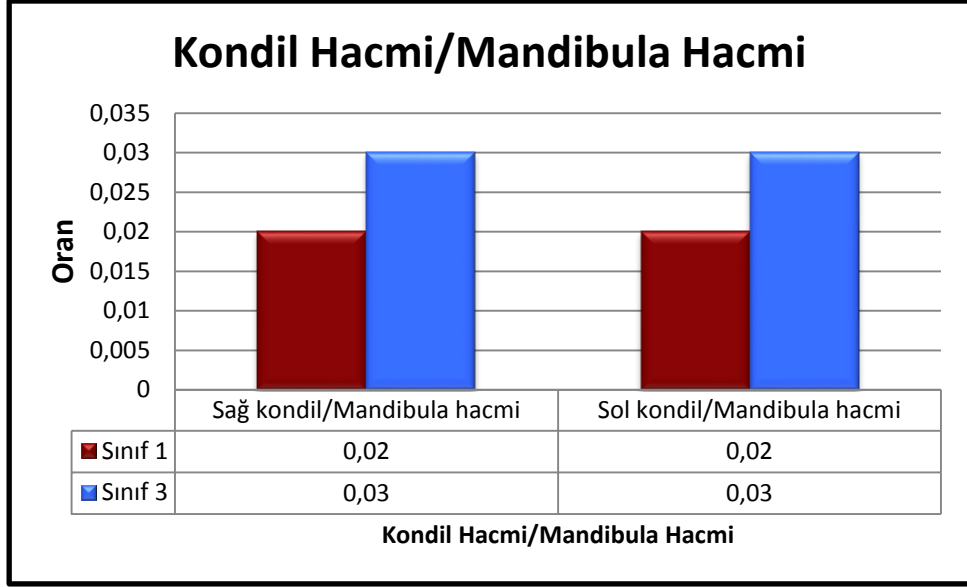
Tablo 4: Grupların mandibula hacmi ve kondil hacmi açısından değerlendirilmesi



Tablo 5: Mandibula hacmi grafiği



Tablo 6: Kondil hacmi grafiği

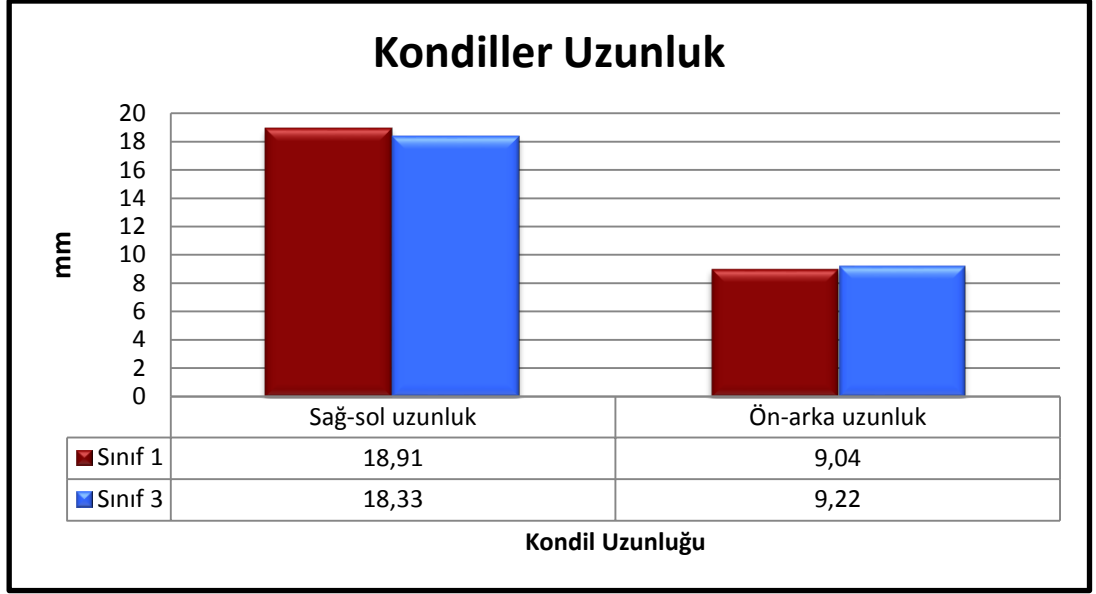


Tablo 7: Kondil hacmi/Mandibula hacmi grafiği

| | Sınıf I | Sınıf III | P |
|-----------------------------|---------|-----------|--------------|
| | Ort±Sd | Ort±Sd | |
| Sağ-sol uzunluk | 18,91 | 18,33 | 0,305 |
| Ön-arka uzunluk (mm) | 9,04 | 9,22 | 0,628 |

Student t test

Tablo 8: Grupların uzunluklar açısından değerlendirilmesi



Tablo 9: Kondiller uzunluk grafiği

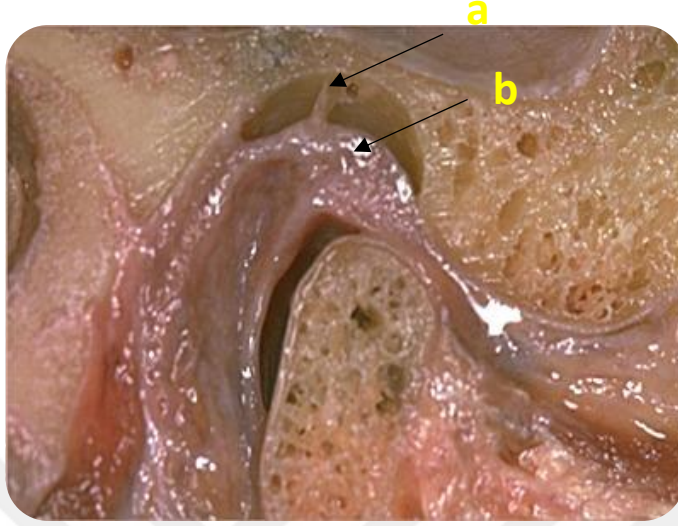
| | ICC | %95 CI | | P |
|--|-------|--------|-------|---------|
| | | Lower | Upper | |
| Mandibula hacmi (cm³) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,001** |
| Kondil hacmi sağ (cm³) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,001** |
| Kondil hacmi sol (cm³) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,001** |
| Sağ-sol uzunluk (sağ) (mm) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,001** |
| Sağ-sol uzunluk (sol) (mm) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,001** |
| Ön-arka uzunluk (sağ) (mm) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,001** |
| Ön-arka uzunluk (sol) (mm) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,001** |

ICC: Intraclass Correlation Coefficient

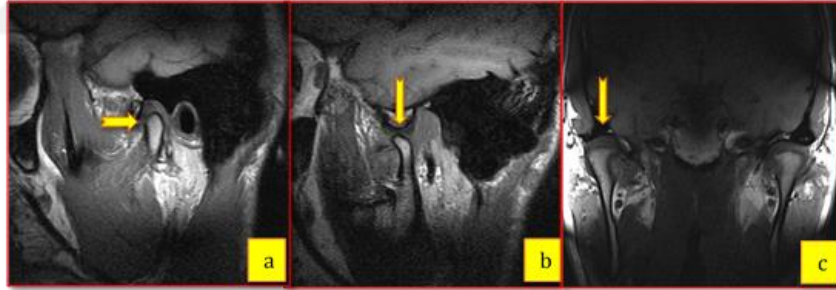
($p < 0.01$)**

Tablo 10: Hacim ve Uzunluk Ölçümlerinin Method Hatası Açısından Değerlendirilmesi

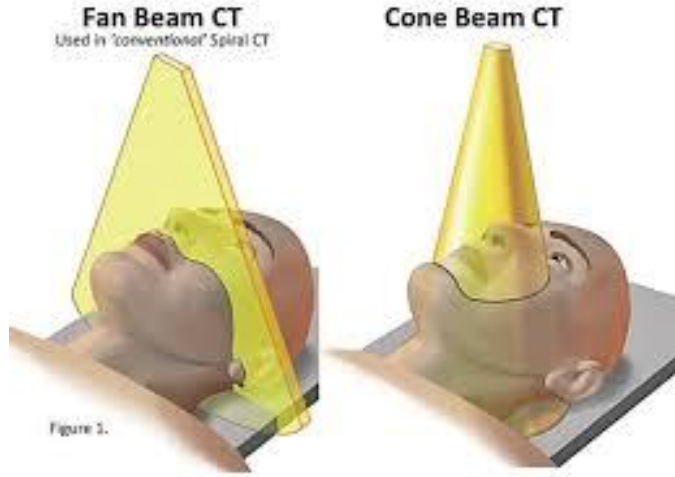
ŞEKİLLER



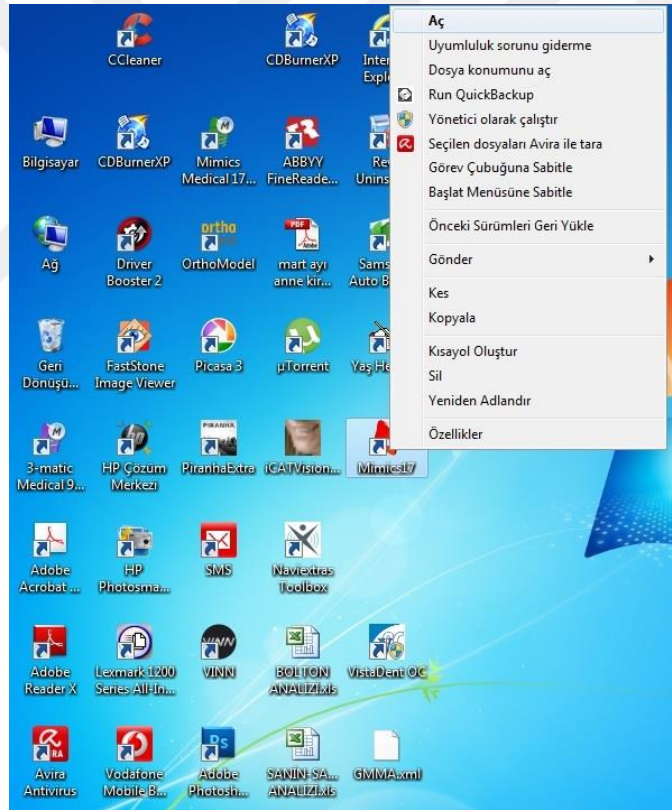
Şekil 1: a- Retrodiskal Dokular b- Eklem Diski



Şekil 2: MRG ile mandibula kondilinin görüntülenmesi



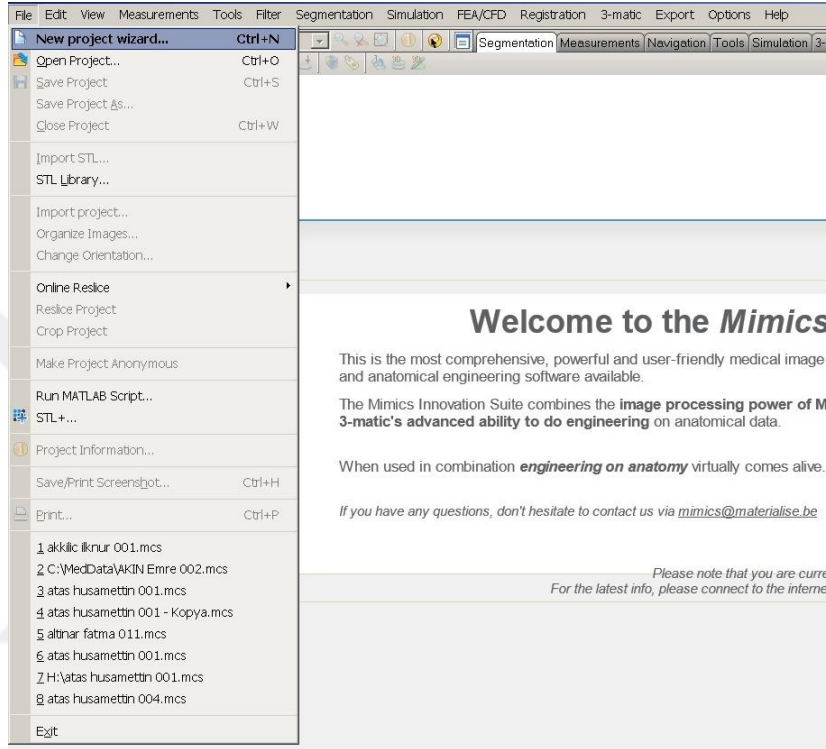
Şekil 3: Konvansiyonel (Fan-beam) ve KIBT (Cone-beam) çalışma prensibi



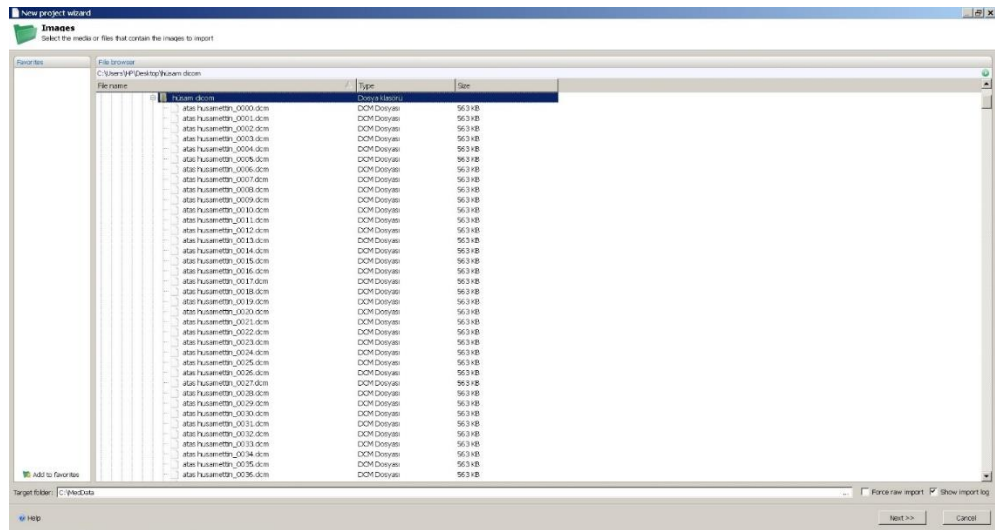
Şekil 4: Mimics® 17.0 programının açılması



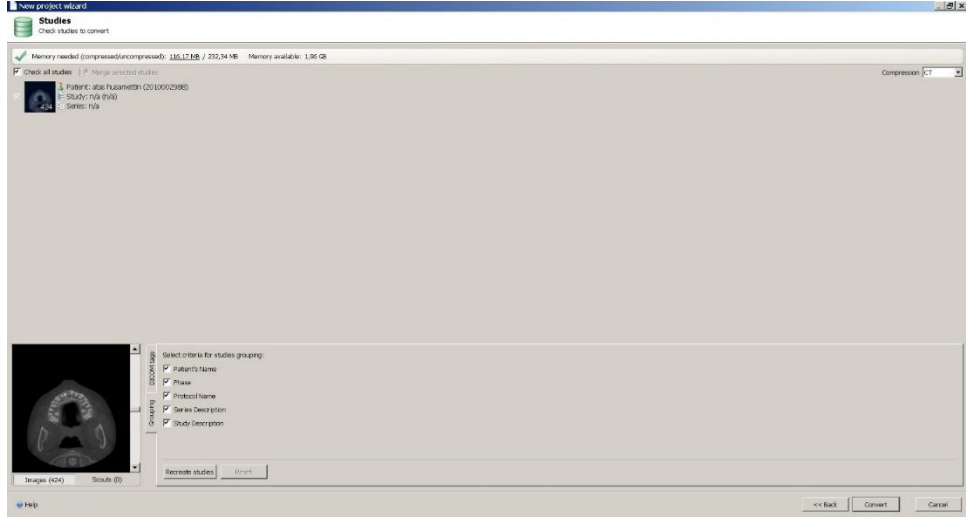
Şekil 5: Programa tomografi verisi yüklenmediğinde sol üst köşede yazan uyarı



