



**BİRİNCİ SERVİKAL VERTEBRANIN
ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLERİ İLE MAKİNE
ÖĞRENME ALGORİTMALARI KULLANILARAK
CİNSİYET TAYİNİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

Menşure ÖZTÜRK

**2021
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ANATOMİ**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Kamil TURAN**

**BİRİNCİ SERVİKAL VERTEBRANIN ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLERİ
İLE MAKİNE ÖĞRENME ALGORİTMALARI KULLANILARAK
CİNSİYET TAYİNİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

Menşure ÖZTÜRK

**T.C.
Karabük Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anatomi Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Kamil TURAN**

**KARABÜK
Mart 2021**

Menşure ÖZTÜRK tarafından hazırlanan “BİRİNCİ SERVİKAL VERTEBRANIN ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLERİ YAPILARAK MAKİNE ÖĞRENME ALGORİTMALARI İLE CİNSİYET TAYİNİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Kamil TURAN
Tez Danışmanı, Anatomi Anabilim Dalı

.....

Bu çalışma, jürimiz tarafından Oy Birliği ile Anatomi Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir. 23/03/2021

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Doç. Dr. Zülal ÖNER (KBÜ)

.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Kamil TURAN (KBÜ)

.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Abdullah ELEN (BANÜ)

.....

KBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Hasan SOLMAZ

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Menşure ÖZTÜRK

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BİRİNCİ SERVİKAL VERTEBRANIN ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLERİ İLE MAKİNE ÖĞRENME ALGORİTMALARI KULLANILARAK CİNSİYET TAYINI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Menşure ÖZTÜRK

**Karabük Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anatomi Anabilim Dalı**

Tez Danışmanı:

Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Kamil TURAN

Nisan 2021, 76 sayfa

Bu çalışmanın amacı; atlas vertebradan makine öğrenme algoritmaları kullanarak bu vertebranın cinsel dimorfizm gösterip göstermediğini belirlemek amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın popülasyonunu Karabük Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesine herhangi bir sebeple başvuran ve Bilgisayarlı Tomografi çekilen 100 erkek ve 100 kadın birey oluşturmaktadır. Bu çalışmada atlas vertebraya ait 18 parametrenin (arcus anterior atlantis açısı, arcus posterior atlantis açısı (angAPA) , atlas vertebra ön arka uzunluğu , foramen (for.) vertebra ön arka uzunluğu, arcus anterior atlantis ön arka uzunluğu, arcus posterior atlantis ön arka uzunluğu, sol processus (proc.) transversus genişliği (lenPTS), sağ proc. transversus genişliği, atlas vertebra genişliği (lenAV), sol for. transversarium ön arka uzunluğu, sol for. transversarium genişliği, sağ for. transversarium genişliği (lenFTD), sağ for. transversarium ön arka uzunluğu,

tuberculum anterior ile sağ proc. transversus arası uzaklık, tuberculum anterior ile sol proc. transversus arası uzaklık, tuberculum posterior ile sol proc. transversus arası uzaklık, tuberculum posterior ile sağ proc. transversus arası uzaklık (lenTP_PTD), for. transversariumlar arası uzaklık ölçümleri yapıldı. Ölçüm sonuçları 13 tane makine öğrenmesi algoritmalarında (Karar Ağacı, Rastgele Orman, Extra Ağaçlar Sınıflandırması, Gradyan Ağacı güçlendirme, Gaussian Naive Bayes, Gauss süreçleri sınıflandırması, K-en yakın komşu, destek vektör makineleri , ADA Boost Sınıflandırması, Doğrusal Diskriminant Analizi, Karesel Diskriminant Analizi) ayrı ayrı hesaplandı. Bulgu olarak tüm parametrelerde 0.86-0.89 arasında değişen doğruluk başarısı elde edildi. En yüksek başarı 0.89 ile GNB algoritmasında angAPA, lenPTS, lenAV, lenFTD, lenTP_PTD parametreleri ile elde edildi.

Bu çalışma sonucunda; atlas vertebradan makine öğrenme algoritmaları kullanarak yapılan cinsiyet tahmin başarısı 0.86-0.89 olup, atlas vertebranın cinsiyet tahmini için uygun bir kemik olduğu ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Atlas vertebra, cinsiyet tahmini, makine öğrenme algoritmaları, morfometrik analiz, Bilgisayarlı Tomografi.

Bilim Kodu : 1005

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

A STUDY ON GENDER DETERMINATION WITH MACHINE LEARNING ALGORITHMS BY MAKING ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS OF THE FIRST CERVICAL VERTEBRA

Menşure ÖZTÜRK

**Karabük University
Institute of Graduate Programs
Department of Anatomy**

Thesis Advisor:

Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Kamil TURAN

April 2021, 76 pages

The aim of this study is; using machine learning algorithms from the atlas vertebra, it was aimed to determine whether this vertebra shows sexual dimorphism or not.

The population of this study consists of 100 men and 100 women who applied to Karabük University Training and Research Hospital for any reason and underwent Computerized Tomography. In this study, 18 parameters belonging to the atlas vertebra (anterior arch of atlas angle, posterior arch of atlas angle (angAPA), atlas vertebra anterior posterior length, vertebral foramen (for.) anterior posterior length, anterior arch of atlas anterior posterior length , posterior arch of atlas anterior posterior length, left transverse process (proc.) of vertebra width (lenPTS), right transverse proc. of vertebra width, atlas vertebra width (lenAV), left transverse for. of cervical vertebra anterior posterior length, left transverse for. of cervical vertebra width, right

transverse for. of cervical vertebra width (lenFTD), right transverse for. of cervical vertebra anterior posterior length, distance between anterior tubercle and right transverse proc. of cervical vertebra, distance between anterior tubercle and left transverse proc. of vertebra, the distance between the posterior tubercle and the left transverse proc. of vertebra, the distance between the posterior tubercle and the right transverse proc. of vertebra (lenTP_PTD), and the distance between transverse for. of cervical vertebra were measured. The measurement results are based on 13 machine learning algorithms (Decision Tree, Random Forest, Extra Trees Classification, Gradient Boosting Classification, Gaussian Naive Bayes, Gaussian Processes Classification, K- Nearest neighbor, Support Vector Machines, ADA Boost Classification, Linear Discriminant Analysis, Quadratic Discriminant Analysis) were calculated separately. As a finding, accuracy success ranging from 0.86-0.89 was obtained for all parameters. The highest success was obtained with the parameters angAPA, lenPTS, lenAV, lenFTD, lenTP_PTD in GNB algorithm with 0.89.

As a result of this study; the achievement of sex prediction using machine learning algorithms from the atlas vertebra was 0.86-0.89, and it was revealed that the atlas vertebra was a suitable bone for gender prediction.

Keywords : Atlas vertebra, gender prediction, machine learning algorithms, morphometric analysis, Computed Tomography.

Science Code : 1005

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez dönemim boyunca ilk gününden son gününe kadar her anında yanımda olan, yaptığım her adımda bana yol gösteren, akademik bilgi ve tecrübesini paylaşan çok kıymetli tez danışmanın Karabük Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı Başkanı Sayın Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Kamil TURAN'a,

Yüksek Lisans eğitimim boyunca hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, her zaman koruyup kollayan, akademik bilgi ve tecrübesini benimle paylaşan Anatomi Anabilim Dalı Başkanı çok kıymetli Sayın Doç. Dr. Zülal ÖNER'e,

Radyolojik görüntüleri elde etmemde ve radyolojik ölçümlerimde desteğini esirgemeyen Radyoloji Anabilim Dalı Başkanı Sayın Doç. Dr. Serkan ÖNER'e,

Anatomi Anabilim Dalında görev alan Dr. Öğretim Üyesi Şeyma TOY'a,

Öğrenim hayatım boyunca desteğini esirgemeyen, bana her zaman inanan çok kıymetli nişanlım Arş. Gör. Necati Emre ŞAHİN'e,

Kıymetli Anatomi Anabilim Dalı asistanları Arş. Gör. Yusuf SEÇGİN ve Arş. Gör. Rukiye Sümeyye BAKICI'ya,

Son olarak emeğini hiçbir zaman ödeyemeyeceğim, bana inanan ve her türlü özveriyi gösteren annem Nurten ÖZTÜRK, babam Nevzat ÖZTÜRK, kardeşim Berat ÖZTÜRK'e ve manevi kardeşim Şule GÖKBAYRAK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
BÖLÜM 2	4
GENEL BİLGİLER	4
2.1. ANTROPOLOJİ.....	4
2.1.1. Kimlik, Kimliklendirme	4
2.1.2. Kimlik Tespitinde Kullanılan Yöntemler	5
2.1.3. Cinsiyet Tahmini	7
2.2. COLUMNA VERTEBRALİS ANATOMİSİ	8
2.2.1. Vertebra Cervicalis	11
2.3. RADYOLOJİK GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ	13
2.3.1. Bilgisayarlı Tomografi	13
BÖLÜM 3	15
GEREÇ VE YÖNTEM	15
3.1. GÖRÜNTÜLERİN ELDE EDİLMESİ.....	15
3.2. GÖRÜNTÜ ANALİZ YÖNTEMLERİ.....	15
3.3. MAKİNE ÖĞRENMESİ.....	27
3.3.1. Performans Ölçütleri.....	27

	<u>Sayfa</u>
3.3.2. Karar Ağaçları (KA).....	28
3.3.3. Rastgele Orman (RO).....	29
3.3.4. Extra Ağaçlar Sınıflandırması (EAS).....	31
3.3.5. Gradyan Güçlendirme Sınıflandırması (GGS).....	33
3.3.6. Gaussian Naive Bayes (GNB).....	35
3.3.7. Gauss Süreçleri Sınıflandırması (GSS).....	35
3.3.8. K-En Yakın Komşu Algoritması (KEYK).....	36
3.3.9. Destek Vektör Makineleri.....	37
3.3.10. Doğrusal Diskriminant Analizi (DDA).....	40
3.3.11. Karese Diskriminat Analiz (KDA).....	41
3.3.12. ADA Güçlendirilmiş Sınıflandırması (ADA).....	42
3.4. TEMEL İSTATİSTİKSEL ANALİZ.....	43
BÖLÜM 4.....	44
BULGULAR.....	44
BÖLÜM 5.....	55
TARTIŞMA.....	55
BÖLÜM 6.....	63
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	63
KAYNAKLAR.....	64
EK AÇIKLAMALAR.....	73
ÖZGEÇMİŞ.....	76

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Columna vertebralis önden, arkadan ve soldan görünüşü.....	9
Şekil 2.2. Tipik vertebra üstten görünüşü.....	11
Şekil 2.3. Tipik vertebra cervicales üstten görünüşü.....	12
Şekil 2.4. Atlas vertebra anatomisi üstten görünüş	13
Şekil 3.1. Horos programında 3D MPR aracının açılması.	16
Şekil 3.2. Ortogonal düzleme getirilmemiş görüntüsü.	16
Şekil 3.3. Atlas vertebranın ortogonal düzleme getirilmiş görüntüsü.	17
Şekil 3.4. Ortogonal düzleme getirilmiş atlas vertebranın DICOM formatında dışa aktarılması.	17
Şekil 3.5. Sekazu programı yer imi yönetim formu.	18
Şekil 3.6. Sekazu programı nitelik yönetim formu.....	20
Şekil 3.7. Sekazu programı etiketleme yönetim formu görüntü penceresi.....	22
Şekil 3.8. Sekazu programı etiketleme yönetim formu koordinatlar penceresi.	23
Şekil 3.9. Sekazu programı etiketleme yönetim formu atlas vertebraya AAA-I, AAA-II, AAA-III, APA-I, APA-II ve APA-III etikleri işaretlenmiş hali.....	23
Şekil 3.10. Sekazu programı etiketleme yönetim formu atlas vertebraya FVA, FVP, PTS ve PTD etikleri işaretlenmiş hali	24
Şekil 3.11. Sekazu programı etiketleme yönetim formu atlas vertebraya FTAS, FTMS, FTLS, FTPS, FTAD, FTMD, FTLD ve FTPD etikleri işaretlenmiş hali.....	24
Şekil 3.12. Sekazu programı etiketleme yönetim formu atlas vertebraya ait tüm etiketlerin işaretlenmiş hali.	25
Şekil 3.13. Sekazu programı hesaplama yönetim formu.....	25
Şekil 3.14. Sekazu programı LDA hesaplayıcı.	26

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Atlas vertebraya ait oluşturmuş olduğumuz yer imleri.....	19
Çizelge 3.2. Atlas vertebraya ait belirlenmiş parametreler.	21
Çizelge 3.3. Karar ağacı algoritması iç parametreleri.	29
Çizelge 3.4. Rastgele orman algoritması iç parametreleri.	31
Çizelge 3.5. Extra Ağaçlar Sınıflandırma algoritması iç parametreleri.	33
Çizelge 3.6. Gradyan Ağacı Güçlendirme algoritması iç parametreleri.	34
Çizelge 3.7. Gaussian Naive Bayes algoritması iç parametreleri.	35
Çizelge 3.8. Gauss Süreçleri Sınıflandırması algoritması iç parametreleri.	36
Çizelge 3.9. K-En Yakın Komşu Algoritması iç parametreleri.	37
Çizelge 3.10. DDVM algoritması iç parametreleri.	39
Çizelge 3.11. NuDVM algoritması iç parametreleri.	40
Çizelge 3.12. Doğrusal Diskriminant Analizi algoritması iç parametreleri.	41
Çizelge 3.13. Karesel Diskriminant Analiz algoritması iç parametreleri.	42
Çizelge 3.14. ADA algoritması iç parametreleri.....	43
Çizelge 4.1. Normal dağılım göstermeyen parametreler.	44
Çizelge 4.2. Normal dağılım gösteren parametreler.	45
Çizelge 4.3. ADA Güçlendirilmiş sınıflandırması algoritması sonucu.....	46
Çizelge 4.4. Karar ağacı algoritması sonucu.....	46
Çizelge 4.5. Ekstra ağaçlar sınıflandırması sonuçları.	47
Çizelge 4.6. GGS algoritması sonuçları.....	47
Çizelge 4.7. GNB algoritması sonucu.....	48
Çizelge 4.8. GSS algoritması sonuçları.....	48
Çizelge 4.9. KEYK algoritması sonucu.	49
Çizelge 4.10. DDA algoritması sonucu.	49
Çizelge 4.11. DDVM algoritması sonucu.	50
Çizelge 4.12. NuDVM algoritması sonucu.	50
Çizelge 4.13. KDA algoritması sonucu.	51
Çizelge 4.14. Rastgele orman algoritması sonucu.	51

Sayfa

Çizelge 4.15. Parametrelerin Algoritmalarındaki kullanımının normalize edilmiş hali.....	54
Çizelge 4.16. lenFTDAP, lenFTD, lenFTSAP, lenFTS parametrelerine ait çalışmalar.	59
Çizelge 4.17. lenAV parametresine ait çalışmalar.	60
Çizelge 4.18. lenFVAP parametresine ait çalışmalar.	60
Çizelge 4.19. lenFTD_FTS parametresine ait çalışmalar.	61
Çizelge 4.20. lenAPAAP parametresine ait çalışmalar.	61
Çizelge 4.21. lenAAAAP parametresine ait çalışmalar.	62
Çizelge 4.22. lenAVAP parametresine ait çalışmalar.	62



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

KISALTMALAR

a.	: Arteria
v.	: Vena
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
for.	: Foramen
proc.	: Processus
inc.	: Incisura
PACS	: Picture Archiving and Communication System
MPR	: Multiplanar Reconstruction
DICOM	: Tıpta Dijital Görüntüleme ve İletişim
AAA-I	: Arcus Anterior Atlantis-I
AAA-II	: Arcus Anterior Atlantis-II
AAA-III	: Arcus Anterior Atlantis-III
APA-I	: Arcus Posterior Atlantis-I
APA-II	: Arcus Posterior Atlantis-II
APA-III	: Arcus Posterior Atlantis-III
FVA	: For. Vertebra Anterior
FVP	: For. Vertebra Posterior
PTS	: Proc. Transversus Sinistra
PTD	: Proc. Transversus Dextra
FTAS	: For. Transversarium Anterior Sinistra
FTLS	: For. Transversarium Lateralis Sinistra
FTMS	: For. Transversarium Medialis Sinistra
FTPS	: For. Transversarium Posterior Sinistra
FTAD	: For. Transversarium Anterior Dextra
FTMD	: For. Transversarium Medialis Dextra

FTLD	: For. Transversarium Lateralis Dextra
FTPD	: For. Transversarium Posterior Dextra
angAAA	: Arcus Anterior Atlantis Açısı
angAPA	: Arcus Posterior Atlantis Açısı
lenAVAP	: Arcus Vertebra Ön-Arka Uzunluğu
lenFVAP	: Foramen Vertebra Ön-Arka Uzunluğu
lenAAAAP	: Arcus Anterior Atlantis Ön-Arka Uzunluğu
lenAPAAP	: Arcus Posterior Atlantis Ön Arka Uzunluğu
lenPTD	: Sağ proc. Transversus genişliği
lenPTS	: Sol proc. Transversus Genişliği
lenAV	: Atlas Vertebra Genişliği
lenFTSAP	: Sol for. Transversarium Ön-Arka Uzunluğu
lenFTS	: Sol for. Transversarium Genişliği
lenFTD	: Sağ for. Transversarium Genişliği
lenFTDAP	: Sağ for. Transversarium Ön-Arka Uzunluğu
lenTA_PTD	: Tuberculum anterior-sağ proc. Transversus Uzunluğu
lenTA_PTS	: Tuberculum anterior-sol proc. Transversus Uzunluğu
lenTP_PTS	: Tuberculum posterior-sol proc. Transversus Uzunluğu
lenTP_PTD	: Tuberculum posterior-sağ proc. Transversus Uzunluğu
lenFTD_FTS	: For. Transversariumlar Arası Mesafe
ADA	: ADA Güçlendirmiş Sınıflandırması
KA	: Karar Ağaçları
EAS	: Ekstra Ağaç Sınıflandırması
GGs	: Gradian Güçlendirme Sınıflandırması
GNB	: Gaussian Naive bayes
GSS	: Gauss Süreçleri Sınıflandırması
KEYK	: K En Yakın Komşu Algoritması
DDA	: Doğrusal Diskriminant analizi
DDVM	: Doğrusal Destek Vektör Makinası
RO	: Rastgele Orman
NuDVM	: Nu Destek Vektör Makinası
KDA	: Karesel Diskriminant Analizi
DVM	: Destek Vektör Makinası

TP	: Gerçek Pozitif
TN	: Gerçek Negatif
FP	: Yanlış Pozitif
FN	: Yanlış Negatif
Acc	: Doğruluk
Mcc	: Matthew Korelasyon Katsayısı
Sen	: Duyarlılık
Spe	: Belirleyicilik
F1	: F1 skoru



BÖLÜM 1

GİRİŞ VE AMAÇ

Kimlik, kişiyi tanımlamak amacıyla kullanılan ve öteki bireylerden ayırt edilmesini sağlayan şahsi özelliklerin tamamına verilen isimlendirmedir (Zeyfeoglu ve Hancı, 2001). Kimlik tespiti ise canlı ya da şahsa ait olan kişisel özelliklerin tayin edilmesidir. Ayrıca kimlik tespiti adli tıbbın önemli ve geniş konusudur (Uzun, 2017). Adli bir durumda, canlı veya ölü bir vaka için ilk inceleme kimlik tayini ile başlar. Adli tıp alanında kimlik tespiti tek bir birey için yapılabileceği gibi birçok kişinin tayin edilmesi içinde kullanılır. Özellikle çoklu ölüm durumlarının gerçekleştiği doğal afet, savaş, kaza gibi durumlarda kimlik tespiti çok fazla kullanılır. Kimlik tespiti cinsiyet, ırk, yaş, boy, kilo gibi değişkenler incelenerek yapılmaktadır (Zeyfeoglu ve Hancı, 2001).

Cinsiyet tayini kimliklendirmede etkili bir yöntem olarak kullanılmaktadır (Oruç, 2015). Cinsiyetin belirlenemediği durumlarda antropometrik yöntemler kullanılarak cinsiyet tahmini için çözümlenmeler gerçekleştirilmektedir (Zeybek vd., 2008). Antropoloji Türk Dil Kurumuna göre ‘İnsanın kökenini, evrimini, biyolojik özelliklerini, toplumsal ve kültürel yönlerini inceleyen bilim, insan bilimi.’ olarak tanımlanmaktadır. Kimliği belirlemek amacıyla kullanılan boy, kilo, yaş, soy gibi diğer bulguların temelini cinsiyet tayini oluşturduğundan adli antropologlar için kilit öneme sahiptir (Colman vd., 2019). Adli cinsiyet tayini 1960’lı yılların sonlarından bu yana yangın bir literatür topluluğuna neden olmuştur (du Jardin vd., 2009).

Genel olarak Deoksiribo nükleik asit (DNA) analizleri, odontometri, osteometri cinsiyet tayin etmede kullanılan yöntemlerdir (Grewal vd., 2017). Diş ebatlarının ölçülmesine odontometri denir (McKeown ve Schmidt, 2013). Osteometri ise iskelete ait yapıların ölçülmesi, elde edilen verilerin kaydedilmesi ve bulguların analiz edilmesi olarak ifade edilebilir (A. M. Christensen ve Passalacqua, 2018).

DNA analizi, cinsiyet tahmini için güvenilirliği yüksek bir yöntem olarak düşünülmesine rağmen bu yöntem osteometri ile karşılaştırıldığında yüksek maliyetli oluşu, uzman kişilere ihtiyaç duyulması ve DNA yapısının her zaman elde edilememesi gibi dezavantajlara sahiptir. Osteometri tekniği cinsiyeti tayin etmek için günümüzde kullanılan fazla maliyet gerektirmeyen, uygulanması kolay bir yöntemdir (Oner vd., 2019).

Yüzün ve vücut bölümlerinin tanınmadığı, yanmış ya da cinsiyet tanımlamasının yapılamadığı herhangi bir durumda iskelet halinde kalmış ölümler üzerinde yapılan çalışmalar adli antropoloji biliminin bir konusudur (Sever ve Sevim, 2007). İnsan iskeletine ait pekçok sağlam anatomik yapı üzerinden cinsiyet tayini yapılabilir (Özsoy, 2019). Ayrıca kafatası kemikleri üzerinde ölçümler yapılarak kimliği belli olmayan cesetin muhtemel yüz şeklini ortaya çıkarma yöntemi olarak yeniden yüzlendirme adı verilen bir yöntemde kullanılmaktadır (Bulut, 2012). Bu yöntemde morfolojik indikatör olarak orbita, glabella ve processus mastoideus kullanılmaktadır (Şahiner ve Yalçın, 2007).

Cinsiyet tayini için genel olarak pelvis ve kafatası kemikleri kullanılmasıyla birlikte clavícula, ve tibia da cinsiyetin tahmin edilmesinde araştırılmış anatomik yapılardır (Akhlaghi, Moradi, vd., 2012; Akhlaghi, Sheikhzadi, vd., 2012; Akhlaghi vd., 2011). Ancak bu anatomik yapılara ulaşamadığı ya da yapının deforme olduğu durumlarda cinsiyet gibi kimliğe ait bilgilere, ortamda mevcut olan kemiklerden yararlanılması gerekir (Tsubaki vd., 2017).

Pek çok araştırma, vertebral incelemelerin de oldukça yüksek oranlarda cinsiyet tayininde kullanıldığını bildirmişlerdir (Martin Hora ve Sládek, 2018). Araştırmalara bakıldığında cinsiyet analizi için torokal, lumbal ve sakral vertebraların kullanıldığı görülmektedir (Gaya-Sancho vd., 2018; Ostrofsky ve Churchill, 2015; Tsubaki vd., 2017). Son zamanlarda; adli uygulamalarda otopsi yapılmadan önce kullanılan Bilgisayarlı Tomografi (BT) faydalı bir yöntem haline gelmiştir. BT kemik dokunun görüntülenebilmesi için etkin bir yöntem olarak kullanılmaktadır (Torimitsu vd., 2016).

Bu alışmada BT görüntüleri üzerinden atlas vertebaraya ait antropometrik ölümlerin makine öğrenme algoritmaları kullanılarak bu vertebranın cinsel dimorfizm gösterip göstermediğini belirlemek amaçlanmıştır.



BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

Bu bölüm altında öncelikle antropoloji ve alt dalları olan kimlik, kimliklendirme, cinsiyet tahmini ve tahminde kullanılan yöntemler anlatılmıştır. Daha sonra columna vertebralis anatomisi ve alt başlık olarak servikal vertebra anatomisi, atlas vertebra anatomisine değinilmiştir. Son olarak da radyolojik görüntüleme yöntemi olan BT hakkında bilgi verilmiştir.

2.1. ANTROPOLOJİ

Antropoloji, insanın yeryüzüne gelmesinden bugüne kadar gelişimini inceleyen bilim dalıdır. Kısaca insan bilimidir. Geniş olarak antropoloji insanın biyolojik olarak gelişimini (diğer türler ile arasındaki benzerliği, farklılığı, ilişkisi vb.) ve sosyokültürel olarak yapısını (gelenek, görenek, yaşam alanı, yaşam şekli, dini inanç vb.) geçmişten bugüne kadar yaşanan zaman şartları gözönüne alınarak inceleyen bilim dalıdır (Ersoy, 2012). Antropolojinin biyolojik, dil, paleopatoloji, sosyal, kültürel, fizik antropolojisi olarak isimlendirelen pekçok alt dalı vardır. Adli antropoloji ise fizik antropolojisinin alt dalıdır. Adli antropologlar, çeşitli metot ve yöntemler kullanarak iskelete ait yapıları kemikleri ve kemikler üzerinde oluşan bozulmaları, çizikleri özel yöntemler kullanarak incelerler. Bu incelemeler sonunda cinsiyet tahmini, yaklaşık ölüm yaşı, etnik köken ile ilgili bilgiye sahip olunur (Greenhouse, 1986).

2.1.1. Kimlik, Kimliklendirme

Kimlik, toplumsal bir varlık olarak insana özgü olan belirtiler, nitelikler ve özelliklerle, bir kimsenin belirli olmasını sağlayan koşulların, onun kişiliğine ilişkin özelliklerin tümü, bir insanın kim olduğu olarak tanımlanır. Kimlik kavramının genel olarak sosyal bilimlerde birey ve toplum kavramları arasındaki bağlantıyı anlatmak için 1950'li yıllarda daha çok kullanıldığını görmekteyiz (Ashcroft vd., 2006; Gleason,

1983). Kimliklendirme (kimlik tespiti) ise, bireye ait özelliklerin belirlenmesidir (Ömeroğlu, 2014). Kimlik, adli kimlik ve tıbbi kimlik olarak sınıflandırılmıştır. Adli kimlik cinsiyet, soy bilgileri ve doğum yeri bilgilerini içine alırken tıbbi kimlik, kilo, yüz şekli, diş ve uzuv özelliklerini kapsamaktadır. Kimlik tespiti hem canlı hem de cansız bireyler için yapılabilir (Zeyfeğlu ve Hancı, 2001).