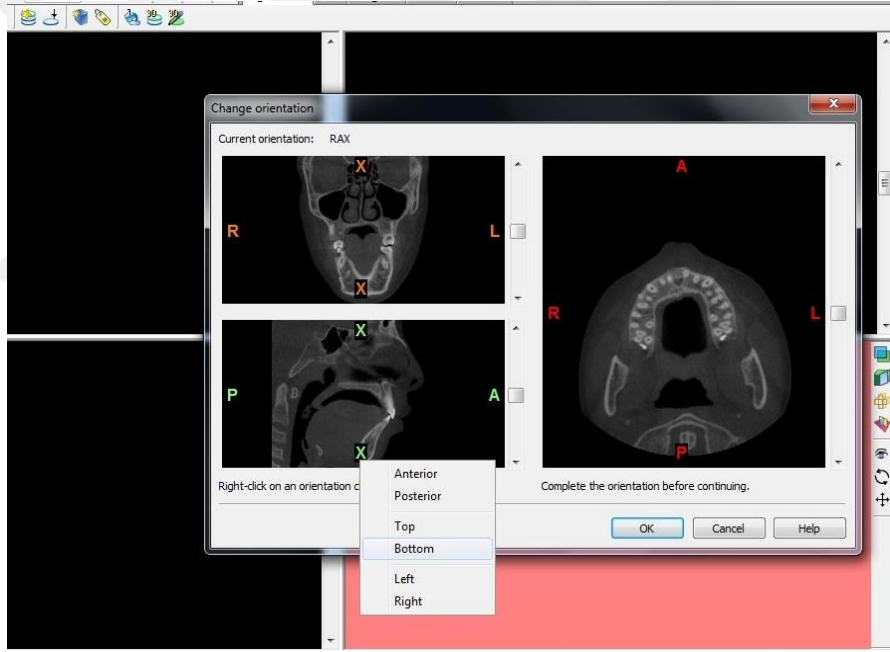
Şekil 6: 'New project wizard' sekmesi



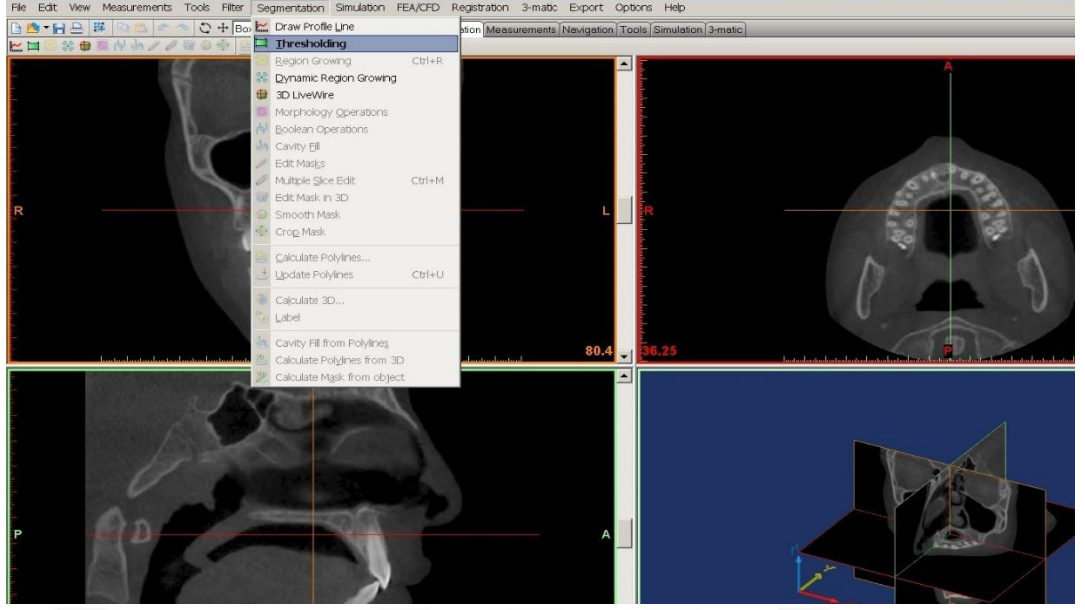
Şekil 7: Bireylere ait DICOM verilerinin açılması



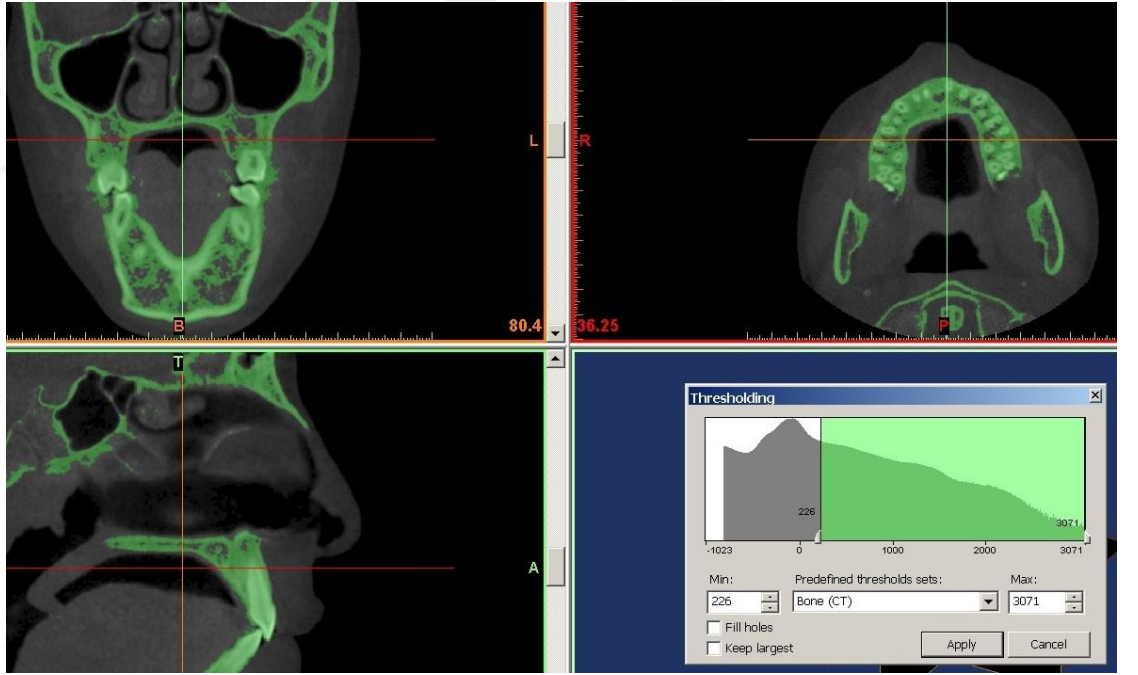
Şekil 8: DICOM verilerin 'convert' sekmesi kullanılarak '.mcs' dosyasına dönüştürülmesi



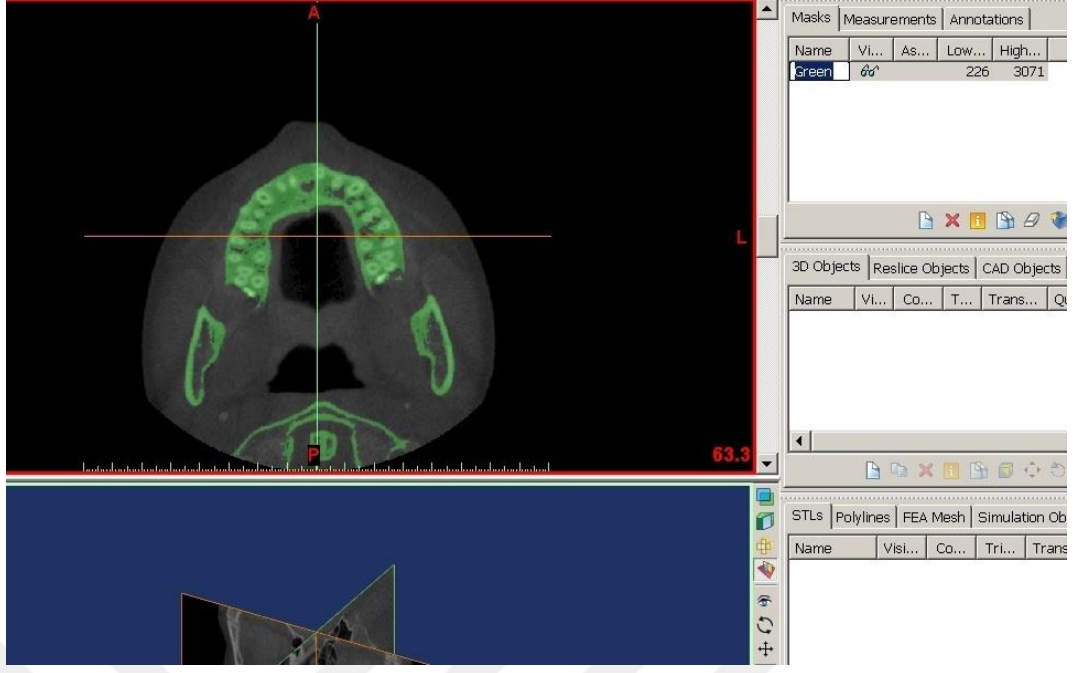
Şekil 9: Görüntülerin yönünü doğru olarak belirleyebilmemiz için açılan 'Change orientation' ekranı



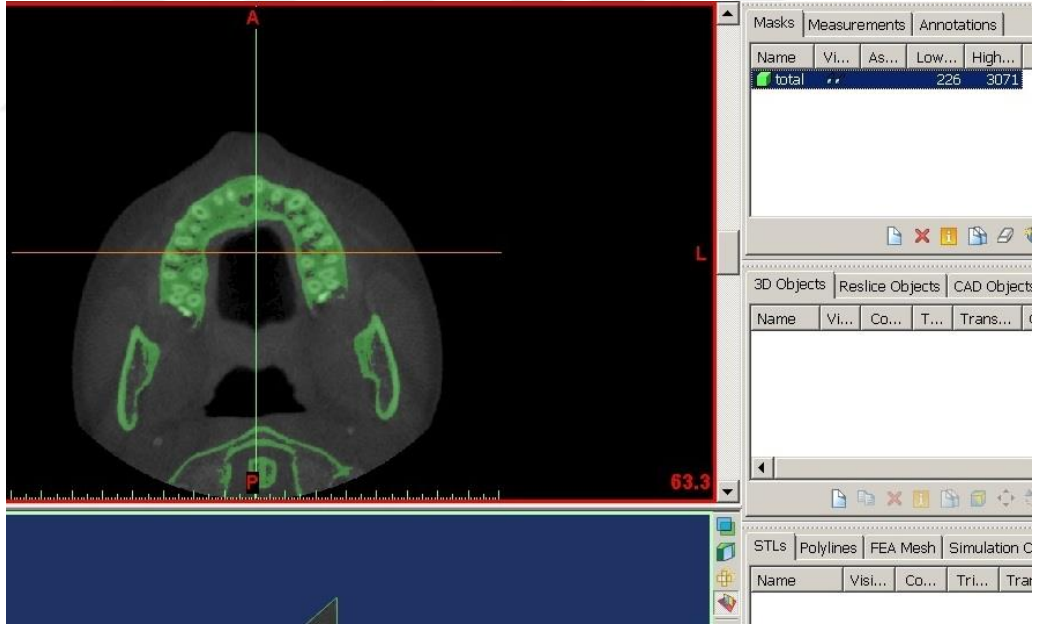
Şekil 10: 'Thresholding' sekmesinin açılması



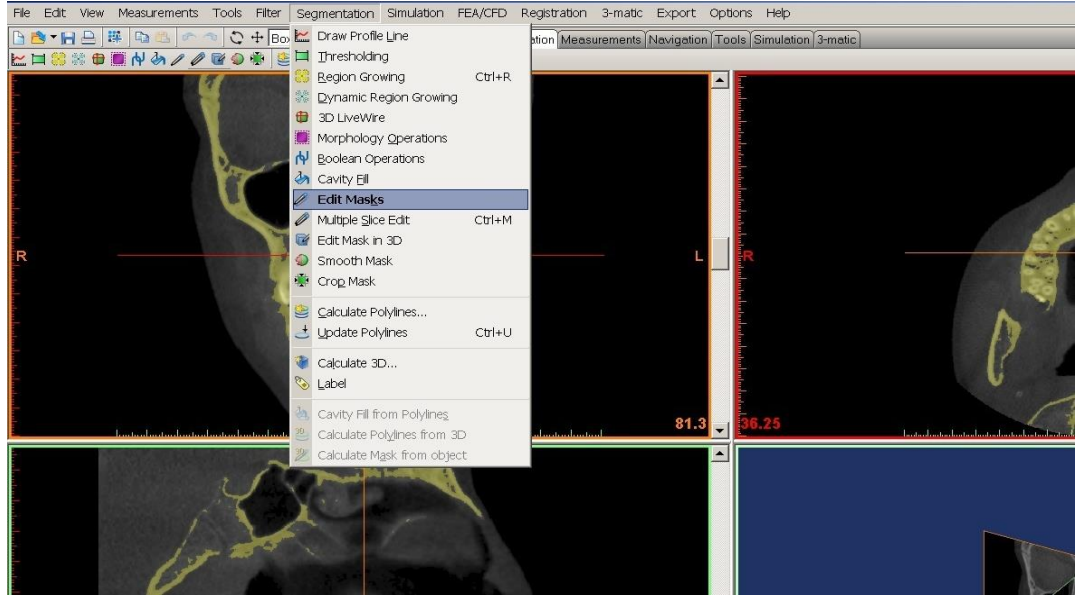
Şekil 11: Kemik (bone) dokununu 'Thresholding' değerlerinin ayarlanması



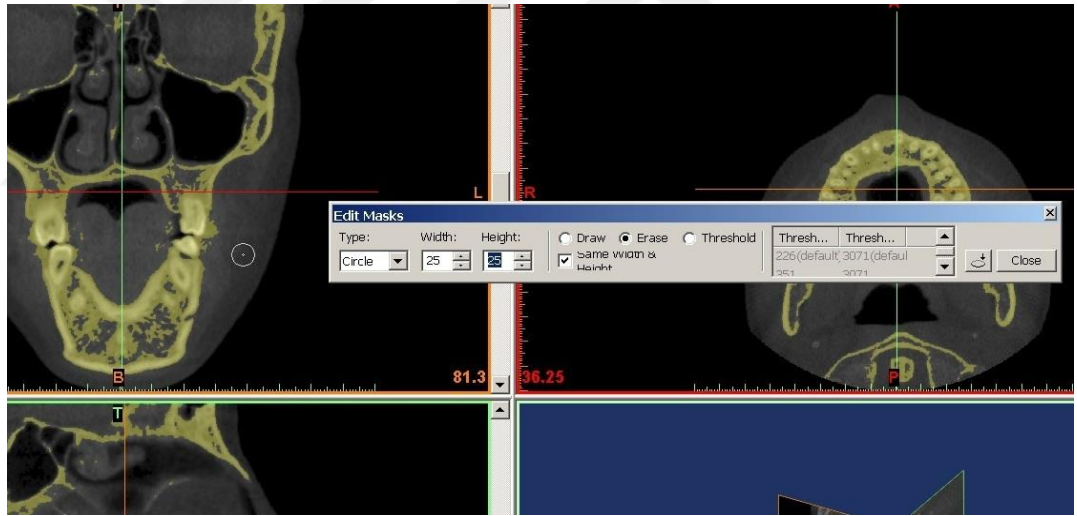
Şekil 12: Oluşturulan 'mask'lar programda sağ üst köşede gösterilmektedir.