Canlı kimselerde kimliklendirme yapılırken, olay yerinde canlı kimseye ait DNA içeren biyolojik materyallerden, ayak izi, parmak izi, kulak izi gibi bilgilerden ya da güvenlik kameralarından elde edilen görüntüler üzerinden kişi profili belirlenir (Aşıröz vd., 2012; Yavuz vd., 2013).

İskelet kalıntıları ve cansız bedenler üzerinden yapılan kimliklendirme yasal olarak oldukça önemlidir. Cesedin kimliğinin belirlenmesi hukuki, mali ve manevi açıdan önem arz etmektedir. Adli tıp açısından iskelet kanıt niteliğindedir. Kimlik tespit analizlerinin sonuçları kimlik ve ölüm nedenleri gibi yasal tespitler yapmak veya muhtemelen bir suç failini mahkum etmek için kullanılabilir. Yasal olarak pek çok konu kimliğin belirlenmesine bağlıdır. Örneğin; vasiyet, miras, cinayetlerin tespit edilmesi, yeniden evlenme ile ilgili konular ölen kişinin kimliğine bağlıdır (Christensen vd., 2019; M. E. Lewis ve Flavel, 2006).

2.1.2. Kimlik Tespitinde Kullanılan Yöntemler

Kesin bir biçimde kimlik tespiti yapmak adli tıp açısından önem arz eder. Kimlik tespiti yaparken birden çok yöntem kullanılması doğru tespit şansını arttıracaktır (Cattaneo vd., 2006).

Kimliklendirme yöntemleri birincil ve ikincil kimliklendirme yöntemleri olmak üzere 2 sınıf halinde incelenmektedir (Souaiby vd., 2017). Birincil kimliklendirme yöntemleri %100 başarı oranı sağlayan, hukuki süreçte geçerlilik sağlayan, parmak izleri, DNA analizleri ve diş inceleme yöntemleridir (Pittayapat vd., 2012). Kişisel eşyaların (kıyafetler, takılar vb.) değerlendirilmesi, kimlik belgesi, yeniden yüzleştirme, kimlik tanıklığı ise ikincil kimliklendirme yöntemleridir. İkincil

kimliklendirme yöntemleri birincil yöntemleri destekleyici niteliktedir (Montelius ve Lindblom, 2012).

Birincil kimliklendirme yöntemlerinden ilki olan parmak izleri, parmakların en uç bölgerinde yer alan ve gelişimin 4. haftasından sonra oluşmaya başlayıp ölüm sonrasında da çürüme olana kadar bozulmadan kalan bir yapıdır. Her bir bireyin parmak izleri birbirinden farklıdır. Kimliklendirmede kullanılan eşsiz bir yöntemdir. Pahalı bir yöntem olmaması, uygulamanın basit oluşu ve kesin bir sonuca ulaştırması nedeniyle avantajlı olmasına rağmen tespit edilecek bireyin ya da cesedin parmak uçlarında bir deformasyon bulunması halinde uygulama yapılamayacağı için dezavantajlı sayılabilir (Cattaneo vd., 2006).

Diğer bir birincil kimliklendirme yöntemi olan DNA analizleri, çoklu ölüm durumlarında (yangınlar, doğal afetler, kazalar vb) veya ölen kişinin cesedinin tanınmaz hale geldiği durumlarda kimlik tespiti amacıyla kullanılmaktadır. Ölüm sonrası kimliklendirme yumuşak dokudan DNA analizleri ile yapılabilir. Ancak kimlik tespit süresi uzadıkça yumuşak dokudan yapılan cinsiyet tahmini zorlaşmaktadır. Bu yüzden yumuşak dokuya göre daha dayanıklı olan kemik ve diş kalıntıları üzerinden cinsiyet tahmini yapılabilir (Corte-Real vd., 2012; Imamoglu vd., 2012). DNA çalışmalarının güvenilirlik oranı oldukça yüksek olup yaklaşık %99.99 oranında doğru sonuç elde edilir (Hancı, 2002). DNA analiz yöntemleri uygulanırken kimliği tespit edilecek bireye ya da cesede ait bazı örneklerle (tarak, diş fırçası vb.) ihtiyaç duyulur ve bu örneklerle DNA bulguları arasında bağlantı araştırılır (Cattaneo vd., 2006).

Diş profilleri de birincil kimliklendirme yöntemlerinden biridir. Dişler bir canlının yaşam süresinin sona ermesinden sonra yapılarını bozulmaya ya da çürümeye karşı en uzun süre koruyabilen yapılardır (Cattaneo vd., 2006; Koçak, 1998; White ve Folkens, 2005). Adli odontoloji, canlı bir bireyin ölümünden sonra dental özelliklerinin kullanılmasıyla adli kimlik tespitini sağlayan bir bilim dalıdır. Ayrıca dental bilgiler kullanılarak yaş tahmini de yapılmaktadır (Dinçarslan ve Güleç, 2017).

Kimlik tanıklığı ikincil kimliklendirme yöntemidir. Kimlik tanıklığı kimliği tespit edilecek bireyin daha önceden çekilmiş bir fotoğrafı veya çizilmiş eşgal resminden

yararlanılan ya da ölen bireyin cesedinin tanıdık kişilere gösterilmesiyle yapılan kimlik tespiti yöntemidir. Bu yöntemin dezavantajı tanığın doğru beyan vermeme ihtimalidir (Hancı, 2002; Kaygusuz, 2008; Soysal ve Çakalır, 1999; Zeyfeolu ve Hancı, 2001).

Kimlik belgeleri de ikincil kimliklendirme yöntemi sınıfına dahildir. Hukuk sözlüğüne göre kimlik ‘kişileri birbirlerinden ayıran vasıflar’ olarak tanımlanmaktadır ve isim, soy isim, ebeveyn isimleri, nüfus kütük bilgilerini içerir (Kaygusuz, 2008). Bu belgeler genel olarak koma durumlarında ya da mental sağlığı yerinde olmayan kişilerin üzerinden çıkması durumunda etkilidir. Ancak bulunan kimlik belgesinin doğru olup olmadığı ayrı bir inceleme gerektirir (Hancı, 2002; Kaygusuz, 2008; Soysal ve Çakalır, 1999).

Kişisel eşyaların değerlendirilmesi, toplu ölüm durumlarında cesetlerin üzerinde bulunan gözlük, isim yazılı künye, protezler, yüzük vb. tüm kimlik tespitinde etkili olabilecek cisimleri içerir (Hancı, 2002; Soysal ve Çakalır, 1999).

Yeniden yüzlendirme, kriminal bir olaya ait iskelet kalıntısının kimlik tespitinin yapılamadığı durumlarda tespit yapılmasına imkan sağlayan bir yöntemdir. Bu yöntemde kafatası kemikleri kullanılarak kişinin olası yüz görünümüne ulaşmak hedeflenir (Bulut vd., 2014). Üç boyutlu yeniden yüzlendirme, iki boyutlu yeniden yüzlendirme ve bilgisayarlı yeniden yüzlendirme olmak üzere 3 farklı şekilde yeniden yüzlendirme uygulaması vardır. İki boyutlu olan uygulama antropolog yardımıyla oluşturulan çizimlerle yapılır, üç boyutlu yeniden yüzlendirme kafa iskeletine ait belli noktaları ile bu noktalardaki kas ve yumuşak doku kalınlığı kullanılarak yapılır. Bilgisayarlı yeniden yüzlendirme ise son dönemlerde teknolojinin gelişmesiyle kafatasına ait 3 boyutlu tarama bilgilerinin bilgisayar yardımıyla etlendirilme işlemidir (Ubelaker, 1989).

2.1.3. Cinsiyet Tahmini

Cinsiyet tahmini adli tıpta olduğu kadar arkeolojik çalışmalar bakımından da oldukça önem arz etmektedir (Celbis ve Agritmis, 2006). İskelet kalıntıları ile cinsiyeti tahmin

etmek biyoarkeoloji için önemlidir. İskelet kalıntıları üzerinden cinsiyeti doğru tahmin etmek, kullanılan yöntemlerle ve kullanılan iskelet parçalarının boyut ve biçim farklılığını tanımlamak ile ilgilidir (Gonzalez vd., 2009). İskelete ait anatomik yapılar adli olarak cinsiyet tahmininde güvenilir temeller oluşturur. Ancak bazen kemiklerinin yapılarında bozulmalar olabilir bu durumda cinsiyet tahmininde kullanılan geleneksel yöntemler kullanılamayabilir (Krishan vd., 2016; Radulesco vd., 2018).

Cinsiyet tahmin etmede kullanılan yöntemler; morfolojik ve metrik yöntemler olarak sınıflandırılabilir.

Morfolojik yöntemler, dimorfik özelliklerin görsel olarak analiz edilmesine dayanır. Hızlı bir biçimde ön değerlendirme yapılır ancak nesnel değildir. Ölçümler yapılırken gruplara ayırmada zorluk yaşanabilir ve gözlemcinin değerlendirmeyi yanlış yapma durumu olabilir. Morfolojik yöntemler uygulanırken deforme olmamış kemiklerin kullanılması daha iyi sonuçların oluşmasını sağlar (Krishan vd., 2016).

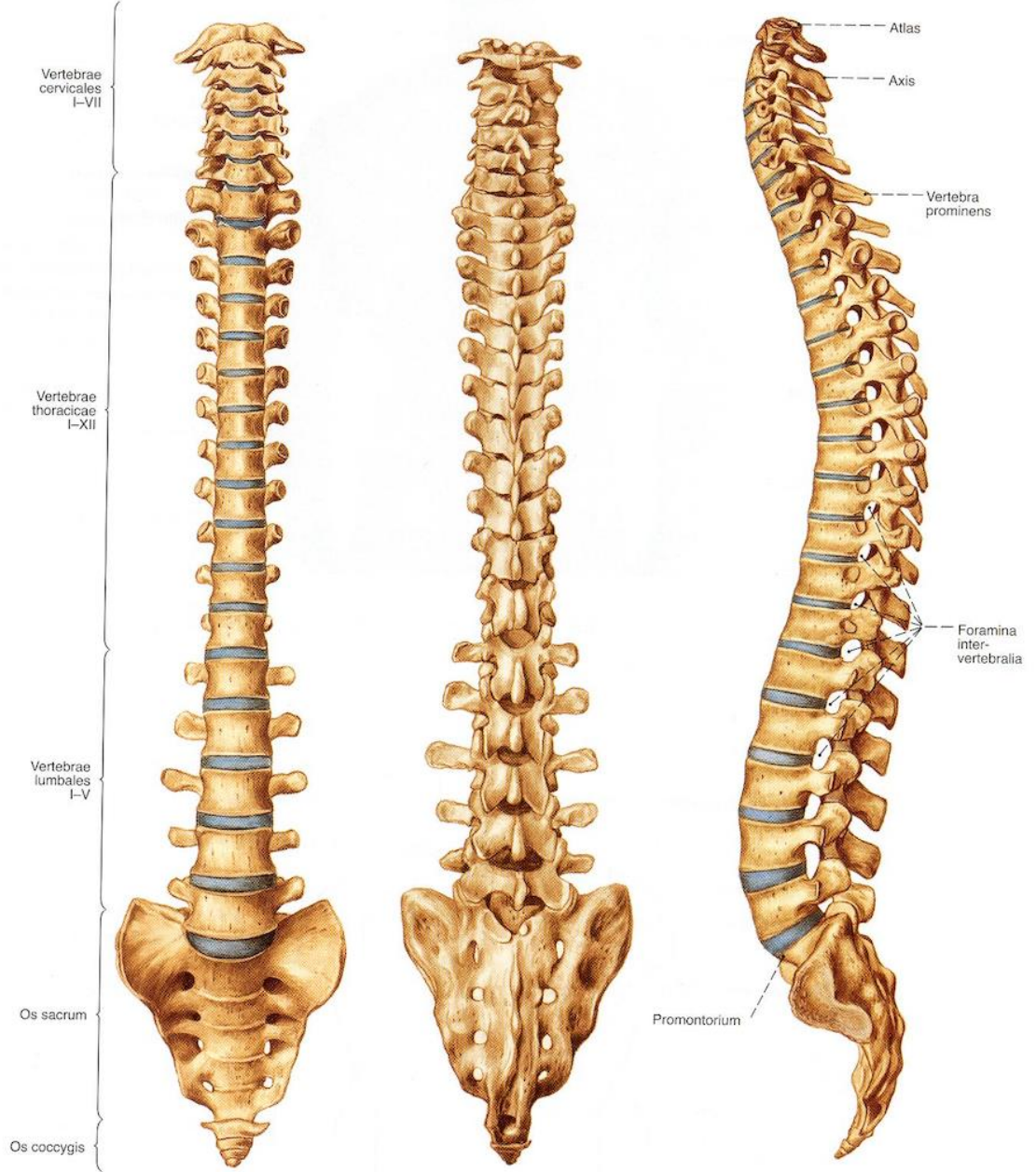
Metrik yöntemlerle cinsiyet tahmini yaparken istatistiksel yöntemler aracılığıyla modeller veya formüller üretilir. Metrik yöntemler ile elde edilmiş veriler niceldir ve değerlendirilmesi daha kolaydır (Krishan vd., 2016).

2.2. COLUMNA VERTEBRALİS ANATOMİSİ

Columna vertebralis gövdenin arkasında orta hatta kafa tabanından kuyruk sokumuna kadar uzanan vertebra adı verilen kemiklerin üst üste gelerek oluşturdukları bir sütundur. Bu sütun 33-34 vertebradan oluşup kafa ve vücut boşluklarında bulunan organların ağırlığını taşır. Bu ağırlığı pelvis vasıtasıyla alt ekstremitelere aktararak vücut dengesinin sağlanmasında rol alır (Gökmen, 2003).

Columna vertebralis yukarıdan aşağıya doğru 7 servikal, 12 torakal, 5 lumbal, 5 sakral ve 4 koksigeal vertebradan oluşur. İlk 24 vertebraya presakral ya da gerçek vertebra adı verilir ve aralarında bulunan eklemler hareketlidir. Son 9 vertebranın ilk 5'i aralarında birleşerek os sacrum'u oluştururken son 4 vertebra birbirleriyle birleşerek

os coccygis'i oluşturur. Bu nedenle son 9 vertebra sabittir ve yalancı vertebra olarak tanımlanır (Arıncı ve Elhan, 2014).



Şekil 2.1. Columna vertebralis önden, arkadan ve soldan görünüşü (Sobotta Anatomik Atlasından modifiye edilmiştir) (Sobotta vd., 2006).

Columna vertebralis; iki lordoz iki de kifoz olmak üzere sagittal planda 4 eğriliğe sahiptir. Kifozlar arkadan dışbükey olan eğrilikler iken lordozlar öne doğru dışbükey olan eğriliklerdir. Kifozlar torakal ve sakral bölgede lordozlar ise servikal ve lumbal

bölgede olan eğrilikler olup buldukları bölüme göre isimlendirilirler. Kifoza embriyolojik dönemden beri görüldükleri için primer eğrilik, lordozlar ise doğumdan sonraki süreçte meydana geldikleri için sekonder eğrilik olarak isimlendirilirler. Sekonder eğrilikler başın tutulması ya da yürümeye başlanması gibi sebeplerden dolayı oluşur (Gökmen, 2003).

Columna vertebralis'in üç temel işlevi vardır: bunlardan ilki vücuda destek sağlamak, ikincisi medulla spinalis ve sinir köklerini korumak ve üçüncüsü ise gövdenin hareketliliğini sağlamaktır. Columna vertebralis bu işlevlerini aynı anda yerine getirebilecek ideal yapıya sahiptir (Putz ve Müller-Gerbl, 1996). Tipik bir vertebranın ön tarafını corpus vertebra, arka tarafını arcus vertebra oluşturur. Bu iki bölüm birleştiğinde aralarında foramen (for.) vertebra oluşur. Oluşan for. vertebra'ların üst üste dizilmesiyle de canalis vertebralis oluşur (Arıncı ve Elhan, 2014). Silindirik şekilde olan corpus vertebra'nın servikalden lumbale doğru gidildikçe büyüklüğü artar. Üst üste olan corpus vertebra'ların birbirlerine bakan yüzlerine facies intervertebralis denir ve bu yüzler arasında discus intervertebralis bulunur (Gökmen, 2003). Arcus vertebra'yı, pediculus arcus vertebra, lamina arcus vertebra, processus (proc.) transversuslar, proc. spinosus, proc. articularis superior ve inferior'lar oluşturur. Pediküller vertebral arkın dar ön kısımlarını oluştururlar. Kısa kalın ve yuvarlak yapıya sahip olan pediküller vertebral gövdenin arka yan kısımlarına bağlanırlar (Pal vd., 1988). Pediküllerin üst ve alt kısımlarında birer çentik bulunur üstteki çentiğe incisura (inc.) vertebralis superior adı verilirken alttaki çentiğe inc. vertebralis inferior adı verilir. Üst üste bulunan iki vertebradan üstteki vertebranın inc. vertebralis inferior'u ile alttaki vertebranın inc. vertebralis superior'u birleşerek for. intervertebralis'i oluşturur. Oluşan bu delikten spinal sinirler geçer. Lamina arcus vertebra, arcus vertebralisin geniş arka kısmını oluşturur ve for. vertebrale'yi arkadan sınırlar (Arıncı ve Elhan, 2014). Proc. spinosus, lamina arcus vertebra'dan arkaya ve genellikle aşağıya doğru uzanan çıkıntıdır. Proc. spinosus'lar postüral kaslar ve aktif hareket kasları için kaldıraç görevi görür (Standring, 2015). Proc. transversus'lar corpus vertebra ve arcus vertebra'nın birleşim yerlerinden yanlara doğru uzanan çıkıntılardır (Gökmen, 2003). Pedikül ve laminalar'ın birleşme yerinden yukarı doğru uzanan çıkıntılara proc. articularis superior adı verilirken aşağı doğru uzanan çıkıntılara ise proc. articularis inferior adı verilir (Arıncı ve Elhan, 2014).

Genel olarak corpus vertebra'lar vücuda desteğe yardımcı olurken pediküller ve laminalar omuriliğin korunmasını sağlarlar. Proc. articularis superior ve inferior'lar omurganın hareketliliğini belirlemeye yardımcı olurlar. Proc. transversus ve spinosus'lar omurga kaslarının tutunma yeri olarak hareketliliğin sağlanmasında görev alırlar. Proc. spinosus'lar aynı zamanda ağırlığın desteklenmesinde ve ardışık gelen omurlara aktarılmasında görev alır. Pediküller ise corpus vertebra ile arcus vertebra'lar arasında yük aktarımını sağlarlar (Pal vd., 1988).



Şekil 2.2. Tipik vertebra üstten görünüşü (Gilroy Anatomi Atlasından modifiye edilmiştir) (Gilroy vd., 2008).

2.2.1. Vertebra Cervicalis

Vertebra cervicalis 7 adet omurdan oluşur. Bu 7 vertebradan C3 ile C6 arasında bulunan vertebralar tipik olup C1, C2 ve C7 atipik karaktere sahiptir. Birinci boyun omuruna atlas, ikinci boyun omuruna axis, yedinci boyun omuruna ise vertebra prominens adı verilir. Bu bölgede bulunan omurların gövdeleri diğer omurlara göre daha küçük olup şekil olarak dörtgene benzer. Proc. transversus'ları üzerinde bulunan for. transversarium olarak isimlendirilen delikler sayesinde diğer omurlarda kolayca ayırt edilebilir. Bu deliklerden arteria (a.) vertebralis ve vena (v.)

vertebralis'ler korunaklı bir şekilde geçmektedir. For. transversarium'un dış yanında proc. transversus'ların üst yüzünde sulcus nervi spinalis adı verilen ve içerisinden spinal sinirlerin geçtiği bir oluk bulunur. Cervical vertebra'larda kısa ve çatallı yapıya sahip proc. spinosus'ları bulunmaktadır. Embriyolojik dönemdeki servikal kaburgaların artıkları for. transversarium'ların ön ve arka ucunda tuberculum anterius ve tuberculum posterius adı verilen çıkıntıları oluşturur (Arıncı ve Elhan, 2014; Gökmen, 2003).

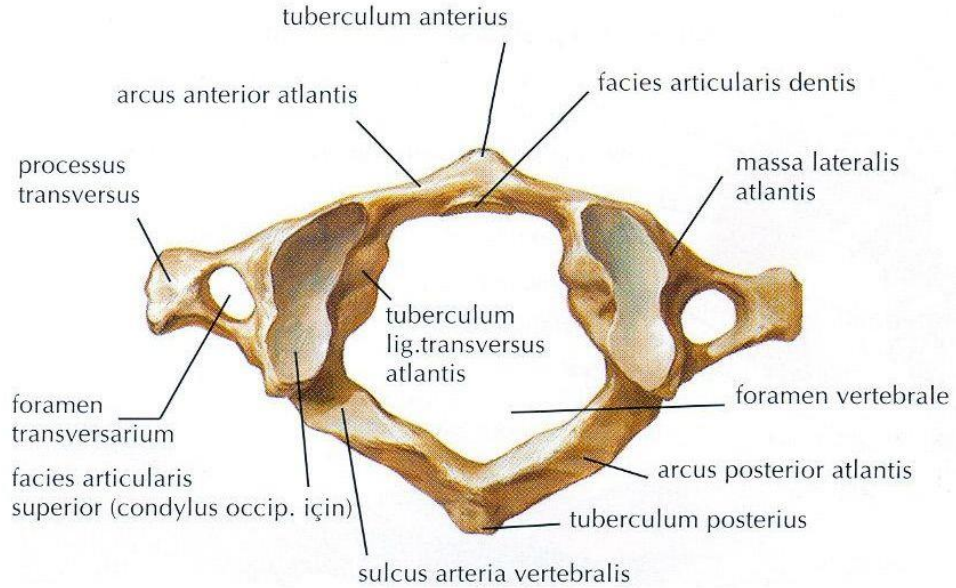


Şekil 2.3. Tipik vertebra cervicales üstten görünüşü (Gilroy Anatomi Atlasından modifiye edilmiştir) (Gilroy vd., 2008).

2.2.1.1. Atlas (C1)

Birinci servikal vertebradır. Gelişimi sırasında bu vertebranın omurga gövdesi bir alt seviyede bulunan axis'e yapışarak dens axis olarak isimlendirilen çıkıntıyı oluşturur. Bu yüzden atlas vertebra'nın corpus'u bulunmamaktadır. Diğer bir tipik özelliği ise spinal çıkıntısının olmamasıdır. Atlas vertebra'nın önünde ve arkasında birer kemer bulunur. Önde bulunan kemere arcus anterior atlantis, arkada bulunan kemere ise arcus posterior atlantis adı verilir. Massa lateralis; arcus anterior atlantis ve arcus posterior atlantis arasında sağda ve solda bulunan yapıdır. Üst eklem yüzüne facies articularis superior adı verilir ve buraya oksipital kemikte bulunan condylus occipitalis yerleşir.

Alt eklem yüzüne ise *facies articularis inferior* adı verilir ve bu eklem yüzü *axis* vertebra'ya ait *facies articularis superior* ile eklem yapar. Atlas vertebra'nın en ön ve en arka bölümünde birer çıkıntı bulunur. Öndeki çıkıntıya *tuberculum anterius* adı verilir ve bu çıkıntı *arcus anterior atlantis*'in önünde bulunur. Arkadaki çıkıntıya ise *tuberculum posterius* adı verilir ve bu çıkıntı da *arcus posterior atlantis*'in arkasında bulunur. *Arcus anterior atlantis*'in arka yüzündeki eklem yüzüne *fovea dentis* adı verilir ve bu eklem yüzü *dens axis*'in ön yüzü ile eklem yapar. Atlas vertebra'da bulunan *facies articularis superior*'un arka kısmında *a. vertebralis*'in geçtiği *sulcus arteria vertebralis* olarak adlandırılan bir oluk bulunur (Arıncı ve Elhan, 2014).



Şekil 2.4. Atlas vertebra anatomisi üstten görünüş (Netter anatomi atlasından modifiye edilmiştir) (Netter ve Cumhuriyet, 2015).

2.3. RADYOLOJİK GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

2.3.1. Bilgisayarlı Tomografi

Tomografi Yunanca kökenli kesit anlamına gelen 'tomos' ve görüntü anlamına gelen 'graphy' kelimelerinin birleşiminden oluşan bir terimdir. Bu yöntem ile vücut

kesitlerinin görüntüleri oluşturulur. Kesit görüntüsünün bilgisayar vasıtasıyla oluşturulmasına Bilgisayarlı Tomografi (BT) denir (Özkan, 2007).

X ışınları bilgisayarın görüntüyü oluşturabilmesi için gerekli olan bilgilerin elde edilmesinde görev alır. Her kesit için aynı kalınlıkta X ışını gönderilir. Gönderilen X ışınları vücuttan geçerken karşılaştığı her dokuda farklı bir oranda incelir. X ışınları karşı uçta bulunan dedektöre ulaşır. Dedektörlerdeki X ışını incelleme miktarına göre bilgisayar niceliksel işlemlerin sonucunda gri skalaya ait bir tonlama oluşturur. Görüntü x ve y eksenine göre haritalanır (Özkan, 2007).

Klinikte ilk BT görüntüleri Londra da ki bir hastanede elde edilmiştir. BT X ışınının keşfinden sonra tanısal radyolojide en etkili buluş olarak ifade edildi. Klinikte kullanılan ilk BT cihazı tek görüntünün 300 saniyede alınmasını sağlarken yıllar geçtikçe hızla gelişen BT tarayıcıları görüntünün 1 saniyenin altında bir sürede elde edilmesini sağlamıştır (Kalender, 2006). BT ilk kullanılmaya başlandığı dönemlerde tek dedektörlüydü ancak zaman geçtikçe dedektör sayısı 64 e kadar çıkmıştır (Fishman ve Horton, 2007). Bu Çok Dedektörlü Tomografi iyileşmiş bir görüntü kalitesi sağlar (Ravenel vd., 2001).

BT son dönemlerde adli tıp uygulamalarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Torimitsu vd., 2015). Literatürdeki bazı çalışmalar cinsiyet tahmini için BT kullanılarak yapılan kemik ölçümlerinde başarı sağlandığını göstermiştir (Hasegawa vd., 2009; Torimitsu vd., 2015).

BÖLÜM 3

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 2019/115 nolu protokol kararı ile onaylanmıştır.

3.1. GÖRÜNTÜLERİN ELDE EDİLMESİ

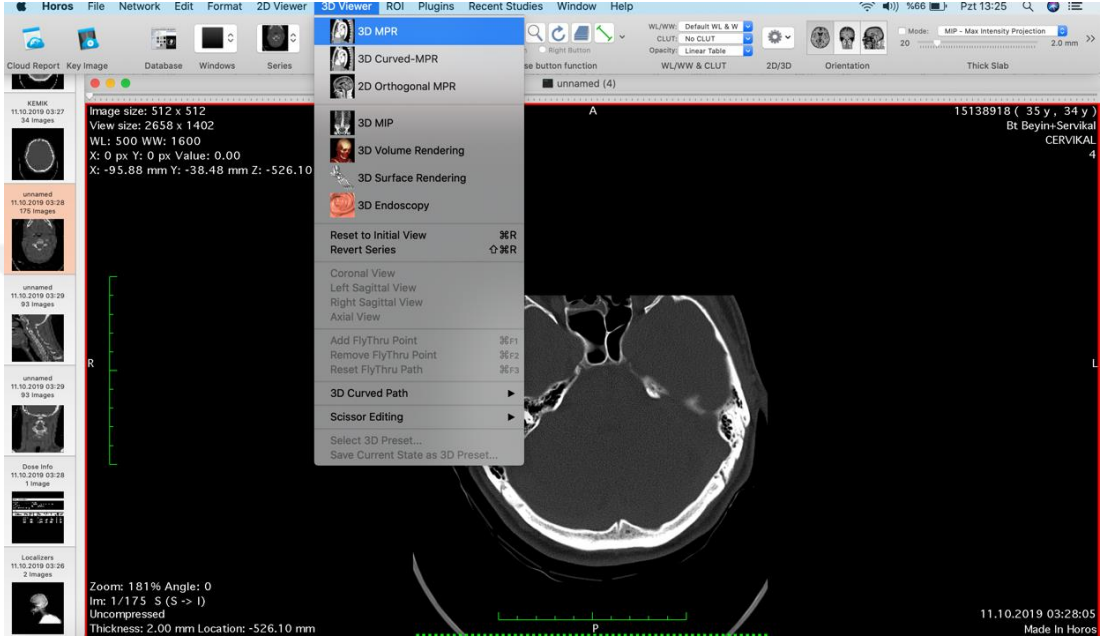
Bu çalışma retrospektif olarak yapılmış olup, 2017-2019 yılları arasında Karabük Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi'ne herhangi bir sebep ile başvuran ve Radyoloji Anabilim Dalı'na sevki gerçekleştirilen bireylerin Picture Archiving and Communication System (PACS) da bulunan BT görüntüleri tarandı. Bu taramaların sonucunda 20-50 yaş aralığında 100 erkek 100 kadın olmak üzere toplam 200 bireye ait BT görüntüleri kaydedildi. Kaydedilen BT görüntüleri servikal bölgede herhangi bir patojenitesi olmayan, atlas vertebrada herhangi bir fraktürü bulunmayan ve daha önce o bölgede herhangi bir cerrahi öyküsü bulunmayan bireylere aittir. Toplanan görüntüler rastgele seçilmiştir. Bütün görüntülerde kesit kalınlığı 3 mm'dir. Görüntüler 16 kesitli Multidedektör BT tarayıcısıyla (aquilion 16; toshiba medical systems, Japan) elde edilmiştir.

3.2. GÖRÜNTÜ ANALİZ YÖNTEMLERİ

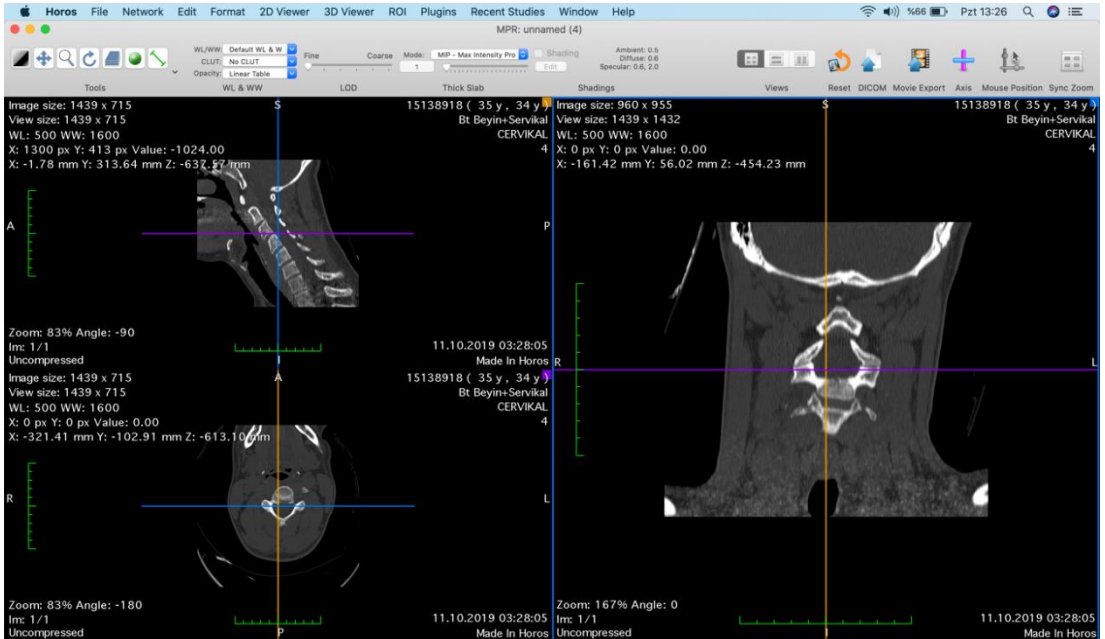
Horos Projesi (version 3.3, USA)

Horos ücretsiz bir yazılımdır. Bu yazılımın amacı, OS X için bütünüyle işlevsel, 64 bit tıp ile ilgili radyolojik görüntülerin analizini sağlamaktır. Horos yazılımı radyolojik görüntülerin çeşitli formlarda kaydedilmesini sağlar (The Horos Project, 2018).

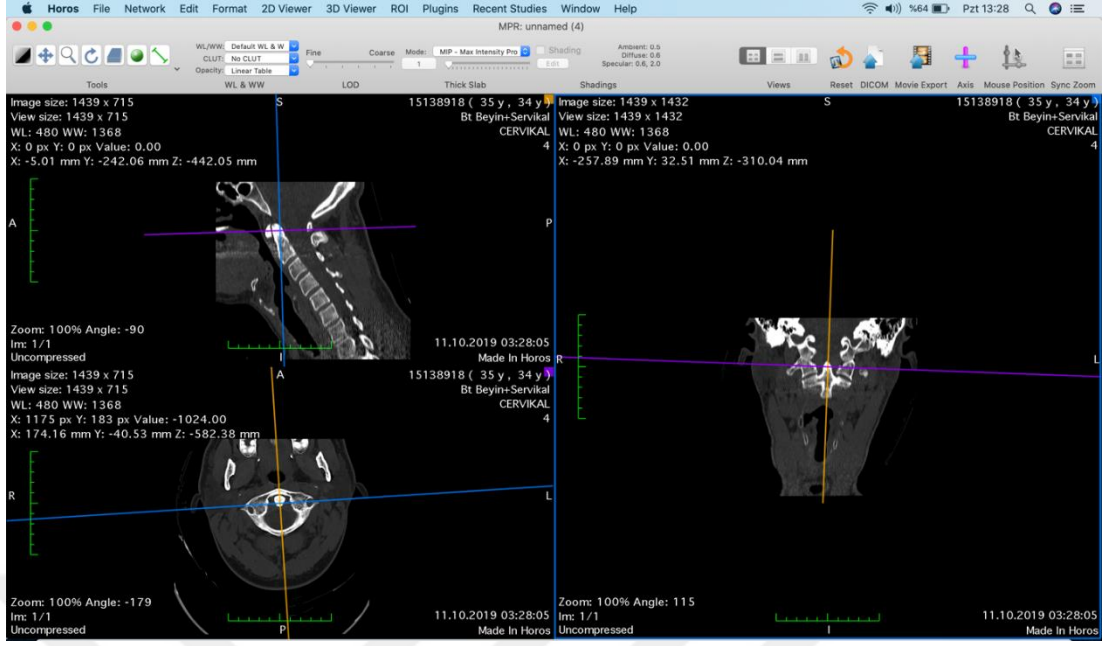
Toplanan görüntüler bir iş istasyonu olan Horos isimli programa aktarıldı. Bu programda atlas vertebra'ya odaklanan görüntüler üç planda (coronal, sagittal, transvers) ortogonal düzleme getirildi. Ortogonal getirmek için 3D Multiplanar Reconstruction (MPR) aracı kullanıldı. 3D MPR aracında oluşan transvers seri, tıpta dijital görüntüleme ve iletişim (DICOM) olarak dışa aktarıldı ve kaydedildi.



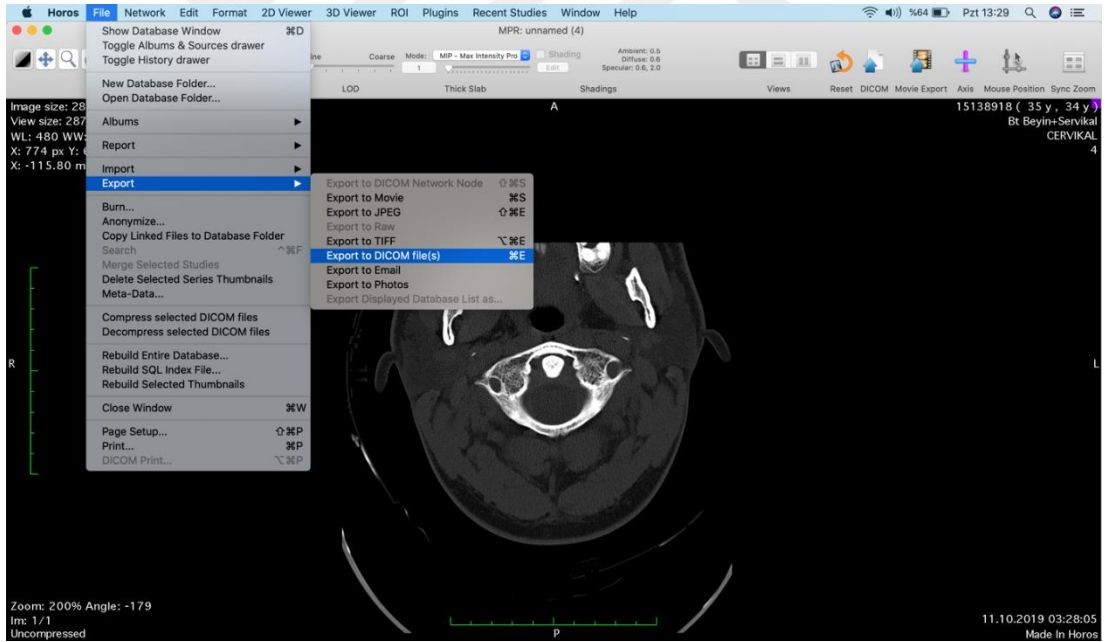
Şekil 3.1. Horos programında 3D MPR aracının açılması.



Şekil 3.2. Ortogonal düzleme getirilmiş görüntüsü.



Şekil 3.3. Atlas vertebranın ortogonal düzleme getirilmiş görüntüsü.



Şekil 3.4. Ortogonal düzleme getirilmiş atlas vertebranın DICOM formatında dışa aktarılması.

Sekazu programı (version 7.0, 2020)

Sekazu, Karabük Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji, Anatomi ve Radyoloji Anabilim Dallarında görev yapan öğretim üyeleri tarafından geliştirilen cinsiyet

tahmini amacıyla kullanılan Phyton tabanlı bir programdır. Bu programda belirlenen işaret noktaları ile uzunluk, açı, çevre, alan gibi metrik ölçümler yapılır. Yapılan ölçümlerin sonucunda hesaplamalar otomatik olarak gerçekleştirilir. Hesaplanması istenilen makine öğrenme algoritmasına ait araç çalıştırılarak cinsiyet tahmininde başarı yüzdesi hesaplanır. Sekazu açık erişimli bir program olup kullanıcılarına hız, kullanım kolaylığı, ayrıntılı ölçüm sonucu ve detaylı istatistiksel analiz gibi avantajlar sağlamaktadır (Turan vd., 2021).

Sekazu Ölçüm Aşamaları

1-) Yer imlerinin oluşturulması

Yer imi yönetim formu aracı, ölçümlerde kullanılacak tüm noktaların oluşturulmasında kullanılır. Her bir noktaya ait yer imi adı, kullanılacak etiket adı, noktanın hangi planda kullanılacağı, noktanın hangi renkte olacağı ve noktanın açıklaması bu araç ile oluşturulur.

No	Ad	Etiket	Plan	Aı
1	Arcus anteri...	AAA-I	Horizontal	#C
2	Arcus anteri...	AAA-II	Horizontal	#C
3	Arcus anteri...	AAA-III	Horizontal	#C
4	Arcus poster...	APA-I	Horizontal	#C
5	Arcus poster...	APA-II	Horizontal	#C
6	Arcus poster...	APA-III	Horizontal	#C
7	Foromen ve...	FVA	Horizontal	#E
8	Foromen ve...	FVP	Horizontal	#C
9	Processus tr...	PTS	Horizontal	#C
10	Processus tr...	PTS	Horizontal	#C

Şekil 3.5. Sekazu programı yer imi yönetim formu.

Atlas vertebraya ait yer imleri yönetim formu aracı kullanılarak kaydedilen yer imleri Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Atlas vertebraya ait oluşturmuş olduğumuz yer imleri.

NO	ETİKET ADI	YER İMİ ADI
1	AAA-I	Arcus anterior atlantis-I
2	AAA-II	Arcus anterior atlantis-II
3	AAA-III	Arcus anterior atlantis-III
4	APA-I	Arcus posterior atlantis-I
5	APA-II	Arcus posterior atlantis-II
6	APA-III	Arcus posterior atlantis-III
7	FVA	For. vertebra anterior
8	FVP	For. vertebra posterior
9	PTS	Proc. transversus sinistra
10	PTD	Proc. transversus dextra
11	FTAS	For. transversarium anterior sinistra
12	FTLS	For. transversarium lateralis sinistra
13	FTMS	For. transversarium medialis sinistra
14	FTPS	For. transversarium posterior sinistra
15	FTAD	For. transversarium anterior dextra
16	FTMD	For. transversarium medialis dextra
17	FTLD	For. transversarium lateralis dextra
18	FTPD	For. transversarium posterior dextra

2-) Parametrelerin oluşturulması

Nitelik yönetim formu aracı kullanılarak parametreler oluşturulmaktadır. Her parametrenin adı, etiketi, ölçüm tipi, hangi yer imleri arasında olduğu ve parametrenin ayrıntılı açıklaması bu araç ile oluşturulur.

Kaynak: D:/Sekazu/thesis/Menşure/bookmarks.sbf

Ad: Arcus anterior atlantis açısı

Etiket: angAAA

Tip: Açı

Yerimleri: Arcus anterior atlantis - I:AAA-I

Arcus anterior atlantis - I:AAA-I
Arcus anterior atlantis - II:AAA-II
Arcus anterior atlantis - III:AAA-III

Açıklama: Arcus anterior atlantis'in açısal ölçüsüdür.

Nitelik listesi

No	Ad	Etiket	Tip	Yerimleri
1	Arcus anteri...	angAAA	Açı	Arcus ante
2	Arcus poster...	angAPA	Açı	Arcus post
3	Arcus vertab...	lenAVAP	Uzunluk	Arcus ante
4	Foromen ve...	lenFVAP	Uzunluk	Foromen v

Şekil 3.6. Sekazu programı nitelik yönetim formu.

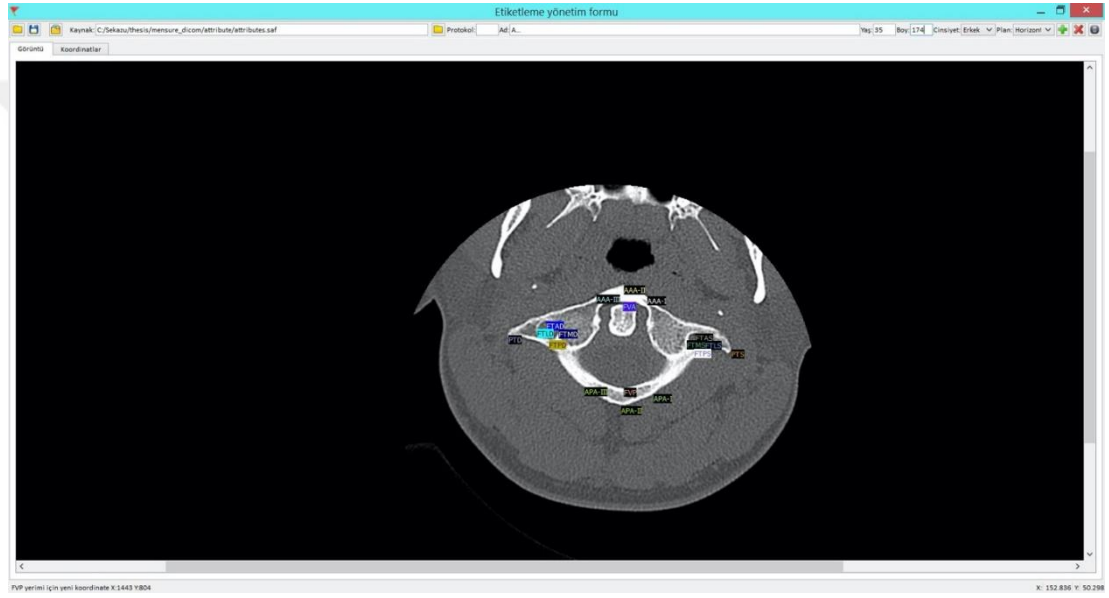
Bu çalışmada kullanılan parametreler Çizelge 3.2’de gösterilmiştir. Çizelgede gösterilen parametreler, nitelik yönetim formu aracı kullanılarak ayrıntılı şekilde kaydedilmiştir.

Çizelge 3.2. Atlas vertebraya ait belirlenmiş parametreler.

NO	ETİKET ADI	PARAMETRE ADI	TİP	YER İMLERİ
1	angAAA	Arcus anterior atlantis açısı	açı	AAA-I AAA-II AAA-III
2	angAPA	Arcus posterior atlantis açısı	açı	APA-I APA-II APA-III
3	lenAVAP	Arcus vertebra ön-arka uzunluğu	uzunluk	AAA-II, APA-II
4	lenFVAP	For. vertebra ön-arka uzunluğu	uzunluk	FVA, FVP
5	lenAAAAP	Arcus anterior atlantis ön-arka uzunluğu	uzunluk	AAA-II, FVA
6	lenAPAAP	Arcus posterior atlantis ön arka uzunluğu	uzunluk	APA-II, FVP
7	lenPTD	Sağ proc. transversus genişliği	uzunluk	PTD, FTLD
8	lenPTS	Sol proc. transversus genişliği	uzunluk	PTS, FTLS
9	lenAV	Atlas vertebra genişliği	uzunluk	PTS, PTD
10	lenFTSAP	Sol for. transversarium ön-arka uzunluğu	uzunluk	PTAS, PTPS
11	lenFTS	Sol for. transversarium genişliği	uzunluk	FTLS, FTMS
12	lenFTD	Sağ for. transversarium genişliği	uzunluk	FTMD, FTLD
13	lenFTDAP	Sağ for. transversarium ön-arka uzunluğu	uzunluk	FTAD, FTPD
14	lenTA_PTD	Tuberculum anterior-sağ proc. transversus uzunluğu	uzunluk	AAA-II, PTD
15	lenTA_PTS	Tuberculum anterior-sol proc. transversus uzunluğu	uzunluk	AAA-II, PTS
16	lenTP_PTS	Tuberculum posterior-sol proc. transversus uzunluğu	uzunluk	APA-II, PTS
17	lenTP_PTD	Tuberculum posterior-sağ proc. transversus uzunluğu	uzunluk	APA-II, PTD
18	lenFTD_FTS	For. transversarium'lar arası mesafe	uzunluk	FTMS, FTMD

3-) Yer imlerinin yerleřtirilmesi

Parametrelere ait yer imi noktalarının görüntü üzerine yerleştirilmesi etiketleme yönetim formu aracı ile yapılır. Her ölçüme ait protokol numarası, kişinin adı, yaşı, cinsiyeti ve ölçüm yapılan plan bilgileri bu araca kaydedilir. Etiketleme yönetim formunda görüntü ve koordinatlar olmak üzere penceresi vardır. Görüntü penceresinde görüntü açıldıktan sonra üzerine etiketlemeler yapılır ve kaydedilir. Kaydedilenler koordinat penceresinde görüntülenir.

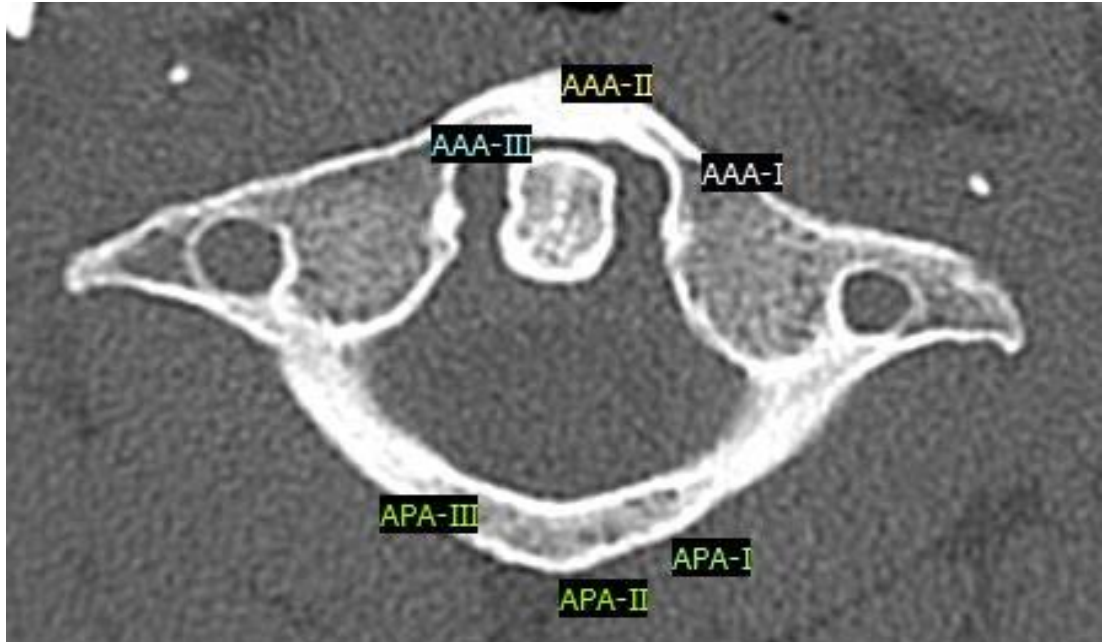


Şekil 3.7. Sekazu programı etiketleme yönetim formu görüntü penceresi.