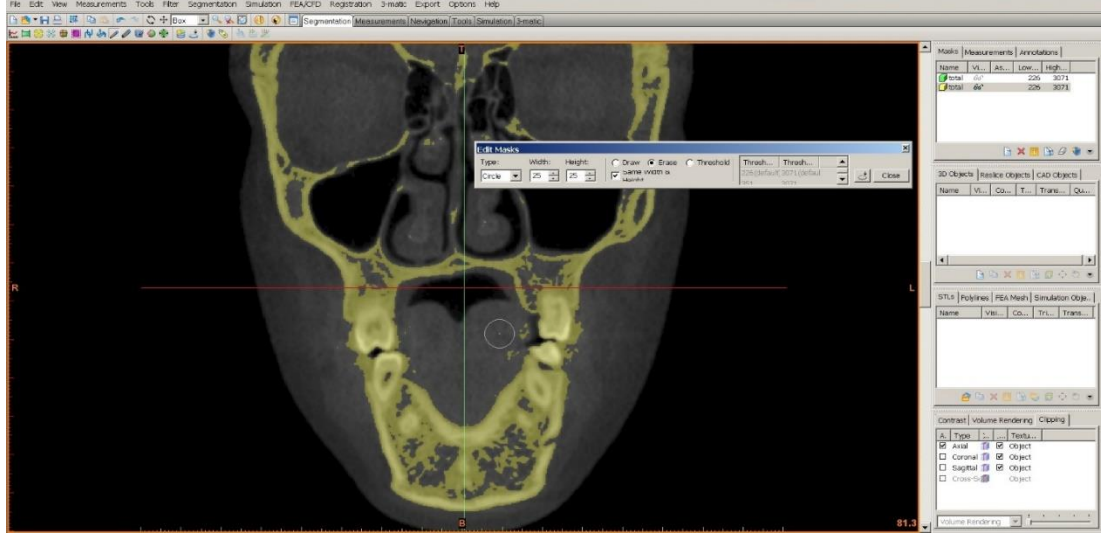
Şekil 13: Mask'ın adının değiştirilmesi



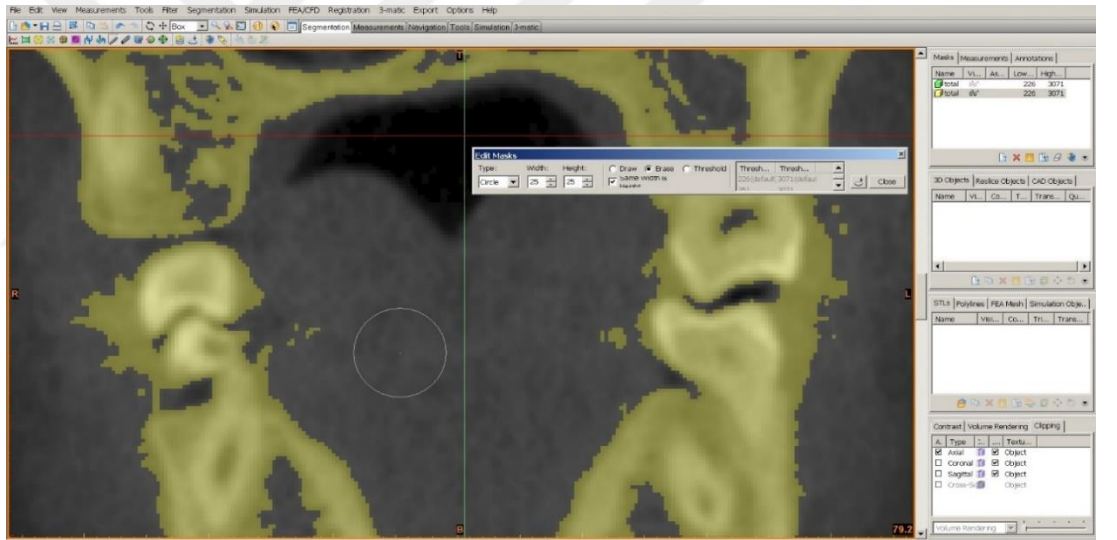
Şekil 14: 'Edit Mask' sekmesinin seçilmesi



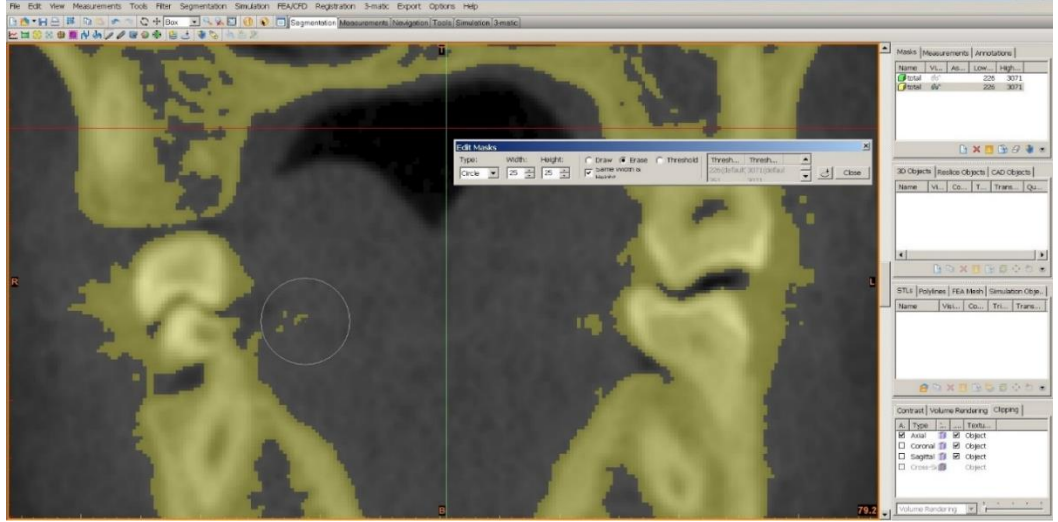
Şekil 15: 'Erase' sekmesinin seçilmesi



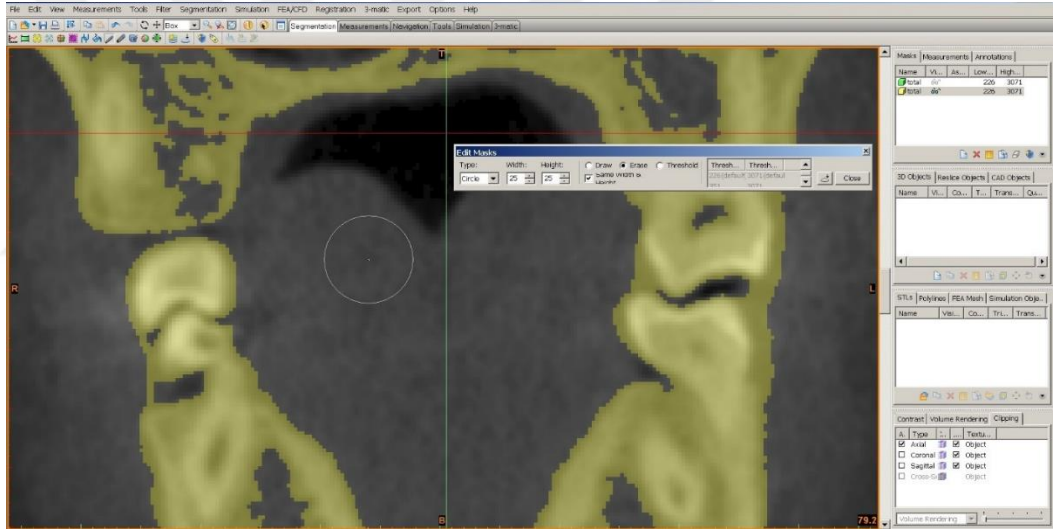
Şekil 16: Koronal kesitin ana ekrana yansıtılması



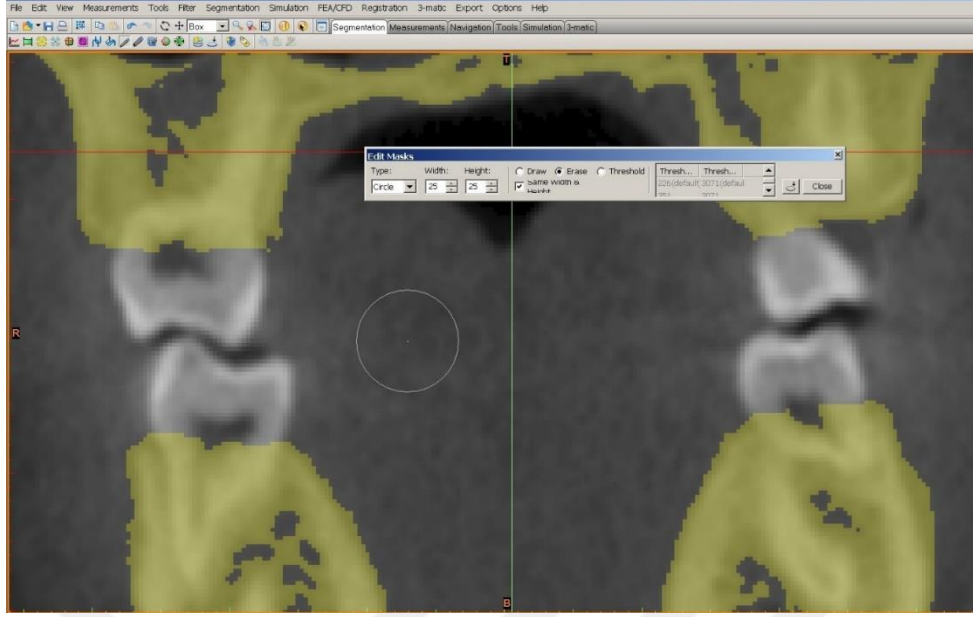
Şekil 17: Görüntünün daha da büyütülmesi



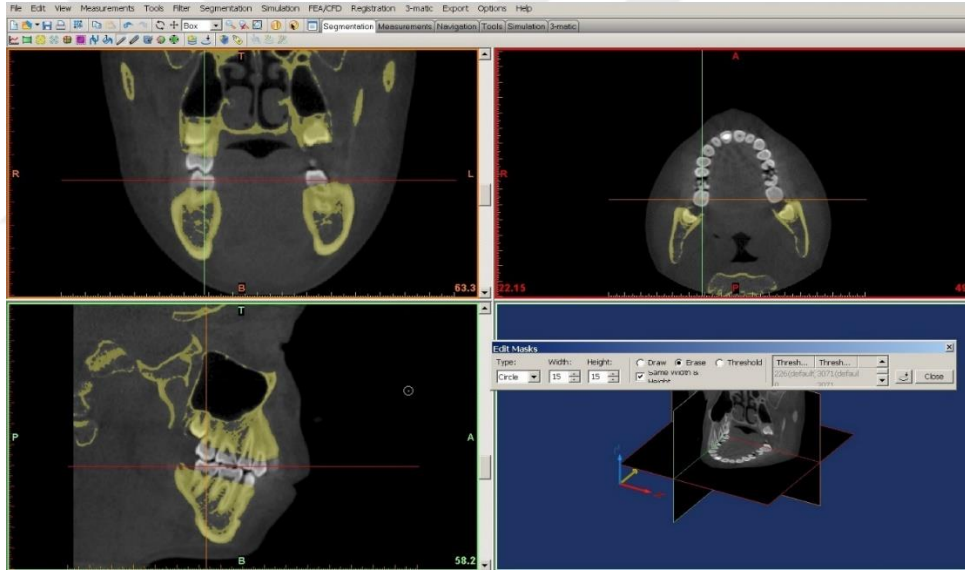
Şekil 18.: Mouse'ın ucunun artefaktın üzerine getirilmesi



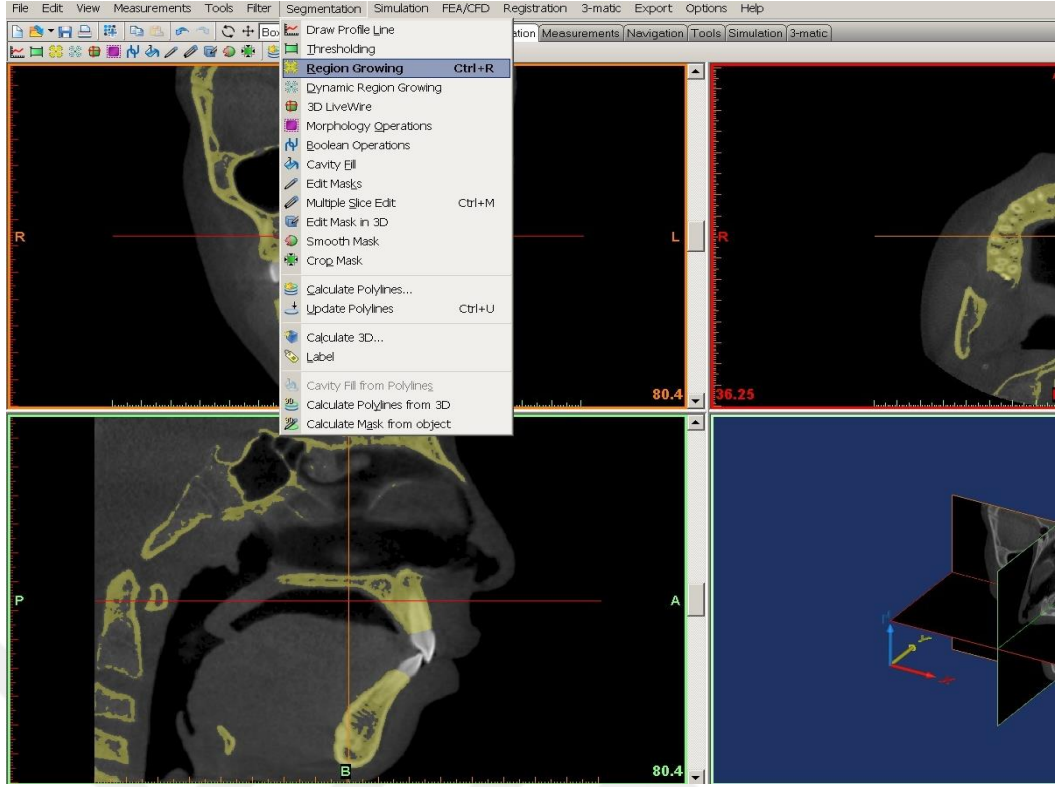
Şekil 19: Artefaktların silinmesi



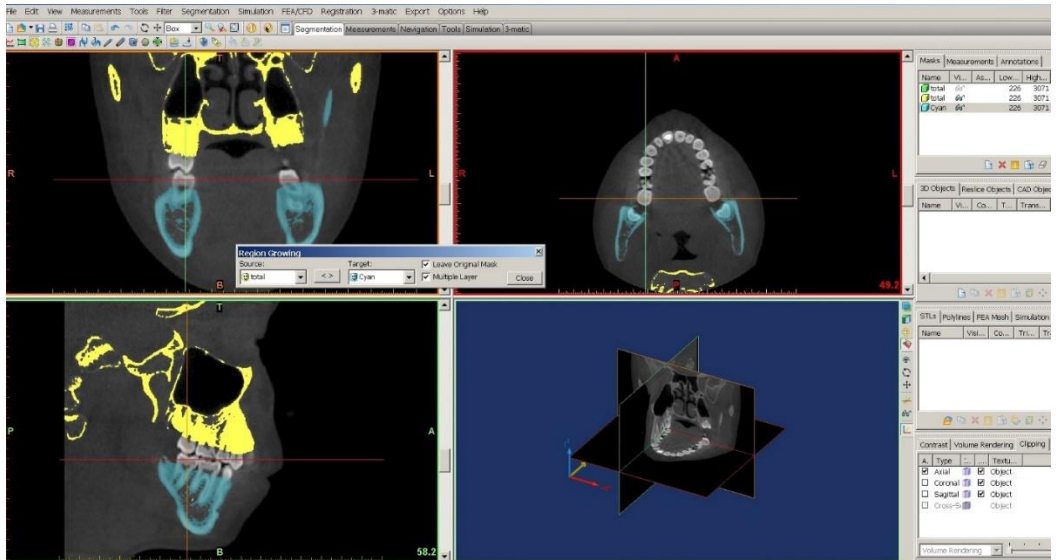
Şekil 20: Diş kronlarının silinmesi



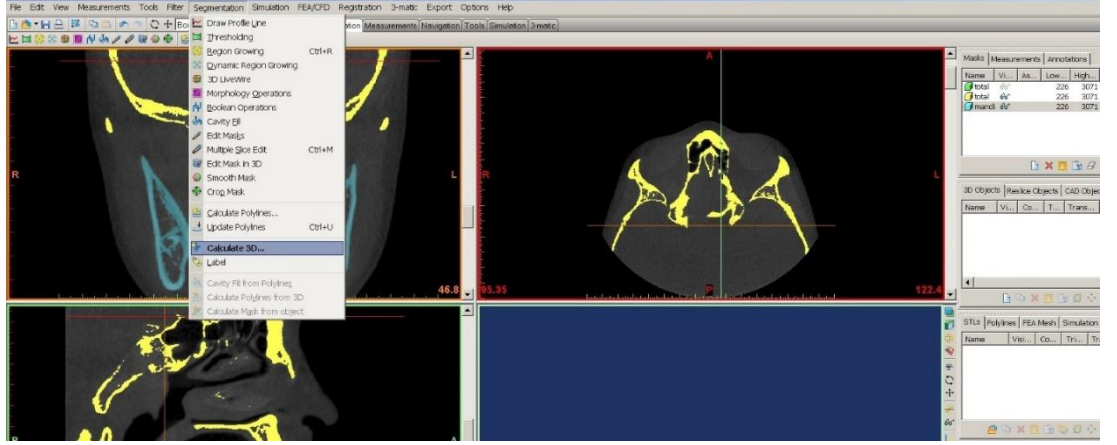
Şekil 21: Silinmiş diş kronlarının her kesitte kontrol edilmesi



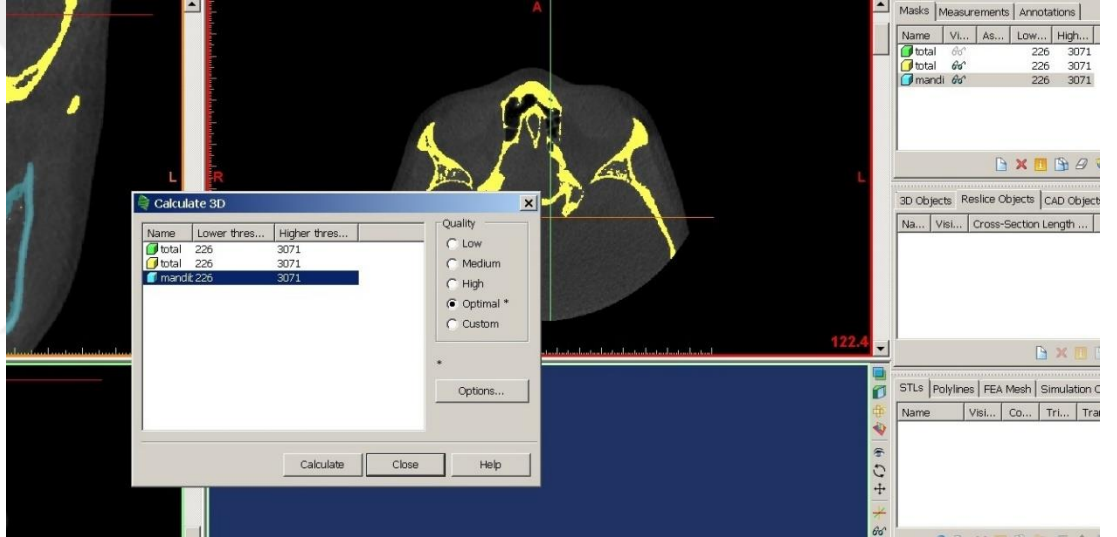
Şekil 22: 'Region Growing' sekmesinin seçilmesi



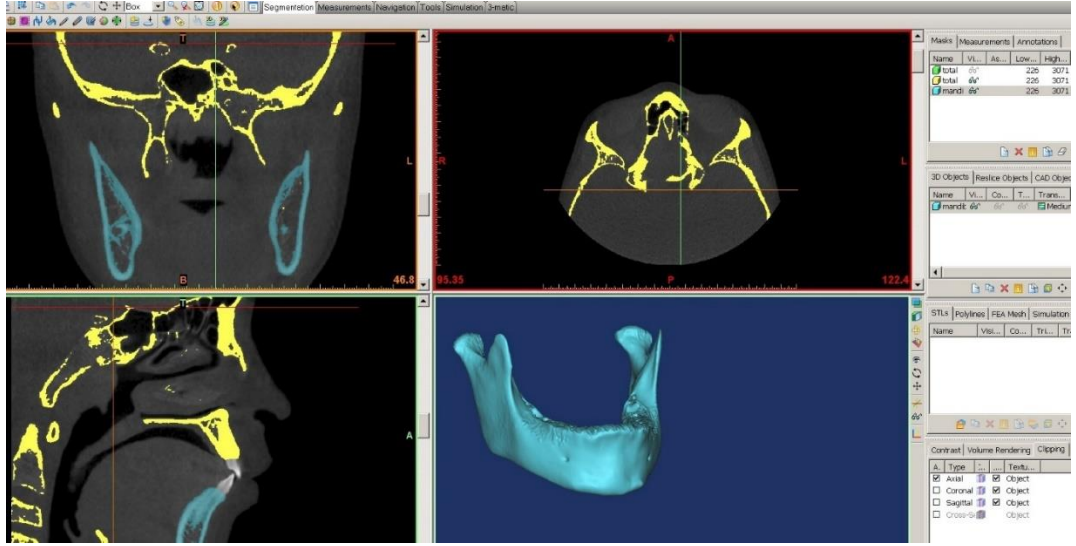
Şekil 23: Mandibula'nın 'region growing' işlemi ile maksillofasial kompleksten ayrılması



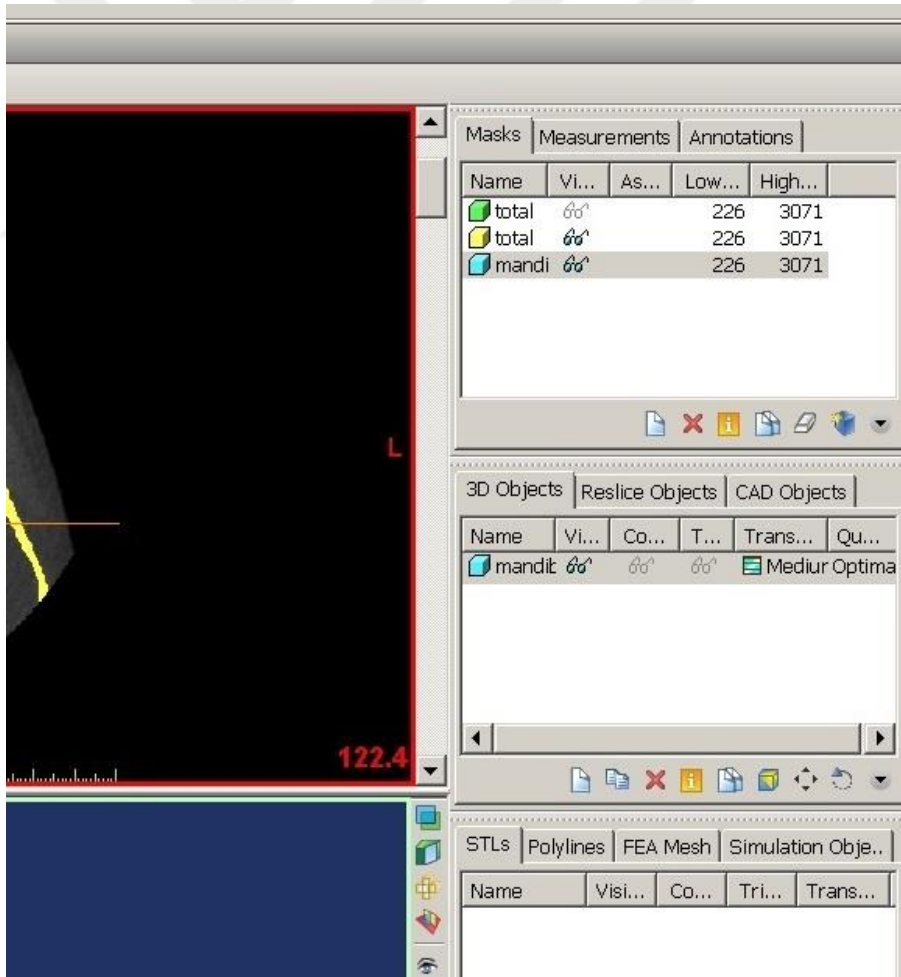
Şekil 24: 'Calculate 3D' sekmesinin seçilmesi



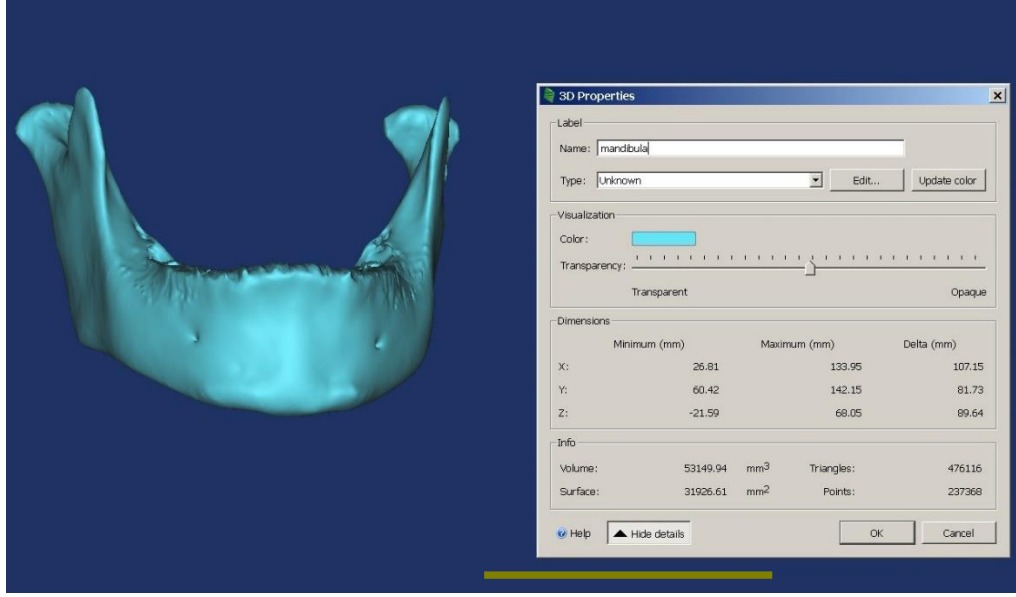
Şekil 25: Mandibula isimli mask'ın 'Calculate' işlemi ile üç boyutlu görüntüsünün eldesi



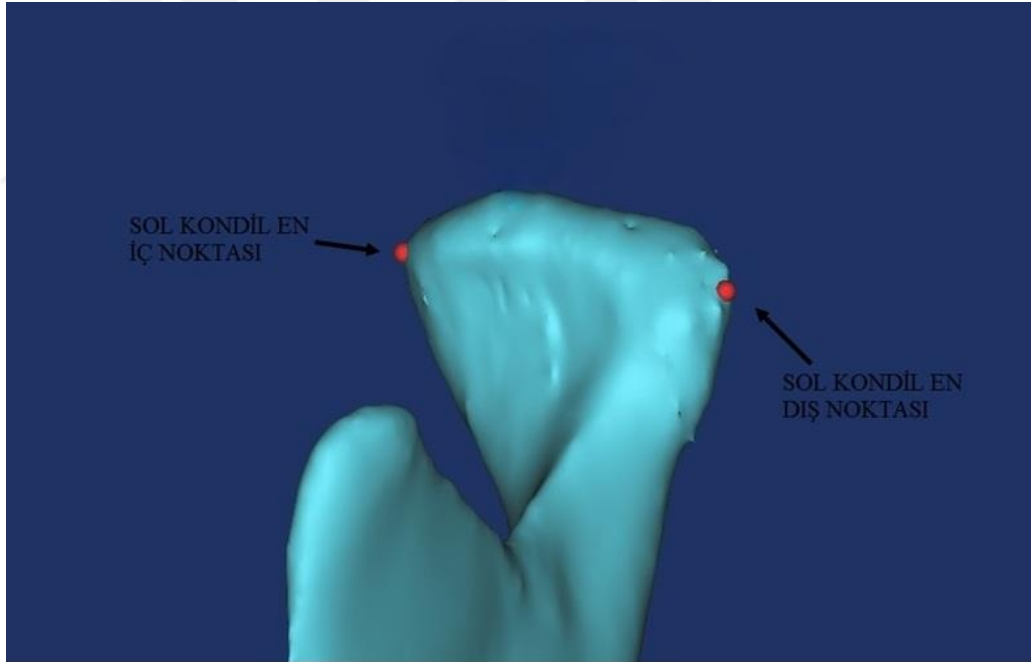
Şekil 26: Mandibula kemiğinin üç boyutlu görüntüsü



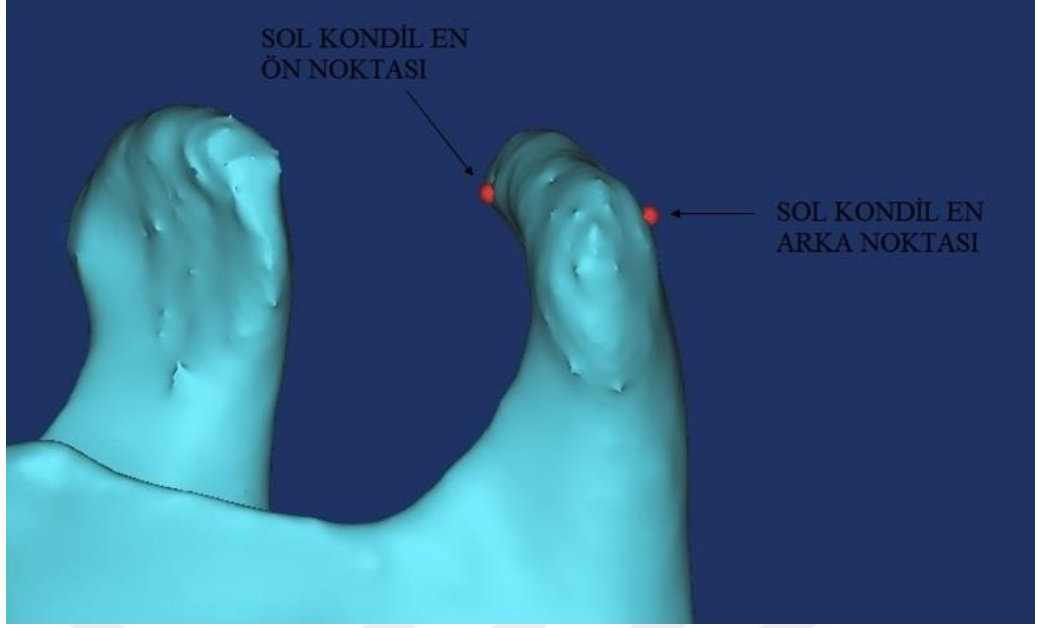
Şekil 27: 3D Objects başlığı altında yer alan 'İ' simgesi