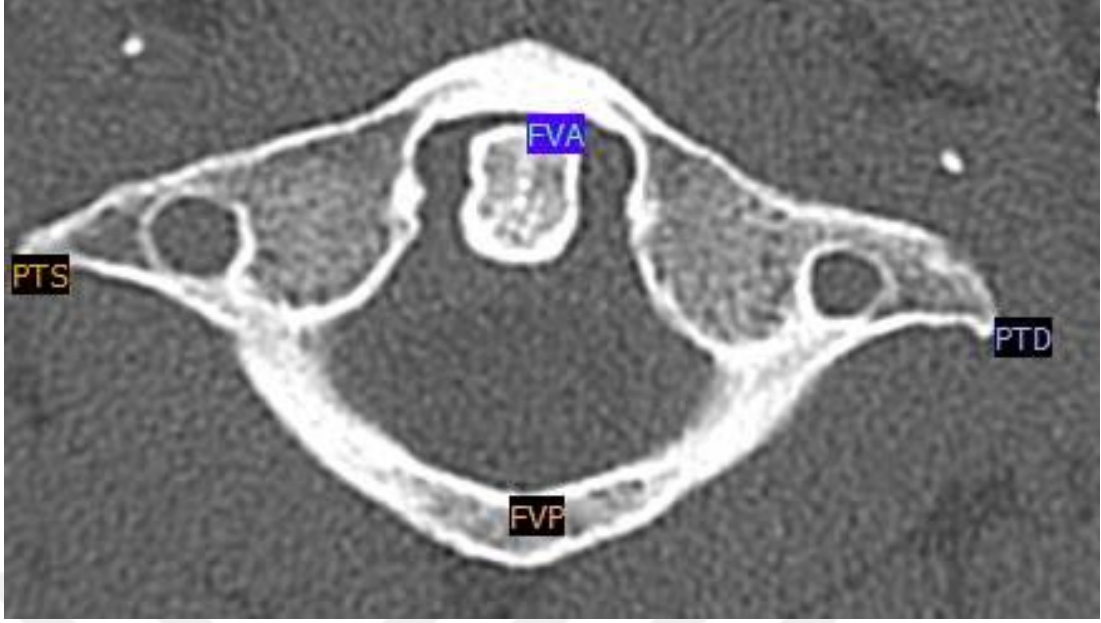
No	Protokol	Ad	Yaş	Boy	Cinsiyet	Kaynak	AAA-I	AAA-II	AAA-III	APA-I	APA-II	APA-III	FVA	FVP	PTS	PTD	FTAS	FTLS
1	nan	abi	25	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	282.997316...	274.797259...	266.597202...	284.326888...	274.225162...	259.159941...	275.178657...	274.797259...	314.462651...	236.270661...	300.723232...	304.355661...
2	nan	ali	28	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	306.231888...	295.324435...	284.622783...	305.202883...	302.321669...	290.385211...	295.736037...	299.404655...	315.957013...	257.457051...	320.263566...	324.136571...
3	nan	ali	47	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	280.216314...	268.097844...	256.538688...	281.707818...	269.402909...	254.674308...	267.538531...	269.402909...	308.927765...	228.098476...	296.046421...	299.792323...
4	nan	ali	24	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	285.039749...	272.638547...	262.116315...	284.100264...	268.504813...	255.352023...	272.450651...	269.256401...	311.721123...	228.670649...	299.507818...	300.328272...
5	nan	ali	25	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	362.154389...	351.925415...	342.183535...	359.718919...	346.323834...	335.120672...	351.194774...	348.028663...	386.550809...	307.112767...	376.280115...	376.472023...
6	nan	ali	45	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	466.917936...	457.756488...	442.276800...	465.338376...	456.176028...	445.120008...	457.124664...	454.913300...	495.034104...	416.687928...	483.945362...	486.188544...
7	nan	ali	34	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	348.265152...	339.063024...	328.445184...	348.501104...	338.355168...	325.377808...	338.827072...	338.119216...	377.791952...	301.074752...	365.917744...	369.028924...
8	nan	ali	25	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	417.551595...	405.452729...	393.632321...	420.365285...	403.764514...	390.540172...	404.327253...	404.327253...	449.064923...	359.028644...	432.745522...	438.966024...
9	nan	ali	25	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	479.625356...	469.483210...	457.059002...	484.532846...	471.119040...	462.285558...	469.156044...	471.773372...	508.415964...	433.822116...	495.656492...	498.929811...
10	nan	ali	26	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	408.430093...	477.131959...	466.625702...	489.760801...	478.463182...	463.833314...	477.465692...	478.463182...	518.695319...	437.566051...	504.397949...	507.057979...
11	nan	ali	21	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	324.236741...	311.284541...	298.332341...	321.646317...	310.421061...	301.507090...	310.636931...	310.421061...	352.299941...	267.678815...	338.286200...	342.369808...
12	nan	ali	22	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	586.896638...	575.326276...	563.755914...	586.896638...	574.129342...	561.362046...	574.129342...	574.927298...	618.415929...	532.635632...	603.653714...	609.239494...
13	nan	ali	20	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	384.999481...	373.977000...	364.791617...	394.184882...	382.899962...	371.352621...	376.601417...	380.275562...	371.352621...	340.122240...	404.420000...	408.619008...
14	nan	ali	41	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	570.463581...	562.241388...	550.889931...	568.897449...	555.585327...	545.405489...	561.066789...	556.739926...	602.562827...	515.257428...	588.474099...	591.214848...
15	nan	ali	41	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	488.303104...	478.097862...	466.153710...	491.389142...	477.766000...	465.490146...	476.438952...	478.429844...	518.575266...	437.952242...	507.624662...	511.607848...
16	nan	ali	42	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	574.721171...	561.828038...	550.888412...	573.939769...	560.265234...	545.809297...	561.437337...	561.046636...	605.565552...	518.460227...	592.694917...	596.209772...
17	nan	ali	38	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	331.141096...	320.958951...	310.112755...	330.255692...	318.081387...	301.922764...	318.966791...	317.860036...	362.130235...	275.581995...	347.299719...	351.062616...
18	nan	ali	33	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	394.452169...	384.127583...	373.802996...	389.157512...	376.979792...	366.652044...	381.744986...	377.244525...	421.454936...	339.122973...	407.424087...	409.806668...
19	nan	ali	41	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	471.311302...	460.035912...	450.694846...	470.669994...	463.579606...	456.492218...	460.358096...	461.646682...	502.560242...	421.377432...	488.707617...	498.962636...
20	nan	ali	40	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	320.092511...	311.526513...	301.188514...	327.178517...	317.185176...	299.132511...	310.084751...	314.578170...	357.819751...	270.930751...	343.037751...	346.079272...
21	nan	ali	39	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	340.354323...	331.544071...	322.038261...	342.440973...	327.370788...	313.691697...	332.239612...	329.457429...	329.457429...	290.970494...	359.977999...	362.379999...
22	nan	ali	39	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	491.152972...	483.106778...	470.702232...	497.187614...	484.447812...	471.708006...	482.436262...	482.101004...	527.025576...	482.101004...	512.944742...	514.956242...
23	nan	ali	27	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	358.183680...	349.229088...	341.726592...	360.119808...	346.566912...	330.835872...	348.742056...	347.292961...	305.424192...	393.276176...	379.481088...	383.353334...
24	nan	ali	25	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	315.735511...	307.815404...	297.490821...	320.872942...	305.888882...	288.764424...	307.387288...	306.531696...	347.707772...	265.860036...	334.780712...	338.639772...
25	nan	ali	45	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	236.346291...	228.701667...	219.782841...	241.601971...	225.516407...	215.005049...	229.179456...	226.949775...	272.202123...	185.063606...	259.598691...	261.355056...
26	nan	ali	20	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	421.188741...	414.594228...	407.426277...	424.629357...	410.067422...	397.391148...	413.447355...	411.536111...	456.455055...	368.145911...	444.412920...	446.706666...
27	nan	ali	26	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	304.124742...	296.331931...	285.257934...	305.765334...	296.537004...	284.847786...	294.896412...	296.126856...	336.936828...	254.291761...	323.811846...	326.682828...
28	nan	ali	20	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	380.767887...	373.326808...	361.540337...	381.794015...	368.451731...	352.543687...	372.043899...	369.214697...	406.426888...	333.811382...	397.445517...	398.988001...
29	nan	ali	24	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	355.036812...	344.499908...	333.955004...	359.828132...	344.495908...	330.610108...	344.499908...	346.412636...	383.306171...	305.207084...	375.639488...	378.035114...
30	nan	ali	27	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	299.431972...	289.759675...	279.886278...	306.283039...	296.812445...	284.319322...	290.565884...	294.192919...	330.866283...	253.691917...	317.164147...	320.791116...
31	nan	ali	20	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	250.237350...	240.187830...	227.625705...	255.932360...	243.202741...	228.965665...	239.852840...	242.365265...	282.061581...	199.821535...	270.336991...	267.992121...
32	nan	ali	20	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	250.237350...	240.187830...	227.625705...	255.932360...	243.202741...	228.965665...	239.852840...	242.365265...	282.061581...	199.821535...	270.336991...	267.992121...
33	nan	ali	22	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	331.655393...	320.964017...	309.827167...	335.555007...	322.868649...	309.381693...	320.964017...	331.655393...	363.506784...	278.421251...	349.028078...	352.526307...
34	nan	ali	27	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	342.037632...	331.463808...	313.764861...	347.554368...	333.992392...	321.349872...	330.774296...	333.302818...	375.597776...	289.398776...	362.265664...	365.253868...
35	nan	ali	25	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	336.520896...	327.556214...	315.373808...	344.336272...	332.383344...	322.039464...	328.705520...	331.004161...	368.241288...	300.548096...	357.686834...	359.967070...
36	nan	ali	50	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	360.603841...	352.132811...	338.822415...	360.603841...	345.114816...	332.045952...	350.439168...	345.356832...	388.919712...	306.878288...	378.755084...	381.901212...
37	nan	ali	42	nan	Erkek	C/Sekazu/L...	291.923689...	283.422933...	272.410591...	286.707316...	272.990187...	261.591446...	281.490945...	274.922177...	323.801524...	234.929884...	306.932111...	310.084831...

Şekil 3.8. Sekazu programı etiketleme yönetim formu koordinatlar penceresi.

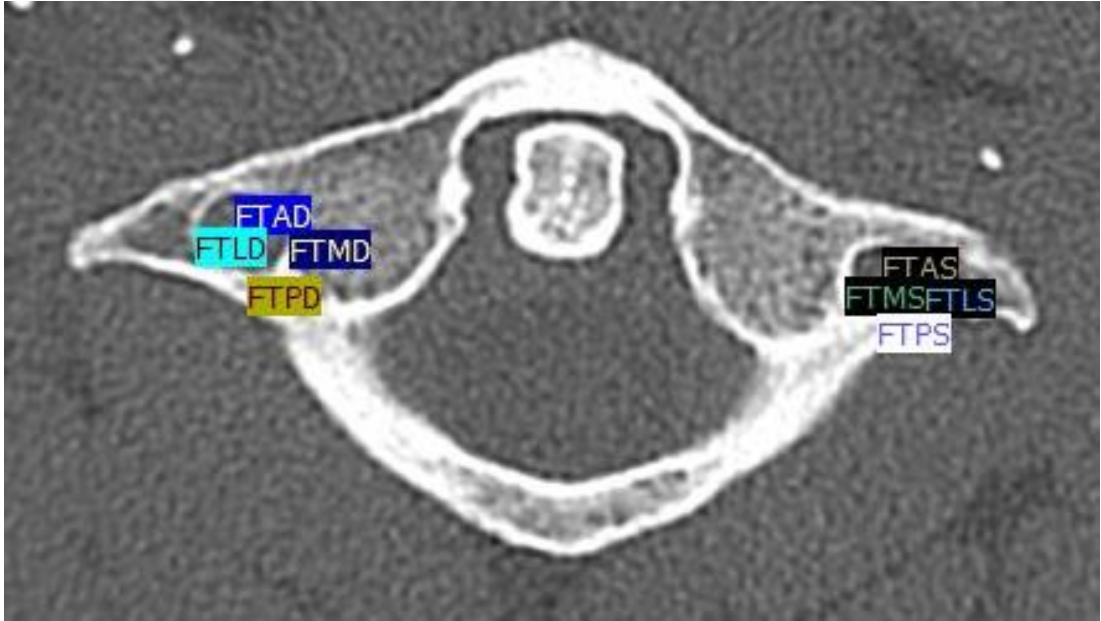
Bu araç kullanılarak daha önceden Horos programında ortogonal düzleme getirilmiş olan DICOM görüntüleri açıldı ve yer imleri yerleştirildi. Bu işlem sonucunda yer imlerinin koordinatları elde edildi.



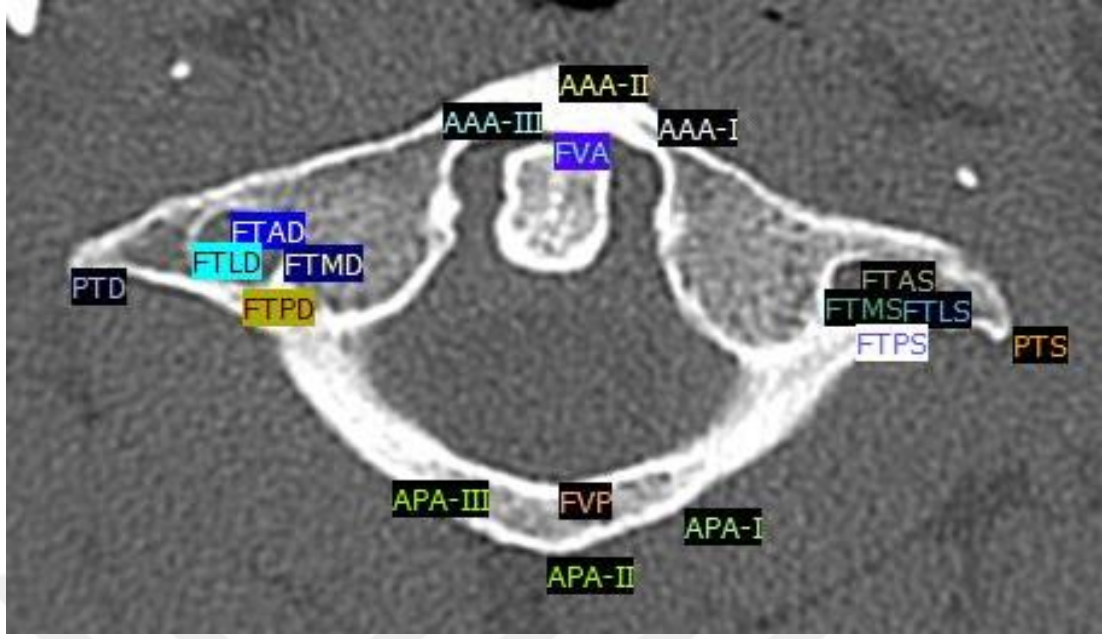
Şekil 3.9. Sekazu programı etiketleme yönetim formu atlas vertebraya AAA-I, AAA-II, AAA-III, APA-I, APA-II ve APA-III etikleri işaretlenmiş hali (AAA-I: Arcus anterior atlantis-I, AAA-II: Arcus anterior atlantis-II, AAA-III: Arcus anterior atlantis-III, APA-I: Arcus posterior atlantis-I, APA-II: Arcus posterior atlantis-II, APA-III: Arcus posterior atlantis-III).



Şekil 3.10. Sekazu programı etiketleme yönetim formu atlas vertebraya FVA, FVP, PTS ve PTD etiketleri işaretlenmiş hali (FVA: For. vertebrale anterior, FVP: For. vertebrale posterir, PTS: Proc. transversus sinistra, PTD: Proc. transversus dextra).



Şekil 3.11. Sekazu programı etiketleme yönetim formu atlas vertebraya FTAS, FTMS, FTLS, FTPLS, FTAD, FTMD, FTLD ve FTPD etiketleri işaretlenmiş hali (FTAS: For. transversarium anterior sinistra, FTMS: For. transversarium medialis sinistra, FTLS: For. transversarium lateralis sinistra, FTPLS: For. transversarium posterior sinistra, FTAD: For. transversarium anterior dextra, FTMD: For. transversarium medialis dextra, FTLD: For. transversarium lateralis dextra, FTPD: For. transversarium posterior dextra).



Şekil 3.12. Sekazu programı etiketleme yönetim formu atlas vertebraya ait tüm etiketlerin işaretlenmiş hali.

4-) Ölçüm Sonuçlarının Oluşturulması

Koordinatları oluşan parametrelerin hesaplanması, hesaplama yönetim formu aracı ile gerçekleştirildi. Kaydedilen koordinat dosyası bu formda açılarak daha önceden oluşturulan parametrelerin sonuçları otomatik olarak elde edildi ve kaydedildi.

Hesaplama yönetim formu

Kaynak: C:\sekazu\thesis\mensure_dicom\coordinate\mensure_dicom_coordinates.scf

Hesaplama etiketleri listesi

No	Protokol	Ad	Yaş	Boy	Cinsiyet	Kaynak	angAAA	angAPA	lenAVAP	lenFVAP	lenAAAP	lenAAPAD	lenPTD	lenPTS	lenAV	lenFTSP	lenFTS	lenFTD
1	nan	ahd...	25	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	138.018099...	115.40702...	47.1061271...	33.1838178...	5.92395938...	8.02976404...	12.382283...	10.4537149...	78.2054250...	7.07901812...	7.49707545...	4.80167812...
2	nan	ahd...	28	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	148.148975...	86.9546734...	45.0003566...	29.4575934...	4.95634411...	10.6858094...	12.9180092...	7.86364516...	75.7280568...	6.66553824...	7.203035	7.49126947...
3	nan	ahd...	47	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	141.736011...	131.383886...	47.1868648...	33.7967409...	6.17782505...	7.27108200...	13.4700648...	9.13546199...	84.8393283...	6.52532999...	6.72211768...	6.03840418...
4	nan	ac...	24	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	154.219773...	141.436636...	42.4784739...	29.6726203...	4.51344032...	8.30156079...	10.8737018...	9.48647275...	83.3731405...	7.8152040...	7.33039154...	5.46199604...
5	nan	ah...	25	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	125.463364...	124.381665...	47.053402...	31.9200917...	6.13235376...	9.88992755...	11.1151467...	8.21567814...	79.5269644...	5.16641205...	5.55372028...	8.03705100...
6	nan	ah...	45	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	126.978466...	129.247809...	46.7816501...	34.9100861...	3.84323535...	8.93534069...	10.5960106...	8.85117548...	78.2625557...	7.81521216...	6.95724011...	6.63415199...
7	nan	ah...	34	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	131.135054...	128.073864...	45.7801607...	33.9844607...	4.72493511...	7.08249144...	9.51152920...	8.75887385...	76.728108...	7.32971800...	8.07769533...	4.96066672...
8	nan	ah...	25	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	128.563357...	112.025271...	54.3394523...	33.7642800...	6.84600324...	13.7893606...	12.4948113...	12.1119468...	90.1123483...	6.01488220...	6.71626285...	7.67807910...
9	nan	ah...	25	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	147.050784...	138.980951...	42.2361042...	31.8428501...	5.24486997...	5.27539233...	11.0367014...	9.53844603...	74.003049...	5.88898800...	6.54331999...	4.90157433...
10	nan	ah...	26	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	116.740267...	133.945032...	47.8906364...	32.8233130...	9.31585155...	5.65249000...	11.375221...	11.8071552...	81.2824623...	6.99034911...	5.62544899...	6.72433567...
11	nan	at...	21	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	126.314870...	135.064777...	45.7725853...	33.0288154...	6.07895439...	6.69196999...	11.2770124...	10.3189472...	84.8366353...	5.83248622...	6.70582623...	1.99885013...
12	nan	at...	22	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	128.461344...	137.400214...	49.0888885...	33.3213833...	7.28066528...	7.62246398...	8.99591542...	10.9555610...	85.7951144...	8.01935853...	8.7751599...	7.74675148...
13	nan	at...	20	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	106.844835...	99.3838502...	54.7940531...	32.278029...	7.80290216...	14.9291226...	12.6024963...	12.0978862...	79.2620938...	7.72305228...	6.6444009...	6.58196711...
14	nan	ah...	41	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	123.690657...	135.309703...	48.2285384...	34.3454444...	7.1440678...	6.7409751...	9.79615253...	12.3881495...	88.3807155...	8.79860906...	8.1754905...	6.27275148...
15	nan	ah...	41	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	112.195459...	134.005224...	51.7590553...	37.8745984...	7.48534310...	6.66873566...	7.36675591...	7.03815906...	80.6237086...	7.30674000...	7.02628905...	8.35405729...
16	nan	ah...	42	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	132.106514...	146.622167...	47.6911348...	35.1652604...	6.65339828...	5.91237897...	10.6138440...	9.38496007...	87.2138001...	8.67497001...	8.63088718...	7.46433212...
17	nan	be...	38	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	134.301305...	127.442836...	46.1308441...	30.5664813...	6.72120201...	9.07890000...	12.1763171...	11.2454150...	86.7111288...	7.16917583...	8.84503999...	8.19297768...
18	nan	bi...	33	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	121.393896...	145.377333...	46.6148132...	31.6230490...	7.28376600...	7.68182000...	12.2236718...	12.3082577...	82.7941612...	7.4549486...	6.3919487...	4.00813723...
19	nan	bi...	41	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	114.365833...	97.2426129...	52.3091202...	35.7823047...	8.80771382...	10.8053736...	10.0901595...	11.8804525...	81.2747998...	8.07958121...	5.24428717...	6.15474252...
20	nan	il...	40	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	107.889649...	115.759885...	44.8920185...	30.4227579...	8.71440635...	6.22109325...	10.8233243...	12.2991132...	87.5495936...	6.74875150...	6.11781554...	8.28226214...
21	nan	be...	39	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	138.848433...	109.086777...	49.7908885...	33.7099733...	5.83780865...	10.8672649...	10.6751296...	10.0125487...	81.5535242...	6.63914499...	6.73262099...	6.0488223...
22	nan	bi...	39	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	112.239495...	139.530281...	48.2957738...	31.1807964...	8.40822786...	9.02709791...	10.7752985...	12.5262726...	85.9352826...	6.44881638...	6.3781047...	6.04394954...
23	nan	bi...	27	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	112.771560...	141.433120...	47.2661473...	34.9699364...	7.05513405...	5.83358611...	78.2015077...	77.932341...	87.021347...	7.29660209...	7.34829257...	8.47056000...
24	nan	bi...	25	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	142.206057...	130.096666...	46.2764644...	31.9502178...	6.22242710...	9.01334160...	12.163163...	11.8507736...	83.9282083...	5.9704516...	7.92303814...	7.49508734...
25	nan	cm...	45	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	108.970407...	138.699753...	48.2027827...	30.8185221...	8.61346369...	8.87596575...	11.0900410...	10.9706661...	86.9599314...	4.94485326...	4.7789000...	4.96621794...
26	nan	cm...	20	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	119.534505...	133.031232...	48.6720167...	31.6222788...	7.25911995...	9.81564322...	10.6124398...	9.85325919...	88.3877702...	8.83258986...	6.3380764...	6.94514400...
27	nan	cm...	26	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	142.534913...	105.612793...	48.552497...	30.7109786...	5.72005758...	10.876578...	11.4859748...	10.3064809...	82.6652086...	8.2667922...	6.97251599...	5.97888814...
28	nan	cm...	20	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	132.693360...	120.494868...	43.895242...	32.7079156...	3.81430455...	7.68958449...	8.43949488...	7.9097205...	72.371948...	5.1894981...	4.8918044...	6.68983994...
29	nan	cm...	24	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	129.878683...	148.722297...	42.1636159...	28.3336805...	7.18698000...	6.9762722...	9.59461082...	5.46294531...	78.1925217...	7.25058283...	6.86012624...	7.72571735...
30	nan	er...	27	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	109.924645...	124.670275...	49.4702799...	34.2464490...	7.29871286...	8.09275783...	8.23204108...	10.1253501...	78.3127613...	8.10028014...	7.08702901...	8.30814029...
31	nan	er...	20	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	135.306391...	139.508225...	46.4939691...	34.2512240...	5.87188834...	6.41967060...	9.48826281...	14.5441223...	82.5262669...	5.21660212...	5.32307437...	6.21765264...
32	nan	er...	20	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	135.306391...	139.508225...	46.4939691...	34.2512240...	5.87188834...	6.41967060...	9.48826281...	14.5441223...	82.5262669...	5.21660212...	5.32307437...	6.21765264...
33	nan	er...	22	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	122.471192...	124.796529...	46.1501174...	30.9676330...	7.79579499...	7.47023609...	11.0249190...	10.9956303...	85.511053...	7.58614886...	7.15883786...	8.04623295...
34	nan	er...	27	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	130.404656...	134.628887...	44.4374793...	29.0730257...	8.07473985...	7.38790190...	12.4657516...	10.5060673...	86.2431225...	8.47619259...	5.78782763...	6.53858919...
35	nan	er...	20	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	128.884496...	123.930936...	48.0547721...	35.7029926...	5.63518522...	6.80723520...	8.97991028...	8.47696466...	77.8737030...	7.61679259...	6.48619200...	7.42050161...
36	nan	er...	25	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	117.579463...	120.686209...	51.0659494...	33.7828943...	7.92764035...	9.44172625...	11.2818642...	9.75597885...	82.7080015...	8.47401666...	8.41853969...	8.81523243...
37	nan	er...	42	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	119.291362...	139.310304...	49.9802326...	34.0627972...	8.90603384...	7.0254975...	11.805314...	12.723665...	90.7862637...	7.77850941...	7.3567874...	7.3154552...
38	nan	er...	42	nan	Erkek	C:\Sekazu\...	120.000000...	134.000000...	48.000000...	34.000000...	8.000000...	6.000000...	11.000000...	12.000000...	90.000000...	8.000000...	7.000000...	6.000000...

Tom etiketler hesaplanarak listeye alınmıştır. Kayıt için hazır.

Şekil 3.13. Sekazu programı hesaplama yönetim formu.

Bu araç kullanılarak parametrelerin sonuçları elde edildi ve kaydedildi.

5-) Makine Öğrenme Algoritmalarının Uygulanması

Sekazu programında bulunan makine öğrenme algoritmaları araçları; ADA Güçlendirme hesaplayıcı, Karar Ağacı (KA) hesaplayıcı, Extra Ağaçlar Sınıflandırması (EAS) hesaplayıcı, Gradyan Güçlendirme Sınıflandırma (GGS) hesaplayıcı, Gaussian Naive Bayes (GNB) hesaplayıcı, Gauss Süreçleri Sınıflandırma (GSS) hesaplayıcı, K En Yakın Komşu (KEYK) hesaplayıcı, Doğrusal Diskriminant Analizi (DDA) hesaplayıcı, Doğrusal Destek Vektör Makinası (DDVM) hesaplayıcı, Rastgele Orman (RO) hesaplayıcı, Nu Destek Vektör Makinası (NuDVM) hesaplayıcı, Karesel Diskriminant Analizi (KDA) hesaplayıcı ve Destek Vektör Sınıflandırması (DVS) hesaplayıcıdır. Ölçüm sonuçları dosyaları bu hesaplayıcılarda açılarak cinsiyet tahminine yönelik makine öğrenme algoritmaları hesaplamaları yapılır. Bu çalışmada bu hesaplayıcı araçların hepsi uygulanmıştır.

Kaynak: C:/Sekazu/thesis/mensure_dicom/coordinat/mensure_dicom_calculated.sca

Argümanlar: n_components:None
priors:None
shrinkage:None
solver:svd
store_covariance:False
tol:0.0001

k-Fold Doğrulama: 10

Rapor
Sonuç Dosyası

No	Sınıf	Acc	Mcc	Sen	Spe	F1	Ppv
1	Erkek	0.86±0.06	0.70±0.14	0.85±0.12	0.87±0.08	0.85±0.06	0.87±0.06
2	Kadın	0.86±0.06	0.70±0.14	0.87±0.08	0.85±0.12	0.84±0.10	0.82±0.10
3	Erkek	0.86±0.06	0.73±0.13	0.86±0.11	0.88±0.09	0.86±0.05	0.88±0.05
4	Kadın	0.86±0.06	0.73±0.13	0.88±0.09	0.86±0.11	0.85±0.09	0.83±0.10
5	Erkek	0.88±0.05	0.75±0.10	0.86±0.10	0.90±0.06	0.87±0.05	0.89±0.05
6	Kadın	0.88±0.05	0.75±0.10	0.90±0.06	0.86±0.10	0.87±0.07	0.85±0.10

15 parametrelili tesler başladı.

Şekil 3.14. Sekazu programı LDA hesaplayıcı.

Sekazu bünyesindeki hesaplayıcılar, parametrelerin tekrarsız kombinasyonlarını kullanarak alt parametre grupları oluşturur ve bu gruplar üzerinde makine öğrenmesi algoritmalarını çalıştırır. Sonuç olarak en yüksek performans ölçeğine sahip olan parametre seti kullanılır. Hangi parametre setinin cinsiyeti belirlemek için daha yüksek doğruluk oranına sahip olduğunu tahmin etmenin zor olacağından dolayı Sekazu tüm olası alt kümeleri belirler ve bir elemanlı alt kümeden n elemanlı alt küme kadar tespit eder. Şekil 18’de örnek bir hesaplayıcı gösterilmiştir (Turan vd., 2021).

3.3. MAKİNE ÖĞRENMESİ

Makine öğrenmesi, verilerden ön görüşü üreten algoritmalar koleksiyonudur. Bu ön görüşü karar vermek için kullanılır. Makine öğrenmesinin temel iki görevi, gelecekteki sonuçların tahmin edilmesi ve nesnelerin belirli sınıflara göre sınıflandırılmasıdır (D. N. Lewis, 2017).