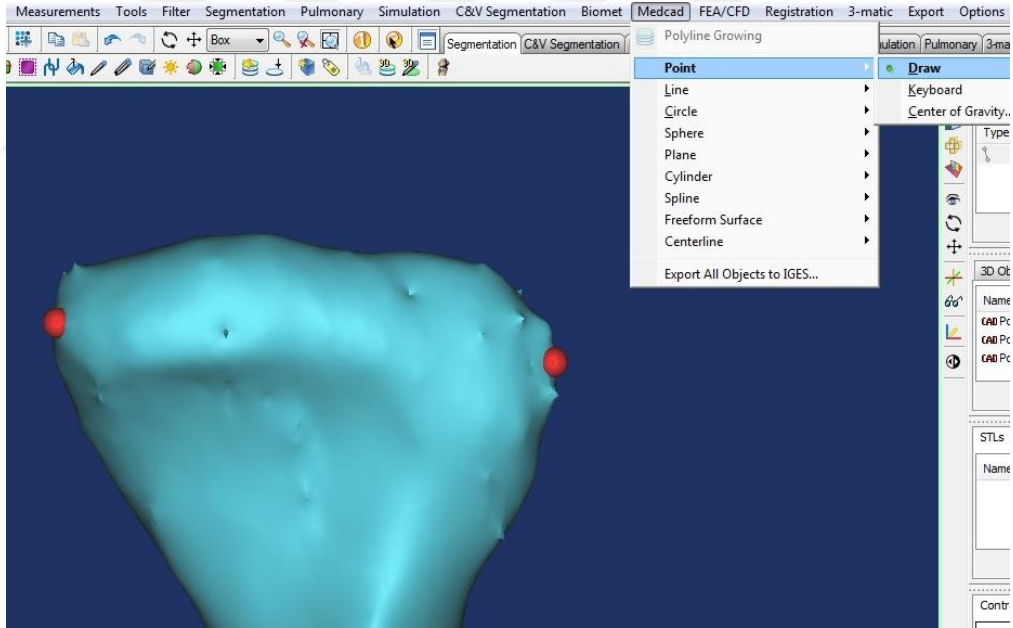
Şekil 28: Mandibula kemiğinin üç boyutlu görüntüsünün hacmi



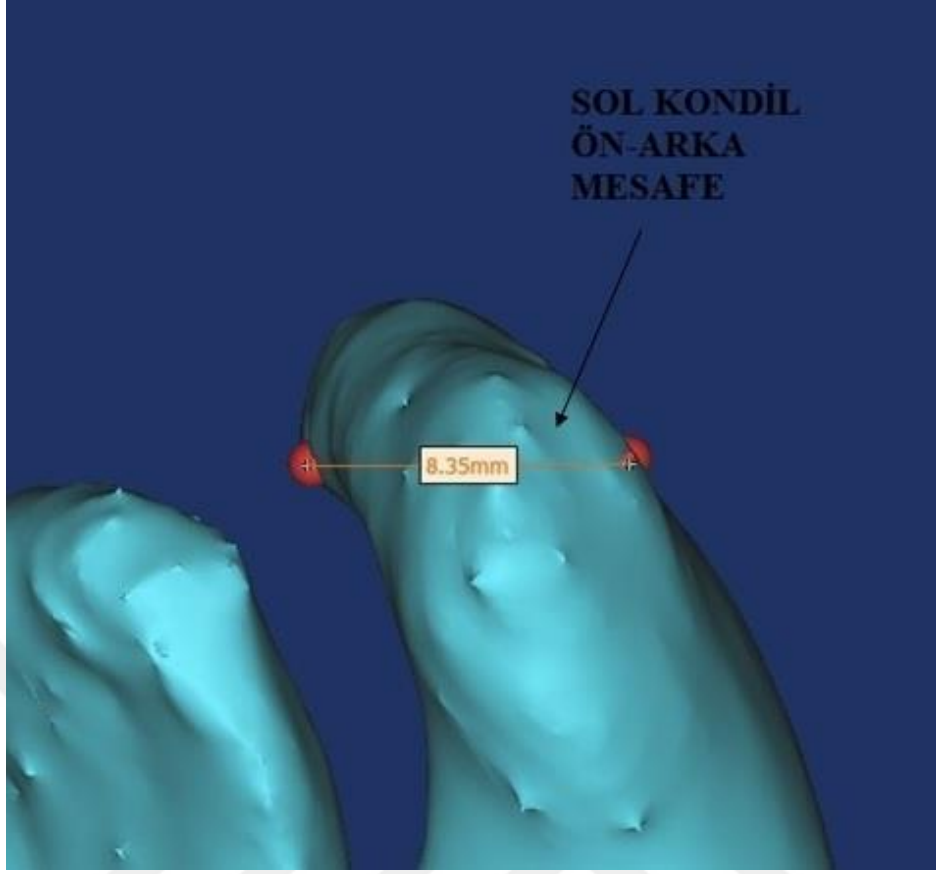
Şekil 29: Kondilin en iç ve dış noktasının üç boyutlu görüntü üzerinde gösterilmesi



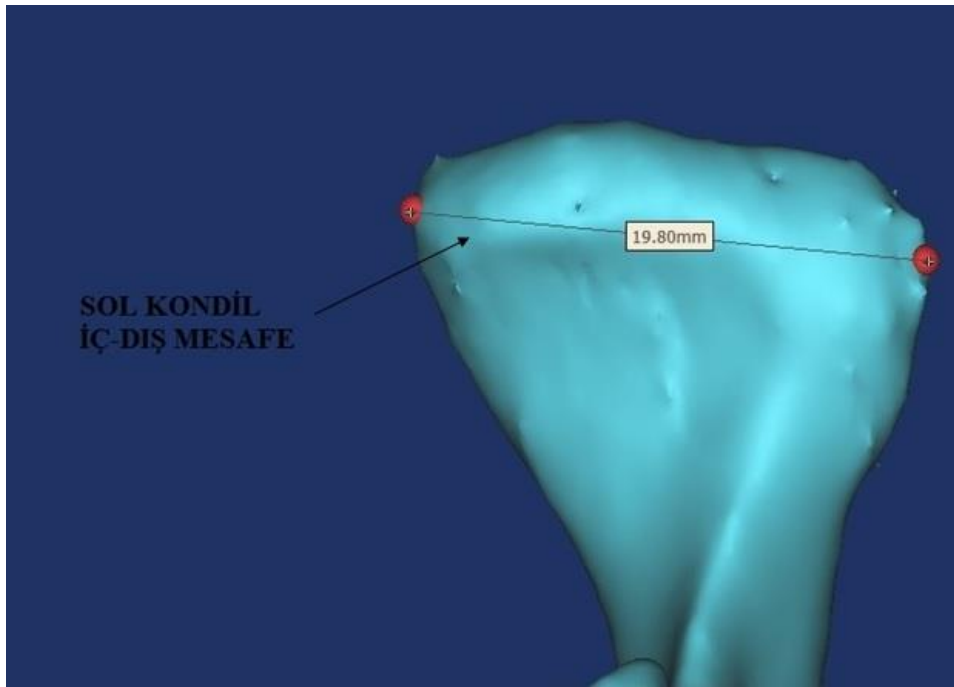
Şekil 30: Kondilin en ön ve arka noktasının üç boyutlu görüntü üzerinde gösterilmesi



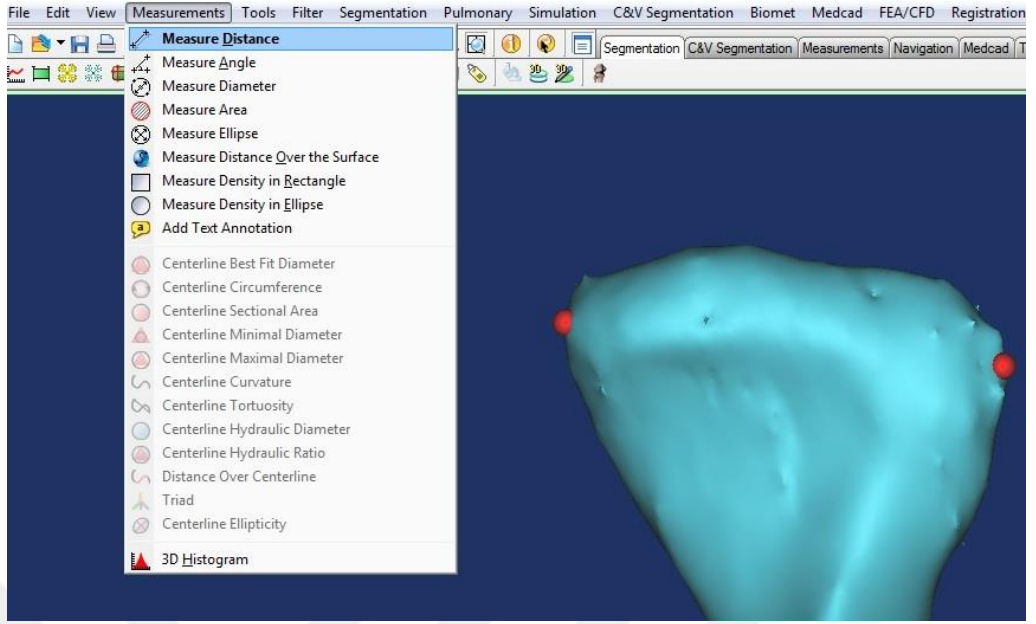
Şekil 31: Noktalama işlemi yapabilmemiz için gerekli basamakların seçilmesi



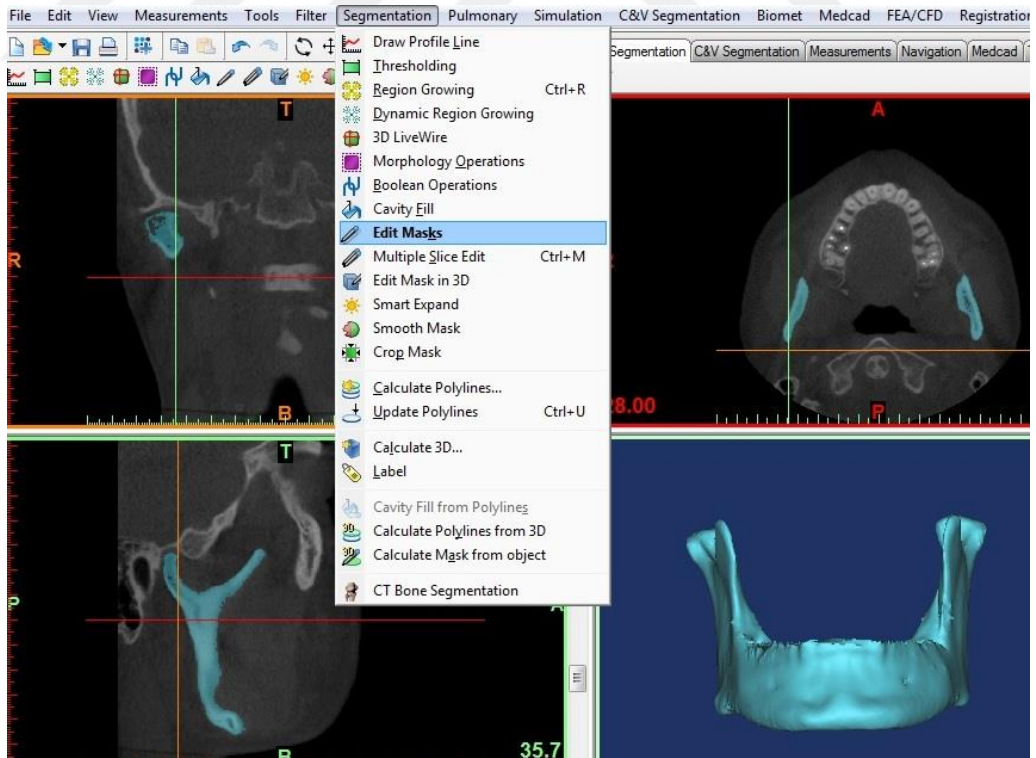
Şekil 32: Kondilin en ön ve en arkada yer alan noktaları arasındaki mesafe



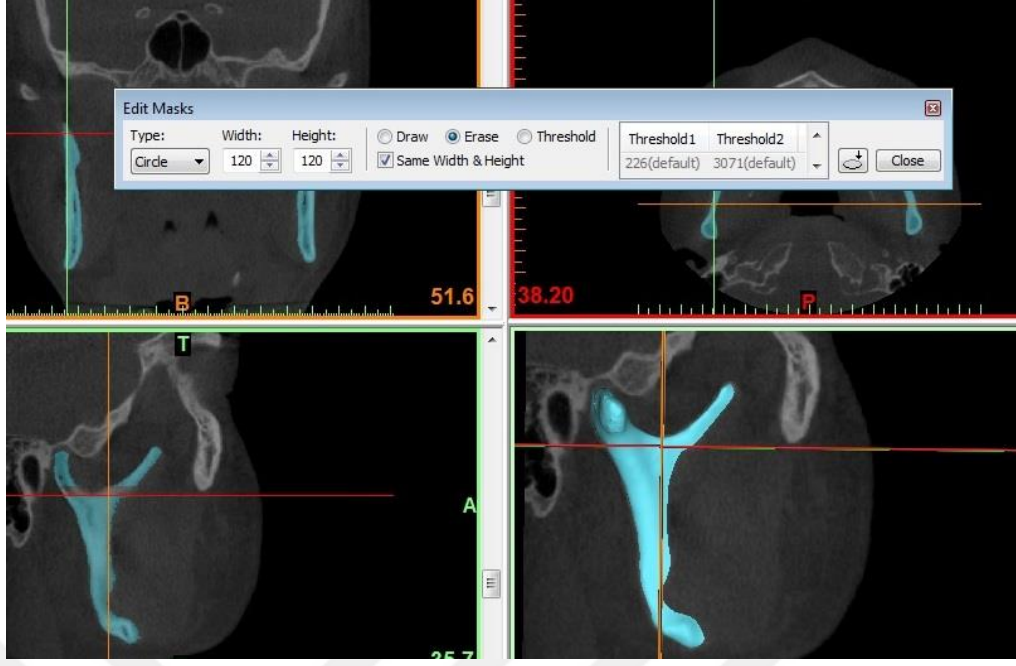
Şekil 33: Kondilin en iç ve en dışta yer alan noktaları arasındaki mesafe