Makine öğrenmesi kullanımında ilk olarak örnek veriler toplanır, özellikler belirlenir ve bir makine öğrenme algoritması seçilir. Daha sonra eğitim seti olarak adlandırılan veri alt kümesi eğitilir. Sınıflandırma veya tahmine dayalı performans kabul edilebilir ise bu model bağımsız bir test setinde daha doğrulanır. Tekrarlayan şekilde yapılan uygulamalar sonucunda karara ulaşılır (D. N. Lewis, 2017).

3.3.1. Performans Ölçütleri

Makine öğrenme modellerinin performanslarını değerlendirebilmek ve literatür ile karşılaştırabilmek için, doğruluk (Acc), Duyarlılık (Sen), Özgüllük (Spe), F1 skoru (F1), Pozitif tahmin değeri, Negatif tahmin değeri, Matthews korelasyon katsayısı (MCC), ML yöntemlerinde performans ölçütleri olarak Gerçek pozitif (TP), Gerçek negatif (TN), Yanlış pozitif (FP), Yanlış negatif (FN) değerleri seçilmiştir. MCC, -1 ile 1 arasındaki değerleri alabilir ve kümeler arasındaki benzerliği ortaya çıkarır. Tahmin edilen koşullar ile gerçek koşullar arasındaki benzerlik arttığında, MCC 1'e yaklaşır. Tahmin edilen koşullar ile gerçek koşullar arasındaki benzerlik azaldığında, MCC -1'e yaklaşır. Rastgele sonuçlar elde edildiğinde, MCC 0'a yaklaşır (Turan vd., 2021).

3.3.2. Karar Ağaçları (KA)

Karar ağacı (KA) parametrik olmayan denetimli bir makine öğrenme yöntemi olup regresyon ve sınıflandırma yapmak amacıyla kullanılır. KA'da verilerin özelliklerinde basit karar verme kuralları oluşturularak tahmin edilmesi hedeflenen değişkenin değerini tahmin eden bir model oluşturmak amaçlanır (Breiman vd., 1984). KA yönteminde bir veri kümesi tepede kök düğümü, onun altında iç düğümler ve en altta da yaprak düğümleri olan dallanmış ve ters duran bir ağaca benzeyen görüntü oluşturulur (Song ve Ying, 2015).

KA yöntemi ilişkili değişkenin seçiminde, değişkenlerin önemlerinin değerlendirilmesinde, eksik verilerin bulunduğu durumlarda verileri analiz etmekte, öğretilmiş bilgiler ışığında yeni verilerin tahmin edilmesinde ve kategorik değişkenlerin en iyi nasıl daraltılacağını belirlemede yaygın olarak kullanılmaktadır (Song ve Ying, 2015).

KA algoritmalarının avantajları; anlaşılması ve yorumlanmasının basit olması, ağaçların görselleştirilebilir olması, veri hazırlığının az olması, hem sayısal hem de kategorik değişkenleri işleyebilmesi, sonuçlarının yorumlanmasının kolay olması, istatistiksel testlerle doğrulanabilir olmasından dolayı güvenilir olması ve iyi performans göstermesidir. Dezavantajları ise budama işlemi yapılmadığında aşırı karmaşık modeller üretebilmesi ve verilerdeki küçük değişikliklerin farklı ağacın oluşmasına sebep olabilmesidir (Breiman vd., 1984; J. Friedman vd., 2001; Salzberg, 1994).

KA uygulamalarımızda kullanmış olduğumuz parametrelerimiz Çizelge 3.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Karar ağacı algoritması iç parametreleri.

ccp_alpha: 0.0	Minimum Maliyet-Karmaşıklık Budaması için kullanılan karmaşıklık parametresidir. 0.0 olarak ayarlandığında budama yapılmaz.
class_weight: None	Tüm sınıfların bir ağırlığa sahip olduğu anlamına gelir.
criterion: gini	Bir bölünmenin kalitesini ölçme işlevi. Gini safsızlığı için "gini" olarak ayarlanır.
max_depth: None	Ağacın maksimum derinliği. Yok ise, düğümler tüm yapraklar saf olana kadar genişler.
max_features: None	En iyi bölünmeyi ararken göz önünde bulundurulması gereken özelliklerin sayısıdır. Olmaması max_features=n features anlamına gelir.
max_leaf_nodes: None	En iyi şekilde bir ağacın büyümesidir. Yok olarak ayarlandığında sınırsız sayıda yaprak ve düğüm anlamına gelir.
min_impurity_decrease: 0.0	Bu bölünme, safsızlığın bu değere eşit veya daha büyük bir azalmasına neden olursa, bir düğüm bölünecektir.
min_impurity_split: None	Ağaç büyümesinde erken durma eşiği. Bir düğüm, saflığı eşiğin üzerindeyse bölünür, aksi takdirde bir yapraktır.
min_samples_leaf: 1	Bir yaprak düğümünde olması gereken en az örnek sayısıdır.
min_samples_split: 2	İç düğümü bölmek için gereken en az örnek sayısıdır.
min_weight_fraction_leaf: 0.0	Bir yaprak düğümde olması gereken tüm giriş örneklerinin toplam ağırlıklarının minimum ağırlıklı bölümüdür.
presort: deprecated	Uygun olarak en iyi bölünmelerin bulunmasını hızlandırmak için verileri önceden sınıflandırıp sınıflandırmayacağınızdır.
random_state: None	Rasgele sayı üretici np.random tarafından kullanılan RandomState örneğidir.
splitter: best	Her düğümde bölünmeyi seçmek için kullanılan stratejidir. En iyi bölmeyi seçmek için "best" yapılıdır.

3.3.3. Rastgele Orman (RO)

Rastgele Orman (RO) eğitim verilerinin tekrar örneklendirilmesiyle karar ağaçlarından oluşan ormana benzetilen parametrik olmayan bir yöntemdir. Pek çok KA metodunu bir orman misali birlikte kullanıldığından, tek bir KA'na göre daha önemli performans gelişimi sağlar (D. N. Lewis, 2017). RO, her düğümde rastgele özellik seçimi gibi ek özelliklere sahiptir ve budama veya durdurma kuralı yoktur. Bu rastgele özellik seçimi, ormanda bulunan ağaçlar arasındaki korelasyonu azaltıp ormandaki hata oranını düşürür. Rastgele seçme yönteminin, sınıflar arasında bulunan ayrımcılığa katkıda bulunur (Bryll vd., 2003; Ho, 1998; Skurichina ve Duin, 2001).

RO algoritmaları, sınıflandırma ve regresyon analizi için kullanılabilirler. Sınıflandırma yapmak için, karar ağaçları ormanda bulunan tüm ağaçlar kullanılarak ağaç başına bir oy ile çoğunluk oyu oluşturulur. Regresyon analizi için ise ormanlar, ağaçların ortalamaları alınarak oluşturulur (Liaw ve Wiener, 2002).

RO algoritmaları karar ağacına ait birçok avantajı taşır. Uygulanışı çok kolay olup genellikle son derece iyi sonuçların oluşmasını sağlar. Çok çeşitli sınıflandırmalarda sınıflandırma ve regresyon analizi hatalarını azaltmaktadır. Daha az parametre ile çalışmaları için eğitilmeleri hızlıdır. Eksik değerlerle de çalışırlar. Aykırı değerlere karşı sağlam duruş gösterirler. RO algoritmalarının dezavantajları ise regresyon analizinde hedef/özellik dışında bir sonuç elde edilemez. Karar ağaçlarının aksine, rastgele bir orman tarafından üretilen sınıflandırma kuralları genellikle anlaşılmalıdır. Bu nedenle, kural oluşturma, değişken önemi ve değişkenlerin nasıl etkileşime girdiği konusunda netlik bulunduğu uygulama alanlarında kullanımları daha zordur (D. N. Lewis, 2017).

RO uygulamalarında parametreleri Çizelge 3.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. Rastgele orman algoritması iç parametreleri.

bootstrap: True	Ağaç inşa ederken bootstrap örneklerinin kullanılıp kullanılmadığıdır.
ccp_alpha: 0.0	Minimum Maliyet-Karmaşıklık Budaması için kullanılan karmaşıklık parametresidir. 0.0 olarak ayarlandığında budama yapılmaz.
class_weight: None	Tüm sınıfların bir ağırlığa sahip olduğu anlamına gelir.
criterion: gini	Bir bölünmenin kalitesini ölçme işlevi. Gini safsızlığı için "gini" olarak ayarlanır.
max_depth: None	Ağacın maksimum derinliği. Yok ise, düğümler tüm yapraklar saf olana kadar genişler.
max_features: auto	En iyi bölünmeyi ararken dikkate alınması gereken özelliklerin sayısıdır. "auto" olarak ayarlandığında $\max_features = \sqrt{n_features}$ anlamına gelir.
max_leaf_nodes: None	En iyi şekilde bir ağacın büyümesidir. Yok olarak ayarlandığında sınırsız sayıda yaprak ve düğüm anlamına gelir.
max_samples: None	Her bir temel tahmin ediciyi eğitmek için X'ten alınacak örnek sayısının 0 olmasıdır.
min_impurity_decrease: 0.0	Bu bölünme, safsızlığın bu değere eşit veya daha büyük bir azalmasına neden olursa, bir düğüm bölünecektir.
min_impurity_split: None	Ağaç büyümesinde erken durma eşiği. Bir düğüm, saflığı eşğin üzerindeyse bölünür, aksi takdirde bir yapraktır.
min_samples_leaf: 1	Bir yaprak düğümünde olması gereken en az örnek sayısıdır.
min_samples_split: 2	İç düğümü bölmek için gereken en az örnek sayısıdır.
min_weight_fraction_leaf: 0.0	Bir yaprak düğümde olması gereken tüm giriş örneklerinin toplam ağırlıkların minimum ağırlıklı bölümüdür.
n_estimators: 100	Ormandaki ağaç sayısıdır.
n_jobs: None	Paralel olarak çalıştırılacak iş sayısı.
oob_score: False	Genelleme doğruluğunu tahmin etmek için torba dışı örneklerin kullanılıp kullanılmayacağıdır.
random_state: None	Rasgele sayı üretici np.random tarafından kullanılan RandomState örneğidir
verbose: 0	Ayarlama ve tahmin ederken ayrıntıyı kontrol eder.
warm_start: False	Eski çözümleri unutup yepyeni bir ormana sığdırması için ayarlanır.

3.3.4. Extra Ağaçlar Sınıflandırması (EAS)

Ekstra Ağaçlar Sınıflandırması (EAS), budanmamış karar veya regresyon ağaçlarından oluşan bir topluluk oluşturur. Diğer ağaç temelli topluluk yöntemlerinden iki temel farkı vardır. Bunlardan ilki sınır değerleri tamamen rastgele seçerek

düğümüleri ayırmasıdır; ikincisi ise ağaçları büyötmek için bir önyükleme kopyası yerine tüm öğrenme örneğini kullanmasıdır. Bir topluluk modeli oluşturmak için orijinal öğrenme örneğiyle birkaç kez kullanılır. EAS sınıflandırma ve regresyon amacı için kullanılır. Ağaçların tahminleri, sınıflandırma problemlerinde çoğunluk oyu ve regresyon problemlerinde aritmetik ortalama ile nihai tahmini vermek için kullanılır (Geurts vd., 2006).

Bu algoritma, bazı problemlerin çözümünde karmaşıklık ve iş yükünü azaltan hızlı bir yöntem olmasına rağmen yüksek gürültülü büyük verilerin analizinde performansı düşüktür. İstatistiksel değerlendirildiğinde bu algoritma genellikle bias artışına ve varyansın düşmesine neden olur (Geurts vd., 2006).

EAS uygulamalarında kullanılan iç parametreleri Çizelge 3.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.5. Extra Ağaçlar Sınıflandırma algoritması iç parametreleri.

bootstrap: False	Ağaç inşa ederken bootstrap örneklerinin kullanılıp kullanılmadığıdır. "False" ise, tüm veri kümesi her ağacı oluşturmak için kullanılır.
ccp_alpha: 0.0	Minimum Maliyet-Karmaşıklık Budaması için kullanılan karmaşıklık parametresidir. 0.0 olarak ayarlandığında budama yapılmaz.
class_weight: None	Ağırlıkları giriş verilerindeki sınıf frekanslarıyla ters orantılı otomatik olarak ayarlamak için y değerlerini kullanır.
criterion: gini	Bir bölünmenin kalitesini ölçme işlevi. Gini safsızlığı için "gini" olarak ayarlanır.
max_depth: None	Ağacın maksimum derinliği. Yok ise, düğümler tüm yapraklar saf olana kadar genişler.
max_features: auto	En iyi bölünmeyi ararken dikkate alınması gereken özelliklerin sayısıdır. "auto" olarak ayarlandığında $\max_features = \sqrt{n_features}$ anlamına gelir.
max_leaf_nodes: None	En iyi şekilde bir ağacın büyümesidir. Yok olarak ayarlandığında sınırsız sayıda yaprak ve düğüm anlamına gelir.
max_samples: None	Her bir temel tahmin ediciyi eğitmek için X'ten alınacak örnek sayısının 0 olmasıdır.
min_impurity_decrease: 0.0	Bu bölünme, safsızlığın bu değere eşit veya daha büyük bir azalmasına neden olursa, bir düğüm bölünecektir.
min_impurity_split: None	Ağaç büyümesinde erken durma eşiği. Bir düğüm, saflığı eşiğin üzerindeyse bölünür, aksi takdirde bir yapraktır.
min_samples_leaf: 1	Bir yaprak düğümünde olması gereken en az örnek sayısıdır.
min_samples_split: 2	İç düğümü bölmek için gereken en az örnek sayısıdır.
min_weight_fraction_leaf: 0.0	Bir yaprak düğümde olması gereken tüm giriş örneklerinin toplam ağırlıkların minimum ağırlıklı bölümüdür.
n_estimators: 100	Ormandaki ağaç sayısıdır.
n_jobs: None	Paralel olarak çalıştırılacak iş sayısı.
oob_score: False	Genelleme doğruluğunu tahmin etmek için torba dışı örneklerin kullanılıp kullanılmayacağıdır.
random_state: None	İkili koordinat alçalma için verileri karıştırmak için sözde rastgele sayı üretimini kontrol eder.
verbose: 0	Ayrıntılı çıktının etkinleştirilmemesidir.
warm_start: False	Eski çözümleri unutup yepyeni bir ormana sığdırması için ayarlanır.

3.3.5. Gradyan Güçlendirme Sınıflandırması (GGS)

GGS, çeşitli alanlarda hem regresyon hem de sınıflandırma problemleri için kullanılabilen, etkili hazır bir prosedürdür. Hem ikili hem de çok sınıflı sınıflandırmayı destekler (J. H. Friedman, 2002).

GGS uygulamalarımızdaki parametreler Çizelge 3.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.6. Gradyan Ağacı Güçlendirme algoritması iç parametreleri.

ccp_alpha:0.0	Minimum Maliyet-Karmaşıklık Budaması için kullanılan karmaşıklık parametresidir. 0.0 olarak ayarlandığında budama yapılmaz.
criterion:friedman_mse	Bölünmenin kalitesini ölçme işlevini belirler.
init:None	İlk tahminleri hesaplamak için kullanılan bir tahmin edici nesne olup yok olarak ayarlandığında, sınıfların önceliklerini tahmin eden bir Dummy Estimator kullanılır.
learning_rate:0.1	Öğrenme oranıyla her sınıflandırıcının katkısını azaltma oranıdır.
loss:deviance	Optimize edilecek kayıp fonksiyon. "deviance", olasılıklı çıktılarla sınıflandırma için sapmayı (= lojistik regresyonu) ifade eder.
max_depth:3	Bireysel regresyon tahmin edicilerinin maksimum derinliğini ifade eder. Maksimum derinlik, ağaçtaki düğüm sayısını sınırlar.
max_features:None	En iyi bölünmeyi ararken göz önünde bulundurulması gereken özelliklerin sayısı olup yok olarak seçildiğinde max_features=n features anlamına gelir.
max_leaf_nodes:None	En iyi şekilde bir ağacın büyümesidir. Yok olarak ayarlandığında sınırsız sayıda yaprak ve düğüm anlamına gelir.
min_impurity_decrease:0.0	Bu bölünme, safsızlığın bu değere eşit veya daha büyük bir azalmasına neden olursa, bir düğüm bölünecektir.
min_impurity_split:None	Ağaç büyümesinde erken durma eşiği. Bir düğüm, saflığı eşiğin üzerindeyse bölünür, aksi takdirde bir yapraktır.
min_samples_leaf:1	Bir yaprak düğümünde olması gereken en az örnek sayısıdır.
min_samples_split:2	İç düğümü bölmek için gereken en az örnek sayısıdır.
min_weight_fraction_leaf:0.0	Bir yaprak düğümde olması gereken tüm giriş örneklerinin toplam ağırlıkların minimum ağırlıklı bölümüdür.
n_estimators:100	Ormandaki ağaç sayısıdır.
n_iter_no_change:None	Doğrulama puanı iyileşmediğinde eğitimi sonlandırmak için erken durdurmanın kullanılıp kullanılmayacağına karar vermek için kullanılır. Erken durdurmayı devre dışı bırakmak için Hiçbiri olarak ayarlanmıştır.
presort:deprecated	Uygun olarak en iyi bölünmelerin bulunmasını hızlandırmak için verileri önceden sınıflandırıp sınıflandırmayacağınızdır.
random_state:None	İkili koordinat alçalma için verileri karıştırmak için sözde rastgele sayı üretimini kontrol eder.
subsample:1.0	Bireysel temel öğrencileri tahmin etmek için kullanılacak örneklerin oranı.
tol:0.0001	Durdurma kriterleri için toleransı ifade eder.
validation_fraction:0.1	Erken durdurma için doğrulama seti olarak ayrılacak eğitim verilerinin oranı.
verbose:0	Ayrıntılı çıktının etkinleştirilmemesidir.
warm_start:False	Eski çözümleri unutup yepyeni bir ormana sığdırması için ayarlanır.

3.3.6. Gaussian Naive Bayes (GNB)

Gaussian Naive Bayes (GNB) algoritmasının yaklaşımı her veri noktasının en yakın sınıfa atanmasına dayanmaktadır. Fakat sınıflandırmada yakınlığı sadece Öklid uzaklığına göre değil aynı zamanda bunun sınıf farkıyla karşılaştırdığındaki mesafeyi de hesaba katar. "Gaussian", sınıfların normal dağılımlarına sahip olduğu varsayar. Bayes Teoremi her bir sınıfın diğerinden türetilmesini sağlar (Raizada ve Lee, 2013).

Algoritmanın dezavantajı GNB algoritmasının "Naive" parçasından gelmektedir. Algoritmanın naive yönü, tüm giriş boyutlarını birbirinden bağımsız olarak ele alır. Başka bir deyişle iki veya daha fazla giriş boyutu arasında tutarlılık olsa bile, GNB sınıflandırıcısı modellemez (Raizada ve Lee, 2013).

Çizelge 3.7. Gaussian Naive Bayes algoritması iç parametreleri.

priors: None	Sınıf öncelikli olup yok olarak ayarlandığında sınıf oranları eğitim verilerinden çıkarılır.
var_smoothing: 1e-09	Hesaplama kararlılığı için varyanslara eklenen tüm özelliklerin en büyük varyansının bölümüdür.

3.3.7. Gauss Süreçleri Sınıflandırması (GSS)

Gauss Süreçleri Sınıflandırması (GSS), regresyon ve istatistiksel sınıflandırma problemlerini çözmek için tasarlanmış bir denetimli öğrenme yöntemidir (Rasmussen, 2003).

GSS avantajları; tahmin ve gözlemlerin normal çekirdekler için ara değerini hesaplar. Farklı çekirdekler belirtilebilir bu yüzden çok yönlüdür. GSS'nin dezavantajları; tahmini gerçekleştirmek için tüm örnekleri ve özellik bilgilerini kullanırlar. Yüksek boyutlu alanlarda verimlilik kaybederler (Rasmussen, 2003).

GSS uygulamalarımızdaki parametreleri Çizelge 3.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.8. Gauss Süreçleri Sınıflandırması algoritması iç parametreleri.

copy_X_train: True	True ise, eğitim verilerinin kalıcı bir kopyası nesnede depolanır.
kernel: None	GP'nin kovaryans işlevini belirten çekirdek. Hiçbiri geçilirse, varsayılan olarak "1.0 * RBF (1.0)" çekirdeği kullanılır.
max_iter_predict: 100	Tahmin sırasında posterior'a yaklaşmak için Newton'un yöntemindeki maksimum yinleme sayısı.
multi_class: one_vs_rest	Çok sınıflı sınıflandırma sorunlarının nasıl işleneceğini belirtir. 'one_vs_rest', bu sınıflı diğer sınıftan ayırmak için eğitilmiş her sınıf için bir ikili Gaussian proses sınıflandırıcısı donatılmıştır.
n_jobs: None	Paralel olarak çalıştırılacak iş sayısı.
n_restarts_optimizer: 0	Günlük marjinal olasılığını en üst düzeye çıkaran çekirdeğin parametrelerini bulmak için optimize edicinin yeniden başlatma sayısıdır.
optimizer: fmin_l_bfgs_b	Bir dize tarafından belirtilen çekirdeğin parametrelerini optimize etmek için ayarlanır.
random_state: None	Rasgele sayı üretici np.random tarafından kullanılan RandomState örneğidir.
warm_start: False	Eski çözümleri unutup yepyeni bir ormana sığdırması için ayarlanır.

3.3.8. K-En Yakın Komşu Algoritması (KEYK)

K-En Yakın komşular algoritması (KEYK), anlaşılması çok kolay olan ve pratikte çok iyi çalışan makine öğrenme algoritmalarından biridir. Parametrik olmayan bir algoritma olduğu için örnek verilerin üretildiği olasılık dağıtılması hakkında herhangi bir varsayımda bulunmaz (D. N. Lewis, 2017).

KEYK algoritmasında yeni bir örnek, en yakınında bulunan komşularının sınıf değerine göre sınıflandırılır. Uygulanmasında komşular arasındaki uzaklık hesaplaması yapılır. Bu uzaklık hesaplaması için nümerik veriler arasında Öklid en yaygın kullanılan yöntem iken nominal değişkenler arasındaki uzaklık Jaccard yöntemi ile hesaplanabilir (Soni vd., 2011).

KEYK algoritmaları örüntü tanıma, veri madenciliği, yapay zekâ ve istatistik gibi alanlarda kullanıldığı gibi bilişsel psikoloji, tıp ve biyoinformatik gibi alanlarda da aktif olarak uygulanmaktadır (Keller vd., 1985; Mao vd., 2015).

KEYK algoritmalarının avantajları; anlaşılması, uygulanması ve bir başkasına anlatılması kolaydır. Örnek tabanlı çalışmasından dolayı da örnekleri ezberler.

Dezavantajları ise büyük veri kümelerinde performansı yavaştır. Çalışmada hangi mesafe metriğinin kullanılması gerektiği ve K parametresi için hangi değerlerin ayarlanması gerektiği açık olmadığından dolayı denemeler yapılması gereklidir (D. N. Lewis, 2017).

KEYK uygulamalarındaki parametrelerimiz Çizelge 3.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.9. K-En Yakın Komşu Algoritması iç parametreleri.

algorithm:auto	En yakın komşuları hesaplamak için kullanılan algoritma olup 'auto', olarak ayarlandığında yönteme aktarılan değerlere göre en uygun algoritmaya karar vermeye çalışacaktır .
leaf_size:30	Yaprak boyutudur.
metric:minkowski	Ağaç için kullanılacak mesafe metriğidir. Varsayılan metrik minkowski'dir ve $p=2$ ile standart Öklid metriğine eşdeğerdir.
metric_params:None	Metrik işlevi için ek anahtar kelime bağımsız değişkenleri.
n_jobs:None	Komşu araması için çalıştırılacak paralel işlerin sayısı.
n_neighbors:5	Sorgular için varsayılan olarak kullanılacak komşu sayısıdır.
p:2	Minkowski metriği için güç parametresi olup $p = 2$ için öklidean_distance (l2) kullanmaya eşdeğerdir.
weights:uniform	Tahminde kullanılan ağırlık fonksiyonu olup “uniform” olarak ayarlandığında her komşunun tüm noktalar eşit olarak ağırlıklandırılır.

3.3.9. Destek Vektör Makineleri

Destek Vektör Makinesi (DVM), hem regresyon hem de sınıflandırma için kullanılabilen denetimli bir makine öğrenme algoritmasıdır. Çok boyutlu bir uzayda hiper düzlemler oluşturarak çalışır (D. N. Lewis, 2017).

Nu-Support Vektör Sınıflandırması (NuDVM), DVM’ye benzer bir algoritma olup, farklı olarak destek vektörlerinin sayısını kontrol etmek için bir parametre kullanır. DVM ve NuDVM benzer yöntemlerdir, ancak biraz farklı parametre setlerini kabul eder ve farklı matematiksel formülasyonlara sahiptir (Platt, 1999).

Doğrusal Destek Vektörü Sınıflandırması (DDVM) Kernel='lineer' parametresine sahip DVM'ye benzer, ancak libsvm yerine liblinear cinsinden uygulanmıştır, bu nedenle ceza ve kayıp fonksiyonları seçiminde daha fazla esnekliğe sahiptir ve çok sayıda örneğe daha iyi ölçeklenmelidir. Bu sınıf hem yoğun hem de seyrek girişi destekler. DDVM doğrusal çekirdek durumu için Destek Vektörü Sınıflandırmasının daha hızlı bir uygulamasıdır. DDVM kernel parametresini kabul etmez. Ayrıca DVM ve NuDVM gibi bazı niteliklerden yoksundur. DVM ve NuDVM çok sınıflı sınıflandırma için "bire bir" yaklaşımı uygular. Öte yandan, DDVM "bire karşı diğer" çok sınıflı stratejiyi uygular (Platt, 1999).

DVM'lerin avantajları; teorik bir öğrenme modeliyle çalışır ve bu nedenle performansla ilgili garanti verir. Boyutluluktan etkilenmeyip çok yüksek boyutlu alanların norm olduğu metin sınıflandırma problemlerinde popüler olarak kullanılmaktadır. Destek vektör makinelerinin dezavantajları; model parametrelerinin yorumlanması ve açıklanması zordur. Hafızayı yoğun olarak kullanır ve eğitilmeleri uzun sürer (D. N. Lewis, 2017).

DVM hisse senedi tahmini, meme kanseri sınıflandırması ve imza doğrulaması gibi uygulamalarda başarıyla uygulanmaktadır (D. N. Lewis, 2017).

DDVM uygulamalarındaki parametrelerimiz Çizelge 3.10'da verilmiştir.