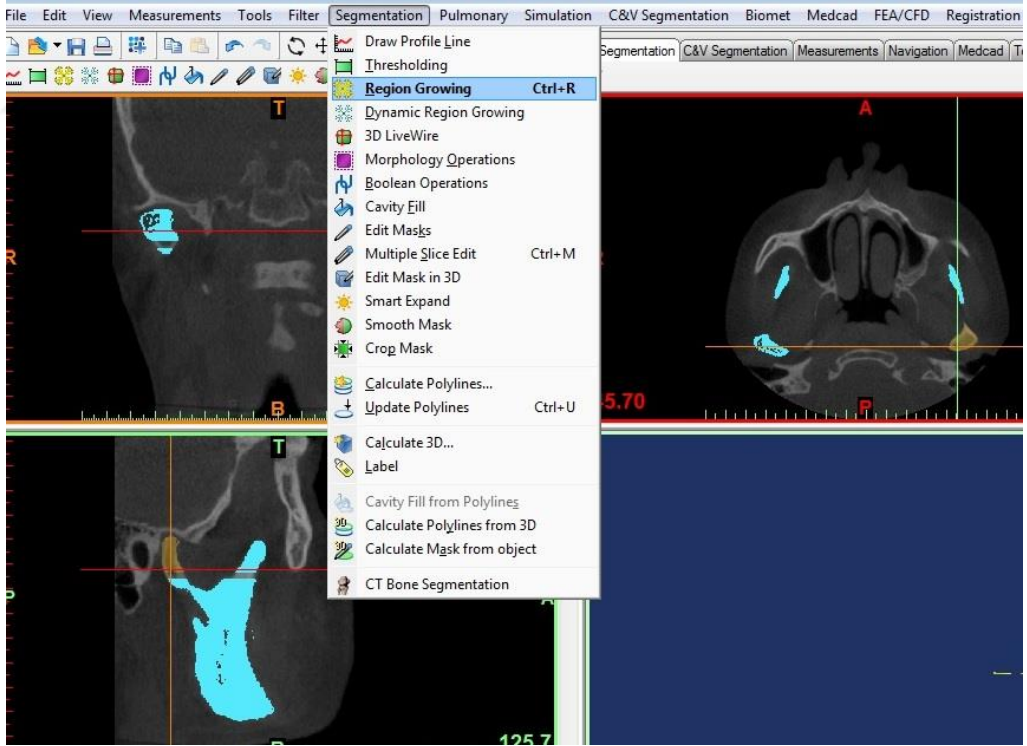
Şekil 34: İki nokta arasındaki mesafe ölçümü yapabilmemiz için gerekli basamakların seçilmesi



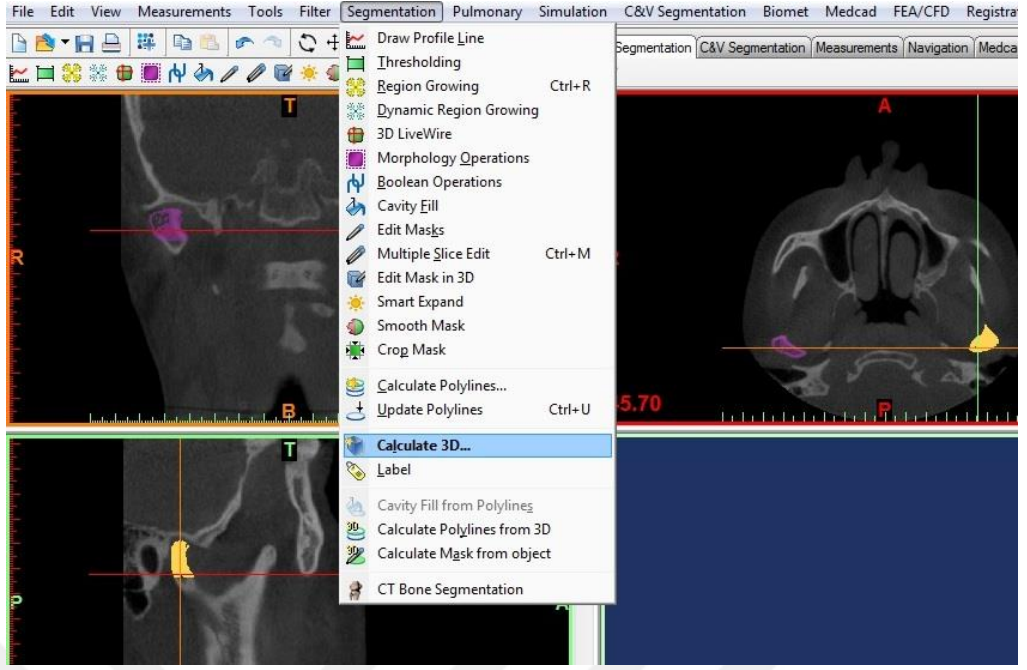
Şekil 35: Silme işlemi için 'Edit Mask' sekmesinin seçilmesi



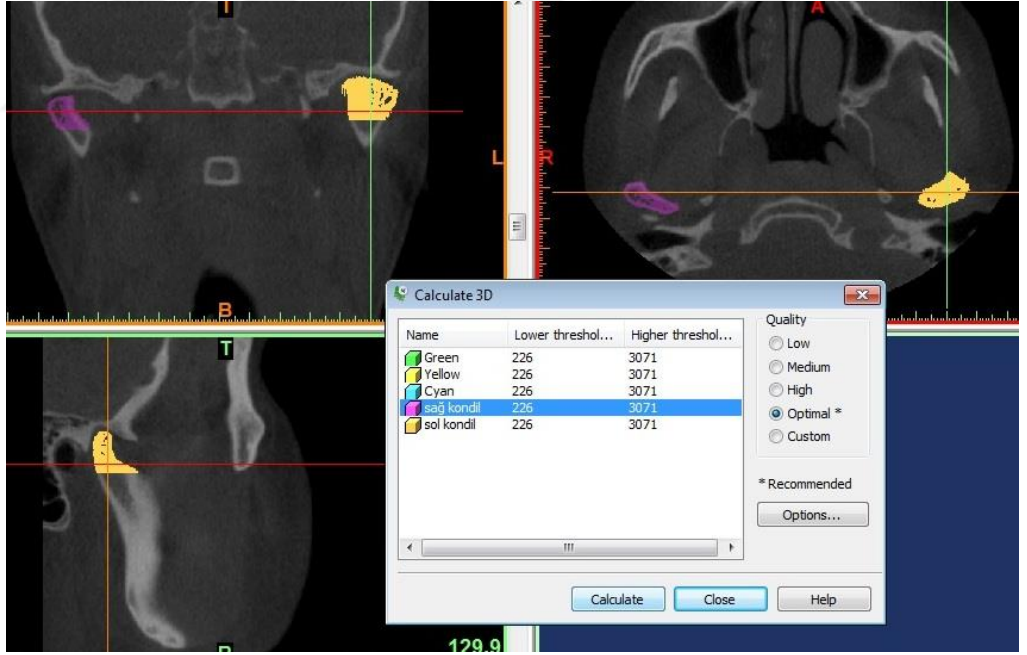
Şekil 36: 'Erase' sekmesi seçilip silme işleminin yapılması



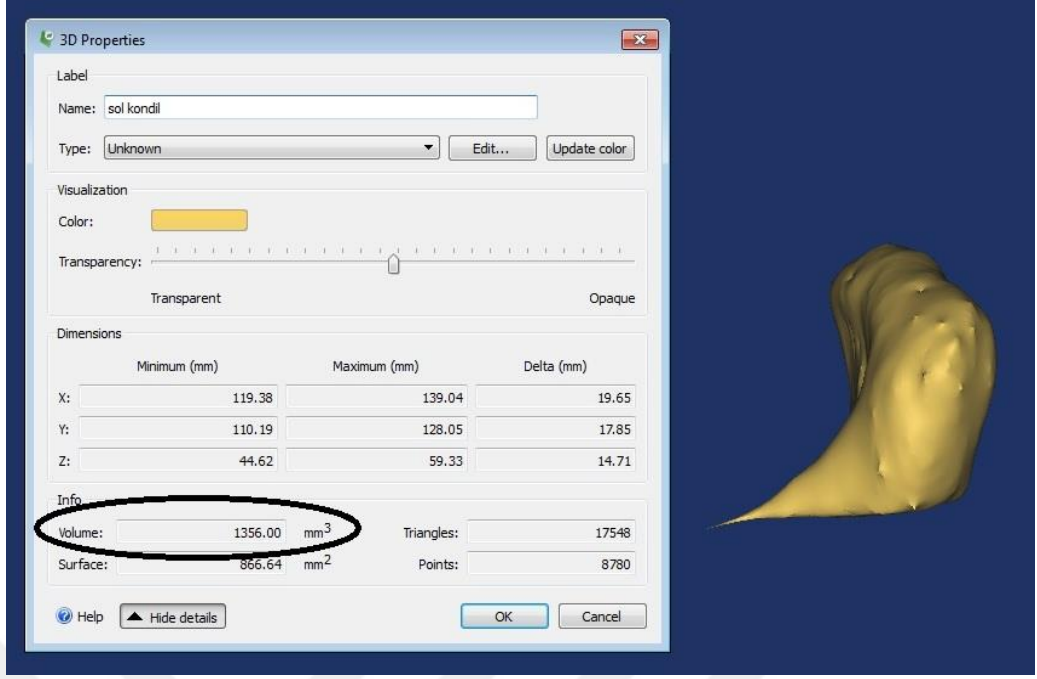
Şekil 37: 'Region Growing' işleminin yapılması



Şekil 38: 'Calculate 3D' sekmesinin seçilmesi



Şekil 39: 'Calculate' işleminin yapılması



Şekil 40: Kondilin üç boyutlu rekonstrüksiyon görüntüsü ve hacim bilgisi (mm³ cinsinden)

KAYNAKLAR

1. Sekito, P. S. C., Costa, M. C., Boasquevisque, E., & Capelli Junior, J. (2010). Assessment of condylar growth by skeletal scintigraphy in patients with posterior functional crossbite. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 15(5), 137-142.
2. Katayama, K., Yamaguchi, T., Sugiura, M., Haga, S., & Maki, K. (2013). Evaluation of mandibular volume using cone-beam computed tomography and correlation with cephalometric values. *The Angle orthodontist*, 84(2), 337-342.
3. Ganugapanta, V. R., Ponnada, S. R., Gaddam, K. P. R., Perumalla, K., Khan, I., & Mohammed, N. A. (2017). Computed Tomographic Evaluation of Condylar Symmetry and Condyle-Fossa Relationship of the Temporomandibular Joint in Subjects with Normal Occlusion and Malocclusion: A Comparative Study. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 11(2), ZC29.
4. European Commission. Directorate-General for Employment. (2004). *Industrial Relations Developments in Europe*. Office for Official Publications of the European Communities.
5. Scarfe, W. C., & Farman, A. G. (2008). What is cone-beam CT and how does it work?. *Dental Clinics of North America*, 52(4), 707-730.
6. Enlow, R. A., & Ehlert, K. W. (1978). A Study of the CT Scanning process. *Radiology/Nuclear Medicine*, 45-50.
7. Silva, M. A. G., Wolf, U., Heinicke, F., Bumann, A., Visser, H., & Hirsch, E. (2008). Cone-beam computed tomography for routine orthodontic treatment planning: a radiation dose evaluation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(5), 640-e1.
8. Tsiklakis, K., Donta, C., Gavala, S., Karayianni, K., Kamenopoulou, V., & Hourdakis, C. J. (2005). Dose reduction in maxillofacial imaging using low dose Cone Beam CT. *European journal of radiology*, 56(3), 413-417.
9. Ahmad, M., Hollender, L., Anderson, Q., Kartha, K., Ohrbach, R., Truelove, E. L., & Schiffman, E. L. (2009). Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders (RDC/TMD): development of image analysis criteria and examiner reliability for image analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 107(6), 844-860.

10. Katsavrias, E. G., & Halazonetis, D. J. (2005). Condyle and fossa shape in Class II and Class III skeletal patterns: a morphometric tomographic study. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 128(3), 337-346.
11. Saccucci, M., D'Attilio, M., Rodolfo, D., Festa, F., Polimeni, A., & Tecco, S. (2012). Condylar volume and condylar area in class I, class II and class III young adult subjects. *Head & face medicine*, 8(1), 34.
12. Fonseca, R. J. (2017). *Oral and Maxillofacial Surgery-E-Book: 3-Volume Set*. Elsevier Health Sciences.
13. Bumann A, Lotzmann U. *Color Atlas of Dental Medicine (TMJ Disorders and Orofacial Pain The role of Dentistry in a Multidisciplinary Diagnostic Approach)*. Tüz HH, Atıl F. *Temporomandibular Eklem Bozuklukları Fonksiyonel Tanı ve Tedavi Prensipleri*, 1. Baskı. Ankara, Palme Yayıncılık, 2009.
14. Ramieri G, Bonari G, Orani V. Development of nerve fibers in the temporomandibular joint of the human fetus. *Anat Embryol*. 1996; 194: 57.
15. Hylander, W. L. (2006). *Functional anatomy and biomechanics of the masticatory apparatus. Temporomandibular disorders: an evidenced approach to diagnosis and treatment*. New York: Quintessence Pub Co. Gedrange T, Gredes T, Hietschold V, Kunert-Keil C,
16. Okeson, J. P. (2014). *Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion-E-Book*. Elsevier Health Sciences.
17. Nicolakis, P., Erdogmus, B., Kopf, A., Ebenbichler, G., Kollmitzer, J., Piehslinger, E., & Fialka-Moser, V. (2001). Effectiveness of exercise therapy in patients with internal derangement of the temporomandibular joint. *Journal of oral rehabilitation*, 28(12), 1158-1164.
18. Fletcher, M. C., Picuch, J. F., & Lieblich, S. E. (2004). *Anatomy and pathophysiology of the temporomandibular joint*. Peterson's Principles of Oral and Maxillofacial Surgery. 2nd ed. London: BC Decker Inc, 933-47.
19. Helmy, E. S., Bays, R. A., & Sharawy, M. M. (1989). Histopathological study of human TMJ perforated discs with emphasis on synovial membrane response. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 47(10), 1048-1052.
20. Ko, E., Chen, M., Huang, E., & Lai, S. (2005). Lai's arthroplasty for TMJ ankylosis with intraoral approach. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 34, 11.

21. Milam, S. B. (2003). Pathophysiology and epidemiology of TMJ. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, 3(4), 382-390.
22. Heffez, L. B., Mafee, M. F., & Rosenberg, H. M. (1995). *Imaging atlas of the temporomandibular joint*. Williams & Wilkins.
23. Stegenga, B. (2001). Osteoarthritis of the temporomandibular joint organ and its relationship to disc displacement. *Journal of orofacial pain*, 15(3).
24. Lehman, H., Fleissig, Y., & Nitzan, D. W. (2015). Limited mouth opening of unknown cause cured by diagnostic coronoidectomy: a new clinical entity?. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 53(3), 230-234.
25. Kuroda, S., Tanimoto, K., Izawa, T., Fujihara, S., Koolstra, J. H., & Tanaka, E. (2009). Biomechanical and biochemical characteristics of the mandibular condylar cartilage. *Osteoarthritis and Cartilage*, 17(11), 1408-1415.
26. Aoyama, S., Iwaki, H., Amagasa, T., Kino, K., Okada, N., & Kishimoto, S. (2004). Pigmented villonodular synovitis of the temporomandibular joint: differential diagnosis and case report. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 42(1), 51-54.
27. Tanaka, E., Detamore, M. S., & Mercuri, L. G. (2008). Degenerative disorders of the temporomandibular joint: etiology, diagnosis, and treatment. *Journal of dental research*, 87(4), 296-307.
28. Gedrange, T., Gredes, T., Hietschold, V., Kunert-Keil, C., Dominiak, M., Gerber, H., ... & Laniado, M. (2012). Comparison of reference points in different methods of temporomandibular joint imaging. *Advances in medical sciences*, 57(1), 157-162.
29. Kehr P. Reinhard Putz: Sobotta atlas of human anatomy. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*. 2014; 833.
30. Ross, C. (1994). The craniofacial evidence for anthropoid and tarsier relationships. In *Anthropoid origins* (pp. 469-547). Springer US.
31. Özgen M, "Kraniofasial iskeletin postnatal büyüme merkezleri ve yerleri" *Turkish Journal Of Orthodontics* 10.1. 1997; 91-93.
32. Carvalho, C. M., de Lacerda, J. A., dos Santos Neto, F. P., Cangussu, M. C. T., Marques, A. M., & Pinheiro, A. L. (2010). Wavelength effect in temporomandibular joint pain: a clinical experience. *Lasers in medical science*, 25(2), 229-232.