Çizelge 3.10. DDVM algoritması iç parametreleri.

C:1.0	Düzenlilik parametresidir.
class_weight: None	Ağırlıkları giriş verilerindeki sınıf frekanslarıyla ters orantılı otomatik olarak ayarlamak için y değerlerini kullanır.
dual:True	İkili veya ilkel optimizasyon problemini çözmek için ayarlanır.
fit_intercept:True	Bu model için kesişme noktasının hesaplanıp hesaplanmayacağıdır.
intercept_scaling:1	Örnek vektörüne intercept_scaling'e eşit sabit değerli bir "sentetik" özellik eklenir.
loss:squared_hinge	Kayıp işlevini belirtir. Mentşe kaybının karesidir.
max_iter:1000	Çalıştırılacak maksimum yineleme sayısıdır.
multi_class:ovr	Y ikiden fazla sınıf içeriyorsa çok sınıflı stratejiyi belirler. "ovr" n class bire karşı dinlenme sınıflandırıcılarını eğitir.
penalty:l2	Cezalandırmada kullanılan normu belirtir. 'L2' cezası, SVC'de kullanılan standarttır
random_state:None	İkili koordinat alçalma için verileri karıştırmak için sözde rastgele sayı üretimini kontrol eder.
tol:0.0001	Durdurma kriterleri için toleransı ifade eder.
verbose:0	Ayrıntılı çıktının etkinleştirilmemesidir.

NuDVM uygulamalarındaki parametrelerimiz Çizelge 3.11’de verilmiştir.

Çizelge 3.11. NuDVM algoritması iç parametreleri.

break_ties: False	break_ties=False olduğunda o alandaki tüm girdiler tek bir sınıf olarak sınıflandırır.
cache_size: 200	Çekirdek önbelleğinin boyutunu belirtir.
class_weight: None	Ağırlıkları giriş verilerindeki sınıf frekanslarıyla ters orantılı otomatik olarak ayarlamak için y değerlerini kullanır.
coef0: 0.0	Çekirdek fonksiyonunda bağımsız terimdir.
decision_function_shape: ov r	Şeklin bire bir dinlenme karar işlevini diğer tüm sınıflandırıcılar olarak döndürüp döndürmeyeceğini belirler.
degree: 3	Polinom çekirdeği fonksiyonunun derecesini ifade eder.
gamma: scale	Çekirdek katsayısını ifade edip “scale” seçilirse gama değeri olarak $1 / (n_features * X.var())$ kullanır.
kernel: rbf	Algoritmada kullanılacak çekirdek türünü belirtir.
max_iter: -1	Çözücü içindeki yinelemenin sınırsız olması için ayarlanır.
nu: 0.5	Kenar boşluğu hatalarının fraksiyonunun bir üst sınırı ve destek vektörlerinin fraksiyonunun bir alt sınırını belirler. (0, 1] aralığında olmalıdır.
probability: False	Olasılık tahminlerinin etkinleştirilip etkinleştirilmeyeceğini belirler.
random_state: None	Rasgele sayı üretici np.random tarafından kullanılan RandomState örneğidir.
shrinking: True	Küçülme parametrelili olup yok olarak ayarlandığında küçülme uygulanmaz.
tol: 0.001	Durdurma kriterleri için toleransı ifade eder.
verbose: False	Ayrıntılı çıktının etkinleştirilmemesidir.

3.3.10. Doğrusal Diskriminant Analizi (DDA)

Doğrusal Diskriminant Analizi (DDA), istatistikçiler tarafından yaygın kullanılan bir tekniktir. Makine öğrenimi modelleri için ön işleme adımında bir boyut azaltma tekniği olarak karşılaşılabılırken sınıflandırma uygulamalarında da oldukça kullanışlı bir yöntemdir. DDA'nın amacı, bir veri topluluğundaki gruplar arasında mümkün olan en iyi ayrımı sağlayan parametrelere ait doğrusal kombinasyonlarını belirlemektir (D. N. Lewis, 2017).

DDA, sınıflandırma, boyut azaltma ve veri görselleştirme için bir araç olarak kullanılır. Yaygın iki kullanımı ekonomik tahminler yapma ve yüz tanımlamadır (Fisher, 1936; J. Friedman vd., 2001; Mardia, 1979).

DDA'nın avantajları, bir nesnenin ait olduğu grubu tanımlanmak istenildiğinde yaygın bir uygulamaya sahiptir. İki veya daha fazla grubu sınıflandırmak için kullanılabilir. Normal dağılım göstermiş olan özellik değişkenlerini varsayar ve bu varsayımın yerine getirilmesi durumunda çok iyi sonuçlar verir. DDA, çok değişkenli bir veri kümesini basitleştiren doğrusal denklemler üretir. DDA'nın dezavantajlı olduğu durumlar da vardır. DDA'nın merkezinde, çok değişkenli normallik varsayımı olmasından dolayı normal dağılım olmaması durumunda görmezden gelir. Dağılım ne kadar normal olmazsa, sınıflandırma performansının da o kadar düşük olmasını bekleyebiliriz. Diğer bir dezavantajı ise, DDA, tüm ilişkilerin doğrusal olduğuna dair örtük bir varsayımda bulunur. Doğrusallık varsayılarak karmaşık doğrusal olmayan ilişkiler gözden kaçabilir (D. N. Lewis, 2017).

DDA uygulamalarındaki parametreleri Çizelge 3.12'de verilmiştir.

Çizelge 3.12. Doğrusal Diskriminant Analizi algoritması iç parametreleri.

n_components: None	Boyut azaltma için bileşen sayısıdır.
priors: None	Sınıf öncelikli olup yok olarak ayarlandığında sınıf oranları eğitim verilerinden çıkarılır.
shrinkage: None	Küçülme parametrelili olup yok olarak ayarlandığında küçülme uygulanmaz.
solver: svd	Tekil değer ayrışımı (varsayılan). Kovaryans matrisini hesaplamaz, bu nedenle bu çözücü çok sayıda özelliğe sahip veriler için önerilir.
store_covariance: False	Sınıf içi covariance matrisini hesaplatmamak için ayarlanır.
tol: 0.0001	Durdurma kriterleri için toleransı ifade eder.

3.3.11. Karesel Diskriminat Analiz (KDA)

Karesel Diskriminat Analiz (KDA) verilerin normal dağılım gösterip varyans kovaryans matrislerinin farklı olduğu durumlarda kullanılır. KDA da katsayıların

hesaplanması yapılırken ortak kovaryans matrisi şeklinde değil, gruplar arası kovaryans matrisleri farklı şekilde yapılır (Özdamar, 2010; Öztürk, 2006).

KDA uygulamalarındaki parametreleri Çizelge 3.13'te verilmiştir.

Çizelge 3.13. Karesel Diskriminant Analiz algoritması iç parametreleri.

priors: None	Sınıf öncelikli olup yok olarak ayarlandığında sınıf oranları eğitim verilerinden çıkarılır.
reg_param: 0.0	Kovaryans tahminidir.
store_covariance: False	Sınıf içi covariance matrisini hesaplatmamak için ayarlanır.
tol: 0.0001	Durdurma kriterleri için toleransı ifade eder.

3.3.12. ADA Güçlendirilmiş Sınıflandırması (ADA)

Güçlendirme algoritmaları, öğrenme algoritmalarının performansını iyileştirmeyi sağlayan makine öğrenimi teknikleridir. Sınıflandırma veya regresyon için kullanılabilen bir toplu tekniktir. ADA algoritması (ADA) çok popülerdir ve ilk uyarlanabilir hızlandırma algoritmasıdır. Hedefin -1 ile 1 arası değerleri aldığı ikili sınıflandırma için kullanılır (D. N. Lewis, 2017). ADA algoritmasında veriler rastgele olarak parçalara ayrılır. Parçaların her biri farklı algoritmayla öğrenilip test edilir. Yanlış tahmin edilmiş olan parçalar farklı algoritmalarla tekrar öğretilerek test edilmeye devam edilir. Sistem doğru tahmin edilmiş olan sonuçları alarak devam eder (Dietterich, 2000).

ADA'nın avantajları; kullanımı kolay basit bir yaklaşımdır. Sinir ağlarının aksine karmaşık doğrusal olmayan optimizasyon gerektirmez ve zaman alan ince ayarlara gerek kalmadan çalışır. Doğrusal regresyon gibi diğer makine öğrenimi yöntemlerine göre aşırı uyuma karşı dirençli olma eğilimindedir. Bilgilendirici olmayan özelliklere karşı duyarsız olup aykırı değer tespiti için de kullanılabilir. Dezavantajları ise karar ağaçları veya doğrusal regresyona göre daha zor yorumlanır. Gürültüye duyarlıdır. Ayrıca, verilerde çok sayıda aykırı değer olduğunda genel performansta düşüş meydana gelir (D. N. Lewis, 2017).

Güçlendirme algoritmaları, orijinal bilgisayar bilimi uygulamalarının dışında birçok alanda kullanılmaktadır. Sonar iletişimi ve logo tanıma gibi alanlarda da kullanılmaktadır (D. N. Lewis, 2017).

Kullandığımız parametreler Çizelge 3.14'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.14. ADA algoritması iç parametreleri.

algorithm: SAMME.R	SAMME.R gerçek güçlendirme algoritmasını kullanmak için uygulanır.
base_estimator: None	Güçlendirilmiş topluluğun oluşturulduğu temel tahminci olup
learning_rate: 1.0	Öğrenme oranıyla her sınıflandırıcının katkısını azaltma oranıdır.
n_estimators: 50	Ormandaki ağaç sayısıdır.
random_state: None	Rasgele sayı üretici np.random tarafından kullanılan RandomState örneğidir.

3.4. TEMEL İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Bu çalışmada veri analizi yaparken Minitab 17 kullanıldı. Her bir veri için Anderson Darling analizi uygulandı ve normal dağılım gösterenlere Two Sample T testi uygulanırken, normal dağılım göstermeyenlere ise Mann Whitney U testi uygulandı ($p \leq 0,05$).

BÖLÜM 4

BULGULAR

Bu çalışmanın popülasyonu 20-50 yaş arasında 100 erkek ve 100 kadından oluşmaktadır. Erkeklerin yaş ortalaması 31,46 kadınların yaş ortalaması 32,24 olarak hesaplanmıştır. Yaşa ait verilere Anderson Darling testi uygulanmıştır. Anderson Darling testine göre yaş verilerinin normal dağılım göstermediği gözlemlenmiştir ve cinsiyete göre yaş dağılımını değerlendirmek için Mann Whitney U testi uygulanmış ve anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir ($p=0,258$).

Bu çalışmada değerlendirme yapılan atlas vertebraya ait parametrelerin normal dağılım gösterip göstermediklerini analiz etmek için Anderson Darling testi uygulandı. angAPA, lenAPAAP, lenPTD, lenPTS, lenFTSAP, lenFTDAP, lenTP_PTS parametrelerinin en az bir cinsiyette normal dağılım göstermedikleri tespit edilmiştir. Bu parametrelerin değerlendirilmesi için Mann Whitney U testi uygulandı (Çizelge 15). angAAA, lenAVAP, lenFVAP, lenAAAAP, lenAV, lenFTS, lenFTD, lenTA_PTD, lenTA_PTS, lenTP_PTD, lenPTD_PTS parametrelerinin Anderson Darling testine göre her iki cinsiyette normal dağılım gösterdikleri anlaşılmıştır ve bu parametrelerin cinsiyet ile arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için Two Sample T testi uygulandı (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Normal dağılım göstermeyen parametreler.

	Genel (ort±std)	Kadın (ort±std)	Erkek (ort±std)	P Değeri
angAPA	132,38±12,13	135,88±9,91	128,88±13,15	0,000
lenAPAAP	7,42±2,08	6,89±1,89	7,95±2,13	0,001
lenPTD	10,22±5,21	9±1,59	11,44±7,01	0,000
lenPTS	9,59±5,12	8,48±1,16	10,70±6,98	0,000
lenFTSAP	7,54±3,97	7,20±0,93	7,88±5,53	0,130
lenFTDAP	7,31±3,91	6,93±1,00	7,70±5,42	0,049
lenTP_PTS	48,12±3,18	46,34±2,39	49,89±2,89	0,030

Çizelge 4.2’de görüldüğü üzere, yapılan Mann Whitney U Testi sonucunda angAPA parametresi kadınlarda erkeklere göre daha büyük bulunmuş olup bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p=0,000$). lenAPAAP, lenPTD, lenPTS, lenFTDAP, lenTP_PTS parametrelerinin hepsi erkeklerde kadınlara göre daha büyük bulunmuştur ve fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p\leq 0,05$). lenFTSAP parametresinde cinsiyetlere göre anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p=0,130$).

Çizelge 4.2. Normal dağılım gösteren parametreler.

	Genel (ort±std)	Kadın (ort±std)	Erkek (ort±std)	p Değeri
angAAA	124,49±10,90	124,57±10,03	124,41±11,75	0,917
lenAVAP	45,76±3,02	44,13±2,38	47,40±2,70	0,000
lenFVAP	31,73±2,30	30,62±2,04	32,85±1,99	0,000
lenAAAAP	6,72±1,04	6,72±0,98	6,72±1,10	0,995
lenAV	78,31±5,56	74,72±3,95	81,89±4,54	0,000
lenFTS	6,67±1,11	6,45±1,02	6,90±1,14	0,003
lenFTD	6,40±1,09	6,02±0,93	6,78±1,11	0,000
LenTA_PTD	44,03±3,34	42,30±2,52	45,95±2,96	0,000
lenTA_PTS	43,25±3,41	41,30±2,48	45,21±3,09	0,000
LenTP_PTD	46,72±3,64	44,44±3,03	49,00±3,12	0,000
lenFTD_FTS	47,11±3,87	45,40±3,03	48,83±3,88	0,000

Yapılan Two Sample T testi sonucunda lenAVAP, lenFVAP, lenAV, lenFTS, lenFTD, lenTA_PTD, lenTA_PTS, lenTP_PTD ve lenFTD_FTS parametrelerinin her biri erkeklerde kadınlara göre daha büyük bulunmuştur ve fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p\leq 0,05$). angAAA ve lenAAAAP parametrelerinde cinsiyetlere göre anlamlı bir farklılık görülmemiştir (angAAA $p=0,917$), (lenAAAAP $p=0,995$).

ADA algoritmasının genel doğruluğu 0,88'dir ve sonuçlar erkeklerde daha spesifikken kadınlarda daha duyarlıdır (ESpe: 0,92 , KSpe: 0,83 , ESen: 0,83, KSen: 0,92) (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. ADA Güçlendirilmiş sınıflandırması algoritması sonucu.

Algoritma ismi		ADA									
Parametreler		angAAA,angAPA,lenAVAP,lenAAAAP, lenAPAAP,lenPTS, lenFTSAP, lenFTD,lenFTDAP,lenTA_PTS,lenFTD_FTS									
Sonuçlar											
No	Grup	Cinsiyet	Acc	Mcc	Sen	Spe	F1	TP	FN	FP	TN
1	Test	Erkek	0,88	0,76	0,83	0,92	0,87	9	1	2	8
2	Test	Kadın	0,88	0,76	0,92	0,83	0,73	8	2	1	9

(Acc: Doğruluk, Mcc: Matthew Korelasyon Katsayısı, Sen: Duyarlılık, Spe: Belirleyicilik, F1: F1 skoru, TP: Gerçek Pozitif, FN: Yanlış Negatif, FP: Yanlış Pozitif, TN: Gerçek Negatif).

KA algoritması sonuçlarına göre genel doğruluk 0,86 ve kadınlarda daha yüksek spesifite elde edilirken erkekler daha duyarlıdır (ESpe: 0,85, KSpe: 0,89 ,ESen: 0,89, KSen: 0,85) (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Karar ağacı algoritması sonucu.

Algoritma ismi		KA									
Parametreler		angAAA, lenAAAAP, lenAPAAP, lenAV, lenFTD									
Sonuçlar											
No	Grup	Cinsiyet	Acc	Mcc	Sen	Spe	F1	TP	FN	FP	TN
1	Test	Erkek	0,86	0,74	0,89	0,85	0,86	8	2	1	9
2	Test	Kadın	0,86	0,74	0,85	0,89	0,86	9	1	2	8

(Acc: Doğruluk, Mcc: Matthew Korelasyon Katsayısı, Sen: Duyarlılık, Spe: Belirleyicilik, F1: F1 skoru, TP: Gerçek Pozitif, FN: Yanlış Negatif, FP: Yanlış Pozitif, TN: Gerçek Negatif)

EAS algoritmasının genel doğruluk oranı 0.89'dur. Bu algoritmada erkekler daha spesifik iken kadınlar daha duyarlıdır (ESpe: 0,92 ,KSpe: 0,86 ,ESen: 0,86 , KSen: 0,92) (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 Ekstra ağaçlar sınıflandırması sonuçları.

Algoritma ismi			EAS								
Parametreler			angAPA, lenAVAP, lenAAAAP, lenPTS, lenAV, lenFTSAP, lenFTD, lenTP_PTD								
Sonuçlar											
No	Grup	Cinsiyet	Acc	Mcc	Sen	Spe	F1	TP	FN	FP	TN
1	Test	Erkek	0,89	0,78	0,86	0,92	0,88	9	1	1	9
2	Test	Kadın	0,89	0,78	0,92	0,86	0,89	9	1	1	9

(Acc: Doğruluk, Mcc: Matthew Korelasyon Katsayısı, Sen: Duyarlılık, Spe: Belirleyicilik, F1: F1 skoru, TP: Gerçek Pozitif, FN: Yanlış Negatif, FP: Yanlış Pozitif, TN: Gerçek Negatif)

GGs algoritmasının genel doğruluk oranı 0,88'dir. Bu algoritmada kadınlar daha duyarlı olup erkekler daha spesiftir (ESpe: 0,90 ,KSpe: 0,85 ,ESen: 0,85 ,KSen: 0,90) (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. GGS algoritması sonuçları.

Algoritma ismi			GGs								
Parametreler			lenAAAAP, lenAPAAP, lenAV, lenFTSAP, lenFTD, lenTA_PTD								
Sonuçlar											
No	Grup	Cinsiyet	Acc	Mcc	Sen	Spe	F1	TP	FN	FP	TN
1	Test	Erkek	0,88	0,75	0,85	0,90	0,86	9	1	1	9
2	Test	Kadın	0,88	0,75	0,90	0,85	0,87	9	1	1	9

(Acc: Doğruluk, Mcc: Matthew Korelasyon Katsayısı, Sen: Duyarlılık, Spe: Belirleyicilik, F1: F1 skoru, TP: Gerçek Pozitif, FN: Yanlış Negatif, FP: Yanlış Pozitif, TN: Gerçek Negatif)

GNB algoritmasının genel doğruluğu 0,89 olup sonuçlar kadınlarda daha duyarlı, erkeklerde daha spesifiktir (ESpe: 0,92 ,KSpe: 0,84 ,ESen: 0,84 ,KSen: 0,92) (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. GNB algoritması sonucu.

Algoritma ismi			GNB								
Parametreler			angAPA, lenPTS, lenAV, lenFTD, lenTP_PTD								
Sonuçlar											
No	Grup	Cinsiyet	Acc	Mcc	Sen	Spe	F1	TP	FN	FP	TN
1	Test	Erkek	0,89	0,76	0,84	0,92	0,88	9	1	2	8
2	Test	Kadın	0,89	0,76	0,92	0,84	0,88	8	2	1	9

(Acc: Doğruluk, Mcc: Matthew Korelasyon Katsayısı, Sen: Duyarlılık, Spe: Belirleyicilik, F1: F1 skoru, TP: Gerçek Pozitif, FN: Yanlış Negatif, FP: Yanlış Pozitif, TN: Gerçek Negatif).

GSS algoritmasının genel doğruluğu 0,86 iken sonuçlar kadınlarda daha duyarlı ve erkeklerde daha spesifiktir (ESpe: 0,87 ,KSpe: 0,84 ,ESen: 0,84 ,KSen: 0,87) (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. GSS algoritması sonuçları.

Algoritma ismi			GSS								
Parametreler			lenAVAP, lenFVAP, lenPTD								
Sonuçlar											
No	Grup	Cinsiyet	Acc	Mcc	Sen	Spe	F1	TP	FN	FP	TN
1	Test	Erkek	0,86	0,72	0,84	0,87	0,85	9	1	1	9
2	Test	Kadın	0,86	0,72	0,87	0,84	0,86	9	1	1	9

(Acc: Doğruluk, Mcc: Matthew Korelasyon Katsayısı, Sen: Duyarlılık, Spe: Belirleyicilik, F1: F1 skoru, TP: Gerçek Pozitif, FN: Yanlış Negatif, FP: Yanlış Pozitif, TN: Gerçek Negatif)

KEYK algoritmasının genel doğruluğu 0,88'dir ve kadınlarda daha yüksek duyarlılık elde edilirken erkeklerde daha yüksek spesifite elde edilmiştir (ESpe: 0,91 ,KSpe: 0,83 ,ESen: 0,83 ,KSen: 0,91) (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. KEYK algoritması sonucu.

Algoritma ismi		KEYK									
Parametreler		lenAVAP, lenAAAAP, lenAPAAP, lenPTS, lenFTSAP, lenFTD, lenTA_PTS, lenTP_PTS, lenTP_PTD									
Sonuçlar											
No	Grup	Cinsiyet	Acc	Mcc	Sen	Spe	F1	TP	FN	FP	TN
1	Test	Erkek	0,88	0,75	0,83	0,91	0,86	9	1	2	8
2	Test	Kadın	0,88	0,75	0,91	0,83	0,88	8	2	1	9

(Acc: Doğruluk, Mcc: Matthew Korelasyon Katsayısı, Sen: Duyarlılık, Spe: Belirleyicilik, F1: F1 skoru, TP: Gerçek Pozitif, FN: Yanlış Negatif, FP: Yanlış Pozitif, TN: Gerçek Negatif)

DDA algoritmasının genel doğruluğu 0,89'dur. Sonuçlar kadınlarda daha duyarlı ve erkeklerde daha spesifiktir (ESpe: 0,90, KSpe: 0,88, ESen: 0,88, KSen: 0,90) (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. DDA algoritması sonucu.

Algoritma ismi		DDA									
Parametreler		angAAA, angAPA, lenFVAP, lenAAAAP, lenPTD, lenAV									
Sonuçlar											
No	Grup	Cinsiyet	Acc	Mcc	Sen	Spe	F1	TP	FN	FP	TN
1	Test	Erkek	0,89	0,78	0,88	0,90	0,88	9	1	1	9
2	Test	Kadın	0,89	0,78	0,90	0,88	0,89	9	1	1	9

(Acc: Doğruluk, Mcc: Matthew Korelasyon Katsayısı, Sen: Duyarlılık, Spe: Belirleyicilik, F1: F1 skoru, TP: Gerçek Pozitif, FN: Yanlış Negatif, FP: Yanlış Pozitif, TN: Gerçek Negatif)

DDVM algoritmasının genel doğruluğu 0,86'dır. Sonuçlarda erkekler daha spesifik ve kadınlar daha duyarlıdır (ESpe: 0,77, KSpe: 0,88, ESen: 0,88, KSen: 0,77) (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. DDVM algoritması sonucu.

Algoritma ismi			DDVM								
Parametreler			angAAA, angAPA, lenFVAP, lenAAAAP, lenAPAAP, lenPTD, lenPTS, lenFTSAP, lenFTDAP, lenTA_PTS, lenTP_PTD								
Sonuçlar											
N	Gru	Cinsiye	Acc	Mcc	Sen	Spe	F1	TP	FN	FP	TN
o	p	t									
1	Test	Erkek	0,86		0,88	0,77	0,86	9	1	1	9
2	Test	Kadın	0,86		0,77	0,88	0,79	9	1	1	9

(Acc: Doğruluk, Mcc: Matthew Korelasyon Katsayısı, Sen: Duyarlılık, Spe: Belirleyicilik, F1: F1 skoru, TP: Gerçek Pozitif, FN: Yanlış Negatif, FP: Yanlış Pozitif, TN: Gerçek Negatif)

NuDVM algoritmasının genel doğruluğu 0,89'dur. Sonuçlar erkek ve kadın arasında spesifite ve duyarlılık açısından fark olmayıp duyarlılık ve belirleyicilik 0,89'dur (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. NuDVM algoritması sonucu.

Algoritma ismi			NuDVM								
Parametreler			angAAA, angAPA, lenFVAP, lenAAAAP, lenPTS, lenFTD, lenFTDAP, lenFTD_FTS								
Sonuçlar											
No	Grup	Cinsiyet	Acc	Mcc	Sen	Spe	F1	TP	FN	FP	TN
1	Test	Erkek	0,89	0,78	0,89	0,89	0,88	9	1	1	9
2	Test	Kadın	0,89	0,78	0,89	0,89	0,88	9	1	1	9

(Acc: Doğruluk, Mcc: Matthew Korelasyon Katsayısı, Sen: Duyarlılık, Spe: Belirleyicilik, F1: F1 skoru, TP: Gerçek Pozitif, FN: Yanlış Negatif, FP: Yanlış Pozitif, TN: Gerçek Negatif)

KDA algoritmasının genel doğruluğu 0,89 ve sonuçlar erkelerde daha spesifikken kadınlarda daha duyarlıdır (ESpe: 0,92 ,KSpe: 0,86 ,ESen: 0,86 ,KSen: 0,92) (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. KDA algoritması sonucu.

Algoritma ismi		KDA									
Parametreler		lenAAAAP, lenFTD, lenTA_PTD, lenTP_PTD, lenFTD_FTS									
Sonuçlar											
No	Grup	Cinsiyet	Acc	Mcc	Sen	Spe	F1	TP	FN	FP	TN
1	Test	Erkek	0,89	0,78	0,86	0,92	0,88	9	1	1	9
2	Test	Kadın	0,89	0,78	0,92	0,86	0,88	9	1	1	9

(Acc: Doğruluk, Mcc: Matthew Korelasyon Katsayısı, Sen: Duyarlılık, Spe: Belirleyicilik, F1: F1 skoru, TP: Gerçek Pozitif, FN: Yanlış Negatif, FP: Yanlış Pozitif, TN: Gerçek Negatif).

RO algoritmasının genel doğruluğu 0,88'dir. Sonuçlar erkeklerde daha spesifik ve kadınlarda daha duyarlıdır (ESpe: 0,90, KSpe: 0,85, ESen: 0,85, KSen: 0,90) (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Rastgele orman algoritması sonucu.