33. Laskin, D. M., Greene, C. S., & Hylander, W. L. (Eds.). (2006). Temporomandibular disorders: an evidence-based approach to diagnosis and treatment. Quintessence Publishing Company.
34. Som PM, Curtin HD. Head and neck imaging, 3th ed. Volume I. St. Louis: Mosby; 1996; 375-433.
35. Hegde, S., Praveen, B. N., & Shetty, S. R. (2013). Morphological and radiological variations of mandibular condyles in health and diseases: a systematic review. *Dentistry*, 3(154), 2161-1122.
36. Norton NS, Netter FH. Netter's head and neck anatomy for dentistry. 2012
37. Obrez, A., & Gallo, L. M. (2006). Anatomy and Function of the TMJ. Temporomandibular disorders. An evidence-based approach to diagnosis and treatment. Hanover Park: Quintessence, 35-67.
38. Miloro, M., Ghali, G. E., Larsen, P., & Waite, P. (2004). Peterson's principles of oral and maxillofacial surgery (Vol. 1). PMPH-USA.
39. Okeson, J. P. (2008). Etiology of functional disturbances in the masticatory system. Management of temporomandibular disorders and occlusion. St. Louis: Mosby, 130-63.
40. Tallents, R. H., Hatala, M., Katzberg, R. W., & Westesson, P. L. (1993). Temporomandibular joint sounds in asymptomatic volunteers. *The Journal of prosthetic dentistry*, 69(3), 298-304.
41. Sanchez-Adams, J., Willard, V. P., & Athanasiou, K. A. (2011). Regional variation in the mechanical role of knee meniscus glycosaminoglycans. *Journal of applied physiology*, 111(6), 1590-1596.
42. Greene, C. S., & Laskin, D. M. (1988). Long-term status of TMJ clicking in patients with myofascial pain and dysfunction. *The Journal of the American Dental Association*, 117(3), 461-465.
43. Mah, J. (2004). Histochemistry of the foetal human temporomandibular joint articular disc. *The European Journal of Orthodontics*, 26(4), 359-365.
44. Feraco, P., Bacci, A., Pedrabissi, F., Passamonti, L., Zampogna, G., Pedrabissi, F., ... & Leonardi, M. (2011). Metabolic abnormalities in pain-processing regions of patients with fibromyalgia: a 3T MR spectroscopy study. *American Journal of Neuroradiology*, 32(9), 1585-1590.

45. Erickson, S. J., Fitzgerald, S. W., Quinn, S. F., Carrera, G. F., Black, K. P., & Lawson, T. L. (1992). Long bicipital tendon of the shoulder: normal anatomy and pathologic findings on MR imaging. *AJR. American journal of roentgenology*, 158(5), 1091-1096.
46. Wessely, K., Owers, K., Healy, J., & Lee, J. (2009). Ultrasound findings of the locked metacarpophalangeal joint. *Skeletal radiology*, 38(1), 85-89.
47. Odabaş, B., & Arslan, S. G. (2008). Temporomandibular eklem anatomisi ve rahatsızlıkları. *Dicle Tıp Dergisi*, 35(1).
48. Scapino, R. P. (1983). Histopathology associated with malposition of the human temporomandibular joint disc. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 55(4), 382-397.
49. Dias, I. M., Coelho, P. R., Assis, N. M. S. P., Leite, F. P. P., & Devito, K. L. (2012). Evaluation of the correlation between disc displacements and degenerative bone changes of the temporomandibular joint by means of magnetic resonance images. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 41(9), 1051-1057.
50. Wang, X. X., Li, Z. L., Yi, B., Liang, C., Tian, K. Y., & Wang, X. (2013). Clinical application of condylectomy via intraoral approach under computer assisted surgical navigation. *Zhonghua kou qiang yi xue za zhi= Zhonghua kouqiang yixue zazhi= Chinese journal of stomatology*, 48(6), 350-354.
51. Chin, L. P. Y., Aker, F. D., & Zarrinnia, K. (1996). The viscoelastic properties of the human temporomandibular joint disc. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 54(3), 315-318.
52. Lehman-Grimes, S. P. (2005). A review of temporomandibular disorder and an analysis of mandibular motion (Doctoral dissertation, University of Tennessee Health Science Center).
53. Langendoen, J. (2013). Management of craniomandibular. *Maitland's Peripheral Manipulation E-Book: Management of Neuromusculoskeletal Disorders*, 2, 88.
54. Isacson, G., & Isberg, A. M. (1985). Tissue identification of the TMJ disk and disk attachments and related vascularization. *CRANIO®*, 3(4), 374-379.
55. Stanković, S., Vlajković, S., Bošković, M., Radenković, G., Antić, V., & Jevremović, D. (2013). Morphological and biomechanical features of the

temporomandibular joint disc: an overview of recent findings. *Archives of oral biology*, 58(10), 1475-1482.

56. Manfredini, D., & Guarda-Nardini, L. (2009). Ultrasonography of the temporomandibular joint: a literature review. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 38(12), 1229-1236.

57. Guz, A. N. (2002). Elastic waves in bodies with initial (residual) stresses. *International Applied Mechanics*, 38(1), 23-59.

58. Clément, C., Bravetti, P., Plenat, F., Foliguet, B., Haddioui, A. E., Gaudy, J. F., & Weissenbach, M. (2006). Quantitative analysis of the elastic fibres in the human temporomandibular articular disc and its attachments. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 35(12), 1120-1126.

59. Bermejo, A., Gonzalez, O., & Gonzalez, J. M. (1993). The pig as an animal model for experimentation on the temporomandibular articular complex. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*, 75(1), 18-23.

60. de Bont, L. G., Dijkgraaf, L. C., & Spijkervet, F. K. (1996). Arthroscopy, arthroscopic surgery and arthrocentesis of the temporomandibular joint. *Nederlands tijdschrift voor tandheelkunde*, 103(7), 258-262.

61. Nitzan, D. W. (1994). Intraarticular pressure in the functioning human temporomandibular joint and its alteration by uniform elevation of the occlusal plane. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 52(7), 671-679.

62. Asaki, S., Sekikawa, M., & Kim, Y. T. (2006). Sensory innervation of temporomandibular joint disk. *Journal of Orthopaedic Surgery*, 14(1), 3-8.

63. Bibb, C. A., Pullinger, A. G., & Baldiaceda, F. (1992). The relationship of undifferentiated mesenchymal cells to TMJ articular tissue thickness. *Journal of dental research*, 71(11), 1816-1821.

64. Lamela, M. J., Pelayo, F., Ramos, A., Fernández-Canteli, A., & Tanaka, E. (2013). Dynamic compressive properties of articular cartilages in the porcine temporomandibular joint. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 23, 62-70.

65. Kobayashi, T., Izumi, N., Kojima, T., Sakagami, N., Saito, I., & Saito, C. (2012). Progressive condylar resorption after mandibular advancement. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 50(2), 176-180.

66. Kau, C. H., Richmond, S., Palomo, J. M., & Hans, M. G. (2005). Current Products and Practice: Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. *Journal of orthodontics*, 32(4), 282-293.
67. Tosun Y. Serbest Diş Hekimliğinde Ortodonti, 2. baskı, İzmir 2003.
68. Van der Linden FPGM. Ortodontik Kavramlar ve Stratejiler, Quintessence Books, İstanbul, 2010
69. Angle EH. Classification of malocclusions. *Dental Cosmos*. 1899; 41: 248-264, 350-357.
70. Steiner, C. C. (1953). Cephalometrics for you and me. *American Journal of Orthodontics*, 39(10), 729-755.
71. Steiner, C. C. (1959). Cephalometrics in clinical practice. *The Angle Orthodontist*, 29(1), 8-29.
72. Farman, A. G., Ludlow, J. B., Davies, K. L., & Tyndall, D. A. (1995). Temporomandibular joint imaging: a comparative study of diagnostic accuracy for the detection of bone change with biplanar multidirectional tomography and panoramic images. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 80(6), 735-743.
73. Orhan, K., Nishiyama, H., Tadashi, S., Shumei, M., & Furukawa, S. (2005). MR of 2270 TMJs: prevalence of radiographic presence of otomastoiditis in temporomandibular joint disorders. *European journal of radiology*, 55(1), 102-107.
74. Kiliç, S. C., Kiliç, N., & Sümbüllü, M. A. (2015). Temporomandibular joint osteoarthritis: cone beam computed tomography findings, clinical features, and correlations. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 44(10), 1268-1274.
75. Payne, M., & Nakielny, R. A. (1996). Temporomandibular joint imaging. *Clinical radiology*, 51(1), 1-10.
76. Lukat, T. D., Perschbacher, S. E., Pharoah, M. J., & Lam, E. W. (2015). The effects of voxel size on cone beam computed tomography images of the temporomandibular joints. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*, 119(2), 229-237.
77. Shaffer, S. M., Brismée, J. M., Sizer, P. S., & Courtney, C. A. (2014). Temporomandibular disorders. Part 1: anatomy and examination/diagnosis. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 22(1), 2-12.

78. Dupuy-Bonafé, I., Picot, M. C., Maldonado, I. L., Lachiche, V., Granier, I., & Bonafé, A. (2012). Internal derangement of the temporomandibular joint: is there still a place for ultrasound?. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*, 113(6), 832-840.

79. Fujiwara, M., Honda, K., Hasegawa, Y., Hasegawa, M., & Urade, M. (2013). Comparison of joint pain in patients diagnosed with and without articular disc displacement without reduction based on the Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*, 116(1), 9-15

80. Akar, G. C., & Köseoğlu, K. (2006). Temporomandibular eklem rahatsızlıklarının tanısında kullanılan radyolojik yöntemler ve manyetik rezonans görüntüleme değerlendirme kriterleri: derleme çalışması. *Ege Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Dergisi*, 27, 107-16.

81. Arik Am, Gümgüm S, Veziroğlu F. Maksillofasiyal Bölgede Kullanılan İleri Görüntüleme Teknikleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2006; 7(1).

82. Helms, C. A., & Kaplan, P. (1990). Diagnostic imaging of the temporomandibular joint: recommendations for use of the various techniques. *AJR. American journal of roentgenology*, 154(2), 319-322.

83. Petrikowski, C. G. (2004). *Oral Radiology. Principles and Interpretation*.

84. Tvrđy, P. (2007). Methods of imaging in the diagnosis of temporomandibular joint disorders. *Biomedical Papers of the Medical Faculty of Palacky University in Olomouc*, 151(1).

85. Underhill, T. E., Chilvarquer, I., Kimura, K., Langlais, R. P., McDavid, W. D., Preece, J. W., & Barnwell, G. (1988). Radiobiologic risk estimation from dental radiology: Part I. Absorbed doses to critical organs. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 66(1), 111-120.

86. Yengin E. *Temporomandibular Rahatsızlıklarda Teşhis ve Tedavi*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları, Dilek Ofset Matbaacılık; 2000.

87. Bag, A. K., Gaddikeri, S., Singhal, A., Hardin, S., Tran, B. D., Medina, J. A., & Curé, J. K. (2014). Imaging of the temporomandibular joint: an update. *World journal of radiology*, 6(8), 567.

88. Gülaldı, N. C., Aksoy, T., Aydın, F., Gedik, G. K., Günay, E. C., Kara, P. Ö., ... & Kıratlı, P. Ö. TNTD, Çocuklarda Dinamik Böbrek Sintigrafisi Uygulama Kılavuzu 2.0.
89. Fu KY, Li YW, Zhang ZK, Ma XC. Osteonecrosis of the mandibular condyle as a precursor to osteoarthritis: A case report. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*. 2009; 107: 34-38.
90. Ünal D, Karadağ M. Tıpta Kullanılan Görüntüleme Teknikleri, Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Orta Öğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitim Bölümü Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, 2008.
91. Kundu H, Basavaraj P, Kote S, Singla A, Singh S. Assessment of TMJ Disorders Using Ultrasonography as a Diagnostic Tool: A Review. *Journal Of Clinical And Diagnostic Research: JCDR*. 2013; 7: 3116-3120.
92. Vilanova, J. C., Woertler, K., Narváez, J. A., Barceló, J., Martínez, S. J., Villalón, M., & Miró, J. (2007). Soft-tissue tumors update: MR imaging features according to the WHO classification. *European radiology*, 17(1), 125-138.
93. Tognini, F., Manfredini, D., Melchiorre, D., & Bosco, M. (2005). Comparison of ultrasonography and magnetic resonance imaging in the evaluation of temporomandibular joint disc displacement. *Journal of oral rehabilitation*, 32(4), 248-253.
94. de Farias, J. F. G., Melo, S. L. S., Bento, P. M., Oliveira, L. S. A. F., Campos, P. S. F., & de Melo, D. P. (2015). Correlation between temporomandibular joint morphology and disc displacement by MRI. *Dentomaxillofacial Radiology*, 44(7), 20150023.
95. Güler, N., Burdurlu, M.Ç., Ekici, I. D. (2014). Unilateral Coronoid Hyperplasia: The Role of Trauma on Coronoid Process in Growing Patient.
96. Aiken, A. H. (2012, April). Imaging of thyroid cancer. In *Seminars in Ultrasound, CT and MRI* (Vol. 33, No. 2, pp. 138-149). WB Saunders.
97. Seyhan, T., Sakman, B., Cılız, D., (2000). TME Disfonksiyonlu Hastaların Değerlendirilmesinde Manyetik Rezonans Görüntüleme. *KBB Ve Baş Boyun Cerrahisi Dergisi*, 8, 66-70.
98. Tasaki, M. M., & Westesson, P. L. (1993). Temporomandibular joint: diagnostic accuracy with sagittal and coronal MR imaging. *Radiology*, 186(3), 723-729.

99. Alkhader, M., Ohbayashi, N., Tetsumura, A., Nakamura, S., Okochi, K., Momin, M. A., & Kurabayashi, T. (2010). Diagnostic performance of magnetic resonance imaging for detecting osseous abnormalities of the temporomandibular joint and its correlation with cone beam computed tomography. *Dentomaxillofacial Radiology*, 39(5), 270-276.
100. Vogl, T. J., Mack, M. G., Müller, P. K., Straub, R., Engelmann, K., & Eichler, K. (1999). Interventional MR: interstitial therapy. *European radiology*, 9(8), 1479-1487.
101. Aksoy, S , Orhan, K . (2010). Disc displacements of temporomandibular joint. *Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 27 (1), 65-73. Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/gazidis/issue/27774/293587>
102. White, S. C. (2008). Cone-beam imaging in dentistry. *Health physics*, 95(5), 628-637.
103. White, S. C., & Pharoah, M. J. (2000). Panoramic radiography. *Oral Radiology, principles and interpretation*. Mosby, St. Louis, 205-216.
104. White, S. C., & Pae, E. K. (2009, March). Patient image selection criteria for cone beam computed tomography imaging. In *Seminars in Orthodontics* (Vol. 15, No. 1, pp. 19-28). WB Saunders.
105. Schulze, D., Heiland, M., Thurmann, H., & Adam, G. (2004). Radiation exposure during midfacial imaging using 4-and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. *Dentomaxillofacial Radiology*, 33(2), 83-86.
106. Swennen, G. R., & Schutyser, F. (2006). Three-dimensional cephalometry: spiral multi-slice vs cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 130(3), 410-416.
107. Silverman, P. M., Kalender, W. A., & Hazle, J. D. (2001). Common terminology for single and multislice helical CT. *American Journal of Roentgenology*, 176(5), 1135-1136.
108. Goldman, L. W. (2008). Principles of CT: multislice CT. *Journal of nuclear medicine technology*, 36(2), 57-68.
109. Miracle, A. C., & Mukherji, S. K. (2009). Conebeam CT of the head and neck, part 2: clinical applications. *American journal of neuroradiology*, 30(7), 1285-1292.