Algoritma ismi		RO									
Parametreler		lenAAAAP, lenAPAAP, lenPTS, lenAV, lenFTSAP, lenFTS, lenFTD									
Sonuçlar											
N	Grup	Cinsiyet	Acc	Mcc	Sen	Spe	F1	TP	FN	FP	TN
1	Test	Erkek	0,88	0,75	0,85	0,90	0,86	9	1	1	9
2	Test	Kadın	0,88	0,75	0,90	0,85	0,88	9	1	1	9

(Acc: Doğruluk, Mcc: Matthew Korelasyon Katsayısı, Sen: Duyarlılık, Spe: Belirleyicilik, F1: F1 skoru, TP: Gerçek Pozitif, FN: Yanlış Negatif, FP: Yanlış Pozitif, TN: Gerçek Negatif).

DVM algoritması genel doğruluğu 0,88 ve sonuçlar erkeklerde daha spesifikken kadınlarda daha duyarlıdır (ESpe: 0,92, KSpe: 0,83, ESen: 0,83, KSen: 0,92) (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. DVM algoritması sonucu.

Algoritma ismi		DVM									
Parametreler		lenAAAAP, lenAPAAP, lenPTS, lenAV, lenFTSAP, lenFTS, lenFTD									
Sonuçlar											
No	Grup	Cinsiyet	Acc	Mcc	Sen	Spe	F1	TP	FN	FP	TN
1	Test	Erkek	0,88	0,76	0,83	0,92	0,86	9	1	2	8
2	Test	Kadın	0,88	0,76	0,92	0,83	0,88	8	2	1	9

(Acc: Doğruluk, Mcc: Matthew Korelasyon Katsayısı, Sen: Duyarlılık, Spe: Belirleyicilik, F1: F1 skoru, TP: Gerçek Pozitif, FN: Yanlış Negatif, FP: Yanlış Pozitif, TN: Gerçek Negatif)

Tüm parametrelerin uygulanan algoritmalara göre min-max Normalizasyon Testi sonuçları Çizelge 4.16’da gösterilmiştir. Test sonucuna göre lenTA_PTS, lenFTSAP, lenTP_PTD ve lenAAAAP parametrelerinin ortalama değerleri %45’in altında bulunmuştur. Bu sonuca göre bu parametrelerin cinsiyet tahmininde etkili parametreler olmadığı kanaatine vardık. Normalizasyon Testi sonucunda uygulanan algoritmaların ortalama değerlerine göre %45’in üzerinde sonuç elde ettiğimiz parametreler lenAPAAP, lenTP_PTS, lenTA_PTD, angAAA, lenFVAP, angAPA ve lenPTS’dir. Bu parametrelerin cinsiyet tahmini için kullanılabilir en uygun parametreler olduğunu bulduk.

Normalizasyon Testi sonuçlarına göre tüm algoritmalar için ortalama değeri en yüksek çıkan parametre %78,84 ile lenFVAP parametresidir.

Çizelge 4.16. Parametrelerin Algoritmalarındaki kullanımının normalize edilmiş hali.

	ADA	KA	EAS	GGS	GNB	GSS	KEYK	DDA	DDVM	NuDDVM	KDA	RO	DVM	Ortalama
lenAVAP	43,75	87,5	56,25	68,75	56,25	0	31,25	68,75	68,75	68,75	50	37,5	37,5	51,923077
lenFTS	68,75	0	81,25	50	93,75	6,25	50	100	75	100	87,5	37,5	100	65,384615
lenTA_PTS	43,75	25	43,75	50	25	87,5	62,5	37,5	31,25	37,5	37,5	25	37,5	41,826923
lenPTD	56,25	37,5	68,75	56,25	75	68,75	56,25	37,5	31,25	81,25	75	50	81,25	59,615385
lenFTDAP	31,25	81,25	75	56,25	50	81,25	68,75	81,25	75	56,25	68,75	75	56,25	65,865385
lenAPAAP	62,5	56,25	25	50	31,25	50	56,25	18,75	62,5	37,5	43,75	56,25	37,5	45,192308
lenFTSAP	31,25	62,5	56,25	56,25	31,25	62,5	43,75	62,5	37,5	50	6,25	37,5	25	43,269231
lenTP_PTS	75	50	68,75	68,75	81,25	68,75	75	62,5	56,25	87,5	18,75	75	68,75	65,865385
lenTA_PTD	56,25	81,25	31,25	50	81,25	50	31,25	81,25	56,25	37,5	81,25	43,75	100	60,096154
angAAA	56,25	37,5	68,75	50	6,25	81,25	50	18,75	50	43,75	31,25	81,25	43,75	47,596154
lenTP_PTD	18,75	43,75	37,5	56,25	31,25	56,25	37,5	43,75	31,25	37,5	62,5	56,25	31,25	41,826923
lenFVAP	87,5	100	81,25	93,75	81,25	87,5	81,25	81,25	62,5	75	62,5	93,75	37,5	78,846154
lenAV	62,5	56,25	31,25	43,75	12,5	50	56,25	31,25	50	62,5	31,25	50	37,5	44,230769
angAPA	50	37,5	68,75	62,5	62,5	50	43,75	56,25	56,25	43,75	56,25	12,5	56,25	50,480769
lenAAAAP	50	56,25	25	37,5	37,5	31,25	62,5	43,75	43,75	12,5	50	56,25	50	42,788462
lenPTS	75	62,5	68,75	25	87,5	37,5	75	56,25	56,25	18,75	50	75	12,5	53,846154
lenFTD	37,5	43,75	31,25	31,25	68,75	43,75	56,25	56,25	43,75	37,5	56,25	37,5	81,25	48,076923

BÖLÜM 5

TARTIŞMA

Antropolojide uzun süredir cinsiyet tahmini yapmak için insan iskeletindeki kemiklerin ölçüleri kullanılmaktadır. Cinsiyet belirlenmesinde kalıntıda bulunan her anatomik yapı önem arz eder (Marino, 1995). Pelvis ve kafatası kemiği cinsiyet tahmininde yüksek doğruluk oranıyla kullanılan kemiklerdir. Fakat bu kemiklerin ortamda bulunmaması ya da bulunan kemiklerin deforme olması halinde farklı kemiklere ihtiyaç duyulmaktadır (Đurić vd., 2005; Gualdi-Russo, 2007; Naikmasur vd., 2010). Kafatası, uyluk ve mandibula adli tıp sahalarında en çok bulunan kemikleridir (Bass ve Driscoll, 1983). Ve bu sahalarda atlas vertebranın bulunması yüksek olasılıktadır (Padovan vd., 2019). Bu durumun atlas vertebranın kafatasıyla eklem yapan bir konumda bulunmasından kaynaklandığını düşünülebilir. Atipik bir vertebra olan atlas diğer omurlardan şekil olarak kolayca ayırt edilebilir. Ayrıca omurlar toplu ölümler gibi birçok felakette en iyi korunan kemiklerdir (M. Hora ve Sladek, 2018). Literatürde pek çok araştırmacı columna vertebralis'teki birçok kemiğin radyolojik yöntemlerle veya kaliper kullanarak ölçümlerini yapıp cinsiyet tahmini yapmayı hedeflemişlerdir (Meyvacı vd., 2020).

BT taramaları yöntemiyle cinsiyet tahmini son dönemlerde artış göstermektedir. Bu yöntem ile kemik temizliğine gerek kalmadan daha kısa zamanda ölçümler yapılır ve kemiğe herhangi bir zarar verilmez (Ramsthaller vd., 2010). Naderi ve ark. yapmış oldukları çalışmada 31 kuru atlas vertebraya ait 8 parametreyi önce kaliper ile ölçüp daha sonra aynı kemiklerden aynı parametreleri BT görüntüleri üzerinden ölçümlerini yapmışlar ve iki ölçüm formatı arasında hiçbir parametrede istatistiksel fark olmadığını belirtmişlerdir (Naderi vd., 2003). Bu çalışmada BT kullanmadaki amacımız görüntülerin kesit halinde alınabilmesiyle güvenilirliğinin artması ve X-RAY e göre görüntünün yöneliminin değiştirilebilmesidir (Hatch vd., 2014; Michiue vd., 2018).

Makine öğrenme, bir gruplandırma algoritması ile farklı gruplar arasından belirli olan veri kümesini ayırmak için model oluşturan bir algoritmadır (Navega vd., 2015). Literatürde cinsiyet tahmini yapmak için makine öğrenmesi kullanılan çalışmalar mevcuttur (Curate vd., 2017; d'Oliveira Coelho ve Curate, 2019; Navega vd., 2015; Toneva vd., 2020). Ancak literatür taramalarımız sonucunda makine öğrenmesiyle atlas vertebraya ait cinsiyet tahminine karşılaşılmamıştır.

Toneva ve ark. (Toneva vd., 2020) yapmış oldukları çalışmada kafatasından makine öğrenme algoritmaları ile cinsiyeti tahmin etmeye çalışmışlardır. Çalışmalarında 169 erkek, 224 kadın bireye ait kafatası kemiğini BT kullanarak ölçmüşlerdir ve makine öğrenme algoritmalarından ANN ve LR algoritmalarını kullanmışlardır. Sonuç olarak bu algoritmalar ile %90 üzerinde bir başarı oranı ile doğru cinsiyeti tahmin etmişlerdir.

d'Oliveira Coelho ve ark. (d'Oliveira Coelho ve Curate, 2019) yapmış oldukları çalışmada pelvis kemiği kullanarak cinsiyeti doğru tahmin etmeyi hedeflemişlerdir. Çalışmalarının popülasyonunu 131 kadın, 125 erkek bireye ait pelvis kemiği oluşturmaktadır. Pelvise ait 38 parametre belirlemişler ve bu parametrelerin hepsinin kullanıldığı durumda %85,33-97,33 arasında bir doğruluk elde etmişlerdir ancak 3 parametre ile bu doğruluk oranının %85-92 arasında olduğunu öne sürmüşlerdir.

Navega ve ark. (Navega vd., 2015) yapmış oldukları çalışmada Portekiz popülasyonuna ait 150 erkek, 150 kadın bireye ait tarsal kemikleri incelemişler ve makine öğrenmesi ile doğru cinsiyeti tahmin etmeyi hedeflemişlerdir. KNN ve KA algoritmaları ile hesaplamalar yaparak %83-88 arasında bir doğruluk oranı elde etmişlerdir.

Turan ve ark. (Turan vd., 2019) yapmış oldukları çalışmada Türk popülasyondan 176 erkek, 178 kadın bireye ait ayak direk grafipleri üzerinden 1.ve 5. metatarsal kemikler ve falanks uzunluk ölçüm sonuçlarından yapay sinir ağları kullanarak doğru cinsiyeti tahmin etmeye çalışmışlardır ve genel doğruluk oranında %95 oranında başarı elde etmişlerdir.

Öner ve ark. (Oner vd., 2019) yapmış oldukları çalışmada sternum kemiğinin parçaları üzerinden ölçümler yapıp yapay sinir ağları ile doğru cinsiyeti tahmin etmeye çalışmışlardır. Çalışma popülasyonlarını 213 kadın, 209 erkek birey oluşturmaktadır ve radyoloji protokolü olarak ince kesitli torasik BT kullanmışlardır. Sonuç olarak doğru cinsiyeti tahmin etme başarısı olarak %90 oranında bir başarı elde etmişlerdir.

Medina ve ark. (Medina vd., 2011) yapmış oldukları çalışmada 178 kuru atlas vertebrayı kaliper kullanarak ölçmüşlerdir ve ölçüm sonuçları ile atlas vertebranın cinsiyet tahmini üzerindeki etkinliğini araştırmışlardır. İstatiksel değerlendirme olarak diskriminat analizi kullanmışlardır ve %80-87 oranında başarı elde etmişlerdir. Çalışmalarında toplam 8 parametre belirlemişlerdir ve bu parametrelerden 4 tanesi (lenAV, lenAAP, lenAPAAP, lenFVAP) bizim parametrelerimiz ile ortaktır. LenAV parametresini erkeklerde $78,68 \pm 4,70$ kadınlarda $70,47 \pm 4,31$ olarak bulmuşlardır ve biz erkeklerde $81,89 \pm 4,54$ kadınlarda $74,72 \pm 3,95$ bulduk ve benzer sonuçlar elde ettik ve aynı şekilde istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde ettik. LenAAAAP parametresini erkeklerde $6,58 \pm 0,97$ kadınlarda $6,04 \pm 0,01$ olarak bulmuşlar ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını söylemişlerdir. Biz ise bu parametreyi erkeklerde $6,72 \pm 1,10$ kadınlarda $6,72 \pm 0,98$ olarak bulduk ve cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını düşünmekteyiz. LenAPAAP parametresini erkeklerde $7,44 \pm 2,30$ kadınlarda $6,32 \pm 2,17$ olarak bulmuşlardır ve cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu söylemişlerdir. Biz bu parametreyi erkeklerde $7,95 \pm 2,13$ olarak, kadınlarda ise $6,89 \pm 1,89$ olarak bulduk. Bu sonuçlarımız benzer olup biz de kadın ve erkek cinsiyet arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu düşünmekteyiz. LenFVAP parametresini erkeklerde $31,31 \pm 1,98$ kadınlarda $29,16 \pm 1,69$ olarak bulmuşlardır ve cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu söylemişlerdir biz bu parametreyi erkeklerde $32,85 \pm 1,99$ kadınlarda $30,62 \pm 2,04$ olarak bulduk ve benzer sonuçlar elde ettik.

Marino ve ark. (Marino, 1995) yapmış oldukları çalışmada atlas vertebra ile doğru cinsiyet tahmini yapmaya çalışmışlardır. Popülasyon sayıları 100 kuru atlas vertebradır. Ölçüm yöntemi olarak kaliper kullanarak belirledikleri 8 parametreyi ölçmüşler ve istatistiksel yöntem olarak diskriminat analizi yapmışlar ve %60-77

başarı oranı elde etmişlerdir. Bu sonuca göre atlas vertebranın cinsiyet tahmininde kullanılabilir bir kemik olduğunu ve dimorfik özellik gösterdiğini söylemişlerdir. Biz çalışmamızda makine öğrenmesi yöntemleri kullanarak %86-89 oranında bir başarı elde ettik. Atlas vertebranın cinsiyet tahmininde kullanılacak bir kemik olduğunu düşünmekteyiz.

Padovan ve ark. (Padovan vd., 2019) yapmış oldukları çalışmada 191 kuru atlas vertebra kullanarak cinsiyet tahmini yapmayı hedeflemişler, ölçümlerini kumpas ile yapmışlar ve %81,2 oranı ile doğru cinsiyet tahmin başarısı elde etmişlerdir. Ölçmüş oldukları parametrelerden lenAVAP parametresini kadınlarda $42,28 \pm 2,85$ erkeklerde $45,36 \pm 2,90$, lenFVAP parametresini kadınlarda $30,08 \pm 2,16$ erkeklerde $31,33 \pm 3,01$, lenAV parametresini kadınlarda $70,87 \pm 5,58$ erkeklerde $78,83 \pm 5,11$ olarak bulmuşlardır ve bu ölçüm sonuçları bizim ölçüm sonuçlarımız ile benzer olup cinsiyetler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Ayrıca yapmış olduğumuz Normalizasyon Testine göre lenFVAP parametresinin algoritmalara göre ortalama değeri %78,84 olarak bulunmuştur bu sonuca göre bu parametrenin cinsiyet tahmini açısından kilit öneme sahip olduğunu düşünmekteyiz.

Meyveci ve ark. (Meyvacı vd., 2020) yapmış oldukları çalışmada 100 erkek 100 kadın bireye ait toplam 200 BT görüntüsü üzerinden belirlemiş oldukları 8 parametre ile atlas vertebra kullanarak cinsiyet tahmin başarısını hesaplamışlardır. İstatistiksel yöntem olarak ROC analizi kullanmış olup atlas vertebradan cinsiyet tahmin başarısını %73-80 bulmuşlardır. Bizim çalışmamız da bu çalışmayı desteklemektedir.

lenFTSAP parametresi bu çalışmada kadınlarda $7,20 \pm 0,93$ erkeklerde $7,88 \pm 5,53$ olarak bulunmuş olup cinsiyet arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Karau ve ark. (Karau Bundi vd., 2010) yapmış oldukları çalışmada 53 kadın 49 erkek atlas vertebrasının ölçüm sonucuna göre bu parametreyi kadınlarda $6,78$ erkeklerde $7,47$ olarak bulmuşlardır ve cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını öne sürmüşlerdir. Bu iki ölçüm sonuçları birbirini desteklemektedir. Ayrıca yapmış olduğumuz min-max Normalizasyon Testi sonucunda bu parametrenin algoritmalara göre ortalama değeri %45'in altında bulunmuştur ve cinsiyet tahmini açısından önem arz etmediğini düşünüyoruz.

Yapmış olduğumuz literatür taramaları sonucunda angAAA, angAPA, lenTA_PTD, lenTA_PTS, lenTP_PTD, lenTP_PTS, lenPTD ve lenPTS parametrelerine ait herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu ölçümlerimiz ile atlas morfometrisi hakkında literatüre katkı sağladığımızı düşünmekteyiz. Ayrıca ölçmüş olduğumuz angAPA, lenTA_PTD, lenTA_PTS, lenTP_PTD, lenTP_PTS, lenPTD ve lenPTS parametrelerinin sonuçları kadınlara göre erkeklerde daha büyük bulunmuştur ve bu sonuca göre bu parametreler cinsiyet tayini için istatistiksel olarak anlamlıdır.

Çizelge 4.17’de gösterilen lenFTDAP, lenFTD, lenFTSAP, lenFTS parametrelerine ait bulgular literatürdeki çalışmalar ile benzer sonuçlar göstermektedir. Çizelgede bu çalışma hariç gösterilen tüm çalışmalar kuru kemiklerin kaliper ile ölçümleri sonucunda elde edilmiştir.

Çizelge 4.17. lenFTDAP, lenFTD, lenFTSAP, lenFTS parametrelerine ait çalışmalar.

Çalışmalar	Sayı	İrk	lenFTDAP	lenFTD	lenFTSAP	lenFTS
(Hasan vd., 2001)	350	Hindistan	8,25	7,70	8,33	8,17
(Karau Bundi vd., 2010)	102	Kenya	7,05	6,50	7,04	6,76
(Senthil ve Selvi G, 2016)	75	Hindistan	7,70	6,70	8,00	6,00
(Lalit vd., 2019)	80	Hindistan	8,19±0,92	6,56±0,68	7,31±0,60	6,86±0,78
(Ansari vd., 2015)	30	Hindistan	7,40±1,13	5,91±1,03	6,97±0,98	5,53±0,72
Bu çalışma	200	Türk	7,31±3,91	6,40±1,09	7,54±3,97	6,67±1,11

lenAV parametresi ölçümlerimiz sonucunda 78,31±5,56 mm olarak bulundu. Literatüre baktığımızda en yüksek değer bizim ölçümlerimiz sonucunda elde edilmiştir bunun ölçüm yöntemimizden, popülasyon sayımızın yüksek oluşu ve ırka bağlı olduğunu düşünmekteyiz. Çizelge 4.18’de gösterilen literatür kaynaklarında ölçümler kuru kemik üzerinden kaliper kullanarak yapılmıştır.

Çizelge 4.18. lenAV parametresine ait çalışmalar.

Çalışmalar	Sayı	İrk	lenAV
(Ansari vd., 2015)	30	Hindistan	71,98±4,6
(D. M. Christensen vd., 2007)	120	USA (hommon told koleksiyonu)	75,61±5,94
(Gupta vd., 2017)	35	Hindistan	72,5
(Sengul ve Kadioglu, 2006)	40	Türk	74,6±9,7
(Gosavi ve Vatsalawamy, 2012)	100	Hindistan	69,37±6,47
(Lalitha vd., 2016)	50	Hindistan	70,25±6,86
Bu çalışma	200	Türk	78,31±5,56

lenFVAP parametresi bu çalışmada 31,73±2,30 mm olarak bulunmuştur ve bu sonuç diğer literatür kaynaklarını desteklemektedir. Ancak Lalitha ve ark. yapmış oldukları çalışmada Türk popülasyonunda bu parametrenin daha büyük olduğunu öne sürmüşlerdir ve gerekçe olarak Sengul ve ark. (Sengul ve Kadioglu, 2006) göstermişlerdir. Lakin bizim ölçümlerimiz sonucunda bu parametrenin Çizelge 4.19'da gösterilen literatür kaynaklarını desteklediği görülmektedir. Bizim kanaatimizce lenFVAP parametresinde ırka bağlı bir fark bulunmamaktadır.

Çizelge 4.19. lenFVAP parametresine ait çalışmalar.

Çalışmalar	Sayı	Popülasyon	lenFVAP
(Ansari vd., 2015)	30	Hindistan	29,44±2,54
(Sengul ve Kadioglu, 2006)	40	Türk	46,2±6,0
(Gupta vd., 2017)	35	Hindistan	30,4
(Gosavi ve Vatsalawamy, 2012)	103	Hindistan	27,89±2,59
(Kaur vd., 2017)	100	Hindistan	29,91±2,60
(Mazzara ve Fielding, 1988)	103	USA	30,10±2,00
(Doherty ve Heggeness, 1994)	88	USA	31,70±2,20
(König vd., 2005)	30	Almanya	31±3,00
(Rocha vd., 2007)	20	Portekiz	32,60±1,80
(Gómez-Olivencia vd., 2007)	28	İspanya	30,02±1,90
(Lalitha vd., 2016)	50	Hindistan	28,71±2,43
Bu çalışma	200	Türkiye	31,73±2,30

lenFTD_FTS parametresi bu çalışmada $47,11\pm 3,87$ mm olarak bulunmuştur ve Çizelge 4.20’de gösterilen literatür kaynaklarında Zhou ve ark. (Zhou vd., 2019) yapmış oldukları çalışma ile yakın bir sonuç elde edilmiş olup Hindistan popülasyonuna göre daha büyük bir sonuç bulunmuştur. Yani bu parametre Türk ve Çin popülasyonunda Hindistana göre daha büyüktür ve bu farklılığın popülasyondan kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Çizelge 4.20. lenFTD_FTS parametresine ait çalışmalar.

Çalışmalar	Sayı	Popülasyon	lenFTD_FTS
(Ansari vd., 2015)	30	Hindistan	$45,38\pm 3,25$
(Gupta vd., 2017)	35	Hindistan	42,50
(Sengul ve Kadioglu, 2006)	40	Türkiye	$48,6\pm 2,90$
(Gosavi ve Vatsalaswamy, 2012)	103	Hindistan	$45,93\pm 4,22$
(Zhou vd., 2019)	20	Çin	$47,1\pm 1,50$
(Lalitha vd., 2016)	50	Hindistan	$44,50\pm 4,52$
Bu çalışma	200	Türkiye	$47,11\pm 3,87$

lenAPAAP parametresi bu çalışmada $7,42\pm 2,08$ mm olarak bulunmuş olup Çizelge 4.21’de gösterilen literatür kaynakları ile benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 4.21. lenAPAAP parametresine ait çalışmalar.

Çalışmalar	Sayı	Popülasyon	lenAPAAP
(D. M. Christensen vd., 2007)	120	USA	$7,82\pm 2,64$
(Chan vd., 2020)	330	Malezya	$7,20\pm 1,88$
Bu çalışma	200	Türkiye	$7,42\pm 2,08$

lenAAAAP parametresi bu çalışmada $6,72\pm 1,04$ mm olarak bulunmuştur ve Christensen ve ark. (D. M. Christensen vd., 2007) yapmış olduğu çalışmayı desteklenmektedir ancak Zhou ve ark. (Zhou vd., 2019) yapmış oldukları çalışmada sonucu daha büyük bulmuşlardır bu farklılığın popülasyona bağlı olduğunu düşünmekteyiz (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22. lenAAAAP parametresine ait çalışmalar.

Çalışmalar	Sayı	Popülasyon	lenAAAAP
(D. M. Christensen vd., 2007)	120	USA	6,02±1,02
(Zhou vd., 2019)	20	Çin	8,10±0,70
Bu çalışma	200	Türkiye	6,72±1,04

lenAVAP parametresi yapmış olduğumuz literatür taramaları sonucunda bizim ölçüm sonucumuz ve Christensen ve ark. (D. M. Christensen vd., 2007) yapmış oldukları çalışma ile birbirini desteklemektedir (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. lenAVAP parametresine ait çalışmalar.

Çalışmalar	Sayı	Popülasyon	lenAVAP
(D. M. Christensen vd., 2007)	120	USA	45,67±3,61
Bu çalışma	200	Türkiye	45,76±3,02

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmanın sonucunda atlas vertebrada cinsel dimorfizm gösteren parametrelere ulaşıldı.

Çalışmaya dahil edilen bireylerin erkek yaş ortalaması 31,46 kadın yaş ortalaması 32,24'tür. Toplam ölçülen 18 parametreden 14'ü olan lenAPAAP, lenPTD, lenPTS, lenFTDAP, lenTP_PTS, lenAVAP, lenFVAP, lenAV, lenFTS, lenFTD, lenTA_PTD, lenTA_PTS, lenTP_PTS ve lenFTD_FTS parametreleri kadınlara göre erkeklerde daha büyük olduğu görülmüştür. angAPA parametresinin ise erkeklere göre kadınlarda daha büyük olduğu gözlenmiştir.

Uygulanan 13 makine öğrenme algoritmaları sonucunda atlas vertebradan doğru cinsiyeti tahmin etme başarıları %86-89'dur. En yüksek başarı %89 oranı ile GNB algoritması kullanarak angAPA, lenPTS, lenAV, lenFTD, lenTP_PTD parametreleri ile bulunmuştur.

Çalışma sonucu olarak atlas vertebranın cinsiyeti belirlemek amacıyla kullanılabilceğini düşünmekteyiz. Bu çalışmanın, atlas vertebra ile cinsiyet tahmini yapmayı planlayan çalışmalara referans olarak kullanılabilceği fikrindeyiz. Ayrıca bu çalışma ile atlas vertebranın morfometrik açıdan geniş bir yelpazede incelendiğini ve herhangi bir cerrahi girişim durumunda vertebra ölçümlerinin referans olarak kullanılabilceği fikrindeyiz.

Öneriler olarak;

Tek planda yapılmış bu çalışma multiplanar olarak yapılabilir ek olarak çok merkezli yüksek popülasyonlu bir çalışma yapılarak başarı oranı arttırılabilir.

KAYNAKLAR

Akhlaghi, M., Moradi, B., & Hajibeygi, M., "Sex determination using anthropometric dimensions of the clavicle in Iranian population", *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 19(7), 381-385 (2012).

Akhlaghi, M., Sheikhezadi, A., Ebrahimnia, A., Hedayati, M., Nazparvar, B., & Anary, S. H. S., "The value of radius bone in prediction of sex and height in the Iranian population" *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 19(4), 219-222 (2012).

Akhlaghi, M., Sheikhezadi, A., Khosravi, N., Pournia, Y., & Anary, S. H. S., "The value of the anthropometric parameters of the tibia in the forensic identification of the Iranian population over the age of 20", *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 18(6), 257-263 (2011).

Ansari, M. S., Singla, M., Ravi, K. S., Goel, P., & Kumar, R., "Morphometric analysis of atlas and its clinical significance: an anatomical study of indian human atlas vertebrae", *Indian Journal of Neurosurgery*, 4(02), 092-097 (2015).

Arıncı, K., & Elhan, A., "Anatomi 5. baskı. ed.". *Güneş Tıp Kitabevleri*, Ankara (2014).

Ashcroft, B., Griffiths, G., & Tiffin, H., "The post-colonial studies reader", *Routledge*, London (2006).

Aşirdizer, M., Tatlısumak, E., Özyurt, B., & Yavuz, M. S., "Determination of the limits of usability of auricle morphology for personnel identification" *J For Med*, 26(2), 104-114 (2012).

Bass, W. M., & Driscoll, P. A., "Summary of skeletal identification in Tennessee: 1971-1981". *J Forensic Sci*, 28(1), 159-168 (1983).

Breiman, L., Friedman, J., Stone, C. J., & Olshen, R. A., "Classification and regression trees" *CRC press* (1984).

Bryll, R., Gutierrez-Osuna, R., & Quek, F., "Attribute bagging: improving accuracy of classifier ensembles by using random feature subsets", *Pattern recognition*, 36(6), 1291-1302 (2003).

Bulut, O., "Yeniden yuzlendirme: sanat mi, bilim mi?", *Adli Bilimler Dergisi*, 11(2), 40-46 (2012).

Bulut, O., Sipahioglu, S., & Hekimoglu, B., "Facial soft tissue thickness database for craniofacial reconstruction in the Turkish adult population" *Forensic science international*, 242, 44-61 (2014).

- Cattaneo, C., De Angelis, D., Porta, D., & Grandi, M., "Personal identification of cadavers and human remains", In *Forensic anthropology and medicine*, **Humana Press**, Totowa, 359-379 (2006).
- Celbis, O., & Agritmis, H., "Estimation of stature and determination of sex from radial and ulnar bone lengths in a Turkish corpse sample", *Forensic science international*, 158(2-3), 135-139 (2006).
- Chan, A. K. H., Yusof, M. I., & Abdullah, M. S., "Computed Tomographic Morphometric Analysis of C1 and C2 for Lamina Cross Screw Placement in Malay Ethnicity", *Asian Spine Journal*, 15, 1-8 (2020).
- Christensen, A. M., & Passalacqua, N. V., "A laboratory manual for forensic anthropology" **Academic Press**. Amsterdam (2018).
- Christensen, A. M., Passalacqua, N. V., & Bartelink, E. J., "Forensic anthropology: current methods and practice", **Academic Press**, Amsterdam (2019).
- Christensen, D. M., Eastlack, R. K., Lynch, J. J., Yaszemski, M. J., & Currier, B. L., "C1 anatomy and dimensions relative to lateral mass screw placement", *Spine*, 32(8), 844-848 (2007).
- Colman, K. L., Van der Merwe, A. E., Stull, K. E., Dobbe, J. G., Streekstra, G. J., Van Rijn, R. R., Oostra, R.-J., & De Boer, H. H. "The accuracy of 3D virtual bone models of the pelvis for morphological sex estimation", *International Journal of Legal Medicine*, 133(6), 1853-1860 (2019).
- Corte-Real, A., Anjos, M., Vieira, D., & Gamero, J., "The tooth for molecular analysis and identification: a forensic approach", *The Journal of forensic odonto-stomatology*, 30(1), 22 (2012).
- Curate, F., Umbelino, C., Perinha, A., Nogueira, C., Silva, A. M., & Cunha, E., "Sex determination from the femur in Portuguese populations with classical and machine-learning classifiers", *J Forensic Leg Med*, 52, 75-81 (2017).
- Dietterich, T. G., "Ensemble methods in machine learning", **Springer Berlin Heidelberg**, 1, 1-15 (2000).
- d'Oliveira Coelho, J., & Curate, F., "CADOES: An interactive machine-learning approach for sex estimation with the pelvis", *Forensic Sci Int*, 302, 109873 (2019)
- Dinçarslan, İ., & Güleç, A., "Adli Odontoloji", *Türkiye Klinikleri Adli Tıp-Özel Konular*, 3(1), 88-94. (2017).
- Doherty, B. J., & Heggeness, M. H., "The quantitative anatomy of the atlas", *Spine*, 19(22), 2497-2500 (1994).
- du Jardin, P., Ponsaillé, J., Alunni-Perret, V., & Quatrehomme, G., "A comparison between neural network and other metric methods to determine sex from the upper femur in a modern French population", *Forensic science international*, 192(1-3), 121-127 (2009).

- Đurić, M., Rakočević, Z., & Đonić, D., "The reliability of sex determination of skeletons from forensic context in the Balkans", *Forensic science international*, 147(2-3), 159-164 (2005).
- Ersoy, A., "Arkeoloji ve antropoloji" *İnsanbilim Dergisi*, 1 (1), 1-5 (2012).
- Fisher, R. A., "The use of multiple measurements in taxonomic problems", *Annals of eugenics*, 7(2), 179-188 (1936).
- Fishman, E. K., & Horton, K. M., "The increasing impact of multidetector row computed tomography in clinical practice", *European journal of radiology*, 62, 1-13 (2007).
- Friedman, J., Hastie, T., & Tibshirani, R., "The elements of statistical learning (Vol. 1)" *Springer series in statistics*, New York (2001).
- Friedman, J. H., "Stochastic gradient boosting", *Computational statistics & data analysis* 38(4), 367-378 (2002).
- Gaya-Sancho, B., Aguilera, I. A., Navarro-Muñoz, J. J., & López, M. B., "Sex determination in a Spanish population based on sacrum", *Journal of forensic and legal medicine*, 60, 45-49 (2018).
- Geurts, P., Ernst, D., & Wehenkel, L., "Extremely randomized trees", *Machine learning*, 63(1), 3-42 (2006).
- Gilroy, A. M., MacPherson, B. R., Ross, L. M., Broman, J., & Josephson, A., "Atlas of anatomy", *Thieme*, Stuttgart (2008).
- Gleason, P., "Identifying identity: A semantic history", *The journal of American history*, 69(4), 910-931 (1983).
- Gómez-Olivencia, A., Carretero, J. M., Arsuaga, J. L., Rodríguez-García, L., García-González, R., & Martínez, I., "Metric and morphological study of the upper cervical spine from the Sima de los Huesos site ", *Journal of Human Evolution*, 53(1), 6-25 (2007).
- Gonzalez, P. N., Bernal, V., & Perez, S. I., "Geometric morphometric approach to sex estimation of human pelvis", *Forensic Sci Int*, 189(1-3), 68-74 (2009).
- Gosavi, S. N., & Vatsalaswamy, P., "Morphometric study of the atlas vertebra using manual method", *Malaysian orthopaedic journal*, 6(3), 18 (2012).
- Gökmen, F. G., "Sistematik anatomi 1.baskı ." *İzmir Güven Kitabevi*, İzmir (2003),
- Greenhouse, C. J., "Praying for justice Faith, order, and community in an American town, 1st ed.", *Cornell University Press*, New York (1986).
- Grewal, D. S., Khangura, R. K., Sircar, K., Tyagi, K. K., Kaur, G., & David, S., "Morphometric analysis of odontometric parameters for gender determination", *Journal of clinical and diagnostic research*: 11(8), 9-13 (2017).

Gualdi-Russo, E., "Sex determination from the talus and calcaneus measurements", *Forensic science international*, 171(2-3), 151-156 (2007).

Gupta, C., Radhakrishnan, P., Palimar, V., & Kiruba, N., "A quantitative analysis of atlas vertebrae and its abnormalities", *Journal of Morphological Sciences*, 30(2), 0-0 (2017).

Hancı, İ., "Adli Tıp ve Adli Bilimler,(Vol. Birinci baskı)", *Seçkin Yayıncılık*, Ankara (2002).

Hasan, M., Shukla, S., Shakil Siddiqui, M., & Singh, D., "Posterolateral tunnels and ponticuli in human atlas vertebrae", *Journal of anatomy*, 199(3), 339-343 (2001).

Hasegawa, I., Uenishi, K., Fukunaga, T., Kimura, R., & Osawa, M., "Stature estimation formulae from radiographically determined limb bone length in a modern Japanese population", *Legal Medicine*, 11(6), 260-266 (2009).

Hatch, G. M., Dedouit, F., Christensen, A. M., Thali, M. J., & Ruder, T. D., "Raid: a pictorial review of radiologic identification using postmortem CT", *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 2(2), 52-59 (2014).

Ho, T. K., "The random subspace method for constructing decision forests", *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 20(8), 832-844 (1998).

Hora, M., & Sladek, V., "Population specificity of sex estimation from vertebrae", *Forensic Sci Int*, 291, 279 271-279 (2018).

Imamoglu, O., Karapirli, M., & Akboyun, N., "Comparision Of Dna Extraction Methods From Teeth Samples And Evaluation In Terms Of Forensic Sciences", *Turkish Journal of Forensic Medicine*, 26(1), 38-49 (2012).

Kalender, W. A., "X-ray computed tomography", *Physics in Medicine & Biology*, 51(13), 29 (2006).

Karau Bundi, P., Ogeng'o, J., Hassanali, J., & Odula, P., "Morphometry and variations of bony ponticles of the atlas vertebrae (C1) in Kenyans", *Int. J. Morphol*, 28(4), 1019-1024. (2010)

Kaur, J., Sharma, M., Singh, P., & Kumar, A., "Morphometry of the vertebral canal of atlas and axis", *Int J Anat Res*, 5(4.3), 4711-4715 (2017).

Kaygusuz, Z., "Kimlik sorma ve kimlik tespiti", *Polis Bilimleri Dergisi*, 10(1), 81-116 (2008).

Keller, J. M., Gray, M. R., & Givens, J. A., "A fuzzy k-nearest neighbor algorithm", *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics* (4), 580-585 (1985).

Koçak, A., "Kosta Sternal Uç Kemik Morfolojisinde Görülen Değişikliklerin Cinsiyet Tayininde Kullanılabilirliği", Uzmanlık tezi, *Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İzmir. 1-70 (1998).

- König, S. A., Goldammer, A., & Vitzthum, H.-E., "Anatomical data on the craniocervical junction and their correlation with degenerative changes in 30 cadaveric specimens", *Journal of Neurosurgery: Spine*, 3(5), 379-385 (2005).
- Krishan, K., Chatterjee, P. M., Kanchan, T., Kaur, S., Baryah, N., & Singh, R., "A review of sex estimation techniques during examination of skeletal remains in forensic anthropology casework", *Forensic science international*, 261, 161-168 (2016).
- Lalit, M., Mahajan, A., Piplani, S., & Kullar, J. S., "An anatomical study of the morphometric differences between complete arcuate foramina and ipsilateral foramina transversaria in human atlas vertebrae: Could these be responsible for vaso-occlusive symptoms? " *National Journal of Clinical Anatomy*, 8(3), 106 (2019).
- Lalitha, B., Rio, E., & Vinila, S., "Morphometric analyses of atlas vertebrae-A cross sectional study", *Indian Journal of Clinical Anatomy and Physiology*, 3(3), 305-308 (2016).
- Lewis, D. N., "Machine Learning Made Easy with R: An Intuitive Step by Step Blueprint for Beginners", *CreateSpace Independent Publishing Platform*, Kalifornia (2017).
- Lewis, M. E., & Flavel, A., "Age assessment of child skeletal remains in forensic contexts", *Forensic Anthropology and Medicine*, *Humana Press Inc*, Totowa, 243-257 (2006).
- Liaw, A., & Wiener, M., "Classification and regression by randomForest", *R news*, 2(3), 18-22. (2002).
- Mao, C., Hu, B., Wang, M., & Moore, P., "Learning from neighborhood for classification with local distribution characteristics", **2015 International Joint Conference on Neural Networks**, Killarney, (2015).
- Mardia, K. V., "Multivariate analysis", *Academic Press*, London (1979).
- Marino, E. A., "Sex estimation using the first cervical vertebra", *American Journal of Physical Anthropology*, 97(2), 127-133 (1995).
- Mazzara, J. T., & Fielding, J. W., "Effect of C1-C2 rotation on canal size", *Clinical orthopaedics and related research* (237), 115-119 (1988).
- McKeown, A. H., & Schmidt, R. W., "Geometric morphometrics", *In Research methods in human skeletal biology*, Academic Press, 325-359 (2013).
- Medina, C. S., Polo, L. C., & Botella, M. C., "Dimorfismo sexual en primera vértebra cervical en una muestra de población colombiana", *Revista Española de Medicina Legal*, 37(4), 140-145 (2011).
- Meyvaci, S. S., Arifoğlu, Y., Gürel, S., & Büber, A., "Radio-anatomical examination from foramen transversarium of first cervical vertebra for sex estimation", *Forensic Science International: Reports*, 2,100078 (2020).

Michiue, T., Hishmat, A. M., Oritani, S., Miyamoto, K., Amin, M. F., Ishikawa, T., & Maeda, H., "Virtual computed tomography morphometry of the patella for estimation of sex using postmortem Japanese adult data in forensic identification", *Forensic science international*, 285, 206-285 (2018).

Montelius, K., & Lindblom, B., "DNA analysis in disaster victim identification", *Forensic science, medicine, and pathology*, 8(2), 140-147 (2012).

Naderi, S., Çakmakçı, H., Acar, F., Arman, C., Mertol, T., & Arda, M. N., "Anatomical and computed tomographic analysis of C1 vertebra", *Clinical neurology and neurosurgery*, 105(4), 245-248 (2003).

Naikmasur, V. G., Shrivastava, R., & Mutalik, S., "Determination of sex in South Indians and immigrant Tibetans from cephalometric analysis and discriminant functions", *Forensic science international*, 197(1-3), 121-126 (2010).

Navega, D., Vicente, R., Vieira, D. N., Ross, A. H., & Cunha, E., "Sex estimation from the tarsal bones in a Portuguese sample: a machine learning approach", *Int J Legal Med*, 129(3), 651-659 (2015).

Netter, F. H., & Cumhuri, M., "İnsan anatomisi atlası, 7. baskı ed." *Nobel Tıp*, İstanbul (2015)

Oner, Z., Turan, M. K., Oner, S., Secgin, Y., & Sahin, B., "Sex estimation using sternum part lengths by means of artificial neural networks", *Forensic Science International*, 301, 6-11 (2019).

Oruç, M., "Çok kesitli bilgisayarlı tomografi ile 4. kostanın morfolojik ve morfometrik özelliklerinden yaş ve cinsiyet tayini" Uzmanlık Tezi, *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi*, Malatya (2015).

Ostrowsky, K. R., & Churchill, S. E., "Sex determination by discriminant function analysis of lumbar vertebrae", *Journal of forensic sciences*, 60(1), 21-28 (2015).

Ömeroğlu, Ö., "Ceza Muhakemesinde Şüpheli ve Sanığın Fizik Kimlik Tespiti", *Türkiye Barolar Birliği Dergisi*, 115, 61-102 (2014).

Özdamar, K., "Paket programlar ile istatistiksel veri analizi (çok değişkenli analizler) 7. Baskı", *Kaan Kitabevi*, Eskişehir (2010).

Özkan, R., "BT/MR görüntüleme temel prensipler: Toraks BT radyasyon Dozları", *Türk Toraks Derneği 10. Yıl Kongresi*, Antalya (2007).

Özsoy, T., "Direkt El Grafilerinde Phalanx Uzunlukları ve Phalanx'ların Tüm Phalanx Uzunluğuna Oranı Ölçümü ile Cinsiyet Tayini Denemesi", Yüksek Lisans Tezi, *Karabük Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Karabük (2019).

Öztürk, A., "Esnek ayırma analizi ve bir uygulama", Doktora Tezi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir. (2006).

- Padovan, L., Ulbricht, V., Groppo, F. C., Neto, J. S. P., Andrade, V. M., & Junior, L. F., "Sexual dimorphism through the study of atlas vertebra in the Brazilian population", *J Forensic Dent Sci*, 11(3), 158-162 (2019).
- Pal, G. P., Cosio, L., & Routal, R. V., "Trajectory architecture of the trabecular bone between the body and the neural arch in human vertebrae", *The anatomical record*, 222(4), 418-425 (1988).
- Pittayapat, P., Jacobs, R., De Valck, E., Vandermeulen, D., & Willems, G., "Forensic odontology in the disaster victim identification process", *The Journal of forensic odonto-stomatology*, 30(1), 1 (2012).
- Platt, J., "Probabilistic outputs for support vector machines and comparisons to regularized likelihood methods", *Advances in large margin classifiers*, 10(3), 61-74 (1999).
- Putz, R. L., & Müller- Gerbl, M., "The vertebral column—a phylogenetic failure? A theory explaining the function and vulnerability of the human spine", *Clinical anatomy*, 9(3), 205-212 (1996).
- Radulesco, T., Michel, J., Mancini, J., Dessi, P., & Adalian, P., "Sex Estimation from Human Cranium: Forensic and Anthropological Interest of Maxillary Sinus Volumes", *J Forensic Sci*, 63(3), 805-808 (2018).
- Raizada, R. D., & Lee, Y.-S., "Smoothness without smoothing: why Gaussian naive Bayes is not naive for multi-subject searchlight studies", *PloS one*, 8(7), 69566 (2013).
- Ramsthaler, F., Kettner, M., Gehl, A., & Verhoff, M., "Digital forensic osteology: morphological sexing of skeletal remains using volume-rendered cranial CT scans" *Forensic science international*, 195(1-3), 148-152 (2010).
- Rasmussen, C. E., "Gaussian processes in machine learning", *Summer School on Machine Learning*. Sydney (2003).
- Ravenel, J. G., McAdams, H. P., Remy-Jardin, M., & Remy, J., "Multidimensional imaging of the thorax: practical applications", *Journal of thoracic imaging*, 16(4), 269-281 (2001).
- Rocha, R., Safavi-Abbasi, S., Reis, C., Theodore, N., Bambakidis, N., De Oliveira, E., Sonntag, V. K., & Crawford, N. R., "Working area, safety zones, and angles of approach for posterior C-1 lateral mass screw placement: a quantitative anatomical and morphometric evaluation", *Journal of Neurosurgery: Spine*, 6(3), 247-254 (2007).
- Salzberg, S. L., C4. 5: "Programs for machine learning by j. ross quinlan" *morgan kaufmann publishers*, Burlington (1994).
- Sengul, G., & Kadioglu, H. H., "Morphometric anatomy of the atlas and axis vertebrae", *Turkish neurosurgery*, 16(2). 69-76 (2006).
- Senthil, K. B., & Selvi G, P., "Arcuate foramen of atlas vertebra", *Innovare Journal of Medical Sciences*, 4(3), 22-24 (2016).

Sever, M. Y., & Sevim, A. T. D., "Adli antropoloji yeniden yüzleendirme çalışmalarında mevcut yumuşak doku kalınlık cetvellerinin Türkiye'de uygulanabilirliği", Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Ankara (2007).

Skurichina, M., & Duin, R. P., "Bagging and the random subspace method for redundant feature spaces", *International Workshop on Multiple Classifier Systems*. 1-10 (2001).

Sobotta, J., Putz, R., Pabst, R., & Elhan, A., "Sobotta insan anatomisi atlası, 6. baskı. ed.", *Beta*. İstanbul (2006).

Song, Y.-Y., & Ying, L., "Decision tree methods: applications for classification and prediction", *Shanghai archives of psychiatry*, 27(2), 130 (2015).

Soni, J., Ansari, U., Sharma, D., & Soni, S., "Predictive data mining for medical diagnosis: An overview of heart disease prediction", *International Journal of Computer Applications*, 17(8), 43-48 (2011).

Souaiby, N., Mufarrij, S., & Deghayli, L., "Establishment of a National Catastrophe Plan for the Delivery of Care for Burn Patients in Lebanon", *Prehospital and Disaster Medicine*, 32(1), 22-23 (2017).

Soysal, Z., & Çakalır, C., "Adli Olgularda Kimlik Belirlemesi", *Adli Tıp, Cilt-I, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Yayınları*, İstanbul, 73- 92 (1999).

Standring, S. "Gray's anatomy e-book: the anatomical basis of clinical practice", *Elsevier Health Sciences*, London (2015).

Şahiner, Y., & Yalçın, H., "Erkek ve bayanlarda kafatası kemiğinden geometrik morfometri metoduyla cinsiyet tayini ve ramus flexure", *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 2(4), 134-142 (2007).

Toneva, D., Nikolova, S., Agre, G., Zlatareva, D., Hadjidekov, V., & Lazarov, N., "Machine learning approaches for sex estimation using cranial measurements", *International Journal of Legal Medicine*, 135, 951-966 (2020).

Torimitsu, S., Makino, Y., Saitoh, H., Sakuma, A., Ishii, N., Hayakawa, M., Yajima, D., Inokuchi, G., Motomura, A., & Chiba, F., "Stature estimation in Japanese cadavers based on pelvic measurements in three-dimensional multidetector computed tomographic images", *International Journal of Legal Medicine*, 129(3), 633-639 (2015).

Torimitsu, S., Makino, Y., Saitoh, H., Sakuma, A., Ishii, N., Yajima, D., Inokuchi, G., Motomura, A., Chiba, F., & Yamaguchi, R., "Sexual determination based on multidetector computed tomographic measurements of the second cervical vertebra in a contemporary Japanese population", *Forensic science international*, 266, 581-588 (2016).

Tsubaki, S., Morishita, J., Usumoto, Y., Sakaguchi, K., Matsunobu, Y., Kawazoe, Y., Okumura, M., & Ikeda, N., "Sex determination based on a thoracic vertebra and ribs evaluation using clinical chest radiography", *Legal Medicine*, 27, 19-24 (2017).

Turan, M. K., Oner, Z., Secgin, Y., & Oner, S., "A trial on artificial neural networks in predicting sex through bone length measurements on the first and fifth phalanges and metatarsals", *Computers in biology and medicine*, 115, 103490 (2019).

Turan, M., Sehirli, E., Oner, Z., & Oner, S., "Sekazu: an integrated solution tool for gender determination based on machine learning models", *Medicine Science International Medical Journal*, 10(2), 367-373 (2021).

Ubelaker, D., "Human Skeletal Remains 3rd. ed." *Smithsonian Institution*, Washington (1989).

Uzun, Ö., "Üst ekstremite antropometrik ölçümlerinin boy ve cinsiyet tahmini açısından değerlendirilmesi", Doktora Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, 1-35 (2017).

White, T. D., & Folkens, P. A., "The human bone manual 15th ed.", *Elsevier*, Chicago (2005).

Yavuz, M. S., Tatlısumak, E., Özyurt, B., & Aşırdizer, M., "The investigation of the effects of observers' gender in personal identification from auricle morphology", *J For Med*, 27(3), 173-181 (2013).

Zeybek, G., Ergur, I., & Demiroglu, Z. "Stature and gender estimation using foot measurements", *Forensic science international*, 181(1-3), 51-55 (2008).

Zeyfeoglu, Y., & Hancı, H., "İnsanlarda Kimlik Tespiti", *Türk Tabipleri Birliği Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 10(10), 375-377 (2001). Zhou, J., Lu, Y.-T., & Lu, F.-Y., "Combined transoral and endoscopic approach for cervical spine tumor resection", *Medicine*, 98(22), e15822 (2019).



EK AÇIKLAMALAR

ETİK KURUL ONAY YAZISI



T.C.
KARABÜK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : E-77192459-050.99-52770
Konu : 2019/115 Nolu Karar

14.12.2020

Sayın Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Kamil TURAN

Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz "Birinci Servikal Vertebraın Antropometrik Ölçümleri Yapılarak Makine Öğrenme Algoritmaları İle Cinsiyet Tayini Üzerine Bir Çalışma" başlıklı araştırma projeniz amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları açısından Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul yönergesine göre incelenmiş olup etik açıdan uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize rica ederim.

Prof. Dr. Orhan ÖNALAN
Kurul Başkanı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu: BEND5A1MU

Belge Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/karabuk-universitesi-oby>

Adres: Karabük Üniversitesi Demir Çelik Kampüsü Merkez/Karabük

Telefon: (370) 418 9446

e-Posta: giroetik@karabuk.edu.tr

İnternet Adresi: <http://tip.karabuk.edu.tr/giroetik>

Kep Adresi: karabukuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: İrfan SENCAR

Unvanı: Bilgisayar İşletmeni





T.C.
KARABÜK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : E-77192459-050.99-23368
Konu : Başlık Değişikliği Talebi

Sayın Dr. Öğr.Üyesi Muhammed Kamil TURAN

08/12/2019 tarihli 115 nolu karardaki "**Birinci Servikal Vertebranın Antropometrik Ölçümleri Yapılarak Makine Öğrenme Algoritmaları İle Cinsiyet Tayini Üzerine Bir Çalışma**" adlı çalışmanın başlığının "**Birinci Servikal Vertebranın Antropometrik Ölçümleri İle Makine Öğrenme Algoritmaları Kullanılarak Cinsiyet Tayini Üzerine Bir Çalışma**" olarak değiştirilmesinin Etik açıdan uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize rica ederim.

Prof. Dr. Orhan ÖNALAN
Kurul Başkanı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu: BSN52JDA30

Belge Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/karabuk-universitesi-ebys>

Adres: Karabük Üniversitesi Demir Çelik Kampüsü Merkez/Karabük

Telefon: (370) 418 9446

e-Posta: giroletik@karabuk.edu.tr

İnternet Adresi: <http://tip.karabuk.edu.tr/giroletik>

Keş Adresi: karabukuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Songül DOYMUŞ

Unvanı: Sürekli İşçi



ÖZGEÇMİŞ

Menşure ÖZTÜRK Ankara’da doğdu; ilk ve orta öğretimini Ankara’da tamamladı, Gölbaşı Sağlık Meslek Lisesi’nden mezun olduktan sonra Afyon Kocatepe Üniversitesi Afyon Sağlık Yüksekokulu Fizyoterapi ve Rehabilitasyon bölümüne girdi ve 2018 yılında mezun oldu. 2018 yılında Karabük Üniversitesi’nde yüksek lisans eğitimine başladı.2018 yılında Karabük Üniversitesi Eğitim Araştırma Hastanesinde göreve başladı ve halen görevine devam etmektedir.