110. Harorlı A, Akgul M, Dagistan S. Diş Hekimliği Radyolojisi Kitabı; Atatürk Üniversitesi Yayınları; 2006. P.80-150.
111. Mah, J. K., Huang, J. C., & Choo, H. (2010). Practical applications of cone-beam computed tomography in orthodontics. *The Journal of the American Dental Association*, 141, 7S-13S.
112. Kokich, V. G. (2004). Surgical and orthodontic management of impacted maxillary canines. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 126(3), 278-283.
113. Swennen, G. R., Schutyser, F. A., & Hausamen, J. E. (Eds.). (2005). *Three-dimensional cephalometry: a color atlas and manual*. Springer Science & Business Media.
114. Chaushu, S., Chaushu, G., & Becker, A. (2004). The role of digital volume tomography in the imaging of impacted teeth. *World journal of orthodontics*, 5(2).
115. Aboudara, C. A., Hatcher, D., Nielsen, I. L., & Miller, A. (2003). A three-dimensional evaluation of the upper airway in adolescents. *Orthodontics & craniofacial research*, 6(s1), 173-175.
116. Hatcher, D. C., Dial, C., & Mayorga, C. (2003). Cone beam CT for pre-surgical assessment of implant sites. *CDA*, 31(11), 825-834.
117. Hamada, Y., Kondoh, T., Noguchi, K., Iino, M., Isono, H., Ishii, H., ... & Seto, K. (2005). Application of limited cone beam computed tomography to clinical assessment of alveolar bone grafting: a preliminary report. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 42(2), 128-137.
118. Cevidanes, L. H., Styner, M. A., & Proffit, W. R. (2006). Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 129(5), 611-618.
119. Honey, O. B., Scarfe, W. C., Hilgers, M. J., Klueber, K., Silveira, A. M., Haskell, B. S., & Farman, A. G. (2007). Accuracy of cone-beam computed tomography imaging of the temporomandibular joint: comparisons with panoramic radiology and linear tomography. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 132(4), 429-438.

120. Swennen, G. R., Schutyser, F. A., & Hausamen, J. E. (Eds.). (2005). Three-dimensional cephalometry: a color atlas and manual. Springer Science & Business Media.

121. Ludlow, J. B. (2009). Dose and risk in dental diagnostic imaging: with emphasis on dosimetry of CBCT. *Korean J Oral Maxillofac Radiol*, 39(4), 175-84.

122. Lou, L., Lagravere, M. O., Compton, S., Major, P. W., & Flores-Mir, C. (2007). Accuracy of measurements and reliability of landmark identification with computed tomography (CT) techniques in the maxillofacial area: a systematic review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 104(3), 402-411.

123. Yılmaz, d. H., sözer, ö. A., bilgiç, f., & küçük, e. B. (2016). Ortodontide kayıt: radyografi ve model.

124. Kim M, Huh KH, YI WJ, Heo MS, Lee SS, Choi SC; Evaluation of accuracy of 3D reconstruction images using multi-detector CT and cone-beam CT, *Korean Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. Imaging Science in Dentistry*.2012; 42:25-33.

125. European Commission; European guidelines on radiation protection in dental radiology: The safe use of radiographs in dental practice. , 2004; Issue No: 136, Syf:15.

126. Ahmad M, Hollender L, Anderson Q, Kartha K, Ohrbach R, Truelove EL, John MT, Schiffman EL. Oral and maxillofacial radiology: Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders (RDC/TMD): development of image analysis criteria and examiner reliability for image analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*. 2009; 107: 844-860

127. Harstall R. Mandibular condyle dislocation into the middle cranial fossa : case report and review of literature. [S.l.]: [s.n.]; 2003,

128. Tsiklakis K, Syriopoulos K, Stamatakis HC. Radiographic examination of the temporomandibular joint using cone beam computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol*. 2004; 33:196-201.

129. Yamamoto K, Ueno K, Seo K, Shinohara D. Development of dento-maxillofacial cone beam X-ray computed tomography system. *Orthod Craniofac Res*. 2003;6:160–162.)

130. Araki K, Maki K, Seki K, et al. Characteristics of a newly developed dentomaxillofacial X-ray cone beam CT scanner (CB MercuRay™): system configuration and physical properties. *Dentomaxillofac Radiol.* 2004;33:51–59.)
131. Tecco S, Saccucci M, Nucera R, Polimeni A, Pagnoni M, Cordasco G, Festa F, Iannetti G. Condylar volume and surface in Caucasian young adult subjects. *BMC Med Imaging.* 2010; 10: 28
132. Stratemann SA, Huang JC, Maki K, Hatcher DC, Miller AJ. Original Article: Evaluating the mandible with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics.* 2010; 137: S58-S70
133. Hussain AM, Packota G, Major PW, Flores-Mir C. Role of different imaging modalities in assessment of temporomandibular joint erosions and osteophytes: A systematic review. *Dentomaxillofac Radiol.* 2008;37(2):63-71
134. Krishnamoorthy B, Mamatha N, Kumar VA. TMJ imaging by CBCT: Current scenario. *Ann Maxillofac Surg* 2013;3:80-3.
135. Miyawaki, S., Tanimoto, Y., Araki, Y., Katayama, A., Kuboki, T., & Takano-Yamamoto, T. (2004). Movement of the lateral and medial poles of the working condyle during mastication in patients with unilateral posterior crossbite. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 126(5), 549-554.
136. Farman AG, Scarfe WC. The basics of maxillofacial cone beam computed tomography. *Semin Orthod*, 2009; 15: 2- 13.
137. Whyms BJ, Vorperian HK, Gentry LR, Schimek EM, Bersu ET, Chung MK. The effect of computed tomographic scanner parameters and 3-dimensional volume rendering techniques on the accuracy of linear, angular, and volumetric measurements of the mandible. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2013 May;115(5):682-91.
138. Ravenel JG, Leue WM, Nietert PJ, Miller JV, Taylor KK, Silvestri GA. Pulmonary nodule volume: effects of reconstruction parameters on automated measurements e a phantom study. *Radiology.* 2008;247:400-408.
139. Joo I, Kim SH, Lee JY, Lee JM, Han JK, Choi BI. Comparison of semiautomated and manual measurements for simulated hypoand hyper-attenuating hepatic tumors on MDCT effect of slice thickness and reconstruction increment on their accuracy. *Acad Radiol.* 2011;18:626-633.

140. Bayrak S. B. Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi Kullanılarak Yapılan Hacimsel Hesaplamalarda Kesit Kalınlığının Etkisi (doktora tezi), Trabzon, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ağız Diş Çene Radyolojisi A.D., 2014
141. China S. The effect of cone beam computed tomography (CBCT) imaging on orthodontic diagnosis and treatment planning. M.Sc. Thesis, University of southern california. 2011.
142. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P: Clinical applications of conebeam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc* 2006, 72:75–80.
143. Ogawa Y: Investigation of the relationship between the inclination of the condylar head and maxillofacial morphology. *J Fukuoka Dent College* 1991, 18:137–153.
144. Katsavrias EG: Morphology of the temporomandibular joint in subjects with Class II Division 2 malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthoped* 2006, 129:470–478.
145. Karadede B. Farklı İskeletsel Yüz Tiplerine Sahip Bireylerin Maksilla Ve Mandibula Hacimlerinin Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografiyöntemi İle İncelenmesi (doktora tezi), Yeditepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ortodonti A.D., 2015
146. Patel, A., Tee, B. C., Fields, H., Jones, E., Chaudhry, J., & Sun, Z. (2014). Evaluation of cone-beam computed tomography in the diagnosis of simulated small osseous defects in the mandibular condyle. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 145(2), 143-156.
147. Saccucci, M., Polimeni, A., Festa, F., & Tecco, S. (2012). Do skeletal cephalometric characteristics correlate with condylar volume, surface and shape? A 3D analysis. *Head & face medicine*, 8(1), 15.
148. Krisjane Z, Urtane I, Krumina G, Zepa K: Three-dimensional evaluation of TMJ parameters in Class II and Class III patients. *Stomatologija* 2009, 11:32–36.
149. Zhang, Y., Che, B., Ni, Y., Zhang, H., Pan, Y., Wang, L., & Ma, J. (2013). Three-dimensional condylar positions and forms associated with different anteroposterior skeletal patterns and facial asymmetry in Chinese adolescents. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71(5), 1174-1180.)

150. Enomoto A, Watahiki J, Yamaguchi T, Irie T, Tachikawa T, Maki K: Effects of mastication on mandibular growth evaluated by microcomputed tomography. *Eur J Orthod* 2010, 32:66–70
151. Deguchi T, Katashiba S, Inami T, Foong KWC, Huak CY; Morphologic quantification of the maxilla and the mandible with cone–beam computed tomography, *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 137:218-22.
152. Nakawaki T, Yamaguchi T, Tomita D, Hikita Y, Adel M, Katayama K, Maki K. Evaluation of mandibular volume classified by vertical skeletal dimensions with cone-beam computed tomography. *Angle Orthodontist.* 2016; 86(6): 949-954.
153. Fraga, M. R., Rodrigues, A. F., Ribeiro, L. C., da Silva Campos, M. J., & Vitral, R. W. F. (2013). Anteroposterior condylar position: A comparative study between subjects with normal occlusion and patients with Class I, Class II Division 1, and Class III malocclusions. *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, 19, 903.

ÖZGEÇMİŞ

1. **Adı Soyadı** : Onur YILMAZ
2. **Doğum Tarihi** : 05.01.1989
3. **Unvanı** : Araştırma Görevlisi
4. **Öğrenim Durumu** : Yüksek Lisans
5. **Çalıştığı Kurum** : İstanbul Aydın Üniversitesi

| Derece | Alan | Okul | Yıl |
|-----------|----------------------------|--------------------------------|------|
| İlkokul | İlköğretim | Manavgat Koleji | 2003 |
| Lise | Fen Lisesi | Antalya Fen Lisesi | 2007 |
| Lisans | Diş Hekimliği Fakültesi | Marmara Üniversitesi | 2012 |
| Y. Lisans | Diş Hekimliği Fakültesi | Marmara Üniversitesi | 2012 |
| Uzmanlık | Ortodonti ABD | İstanbul Aydın Üniversitesi | 2017 |

6. Yayınlar

- Poster Sunumu-Asimetrik Maksiller Transversal Yetersizliğin Tedavisi:Cerrahi Destekli Tek Taraflı Palatal Genişletme
Onur Yılmaz, Ahu Topkara, Altan Varol, Fatma Yıldırım, Erol Akın
- Poster Sunumu-Vertikal Büyüyen İskeletsel Sınıf 2'nin Modifiye Twin-Block ve Anterior Vertikal-Pull Headgear ile Tedavisi
Zeynep Süzer, Ahu Topkara, Onur Yılmaz, Erol Akın
- Poster Sunumu-Mini-Vida Destekli Modifiye Fan Type Maksiller Genişletme
Orhan Aksoy, Onur Yılmaz, Erol Akın, Ahu Topkara
- Poster Sunumu-Ortodontik Tedavi Sonrası Devital ve Ofis Tipi Beyazlatma ile Anterior Kompozit Lamina Veneer Uygulaması
Engin Fırat Çakan, Fatma Yıldırım, Ahu Topkara, Onur Yılmaz



KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı : B.30.2.AYD.0.00.00-480.2/109

27.04.2016

Konu : Karar Hk.

Sn. Dt. Onur YILMAZ

İstanbul Aydın Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Araştırma Görevlisi

27.04.2016 tarihinde gerçekleşen "Klinik Araştırmalar Etik Kurul" toplantısında alınan karar gereği;
"İSKELETSEL SINIF 1 VE SINIF 3 BİREYLERDE MANDİBULAR KONDİLLERİN KONİK İŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ" isimli çalışmamız uygun görülmüştür.

Prof.Dr. Erman Bülent TUNCER
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanı

İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ DIŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK
KURULU KARAR FORMU

| | |
|----------------------------------|--|
| ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI | “İSKELETSEL SINIF 1 VE SINIF 3 BİREYLERDE MANDİBULAR KONDİLLERİN KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ” |
| VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU | |

| | | |
|---------------------------------|------------------|--|
| ETİK KURUL BİLGİLERİ | ETİK KURULUN ADI | Istanbul Aydın Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu |
| | AÇIK ADRESİ: | Beşyol Mh. İnönü Cad. Akasya Sk. No:6 Küçükçekmece/İstanbul |
| | TELEFON | 444 83 47-29202 |
| | FAKS | 0212 411 62 40 |
| | E-POSTA | iaudhetik@aydin.edu.tr |

| Başvuru Bilgileri | |
|---|---|
| KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI | Dt. Onur YILMAZ |
| KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI | Ortodonti Araştırma Görevlisi |
| KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ | İstanbul Aydın Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi |
| VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI | - |
| DESTEKLEYİCİ | - |
| PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için) | Dt. Onur YILMAZ |

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr Erman Bülent TUNCER
İmza:

İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

| | |
|----------------------------------|--|
| ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI | “İSKELETSEL SINIF 1 VE SINIF 3 BİREYLERDE MANDİBULAR KONDİLLERİN KONİK İŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ” |
| VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU | |

| | | |
|-----------------|---|-------------------|
| KARAR BİLGİLERİ | Karar No:2016-10 | Tarih: 27.04.2016 |
| | Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmann/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmann/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. *İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir. | |

| | |
|--|---|
| KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU | |
| ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI | İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu Dünya Tıp Birliği (WMA) Helsinki Bildirgesi |
| BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI: | Prof Dr Erman Bülent TUNCER |

| Unvanı/Adı/Soyadı | Uzmanlık Alanı | Kurumu | Cinsiyet | | Araştırma ile ilişki | | Katılım * | | İmza |
|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------|
| | | | E <input type="checkbox"/> | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |
| Prof. Dr. Erman Bülent TUNCER | Protetik Diş Tedavi | İstanbul Aydın Üniversitesi | E <input type="checkbox"/> | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |
| Doç. Dr. Türkiz VERİMER | Psikiyatri | Özel Muayenehane | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |
| Uzm. Dr. Selçuk ŞEN | Tıbbi Farmakoloji | İstanbul Üniversitesi | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |
| Prof. Dr. Hasan SAYGIN | Enerji Mühendisi | İstanbul Aydın Üniversitesi | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |
| Prof. Dr. Yusuf Ziya ZİLAN | Fizyoloji | İstanbul Aydın Üniversitesi | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |
| Prof. Dr. Aysel ALTAN | Anestezi | İstanbul Aydın Üniversitesi | E <input type="checkbox"/> | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |
| Prof. Dr. Fatma Arın NAMAL | Tıp Tarihi ve Etik | İstanbul Üniversitesi | E <input type="checkbox"/> | K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |
| Yrd. Doç. Dr. Selçuk KÖKSAL | Halk Sağlığı | İstanbul Üniversitesi | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> | H <input type="checkbox"/> | |
| Sn. Nigar ÇELİK | Özel Hukuk | İstanbul Aydın Üniversitesi | E <input checked="" type="checkbox"/> | K <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | |

*:Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanı
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr Erman Bülent TUNCER
İmza: