

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ANATOMİ ANABİLİM DALI



**KAFATASINDA ÜST YÜZ YÜKSEKLİĞİ VE
GENİŞLİĞİNDEN KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI
TOMOGRAFİ İLE CİNSİYET DEĞERLENDİRMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MERYEM ŞİRİN

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Seda SERTEL MEYVACI

BOLU, MAYIS - 2023

KABUL VE ONAY SAYFASI

Meryem ŞİRİN tarafından hazırlanan “Kafatasında üst yüz yüksekliği ve genişliğinden Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ile cinsiyet değerlendirmesi” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Anatomi Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliğiyle kabul edilmiştir. 10/05/2023

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

Doç. Dr. Seda SERTEL MEYVACI

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye

Prof. Dr.İbrahim KÜRTÜL

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye

Doç. Dr. Deniz ŞENOL

Düzce Üniversitesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir,

aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin 12/05/2023 tarihinde Turnitin adlı intihal tespit programından enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %15 olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışma için Abant İzzet Baysal Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan 2022/258 sayısı ile etik izin alınmıştır.

Meryem ŞİRİN

ÖZET

**KAFATASINDA ÜST YÜZ YÜKSEKLİĞİ VE GENİŞLİĞİNDEN KONİK
IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE CİNSİYET
DEĞERLENDİRMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MERYEM ŞİRİN
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ANATOMİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. SEDA SERTEL MEYVACI)
BOLU, MAYIS - 2023
XI + 49**

Amaç: Antropometrinin bir dalı olan kraniofasiyal antropometri canlı, kadavra ve radyolojik örneklerdeki baş ve yüz ölçümlerini içermektedir. Bu ölçümler cerrahi ve adli uygulamalar için önemli verilerdir. Bu çalışmada kafatasında üst yüz genişliği ve üst yüz yüksekliği ölçümlerinden Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) görüntüleri incelenerek yetişkinlerde cinsiyetin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Bu çalışmada üst yüz genişliği ile üst yüz yüksekliği olmak üzere toplam 2 parametre 52 kadın ve 52 erkek yetişkin bireye ait KIBT görüntüleri üzerinden değerlendirilmiştir. Parametre ölçümleri yardımıyla çeşitli makine öğrenmesi algoritmalarının Lojistik Regresyon (LR), Destek Vektör Makineleri (SVM), Yapay Sinir Ağları (NN), Sınıflama ve Regresyon Ağaçları (CART) cinsiyetleri ayırt etme başarısı incelenmiştir.

Bulgular: Çalışmaya dâhil olan 18-70 yaş arası kadın ve erkeklerin yaş ortalamaları anlamlı düzeyde farklı bulunmaz iken ($p=0,794$), erkeklerde üst yüz genişliği ve üst yüz yüksekliği ölçüm ortalaması anlamlı düzeyde daha yüksek bulundu ($p=0,001$). Cinsiyet belirlemede kullanılan algoritmaların genel tanı başarısı en yüksek %89,4 doğruluk oranı ile CART modeli olduğu gözlemlendi.

Sonuç: Bu çalışmada, kafatasında üst yüz yüksekliği ve üst yüz genişliği ölçümlerinden yüksek tanı başarısı ile cinsiyetin değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca cinsiyet tahminindeki algoritmanın başarı ölçütleri farklı olacağı için araştırmanın amacını ortaya koyan algoritmanın seçimi doğru sınıflandırma başarısı için önemlidir.

ANAHTAR KELİMELELER: Kraniofasiyal antropometri, Cinsiyet tahmini, Konik ışınli bilgisayarlı tomografi, Makine öğrenmesi algoritmaları, Güvenilirlik

ABSTRACT

GENDER ASSESSMENT FROM UPPER FACE HEIGHT AND WIDTH IN SKULL USING CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY

MSC THESIS

MERYEM ŞİRİN

BOLU ABANT IZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF ANATOMY

(SUPERVISOR: DOÇ. DR. SEDA SERTEL MEYVACI)

BOLU, MAY 2023

XI + 49

Purpose: Craniofacial anthropometry, which is a branch of anthropometry, includes head and face measurements on living, cadaver and radiological samples. These measurements are important data for surgical and forensic applications. In the present study, the purpose was to evaluate gender in adults by examining Cone Beam Computed Tomography (CBCT) images from upper face width and upper face height measurements in the skull.

Method: A total of 2 parameters (i.e., upper face width and upper face height) were evaluated on CBCT images of 52 female and 52 male adults in the present study. With the help of parameter measurements, the success of various machine learning algorithms, Logistic Regression (LR), Support Vector Machines (SVM), Artificial Neural Networks (NN), Classification and Regression Trees (CART) in gender discrimination was examined.

Results: Although the mean age of men and women between the ages of 18-70 included in the study was not found to be significantly different ($p=0.794$), the mean of upper face width and upper face height measurement was significantly higher in males ($p=0.001$). It was observed that the algorithms used in gender determination were the CART model with the highest overall diagnostic success rate of 89.4%.

Conclusion: In the present study, it was concluded that gender can be evaluated with higher diagnostic success than the upper face width and upper face height measurements in the skull. Also, the selection of the algorithm that reveals the purpose of the study is important for correct classification success because the success criteria of the algorithm in gender estimation will be different.

KEYWORDS: Craniofacial anthropometry, Gender prediction, Cone beam computed tomography, Machine learning algorithms, Reliability

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
ETİK BEYAN	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
TABLO LİSTESİ.....	ix
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ.....	x
TEŞEKKÜR.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1 İskelet Sistemi	2
2.2 Genel Kemik Bilgisi	2
2.3 Cranium Kemikleri	3
2.3.1 Neurocranium Kemikleri.....	4
2.3.2 Viscerocranium Kemikleri	9
Os Lacrimale	9
2.4 Kafa İskeletinin Bütünü	13
2.4.1 Norma Superior	13
2.4.2 Norma Lateralis	14
2.4.3 Norma Facialis.....	14
2.4.4 Norma Occipitalis	15
2.4.5 Norma Basilaris	15
2.5 Adli Antropoloji ve Kimlik Tespiti	17
2.5.1 Cinsiyet Tahmini	17
2.5.2 Boy Tahmini	19
2.5.3 Etnik Köken Tahmini.....	19
2.5.4 Yaş Tahmini	20
2.6 Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi	20
3. GEREÇ VE YÖNTEM	22
4. BULGULAR.....	28
5. TARTIŞMA	34
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	41
7. KAYNAKLAR	43
8. EKLER	49

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Cranium kemikleri.....	4
Şekil 3.1. KIBT görüntüsü üzerinde fmt-fmt ölçüm tekniği.....	23
Şekil 3.2. KIBT görüntüsü üzerinde n-pr ölçüm tekniği.....	24
Şekil 3.3. Karmaşıklık matrisi.....	26
Şekil 4.1 Çeşitli MLA'ların cinsiyetlerin iki biyometrik ölçüme göre dağılımı...	29
Şekil 4.2. Algoritmaların ROC eğrileri.....	31
Şekil 4.3 CART tanı ağacı.....	33

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1. Cinsiyetlere göre yaş ve yüz ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri...28	
Tablo 4.2 Cinsiyetlere göre fmt-fmt ve n-pr ölçümleri arasındaki ilişki.....28	
Tablo 4.3. Cinsiyet tayininde 4 algoritmanın başarı ölçütleri.....31	



KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

AUC	: AUC (Area under the ROC Curve, ROC eğrisi altında kalan alan)
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
DFA	: Diskriminant Fonksiyon Analizi
fmt	: Frontomalare Temporale
fmt-fmt	: Frontomalare Temporale Noktaları Arası Mesafe (Üst yüz genişliği)
FN	: Yanlış Negatifler Oranı
FP	: Yanlış Pozitiflik Oranı
KIBT	: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
LDA	:Lineer Diskriminant Analizi
LR	: Lojistik Regresyon
LRA	: Lojistik Regresyon Analizi
MLA	: Makine Öğrenmesi Algoritması
n	: Nasion
NN	: Neural Network (Yapay Sinir Ağları)
n-pr	: Nasion- Prosthion Arası Mesafe (Üst yüz yüksekliği)
pr	: Prosthion
ROC	: Receiver Operating Characteristic (Alıcı işlem karakteristikleri)
SVM	: Support Vector Machine (Destek Vektör Makineleri)

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimimin en başından itibaren varlığı ve desteği ile hep yanımda olan, bu tezin gerçekleştirilmesinde engin bilgi ve akademik deneyimlerini sunan, eğitimimin tamamlanması için güven ve desteğiyle her zaman bana güç veren değerli danışman hocam Doç. Dr. Seda SERTEL MEYVACI'ya,

Bilgi ve tecrübesiyle her türlü desteği sunan, insani ve ahlaki değerleri ile örnek olan değerli hocam Anatomi Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL'e ve öğretim üyelerine,

Radyolojik araştırma yapmamın sağlanmasında bilgi ve desteğini sunan Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyoloji Anabilim dalı öğretim üyesi değerli hocam Doç. Dr. Duygu GÖLLER BULUT'a

İstatistiksel yöntemler hakkında desteğini sunan İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi Ana Bilim Dalı Başkanı değerli hocam Prof. Dr. Handan ANKARALI'ya

Bu süreçte desteklerini esirgemeyen yüksek lisans dönem arkadaşlarıma,

Sabır ve anlayışı ile her zaman yanımda olan sevgili eşim Bekir ŞİRİN'e, manevi desteklerini hep hissettiğim ve her zaman yanımda olduklarını bildiğim Annem, Babam ve kardeşlerime teşekkürlerimi sunarım.

Meryem ŞİRİN

1. GİRİŞ

Antropolojik çalışmalarda, insan kafatası kemiğinden veya diğer kemiklerden farklı birçok yöntemler ile cinsiyetin belirlenmesi büyük kazalar, doğal afetler ve savaşlar gibi durumlarda kimliği bilinmeyen kişilerin kimlik tespitinde son derece önemlidir.

İnsan vücudunda cinsiyetler arasında olan biçim ve boyut farklılıkları nedeniyle sağlanan veriler adli antropolojide iskelet kalıntılarından cinsiyetin belirlenmesinde rehber olmaktadır. (1,2)

Cinsiyetin belirlenmesi için iskeletin pelvis, cranium, femur, tibia, humerus, radius, mandibula gibi çeşitli bölümleri kullanılmaktadır. Kafatası, postkranial iskeletten daha fazla varyasyon göstermektedir. Bu nedenle cinsiyetin belirlenmesinde önemli bir iskelet parçasıdır ve adli antropolojide şekil ve boyut açısından kapsamlı bir şekilde çalışılmıştır. Cinsiyetin belirlenmesinde pelvis'ten sonra iskeletin en kolay tanımlanan kısmı kafatasıdır. Kraniofasial yapıları büyük oranda esnek olmayan sert dokulardan oluştuğundan popülasyon grupları arasındaki farklılaşmanın belirlenmesinde daha elverişlidir. (3,4,5,6,7)

Cinsiyetin belirlenmesi, adli tıp ve arkeoloji alanı başta olmak üzere kimlik tespitinin en önemli parçasıdır. Bu nedenle her yeni teknik ve parametre kullanılarak cinsiyetin değerlendirilmesi ile bu alana katkı sağlamak oldukça önemlidir.

Çalışmamızda kafatasında üst yüz yüksekliği olan nasion-prosthion arası mesafe (n-pr) ve üst yüz genişliği olan frontomale temporale noktaları arası mesafe (fmt-fmt) Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi (KIBT) görüntüleri üzerinden ölçülerek bu parametrelerden yetişkinlerde cinsiyetin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 İskelet Sistemi

Kemikler, eklemler vasıtasıyla birleşerek hareket sisteminin bir parçası olan iskelet sistemini oluşturur. Yeni doğan iskeletinde 270 kemik, yetişkin bir insan vücudunda ise çeşitli tiplerde 206 kemik bulunur. Bu farklılık yeni doğanlarda birden fazla parçadan oluşan bazı kemiklerin ergenlik döneminde birleşmesinden meydana gelmektedir.

İnsan vücudu baş, boyun, gövde ve ekstremiteler olmak üzere bölümlere ayrılarak incelenir. Baş, boyun ve gövdeye ait iskelete aksiyal iskelet (skeleton axiale), ekstremitelere ait iskelete ise apendiküler iskelet (skeleton appendiculare) adı verilir. (8,9)

2.2 Genel Kemik Bilgisi

Kemikleri inceleyen bilim dalına osteologia denilmektedir. Kemiklerin vücudun şeklini oluşturmak, kasların yardımı ile harekete destek olmak, organları korumak gibi görevleri vardır. Bunun yanında kemikler mineral depolanması ve özellikle içerdiği kemik iliği sebebiyle vücutta kan yapımını (hemopoiesis) sağlar. (10)

Kemik doku kimyasal olarak 1/3 oranında organik ve 2/3 oranında inorganik maddelerden oluşur. Organik maddeler, %95 oranında tip I kollajen lifler ile amorf temel maddelerdir ve kemiğe elastikiyet verir. İnorganik maddeler ise kalsiyum fosfat, kalsiyum karbonat ile magnezyum ve kalsiyum floridten ibaret olup kemiğe sertlik ve dayanıklılık verir.

Kompakt doku ve spongiöz doku olarak histolojik açıdan iki tür kemik doku bulunur. Kompakt kısmın dış yüzeyi periosteum olarak adlandırılan bir zar ile kaplıdır ve bu zar kemiğin beslenmesini ve ihtiyaç halinde onarımını sağlar. Kompakt dokuda havers kanalı denilen ve kılcal damarlar içeren kanallar vardır. Spongiöz kısım ise kemiğin iç kısmında bulunan süngerimsi yapı olup kemik trabeküllerinden oluşur. Trabeküllerin arasında düzensiz boşluklar vardır ve bu boşluklarda ve uzun kemiklerin içindeki cavitas medullaris'te kemik iliği bulunur. (11,12,13,21)

Kemiklerin damar bakımından zengin bir yapısı vardır. Kemiğe periosteum'dan giren periostal arterler kompakt kemiği besler. Arteria nutricia kemik gövdenin ortasından girer ve kompakt dokudan geçerek spongiöz kısmı ve

kemik iliğini besler. Kemik uçlarını ise metafizyel ve epifizyal arterler besler. Venler de arterler ile birlikte seyrederek aksi yönde eklem yüzleri yakınından kemikten ayrılırlar. Sinirler de damarlar ile birlikte seyreder ve periosteum'da bulunan çok sayıda reseptör ağrı duyusunu alır. Damarların çevresinde yer alan vazomotor sinirler kemiğe gelen kan akışını dengeler. (16,21)

Kemikler şekillerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılır. (13,16,21)

- 1- Os Longum: İki ucu ve bir gövdesi olan uzun kemiklerdir. Uzunluğu genişliğinden fazladır. Ağırlık taşır ve hareket sırasında kaslar için kaldıraç gibi görev yaparlar. Ör: Humerus, femur, ulna
- 2- Os Brevis: Eni, boyu ve kalınlığı birbirine yakın olan kısa kemiklerdir. Ayak ve el bileğinde bulunurlar. Ör: Carpal ve tarsal kemikler
- 3- Os Planum: İnce ve yassı kemiklerdir. Koruma ve destek görevleri vardır. Kafatası kemiklerindeki spongios tabakaya diploe adı verilir. Ör: Os parietale, os frontale, scapula, coxae
- 4- Os Pneumaticum: İçlerinde sinüs adı verilen hava boşluğu bulunan kemiklerdir. Ör: Maxilla, os sphenoidale, os ethmoidale
- 5- Os Sesamoideum: El, ayak ve dizdeki kemiklerdir. Çoğu zaman tendonlar içinde gömülü bulunurlar. Ör: En büyük sesamoid kemik olan patella ve eldeki kemikler
- 6- Os Irregulare: Uzun, kısa veya yassı olmayan şekilsiz ve düzensiz kemiklerdir. Ör: Vertebrae

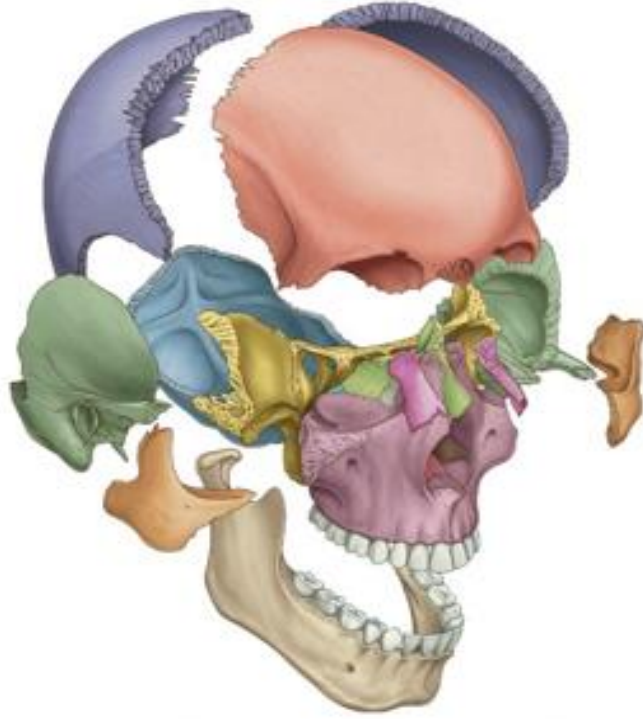
2.3 Cranium Kemikleri

Aksiyal iskeletin bir parçası olan kafa iskeletinin bütününe cranium adı verilir. Cranium'u oluşturan kemiklere ise ossa cranii adı verilir. Cranium'un kubbe şeklindeki üst kısmına calvaria, os ethmoidale, os occipitale ve os temporale'ye ait bölümlerin oluşturduğu taban kısmına ise basis cranii denilmektedir. (14,15,22)

Cranium'un cerebrum ve cerebellumu içine alan neurocranium ve yüz bölgesini oluşturan kemiklerden meydana gelen viscerocranium olmak üzere iki bölümü vardır. (15,16,17)

Neurocranium, bazı kemikler tek bazı kemikler çift olmak üzere; os temporale (2), os parietale (2), os frontale (1), os occipitale (1), os sphenoidale (1), os ethmoidale (1) adı verilen toplam sekiz kemikten oluşur.

Viscerocranium, cranium'un ön bölümünde olup yüzün kemik yapısını oluşturur. Maxilla (2), os lacrimale (2), os nasale (2), os zygomaticum (2), os palatinum (2), concha nasalis inferior (2), mandibula (1), vomer (1) adı verilen ve bazıları tek bazıları çift olmak üzere on dört kemikten oluşur. Bu bölgede orbita, cavitas oris ve cavitas nasi ile paranasal sinüsler bulunur. (17,18)



Şekil 2.1. Cranium Kemikleri (57).

2.3.1 Neurocranium Kemikleri

Os Frontale

Os frontale, kafatasına ait ön tarafın üst bölümünde yer alır. Alın bölgesini oluşturan ve kafa kemiklerinin en büyüğü olan os frontale, embriyolojik olarak sağ taraf ve sol taraf olmak üzere iki parçadan oluşur.

Fetal cranium'da bu iki parça arasında sutura frontalis bulunur ve genellikle 6-8 yaşlarında birleşerek tek bir kemik halini alır. Kimi zaman bu kaynaşmanın olmadığı durumlarda sutura frontalis metopica adı verilen bir sutura kalabilir.

Sutura frontalis metopica, nasion (n) tarafında, bregma tarafında veya bu iki nokta arasında kısmi olarak da bulunabilir. (16,19)

Os frontale pars orbitalis, pars nasalis ve pars squamosa olarak üç bölümden oluşur.

Pars squamosa arkaya ve yukarıya doğru uzanır. Facies externa adı verilen konveks yüzün her iki tarafta bulunan en çıkıntılı kısmına tuber frontale denir. Tuber frontale'lerin alt tarafında yer alan ve kaşların hemen altında bulunan kavis şeklindeki kabartılara arcus superciliaris denir.

Arcus superciliarisler arasında kalan düz alana güzellik noktası da denilen "Glabella" adı verilir. Arcus superciliaris'lerin altında orbitayı üst taraftan sınırlayan çıkıntılı bir kenar vardır ve bu kenara margo supraorbitalis denir. Margo supraorbitalis'in lateralinde os zygomaticum'a ait proc. frontalis ile eklem yapan proc. zygomaticus bulunur.

Pars nasalis, margo supraorbitalis'ler arasında, glabella'nın altında kalan bölümdür ve os nasale, maxilla'ya ait proc. frontalis ve os lacrimale ile eklenmiştir. Pars nasalis'in os nasalis ile eklem yaptığı noktaya "Nasion" adı verilir.

Pars orbitalis, os frontalis'in orbitanın tavanını oluşturan kısmıdır. Horizontal olarak arkaya doğru uzanan ince iki kemik lamı halinde olan pars orbitalis, os zygomaticus, os lacrimale, os sphenoidale ile eklem yapar. Bu bölümün kafa içine bakan yüzünde beyin gyrusları ve sulcuslarına uyacak şekilde girinti ve çıkıntılar bulunur.

Os frontale, os sphenoidale, os ethmoidale, os parietale, os nasale, maxilla, os lacrimale ve os zygomaticum ile eklem yapar. (10,16,18,20,21)

Os Parietale

Os parietale, cranium'un orta ve üst yan duvarını oluşturur ve dört kenarlı, dört köşeli ve iç yüzü konkav, dış yüzü konveks olan bir çift kemiktir. Tek başına incelendiğinde hangi tarafa ait olduğunu değerlendirmek zor olabilir. Ancak bazı referans noktalarının bilinmesi kemiğin yönünün bulunmasını kolaylaştırır. (13,16)

Os parietale'nin ön taraftaki alt köşesi en sivri bölümüdür ve buraya angulus sphenoidalis adı verilir. Ön taraftaki üst köşesine angulus frontalis, arka taraftaki üst köşesine angulus occipitalis ve arka taraftaki alt köşesine de angulus mastoidea adı verilir.

Margo frontalis adı verilen ön kenarı os frontale ile eklem yapar. İki tarafa ait margo frontalis ve os frontale bir araya gelerek sutura coronalis'i meydana getirir.

Margo sagittalis adı verilen üst kenarı karşı tarafa ait aynı kenar ile birleşir ve sutura sagittalis'i meydana getirir. Margo occipitalis adı verilen arka kenarı ise os occipitale ile birleştiği yerde sutura lambdoidea'yı meydana getirir.

Bebeklerde sutura sagittalis'in ön ucu ile os frontale arasında kalan bölüme fonticulus anterior denir. Arka ucu ile os occipitale arasında kalan bölüme ise fonticulus posterior denir. Fonticulus anterior, yeni doğan çocuklarda bağ dokusu ile örtülüdür ve 1-2 yaş arasında kapanır. (18,21)

Konkav olan ve facies interna adı verilen iç yüzde beyin gyruslarına uyan girinti ve çıkıntılar yer alır. Angulus sphenoidalis'e ait ön alt köşeden başlayan ve arkaya doğru uzanan, sulcus arteria meningae mediae adı verilen oluklar bulunur. Bu oluklar kemiğin hangi tarafa ait olduğunun belirlenmesine yardımcı olur. Beyin zarını besleyen arteria meningea media bu oluklarda yer alır.

Konveks olan ve facies externa adı verilen dış yüzün ortasına denk gelen kabartıya tuber parietale adı verilir.

Os parietale, ön tarafta os frontale, arka tarafta os occipitale, yan taraflarda os temporale ve üst tarafta ise karşı tarafa ait os parietale ile eklem yapar. (21)

Os Temporale

Os temporale neurocranium'a ait çift kemiktir. Kafa iskeletinin yan ve alt bölümünün yapısına katılır ve üzerinde işitme ve denge organlarına bağlanan damar ve sinirlerin geçtiği kanal ve delikler bulunur. Bu nedenle önemli ve karışık bir yapısı vardır. Os temporale, pars petrosa, pars squamosa, pars tympanica ve pars mastoidea adı verilen dört bölümde incelenir. (8,18,21)

Pars squamosa, cavum cranii'nin yan taraflarında bulunur ve yaprak şeklinde os temporale'nin ön tarafının üst bölümünü oluşturur. Yassı şeklinde olup iki tane yüzü bulunur. Hafif konveks olan dış taraftaki yüzüne facies temporalis, iç taraftaki yüzüne ise facies cerebralis adı verilir. Facies temporalis fossa temporalis'in oluşumuna katılır ve büyük bir bölümü m.temporalis ile kaplıdır. (16,18)

Pars squamosa'nın alt kısmından ön tarafa doğru uzanan çıkıntıya proc. zygomaticus adı verilir. Os zygomaticum'a ait proc. temporalis ile birleşerek arcus zygomaticus'u meydana getirir. Proc. zygomaticus'un altında fossa mandibularis adı verilen bir çukurluk bulunur ve buraya caput mandibula yerleşerek alt çene eklemi olan art. temporomandibularis oluşturur.

Alt yüzde fossa mandibularis'in arka kısmında pars tympanica ile arasında fissura petrotympanica (glasser yarığı) vardır ve buradan VII. kranyial sinirin bir dalı olan chorda tympani adı verilen tat duyusunu taşıyan sinir geçer.

Os temporale'nin dış kısmında yer alan ve en küçük parçası olan pars tympanica, meatus acusticus externus'un ön, alt ve arka duvarlarının yapısına katılır. (16,21)

Pars mastoidea, os temporale'nin arka kısmını oluşturur. Arkada os occipitale ile eklem yapan kenarına margo occipitalis denir. Pars mastoidea'nın dış tarafında yer alan ve ergenlikte gelişimini tamamlayan en büyük çıkıntısına proc. mastoideus adı verilir. Bu çıkıntının üzerinde foramen mastoidea bulunur. Buradan a.occipitalis'in bir dalı ile v.emissaria mastoidea geçer.

Pars petrosa, kafatası tabanında os occipitale ile os sphenoidale arasında arkadan öne, dıştan içe doğru uzanan pramit şekline benzeyen bir kemiktir ve nispeten sert ve kompakt kemik yapısındadır. Pars petrosa içinde işitme ve denge yapıları ile ilgili oluşumlar yer alır. Pars petrosa'nın alt yüzünden aşağı ve öne doğru uzanan fossa jugularis'in arka dış tarafındaki çıkıntıya proc. styloideus adı verilir ve arkasında canalis facialis'in dış deliği olan foramen stylomastoideum yer alır. Arka yüzde ve ortada porus acusticus internus bulunur. Pars petrosa içinde cavitas tympani adı verilen boşluk bulunur. Orta kulağa ait bu boşlukta işitme kemikçikleri malleus, incus, stapes bulunur. Ayrıca pars petrosa'da n.facialis'in içinden geçtiği canalis facialis, a.carotis interna'nın içinden geçtiği canalis caroticus bulunur. (8,16,21)

Os temporale, os occipitale, os parietale, os sphenoidale, os zygomaticum ve mandibula ile eklem yapar. (21)

Os Occipitale

Cranium'un arka alt tarafında sağlam bir kemik olan os occipitale pars basilaris, pars lateralis (2) ve pars squamosa olmak üzere dört parçadan meydana gelir. Bu dört bölüm arasında oluşan oval deliğe foramen magnum adı verilir ve içerisinden medulla spinalis, XI. kranyial sinirin spinal parçası ile a. vertebralis geçer.

Pars basilaris, foramen magnum'un önünde kalır ve os sphenoidale ile arasında 20-25 yaşlarda kaynaşan eklem aracılığı ile birleşir. Bu birleşme yerine synchondrosis sphenoccipitalis denir. (8,16,21)

Pars lateralis, for. magnum'un her iki yanında yer alan parçasıdır. Burada condylus occipitalis adı verilen iki tane eklem çıkıntısı bulunur ve kondillerin arka tarafında yer alan çukurlara ise fossa condylaris adı verilir. Condylus occipitalis'lerin üzerinde çift taraflı olarak içten dışa doğru canalis nervi hypoglossi görülür. Buradan XII. kranyial sinir olan n. hypoglossus geçer. Incisura jugularisler pars lateralis'in yan taraflarında foramen jugulare'yi tamamlar. (16,21)

Pars squamosa, kafatasının arka tarafını oluşturan yaprak şeklindeki parçasıdır. Bu parçanın dış arka yüzünde bulunan en belirgin çıkıntıya protuberentia occipitalis externa adı verilir ve antropolojik olarak inion noktasına denk gelir.

İç yüzdeki en çıkıntılı kısma ise protuberentia occipitalis interna denir. Üstte bulunan ve cerebrum'un yerleştiği çukura fossa cerebralis, altta bulunan ve cerebellum'un yerleştiği çukura ise fossa cerebellaris adı verilir.

Os temporale, os sphenoidale ve atlas kemigi os occipitale ile eklem yapan kemiklerdir. (8,16,21)

Os Sphenoidale

Temel kemik konumunda olan os sphenoidale, kafa iskeletinin tam ortasında yer alır ve etrafındaki kemik yapıları birbirine bağlar. Corpus sphenoidale ala minör, ala major ve proc. pterygoideus adı verilen bölümlerden oluşur.

Corpus sphenoidale'nin ön yüzünde ve orta hatta ve burun boşluğuna bakan kenarına crista sphenoidalis adı verilir. Cristanın iki tarafında apertura sinüs sphenoidalis adı verilen açıklıklar bulunur. Corpusun üst tarafında yer alan ve gl. hypophysialis'in yerleştiği çukura fossa hypophysialis adı verilir. Bu çukurluk önünde tuberculum sellae, arkasında ise dorsum sellae tarafından sınırlanır ve etrafındaki yapılar ile beraber türk eyerine benzediği için "Sella Turcica" olarak adlandırılır. (16,18,21,23)

Ala majör, corpusun yan taraflarından uzanan kanat şeklindeki oluşumlardır. Ala major'a ait facies orbitalis, facies maxillaris, facies temporalis, facies cerebralis adı verilen dört yüz ve margo zygomaticus, margo frontalis, margo parietalis, margo squamosa adı verilen dört kenar vardır.

Facies cerebralis üzerinde önden arkaya doğru n. maxillaris'in geçtiği foramen rotundum, n. mandibularis'in geçtiği foramen ovale, a. meningea media'nın geçtiği foramen spinosum bulunur.

Ala minor, corpus sphenoidalis'in iki yanında yatay biçimde uzanan kanat şeklindeki çıkıntılardır. Arka kenarı üzerinde proc. clinoideus anterior bulunur.

Corpus ile birleşme yerinde canalis opticus yer alır. Ala majör, ala minör ve corpus sphenoidalis arasındaki açıklığa fissura orbitalis superior adı verilir ve bu aralıktan birçok oluşum orbitaya girer.

Os sphenoidale os ethmoidale, os frontale, os occipitale, os parietale, os temporale, os zygomaticum, os palatinum ve vomer ile eklem yapar. (16,21)

Os Ethmoidale

Os ethmoidale, os frontale'ye ait incisura ethmoidalis'e yerleşmiştir. İnce, kırılğan yapısı olan ve basis cranii'nin ön kısmında bulunan tek kemiktir. Os ethmoidale lamina cribrosa (horizontalis) ve lamina perpendicularis (verticalis) olmak üzere iki lamina ve pars lateralis adı verilen iki yan bölümden oluşur.

Lamina cribrosa, os frontale'nin pars orbitalis'leri arasında incisura ethmoidalis'e yerleşir ve üst taraftaki yüzü fossa cranii anterior'a, alt taraftaki yüzü cavum nasi'nin yapısına katılır. Burada bulunan foramina cribrosa denilen deliklerden n. olfactorius'un koku ile ilgili lifleri geçer.

Lamina perpendicularis, septum nasi'nin üst taraftaki arka kısmını oluşturur ve burun boşluğunu ikiye ayırır. En üstte kalan kısmına crista galli adı verilir ve bu yapı her zaman dik olmayıp sağa veya sola eğik olabilir. (16,18,21)

Pars lateralis (labyrinthus ethmoidalis) os ethmoidale'nin iki yanında yer alan ince kemik lameller ve diğer tüm yapıları içerir. Bu parçada concha nasalis superior ve concha nasalis media adı verilen birer çift çıkıntı vardır. Concha nasalis medianın altında sinüs maxillaris'in açıklığı bulunur. Os ethmoidale'nin os frontale ile birleştiği medial duvar üzerinde foramen ethmoidalis anterior ve foramen ethmoidalis posterior bulunur. İçinden damar ve sinirlerin geçtiği bu delikler ile burun boşluğu orbitaya bağlanır.

Os ethmoidale os frontale, os sphenoidale, os nasale, maxilla, os lacrimale, os palatinum, concha nasalis inferior ve vomer ile eklem yapar. (16,21,23)

2.3.2 Viscerocranium Kemikleri

Os Lacrimale

Cranium'u yapısına katılan kemiklerin en kırılğanı ve en küçüğü olan os lacrimale, orbita'nın medial duvarında ve ön kısmında yer alır. İki yüzü ve dört kenarı vardır. Orbitaya bakan yüzünde crista lacrimalis posterior bulunur.

Os lacrimale maxilla, os frontale, os ethmoidale ve concha nasalis inferior ile eklem oluşturur. (16,18,21)

Os Nasale

Burun sırtını oluşturan iki küçük kemiktir. Cavitas nasi'nin üst ön duvarının yapısına katılır. İki adet yüzü ve dört kenarı bulunur. Os nasale os frontale, os ethmoidale, maxilla ve karşı tarafa ait os nasale ile eklem yapar. Os frontale ile birleştiği kısım "Nasion" olarak adlandırılan antropolojik noktalardandır. (16,18,21)

Maxilla

Çift kemiklerden olup iki tarafın maxillası orta planda sutura intermaxillaris aracılığı ile birleşir ve üst çeneyi meydana getirir. Dört boşluk olan ağız boşluğu, burun boşluğu, orbita ve sinüs maxillaris ile fossa infratemporalis ve fossa pyterygopalatina'nın yapısına katılır.

Maxilla corpus, proc. frontalis, proc. zygomaticus, proc. palatinus ve proc. alveolaris denilen bölümleri ile facies nasalis, facies infratemporalis, facies orbitalis ve facies anterior adı verilen dört yüzü vardır. Burun boşluğunun dış duvar yapısına katılan corpusun içinde en büyük paranasal sinüslerden olan sinüs maxillaris adı verilen hava boşluğu bulunur. (8,16,21,24)

Proc. frontalis, orbitanın alt kenarı olan margo infraorbitalis'in yapısına katılarak dış tarafa doğru crista lacrimalis anterior adı ile devam eder. Crista lacrimalis anterior'un arkasında sulcus lacrimalis görülür. Bu oluk os lacrimale'de yer alan aynı isimli oluk ile birleşir ve gözyaşı kesesi olan saccus lacrimalis'in oturduğu fossa lacrimalis'i oluşturur.

Proc. zygomaticus os zygomaticum'a doğru uzanır ve bu kemikle eklem yapar.

Proc. palatinus, maxilla'nın horizontal olarak mediale doğru uzanan çıkıntısıdır. Burun boşluğunun alt duvarı ve ağız boşluğunun tavanının yapısına katılır. Karşı tarafın proc. palatinus'u ile birleşerek palatum durum'un ön $\frac{3}{4}$ ünü oluşturur. Ön orta kısmında canalis incisivum görülür. Arka tarafta os palatinum'un proc. horizontalis'i ile eklem yapar. (16,21,24)

Proc. alveolaris, dişlere doğru uzanır. İki taraf birleşir ve arcus alveolaris superior'u oluşturur. Ön yüzdeki kabarık kısımlara juga alveolaria denir. Canin dişlerin üstündeki çukurluğa fossa canina denir. Alt bölümünde diş köklerinin büyüklüğüne göre alveoli dentales adı verilen çukurlar vardır. Alveollar arasında yer alan kemik bölmeye septum interalveolare, diş kökleri arasında yer alan kemik bölmeye ise septum interradiculare denir.

Maxilla'ya ait facies nasalis, facies infratemporalis, facies orbitalis ve facies anterior adı verilen dört adet yüz bulunur. (16,21,24)

Facies nasalis, maxilla'nın iç tarafında olup arka tarafın üst bölümünde sinüs maxillaris'i cavitas nasi'ye bağlayan hiatus maxillaris adlı geniş geçit vardır. Hiatus maxillaris'in önünde bulunan sulcus lacrimalis os lacrimale'de ki aynı olukla devam eder. Os ethmoidale'nin de katılması ile burada canalis nasolacrimalis oluşur.

Maxilla'nın fossa infratemporalis'e bakan yüzü olan facies infratemporalis alt kısmında tuber maxilla ve bunun üzerinde çok sayıda foramina alveolaria denilen delikler vardır ve bu deliklerden dişlere giden damar ve sinirler geçer.

Facies orbitalis, hafif konkavdır ve orbita'nın alt tarafındaki duvarın büyük kısmını meydana getirir. Ön taraftaki kenarına margo infraorbitalis adı verilir ve bu kenar medialde crista lacrimalis anterior, lateralde proc. zygomaticus olarak devam eder. Orbita alt duvarı üzerinde sulcus infraorbitalis ve devamı canalis infraorbitalis görülür. Bu kanal maxilla'nın ön yüzündeki foramen infraorbitale'ye açılır.

Facies anterior, maxilla'nın ön tarafında laterale bakan yüzüdür ve ön iç tarafında inc. nasalis denilen çentik bulunur. Os nasale ve karşı taraftaki çentikle apertura piriformis adı verilen açıklığı oluşturur. Apertura piriformis'in alt tarafında ön yüzde spina nasalis anterior görülür. Ön yüzde orbita çukurunun alt tarafında for. infraorbitale adı verilen ve içinden aynı isimli damar ve sinirlerin geçtiği delik bulunur.

Maxilla'nın eklem oluşturduğu kemikler os frontale, os ethmoidale, os nasale, os zygomaticum, os lacrimale, concha nasalis inferior, os palatinum, vomer ve karşı tarafa ait maxilla'dır. (16,21)

Os Zygomaticum

Visserocranium'un superolateralindedir ve yanak çıkıntısını oluşturan sağlam bir kemiktir. Orbita'nın alt dış bölümünde yer alarak buranın yapısına katılır. Os zygomaticum'un facies lateralis, facies temporalis, facies orbitalis adı verilen üç adet yüzü, processus frontalis ve processus temporalis adı verilen iki tane çıkıntısı bulunur.

Arkaya doğru uzanan çıkıntısına proc. temporalis adı verilir ve os temporale'nin proc. zygomaticus'u ile birleşerek arcus zygomaticus'u oluşturur.

Bu kemik üzerinde içinden damar ve sinirler geçen ve for. zygomaticoorbitale, for. zygomaticofaciale, for. zygomaticotemporale adı verilen delikler bulunur.

Os zygomaticum os frontale, os temporale, os sphenoidale ve maxilla ile eklem yapar. (8,16,21)

Os Palatinum

Os palatinum, ağız boşluğunun tavanını ve burun boşluğunun tabanını yapar. Lamina verticalis ve lamina horizontalis olmak üzere L harfine benzeyen iki laminası bulunur. Lamina horizontalis sert damağın ¼ arka kısmını oluşturur. Lamina verticalis ise burun boşluğunun dış duvarının arka bölümünü oluşturur. Üst tarafında a.sphenopalatina ve n. nasopalatinus'un geçtiği foramen sphenopalatina bulunur.

Os palatinum os sphenoidale, os ethmoidale, concha nasalis inferior, vomer, maxilla ve diğer tarafa ait os palatinum ile eklem oluşturur. (8,16,21)

Concha Nasalis Inferior

Burun boşluğuna ait lateral duvarda bulunan ve çift kemik olan concha nasalis inferior, yukarıdan aşağıya doğru kendi üstüne kıvrılmış bir biçimde olup alt kenarı serbesttir.

Concha nasalis inferior os ethmoidale, maxilla, os lacrimale ve os palatinum ile eklem yapar. (16,21,24)

Vomer

Vomer, yüz iskeletinin tek kemiklerinden olup küçük, ince ve yassı bir kemiktir. Burun bölmesinin arka alt bölümünün yapısına katılır ve dört kenarı iki de yüzü vardır.

Vomer os sphenoidale, os ethmoidale, maxilla ve os palatinum ile eklem yapar. (16,18,21)

Mandibula

Cranium'a ait en büyük, en sağlam ve tek hareketli kemik olan mandibula, corpus mandibula ve ramus mandibula adı verilen iki kısımdan oluşur. Çiğneme ve konuşma durumlarında ağzın açılıp kapanması ve sesin çıkarılmasında rol oynar. (9,18)

Corpus mandibula ile ramus mandibula yaklaşık yüz derecelik bir açı yaparak birleştiği yere angulus mandibula denilir. Buranın en alt ve arka noktası "Gonion" adı verilen önemli bir antropolojik noktadır. Angulus mandibula'nın iç yüzündeki

pürtüklü alana tuberositas pterygoidea denir ve buraya m. pterygoideus medialis tutunur. Dış yüzündeki alana ise tuberositas masseterica denir ve buraya da m. masseter tutunur. (10,16,21)

Corpus mandibula'nın ön taraftaki symphysis adı verilen birleşme yerinde çıkıntılı üçgen bölgeye trigonum mentale denir ve bununda en çıkıntılı kısmına protuberentia mentalis denir. Burası "Gnathion" adı verilen antropolojik noktadır. Üst kısmında processus alveolaris yer alır ve buradaki alveol adı verilen çukurlara alt çene dişleri yerleşir.

Ramus mandibula corpus mandibula'nın iki tarafında yukarıya ve birazda arkaya doğru uzanır. Üst tarafında önde görünen çıkıntısına proc. coronoideus adı verilir ve buraya m. temporalis tutunur. Arkadakine ise caput mandibulae (proc. condylaris) denilir ve os temporale'de ki fossa mandibularis ile eklem yapar.

Ramus mandibula'nın iç tarafındaki deliğe foramen mandibulae adı verilir ve corpus içinde ilerleyerek önde for. mentale olarak sonlanır. Bu kanala canalis mandibularis adı verilir ve buradan alt çene dişlerini besleyen damar ve sinirler olan v.alveolaris inferior, a.alveolaris inferior ile n. alveolaris inferior geçer. (16,21)

2.4 Kafa İskeletinin Bütünü

Kafa iskeletinin büyüklük ve şekli ırk, yaş ve cinsiyete bağlı olarak çeşitlilik gösterir. Yenidoğanda neurocranium, viscerocraniumdan daha büyüktür. Kafa iskeletinin şekli beynin büyümesi ile paralel olarak büyük oranda ilk iki yılda gerçekleşir. Yaş ilerledikçe yüz uzar ve neurocranium'a göre daha fazla büyür. (10,16,21)

Kafa kemiklerinin bütününe cranium adı verilir. Kafatasına bakış açısına göre değişik bölgelerde kemiklerin eklem çizgileri olan suturalar, çeşitli oluşumlar ve antropolojik noktalar görünür. (9) Cranium'un dıştan görünümü bakıldığı yere göre norma superior, norma lateralis, norma facialis, norma occipitalis ve norma basilaris şeklinde incelenir.

2.4.1 Norma Superior

Kafa iskeletine üst taraftan bakıldığında görünen bölüme calvaria adı verilir. Calvaria'yı meydana getiren kemiklerin hepsi yassı ve ince kemikler olup os frontale, os parietale ve os occipitale'nin birleşmesi ile oluşur. Bu bölgede, sutura coronalis (iki os parietale ile os frontale arasında), sutura sagittalis (iki os parietale arasında), sutura lambdoidea (os occipitale ve iki os parietale arasında) olmak üzere üç adet suture görünür. Sutura sagittalis'in sutura coronalis ile birleştiği bölüme

“Bregma”, sutura lambdoidea ile birleştigi bölüme ise “Lambda” adı verilir. Cranium’un en tepe noktasına ise vertex denir. (14,16,18,21)

2.4.2 Norma Lateralis

Kafa iskeletine dış yandan bakıldığında kraniyal ve fasiyal kemikler tarafından oluştuğu görülür. Os frontale, os parietale, os occipitale ve os temporale ile os sphenoidale’nin ala majörü, os zygomaticum birbirleri ile eklem yaparlar. Os parietale, os temporale ve os occipitale kemiklerin birleşim yerine antropolojik bir nokta olan “Asterion” adı verilir.

Arcus zygomaticus, os zygomaticus’un proc. temporalis’i ile os temporale’nin proc. zygomaticus’unun birleşmesi ile oluşan bir kemer şeklinde görünür. Arcus zygomaticus’un üst tarafındaki çukur bölgeye fossa temporalis denir. Arcus zygomaticus’un iç tarafında ve aşağısında düzensiz bir çukurluk olan fossa infratemporalis bulunur. (8,21)

Orbita tepesinin hemen arkasında ve fossa infratemporalis’in iç yanında fossa pytergopalatina adı verilen küçük bir boşluk bulunur ve n. maxillaris, a. maxillaris, ve ganglion pterygopalatinum’u içermesi nedeniyle önemlidir. Bu boşluk, for. rotundum vasıtasıyla fossa cranii media’ya, fissure orbitalis inferior vasıtasıyla orbita’ya, for. sphenopalatinum vasıtasıyla cavitas nasi’ye, canalis pterygopalatinus vasıtasıyla cavitas oris’e bağlanır. (8,18)

2.4.3 Norma Facialis

Kafa iskeletine ön taraftan bakıldığında üstte os frontale, altta mandibula’nın corpusu, yanlarda os zygomaticum ile mandibula’nın ramusu, ortada ise maxilla, os nasale, orbita ve burun boşluğunun girişi görünür. Corpus mandibula’nın alt tarafının orta bölümünde protuberentia mentalis ile alt yan kısımlarında tuberculum mentale’ler görünür. (18,21)

Görme organına ait yapıların bulunduğu orbita’nın ön açıklığına aditus orbitae, kenarına margo orbitalis adı verilir. Üst kenarı olan margo supraorbitalis os frontale tarafından, alt kenarı olan margo infraorbitalis os zygomaticum ve maxilla tarafından, dış kenarı olan margo lateralis os zygomaticum tarafından, medial kenarı olan margo medialis ise maxilla’nın proc. frontalis’i tarafından oluşur.

Orbita’yı oluşturan dört duvar tanımlanmıştır. Üst duvar olan paries superior’u os frontale’ye ait pars orbitalis oluşturur. Bu duvarın dış yanında fossa glandulae lacrimalis denilen çukurluk, iç kısmında ise spina trochlaris denilen çıkıntı bulunur. Alt duvar olan paries inferior’u maxilla’nın facies orbitalis’i ve os

zygomaticum'un facies orbitalis'i ile en arkada az bir yerde os palatinum'un proc. orbitalis'i oluşturur. Burada sulcus canalis infraorbitalis bulunur. (8,21)

Dış yan duvar olan paries lateralis'i, arka tarafta os sphenoidale'nin ala major'üne ait facies orbitalis, ön tarafta os zygomaticum'a ait facies orbitalis oluşturur. İç yan duvar olan paries medialis önden arkaya doğru maxilla'nın proc. frontalis'i, os lacrimale, os ethmoidale'nin lamina orbitalis'i ve os sphenoidale'nin corpus'u oluşturur. Her iki orbita'ya ait medial duvarlar birbirine paralel olup bu duvarın ön bölümünde sulcus lacrimalis bulunur. (8,18,21)

Alt taraftaki duvar ve dış taraftaki duvar arasında arka bölümde yer alan geçite fissure orbitalis inferior, dış taraftaki duvarın arka bölümü ile üst taraftaki duvar arasında yer alan yarık biçimindeki açıklığa ise fissura orbitalis superior denilir. Orbita, fissura orbitalis inferior ile fossa infratemporalis ve fossa pytergopalatina'ya, fissura orbitalis superior ile de fossa cranii media'ya bağlantı sağlar.

Ortada görünen burun boşluğuna ait açıklığa apertura piriformis adı verilir ve bu açıklığı maxilla ve nasal kemikler sınırlandırır. Alt tarafında ve orta bölümündeki çıkıntıya spina nasalis anterior denir. (18,21)

2.4.4 Norma Occipitalis

Kafa iskeletinin arkadan görünüşüne occiput da denilmektedir. Burada os occipitale, os parietale ve os temporale'nin bölümleri bulunur. Orta hatta ele gelen kabarıklığa protuberantia occipitalis externa denir. Burası aynı zamanda antropolojik bir noktadır ve "Inion" olarak adlandırılır. Occiput'un ortasında sutura sagittalis ve sutura lamdoidea birleşim yeri olan lambda bulunur. (14,16,18)

2.4.5 Norma Basilaris

Kafa iskeletinin tabanı olan basis cranii'nin, dış tarafta görünen kısmı basis cranii externa, calvaria çıkarıldıktan sonra iç tarafta görünen kısmı ise basis cranii interna olarak isimlendirilir. (8,21)

Basis cranii externa'ya bakıldığında mandibula hariç ön taraftan arkaya doğru sırasıyla maxilla'nın proc. palatinus'u ve proc. alveolaris'i, os palatinum, vomer, os sphenoidale'nin proc. pterygoideus'u ve ala major'ların dış yüzü, spina ossis sphenoidalis, os sphenoidale'nin corpus'u, os temporale'nin pars squamosa ve pars petrosa'sı ile os occipitale'nin alt kısmı görünür. (8,18,21)

Basis cranii externa ön kısım, orta kısım ve arka kısım olmak üzere üç bölüme ayrılarak incelenir. Ön kısımda, $\frac{3}{4}$ ön tarafını maxilla'nın, $\frac{1}{4}$ arka tarafını os

palatinum'un oluşturduğu palatum durum adı verilen sert damak bulunur. Palatum durum'un sağ ve sol tarafı arasında bulunan sutura palatinus mediana'nın önünde bulunan deliğe foramen incisivum, arka tarafında bulunan çıkıntıya spina nasalis posterior, arka dış tarafındaki büyük deliklere palatinum majus ve bunun hemen arkasında bulunan küçük deliklere foramina palatina minora adı verilir. Damağın üst arka tarafında da iki büyük açıklık olmak üzere burun boşluğu girişi olan ve choanae olarak adlandırılan aperture nasalis posterior bulunur. (14,18)

Orta kısım, palatum durum'un arka kenarından foramen magnum'a kadar olan kısımdır ve burada fossa pytergoidea ile foramen lacerum bulunur. For. lacerum'un ön ve arka taraflarında aperture interna canalis carotici ve aperture externa canalis carotici ile dış tarafında os sphenoidale üzerinde foramen ovale ile foramen spinosum isimli delikler vardır.

Arka kısımda, os occipitale'nin bölümleri arasında oluşan foramen magnum isimli büyük delik ve bu deliğin dış yanlarında ise condylus occipitalis bulunur. Buranın ön dış tarafında ise canalis hypoglossi yer alır. For. magnum'un ön kenarına ait orta noktasına “Basion”, arka kenarına ait orta kısmına ise “Opisthion” adı verilen antropolojik noktalar bulunur. Fossa mandibularis'in arka tarafında proc. styloideus ile bunun arkasında for. stylomastoideum vardır. Os occipitale ile os temporale'ye ait pars petrosa tarafından oluşan deliğe de for. jugulare adı verilir. (16,18,21)

Calvaria çıkarıldıktan sonra basis cranii interna denilen kafatası tabanının iç yüzünde fossa cranii anterior, fossa cranii media ve fossa cranii posterior adı verilen çukurlar bulunur. Fossa cranii posterior, diğerlerinden daha büyük ve daha derindedir. (16,21)

Fossa cranii anterior, os sphenoidale'ye ait tuberculum sellae ile ala minor'ların önünde kalan bölümdür ve diğer boşluklara nazaran daha yüksekte bulunur. Bu bölümde foramen caecum, crista galli, lamina cribrosa, foramina cribrosa ve canalis opticus bulunur.

Fossa cranii media, ön bölümünde ortada tuberculum sellae, her iki yanda ala minor'ların arka kenarı, arka bölümünde ortada dorsum sellae, yanlarda temporal kemiğin pars petrosa bölümleri tarafından oluşur. Bu bölümde sella turcica, for. rotundum, fissura orbitalis superior, for. ovale, for. spinosum ve for. lacerum bulunur. (8,16)

Fossa cranii posterior, ön tarafta dorsum sellae, os sphenoidale'nin corpusu, os occipitale'nin pars basilaris'i, arka tarafta os occipitale ve bu kemiğe ait pars squamosa, yan taraflarda ise os temporale'nin pars petrosa ve pars masteoidea tarafından oluşur. Ortasında foramen magnum denilen açıklık vardır. Foramen jugulare, canalis nervi hypoglossi, porus acusticus internus bu bölümde bulunan diğer açıklıklardır. (8,18)

2.5 Adli Antropoloji ve Kimlik Tespiti

Adli antropoloji, Biyolojik Antropolojinin bir alt dalı olarak adli olayların çözülmesinde biyolojik/fiziksel antropoloji yöntem ve hedeflerini kullanan bir bilim dalıdır. (25,28,29) Adli antropoloji, insan iskelet kalıntılarının adli açıdan incelenmesi ve tanımlanmasıyla ilgilenir ve ana çalışma alanı kimliklendirmedir. İnsan kalıntılarının kimliğinin tespit edilmesinin zor olduğu kitlesel olaylarda soruşturmalar genellikle travma analizine, ölüm nedeninin ve şeklinin belirlenmesine ve ölüm sonrası geçen zamanın ve ilgili tafonomik süreçlerin değerlendirilmesine yöneliktir. Bu bağlamda adli antropoloji anatomi, biyoloji, osteoloji, arkeoloji gibi diğer bilim dalları ile beraber multidisipliner bir alan olarak çalışmaktadır.

Adli antropolojik araştırmalar sayesinde toplu ölümlerde bireylerin ölüm nedenleri, demografik özellikleri, sayıları ve etnik kökenleri gibi çeşitli özelliklere ait bir çok bilgiler meydana çıkarılabilmektedir. Büyük kazalar, doğal afetler ve savaşlar gibi toplu ölümlerde kimliği belirsiz kişilerin kimlik tespiti için çeşitli teknikler ile kimlik tespiti yapılabilmektedir. (26,27)

Kimlik tespitinin en önemli adımlarından biri insan iskeletlerinden çeşitli yöntemler ile biyolojik profilin belirlenmesidir. Biyolojik profil oluşturulurken öncelikli olarak dört ana biyolojik kriter tanımlanır. Bunlar cinsiyet, yaş, boy ve ırk'tır. Bu özellikler, vücut modifikasyonları, yara izleri de dahil olmak üzere varsa cerrahi müdahalelerin kanıtı, protezler, dişlere ait özellikler ve bireylere ait patolojik durumların tespit edilmesi gibi ikincil özelliklerin tespiti ile desteklenir. Biyolojik profilin belirlenmesi kimliği bilinmeyen kişilerin kimlik tespitinin yapılarak adli vakaların çözüme kavuşması bakımından son derece gerekli ve önemlidir. (28,29,30)

2.5.1 Cinsiyet Tahmini

Erkek bireyler ile kadın bireylerin şekil ve boyutlarının birbirinden farklı olması ve bu farklılıkların morfolojik ve morfometrik olarak incelenmesi ile

yetişkin iskeletlerinden cinsiyet tayini yapılabilmektedir. Ancak bebek, çocuk ya da genç erişkinlerde primer cinsiyet karakterlerinin gelişimi tamamlanmadığından bu yöntemler etkin olarak kullanılamamaktadır. (29)

Cinsiyet tahmini, tanımlanamayan insan iskelet kalıntılarından güvenilir biyolojik profil oluşturulmasında en önemli hususlardan biridir. Cinsiyetin doğru tahmin edilmesi yaş, etnik köken ve boy tahmininde son derece önemlidir. Pelvis ve kafatasının cinsiyet tahmininde diğer kemiklere göre en doğru bilgiyi verdiği kabul edilir. Bununla birlikte, kafatası ve pelvisin yokluğunda, postkraniyal kemikler özellikle uzun kemikler de cinsiyet tayininde kullanılmaktadır. Kalıntıların uzun kemiklerden olması ve %95'e varan doğruluk oranı sağlanabildiğinde cinsiyeti belirlemenin de güvenilir olduğu varsayılmaktadır. (27,31,32)

Cinsiyet tahmini, hem canlı bireylerde hem de insan iskelet kalıntılarında adli antropoloji için temel taşlardan biridir. Bu bakımdan kafatası, cinsiyetin belirlenebilmesi için önemli bir iskelet parçasıdır ve adli antropoloji alanında şekil, görünüş ve boyut açısından çeşitli yöntemler ile kapsamlı bir şekilde çalışılmıştır. Antroposkopik yöntem, erkek ve kadın kafatası arasındaki genel görünüm, çıkıntılar, sağlamlık gibi morfolojik farklılıkların değerlendirildiği öznel bir gözlem ve tanımlama yöntemidir. Bu yöntem ile kafatasından cinsiyet tanımlanabilmekte olup gözleme dayalı cinsiyet belirteçleri olan kafatasının büyük ya da küçük olması, glabella, kaş sırtı (supra-orbital ridge), oksipital kemikte yer alan nuchal bölge, mastoid çıkıntı gibi özellikler değerlendirilir. Kadınlarda kafatası pürüzsüzlük ve zarafet gibi özellikleri barındırır. Erkeklerde ise daha fazla sağlamlık, daha fazla belirgin kaş sırtları, kare alt çene ve daha büyük kas bağlanma alanları sergiler. (33,34,35)

Kraniyometri, kraniyal yer işaretleri adı verilen sabit noktalar arasındaki ölçümlere dayanan metrik bir yöntemdir ve bu yüzden daha objektiftir. Metrik yöntemde doğrusal, eğrisel (çevre ölçümü), tahmini kafatası hacmi ve belirli noktalar arasındaki alan ölçümleri gibi çeşitli parametrelerden ölçümler yapılabilir. Kimliği bilinmeyen bir bireyin kafatasından ırk ve cinsiyetinin belirlenmesinde kraniyometri yol gösterici olabilir. (36,37,38)

Cinsiyet tahmini, adli antropolojide özellikle bozulmuş veya parçalanmış iskelet kalıntıları söz konusu olduğunda en önemli adımlardan biri olmaya devam etmektedir. Bu bakımdan, çalışma veri tabanının yanı sıra iskelet kalıntılarının da

kalıcı olarak gerçekleştirilmesine ihtiyaç vardır. Bu nedenle, klasik iskelet koleksiyonlarının yanı sıra, iskelet sisteminin bilgisayarlı görüntülenmesinden, yani BT taramalarından önemli miktarda veri elde edilebilir. Ayrıca BT taramaları bireylerin yaş ve cinsiyetlerinin bilinmesi ve daha sonra istatistik amaçlar için verilerin erişilebilirliğini ve uygulanabilirliğini artırma avantajına sahiptir.

Bu yöntemler kimliği belirsiz kişilerin tanımlanmasının yanı sıra nüfusa özgü veritabanı geliştirilmesine de olanak sağlar. (34,39)

2.5.2 Boy Tahmini

Boy tahmini, iskelet kalıntılarından uzun kemiklere ait ölçümlere çeşitli regresyon formülleri uygulanarak hesaplanmakta olup bilinmeyen ve birbirine karışmış insan kalıntılarının tanımlanmasında adli antropoloji açısından oldukça önemlidir.

Boy tahmini vücudun uzun kemikleri, omurga, kafatası, el ve ayak ölçümlerinden yapılabilmektedir. Femur ve tibia'dan yapılan boy tahmini kol kemikleri olan humerus ve radius'tan yapılan boy tahminine göre daha güvenilirdir. (40,41,42)

Vücut bölümlerinin kendi aralarında ve toplam vücut boyuna göre tutarlı oranlar gösterdiği bilinmektedir. Antropolojik incelemelerde kafatasından boy tahmini kimliği bilinmeyen bir bireyin kimliğinin saptanmasında yararlıdır. Kafatası, zorlu koşullarda bile ölçülebilen kolayca tanımlanabilir yüzey ve yer işaretlerine sahip olduğundan kafatası boyutlarına dayalı formüller, bu tür koşullar altında alternatif bir boy tahminine olanak tanır. Kafatası morfometrisi boy tahmininde doğru ve güvenilir bir araç sağlar. (43)

2.5.3 Etnik Köken Tahmini

Etnik köken tahmini, popülasyonlar arasında morfolojik ve osteolojik farklılıkların kullanılarak kemikler üzerinde etnik kökenlere ait özelliklerin tanımlanmasıyla özellikle adli olaylarda araştırmanın sınırlarını daraltması açısından önemlidir. (29,44)

Popülasyonlar arasında bulunan fenotipe bağlı farklılıklar dikkate alındığında etnik köken tayini ile ilgili karakterler en iyi kafatasında tanımlanmaktadır. Bu nedenle kafatası adli antropolojide sıklıkla çalışılmıştır. (43,45)

2.5.4 Yaş Tahmini

Kimliği bilinmeyen kişilerin kimliğinin belirlenmesi amacıyla yapılan biyolojik profil oluşturma çalışmalarında en önemli aşamalardan biri de yaş tahminidir. Yaşın belirlenmesi için çocuk veya erişkin bireylerde farklı yöntem ve teknikler kullanılmaktadır. Büyümenin tamamlanması nedeni ile erişkin bireylerde cinsiyete göre de değişen çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Yaş tahmini yöntemleri erişkin (adult) ve erişkin olamayan (subadult) yöntemler olmak üzere histolojik, dental, osteolojik ve kompozit yöntemler olarak sınıflandırılmaktadır.

Osteolojik yöntem ile yaş tahmini, erişkin iskeletlerini oluşturan kemiklerin gelişimi, zamana bağlı dejeneratif değişiklikleri dikkate alınarak yapılmaktadır. Erişkin iskeletlerindeki yaş belirleme yöntemleri kafatası suturlarından, simfizis pubis'ten, auricular yüzeyden ve klavikula'dan bu bölgelere ait belli metotlara göre uygulanmaktadır. (29,46)

2.6 Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

1976 yılından beri geliştirilmekte olan ve yeni nesil bilgisayarlı tomografi (BT) sistemi olarak tanımlanan KIBT, ilk defa 1980'li yılların başlarında kardiyovasküler hastalıkların değerlendirilmesi amacıyla kullanılmıştır. Üç boyutlu bir görüntüleme aracı olan KIBT, sonrasında mamografi, radyoterapi rehberliği ve maksillofasiyal bölgenin görüntülenmesi için kullanılmaya başlanmıştır. (47,48,49,50) KIBT, BT tetkikine nazaran daha az ve etkili radyasyon dozu ile dişler ve çevre dokular dahil maksillofasiyal iskeletin üç boyutlu bilgilerini üretmek için ekstraoral görüntüleme tarayıcısı kullanan yeni bir medikal görüntüleme teknolojisidir.

KIBT cihazlarının görüntüleme sistemi ile geleneksel BT cihazlarının görüntüleme sistemi arasında bazı farklılıklar vardır. BT cihazlarında yelpaze şeklinde olan X-ışınları KIBT cihazlarında konik şeklindedir. (51,52) KIBT ile üç boyutlu görüntü elde edilirken, hastanın başının etrafında 180-360 derece eş zamanlı dönen kaynak ve sensör arasında olan basit ve doğrudan ilişki sayesinde konik şeklinde olan X ışını silindirik veya küresel görüntü alanı oluşur. FOV olarak adlandırılan görüş alanı her bir hastaya uygun olarak ayrı ayrı seçilebilir.

Tarama yapılırken her rotasyon için seri bir şekilde çok fazla sayıda ham veri olarak adlandırılan projeksiyon verisi oluşturulur. Bu projeksiyonların oluşturduğu ham veriler (projection data) çeşitli bilgisayar programları vasıtası ile

üç boyutlu verilere dönüştürülür ve yeniden yapılandırılarak aksiyal, sagittal ve koronal düzlemde görüntüler elde edilir. (49, 51,53,54)

Maksillofasiyal bölgede kemik yapıların görüntülenmesi için kullanılan KIBT, geleneksel BT cihazlarına nazaran daha basittir ve maliyeti de daha düşüktür. (51,53,55) Ayrıca, radyasyon dozu geleneksel BT taramalarına kıyasla altı kata kadar daha düşük olup daha kısa bir tarama süresine sahiptir. KIBT'nin başlıca avantajları yüksek çözünürlüğü, erişilebilirliği, kolay kullanımı ve gerçek boyutlu bir veri seti oluşturmastır. Başlıca sınırlamaları ise düşük kontrast aralığı (X-ışını dedektörünün tipine bağlıdır), sınırlı dedektör boyutu, sınırlı görüş alanı ve sınırlı tarama hacmine neden olur.

KIBT, alan olarak daha az yer kaplaması, doğru anatomik veri sunması, düşük maliyeti, kolay erişilebilirliği ve düşük radyasyon dozu nedeniyle oral ve maksillofasiyal cerrahide, ortodontide ve çok sayıda klinik uygulamada kullanımı giderek artmaktadır. (55,56)

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'nın arşivinden sağlanan KIBT görüntüleri incelenerek yapıldı. 2017-2022 yılları arasında gömülü diş ve temporomandibular eklemde değerlendirilmesi sebepleriyle çekilmiş olan KIBT görüntüleri kullanılarak 18-70 yaş arası 52 erkek ve 52 kadın yetişkin birey olmak üzere toplam 104 kişiye ait görüntüler incelendi.

Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Protokolü

KIBT görüntüleri, amorf silikon düz panele (23,8 cm genişlik x 19,2 cm yükseklik) sahip, I-CAT 3D Görüntüleme Sistemi (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, ABD) kullanılarak elde edildi. Cihaz, standart olarak 120 kVp, 7 mA parametreleri, 0,3 mm³ kesit aralığı ve 10-12-13x16 mm görüş alanı (FOV) seçilerek, 4,8 sn ekspozur zamanında çalıştırılmıştır. X-ışını tüpü- flat panel sistemi, hasta başının ekrafında, tek 360 derece döndürme ile görüntü almaktadır ve tarama zamanı 26,9 sn'dir.

Görüntü çekimi sırasında hastayı doğru konumlandırmak ve hasta hareketini en aza indirmek için çeşitli sistem özellikleri yardımcı olarak kullanıldı. Hasta cihazın sandalyesine elleri kucağında olacak ve yüzü karşıya doğru bakacak şekilde oturtuldu, sandalyenin yüksekliği, hastanın başı panel ile uygun hizada olması için ayarlandı. Hastanın başı panele ön-arka yönde hizalanırken kafa desteği ileri-geri yönde hareket ettirilerek konumlandırıldı. Hastanın başı, kafa desteği ile çene desteği arasında sabitlendi. Başı desteklemek için kafa bandı ile hastanın alını sarıldı ve bant kafa desteğinin diğer ucuna sabitlendi. Hastanın konumlandırılmasına yardımcı olmak için, yatay ve dikey rehber lazer çizgiler kullanıldı. Dikey çizgi hastanın kafasının orta hattından geçirildi. Yatay çizgi, oklüzal düzlemde, dudakların arasında konumlandırıldı. Böylece hastanın başı, oklüzal düzlemi yere paralel, Frankfurt horizontal düzlemi hafifçe eğimli olacak şekilde konumlandırıldı.

14 bit çözünürlüğe sahip görüntüler, i-CAT Vision 1.9 yazılım programı (Imaging Sciences International LLC. Hatfield, PA, ABD) ile birleştirilmiştir. Tüm görüntüler, Intel(R) Core(TM) i5-9500T CPU @ 2.20GHz 2.21 GHz, 64 bit işletim sistemine sahip Hp masaüstü bilgisayarı kullanılarak değerlendirildi.

Her birey için KIBT üzerinde üst yüz yüksekliği ve üst yüz genişliği parametrelerini içeren toplam 2 adet ölçüm yapıldı ve bireylerin yaş ve cinsiyetleri

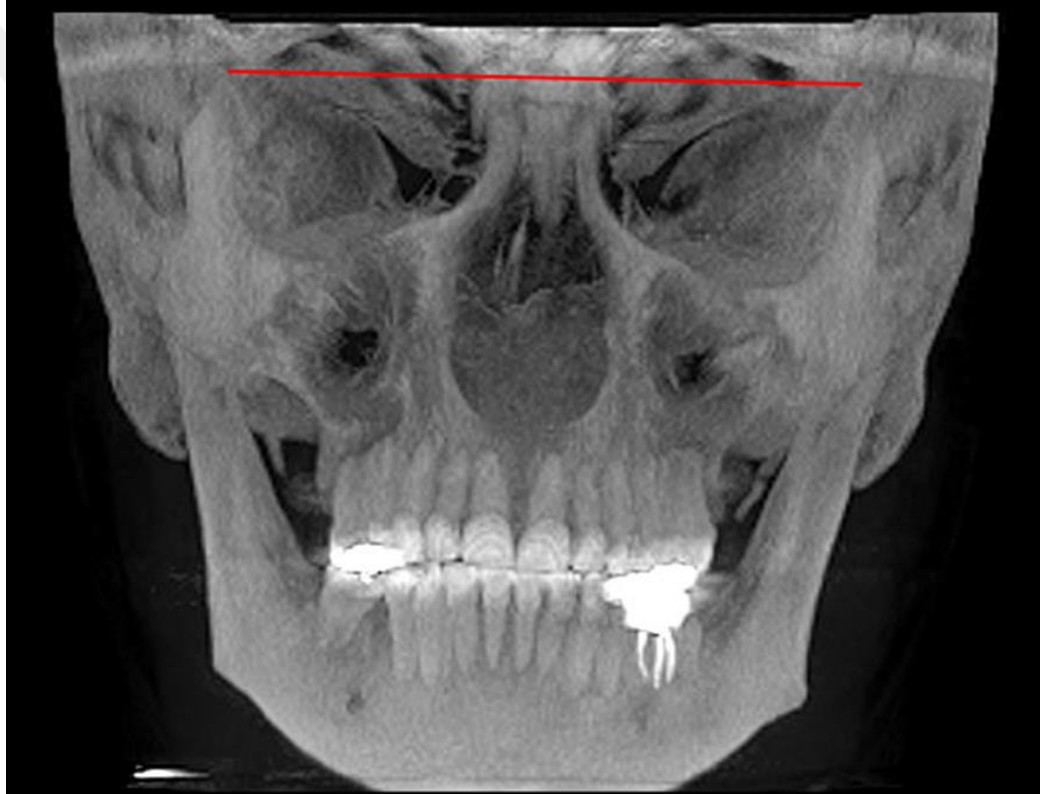
kaydedildi. Bütün görüntüler aynı operatör tarafından incelendi. Ölçümler yapılırken programın koronal ve sagittal planda tam kafa görüntüsünün 3 boyutlu izlendiği modu kullanıldı. Ölçümlerin birimi milimetre (mm) cinsinden olup noktadan sonra tek basamak ölçüm hassasiyeti mevcuttur.

Ölçüm Yapılan Kraniyofasiyal Parametreler

Üst yüz genişliği (Frontomalare temporale noktaları arası mesafe), (fmt-fmt)

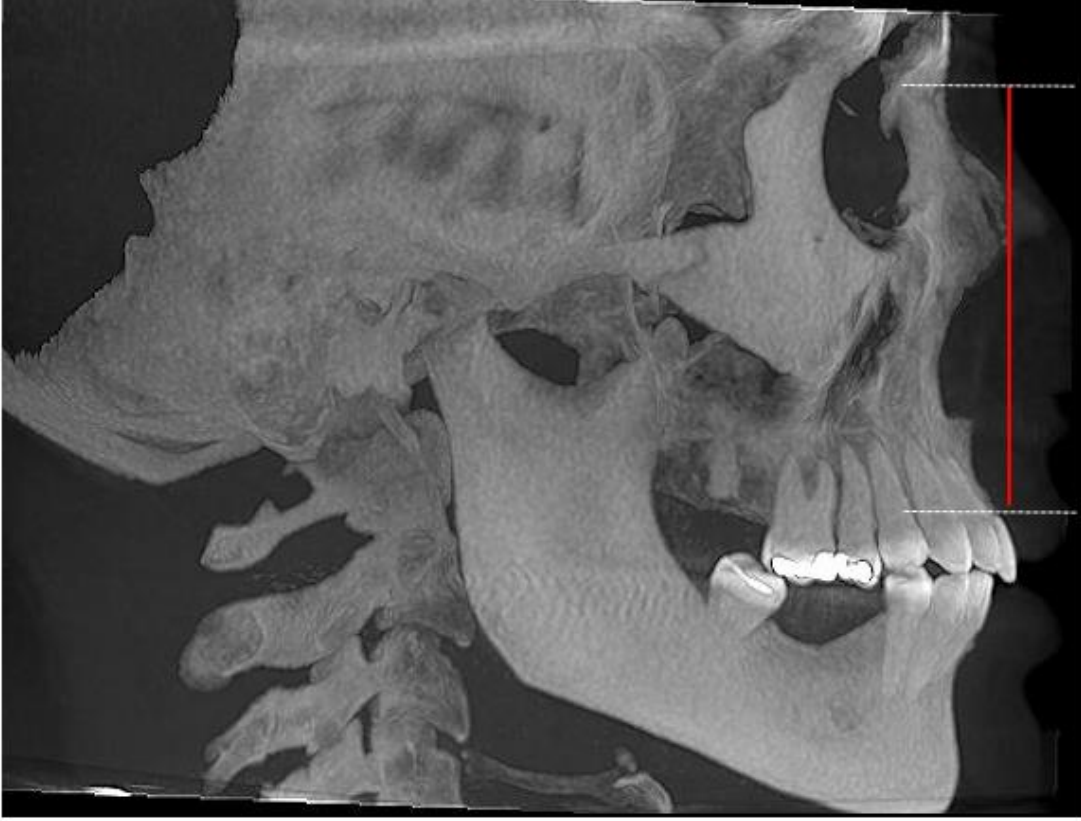
Üst yüz yüksekliği (Nasion ve prosthion (pr) arası mesafe), (n-pr)

1) Üst Yüz Genişliği (fmt-fmt): Frontomalare temporale-frontomalare temporale arası mesafe ölçülmüştür (58), (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. KIBT görüntüsü üzerinde fmt-fmt ölçüm tekniği.

2) Üst Yüz Yüksekliği (n-pr): Nasion- prosthion arası mesafe ölçülmüştür (59), (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. KIBT görüntüsü üzerinde n-pr ölçüm tekniği.

Güç Analizi

Örneklem genişliğini belirlemek amacıyla yapılan literatür taraması neticesinde maksimum kraniyal uzunluğu ve maksimum kraniyal genişliğinin cinsiyetler arası farklılıkları dikkate alınarak power analizi uygulandı. (58) Maksimum kraniyal uzunluğu dikkate alındığında standardize etki büyüklüğü 0,55 olarak hesaplandı ve birinci tip hata yapma olasılığı %5, testin prior gücü %80 alındığında Univariante-test yardımıyla her bir cinsiyetten en az 45 kişi alınması gerektiği sonucuna ulaşıldı. Maksimum kraniyal genişliği dikkate alındığında ise standardize etki büyüklüğü 0,57 olarak hesaplandı ve birinci tip hata yapma olasılığı %5, testin prior gücü %80 alındığında Univariante-test yardımıyla her bir cinsiyetten en az 40 kişi alınması gerektiği sonucuna ulaşıldı. Ayrıca kafatasının üst yüz yüksekliği ve genişliğinin cinsiyet tayinindeki başarısı multivariate modellerle karşılaştırmalı olarak inceleneceğinden bu modeller dikkate alındığında modelde 2 ölçüm yer alacaktır ve ihtiyaç duyulacak minimum örneklem genişliği her bir cinsiyet için en az 60 olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar doğrultusunda her bir

cinsiyetten en az 50 kişi alınmasına karar verildi. Hesaplamalarda G*power (ver. 3.1.9.4) programı kullanıldı. Bu kapsamda çalışmanın rneklemi 52 erkek ve 52 kadın olmak üzere 104 kişi olarak belirlendi.

İstatistik Analiz

Elde edilen verilere ait tanımlayıcı istatistikler ortalama, standart sapma ve quartiller olarak hesaplandı. Cinsiyet dağılımı sayı ve % olarak verildi. Ölçümlerin normal dağılıma uyumu Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Hem kadın hem de erkeklerde fmt-fmt ve n-pr ölçümleri normal dağılım gösterirken yaşın normal dağılım göstermediği belirlendi. Kadın ve erkeklerin yaş ortalamaları Mann-Whitney U testi ile fmt-fmt ve n-pr ölçümlerine ait ortalama değerler ise İndependent Samples t-test ile karşılaştırıldı. Yaş dağılımı benzer bulunan cinsiyetlerin, fmt-fmt ve n-pr ölçümleri dikkate alınarak ayırıcı tanısında makine öğrenmesi algoritmalarından 4' kullanıldı. Seçilen algoritmalar sınıflama problemlerinin üzümünde yaygın kullanılan Lojistik Regresyon (LR), Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machine, SVM), Sınıflama ve Regresyon Ağacı (CART) ve Yapay Sinir Ağları (Neural Network, NN) dir. (60) alışmada dikkate alınan algoritmalar danışmanlı ğretim (supervised learning) ailesine mensuptur. Söz konusu algoritmaların performansları aşağıda alt başlıklar halinde tanımlanan ölçütlerle değerlendirildi. Ayrıca algoritmalarından elde edilen tahminlerin i geçerliliği 10-katlı çapraz geçerlilik testi ile incelendi (10-fold CV).

Algoritma Başarılarını Değerlendirmede Kullanılan Performans Ölçütleri

Tanımlanan performans ölçütleri, algoritmalarından elde edilen ve Şekil.3.3'te tanımlanan Karmaşıklık Matrisi (Confussion Matrix) yardımıyla hesaplanır.

		Algoritma tahmini	
		Kadın	Erkek
Gerçek durum	Kadın	Doğru Kadın (True Negative, TN)	Yanlış Erkek (False Positive, FP)
	Erkek	Yanlış Kadın (False Negative, FN)	Doğru Erkek (True Positive, TP)

Şekil 3.3. Karmaşıklık matrisi.

Doğruluk Oranı (Accuracy): Kadın ve erkekleri genel doğru sınıflama başarısı. Bu ölçüt, sınıflandırılan gruptaki denek sayıları dengeli olmadığı zaman iyi sonuçlar vermez.

AUC: ROC (Receiver Operating Characteristic, Alıcı işlem karakteristikleri) eğrisi altında kalan alan olup 0 ile 1 arasında değer alır. Ayırma başarısı %100 olan bir sınıflandırıcının ROC eğrisi altında kalan alan 1'dir.

Yanlış Negatifler Oranı (FN): Gerçekte erkek iken algoritma ile kadın olarak sınıflandırılanların oranıdır.

Yanlış Pozitiflik Oranı (FP): Gerçekte kadın iken algoritma ile erkek olarak sınıflandırılanların oranıdır.

Sensitivite veya Recall: Gerçekte erkek olanların algoritma ile de erkek olarak atanmasıdır.

Spesifite: Gerçekte kadın olanların algoritma ile de kadın olarak atanmasıdır.

Precision: Pozitif kestirim değeri olarak da adlandırılır ve algoritmaların pozitif grubu (bu çalışmada erkekler) kestirebilme gücüdür.

Recall ve Precision tanımlamaları istatistik literatüründe sırasıyla sensitivite ve pozitif predictive değer olarak adlandırılır. Bu kavramlar makine öğrenme literatüründe tercih edilmektedir. Çalışmamızda Recall ve Sensitivite arasında azda olsa farklılık olması, sensitivite değerlerinin çapraz geçerlilik yapmadan tüm veriden hesaplanması, recall değerlerinin ise çapraz geçerlilik yapılarak elde edilmesinden kaynaklanmaktadır (Tablo 4.3).

F1 Oranı: Sınıflandırılan gruplarda (bu çalışmada cinsiyetler) yer alan denek sayılarının dengesiz dağılımı söz konusu ise kullanılması önerilen bir ölçüttür. Pozitif kestirim değeri ile sensitive değerinin harmonik ortalamasıdır.

$$F1 \text{ Score} = 2 * \frac{Precision * Recall}{Precision + Recall}$$

Hesaplamalarda SPSS (ver. 23) ve JASP 0.16.4 (Released October 3th, 2022) programları kullanıldı.

4. BULGULAR

Cinsiyetlere göre yaş ve yüz ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1’de sunuldu. Hem kadın hem de erkeklerde fmt-fmt ve n-pr ölçümleri normal dağılım gösterirken yaşın normal dağılım göstermediği belirlendi. Kadın ve erkeklerin yaş ortalamaları anlamlı düzeyde farklı bulunmaz iken ($p=0,794$), erkeklerde fmt-fmt ve n-pr ölçüm ortalaması anlamlı düzeyde daha yüksek bulundu (her iki ölçüm için $p=0,001$, Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Cinsiyetlere göre yaş ve yüz ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri.

	Cinsiyet	n	Ortalama	SS	Min.	Maks.	Persentil		
							25	Median	75
Yaş	Kadın	52	38,19	17,70	18,00	70,00	21,25	33,00	51,75
	Erkek	52	35,90	14,87	20,00	69,00	22,00	33,00	50,00
fmt-fmt	Kadın	52	102,14	3,57	93,60	110,46	99,63	102,15	104,93
	Erkek	52	107,92	5,09	96,35	119,15	103,58	106,95	111,84
n-pr	Kadın	52	64,17	4,48	53,42	74,40	61,20	64,45	67,09
	Erkek	52	67,64	5,39	52,20	77,41	63,75	67,40	72,13

*Standart sapma (SS), Minimum (Min.), Maksimum (Maks)

Hem kadınlarda hem de erkeklerde fmt-fmt ve n-pr ölçümleri arasındaki ilişki istatistik olarak anlamlı bulunmadı (Tablo 4.2).

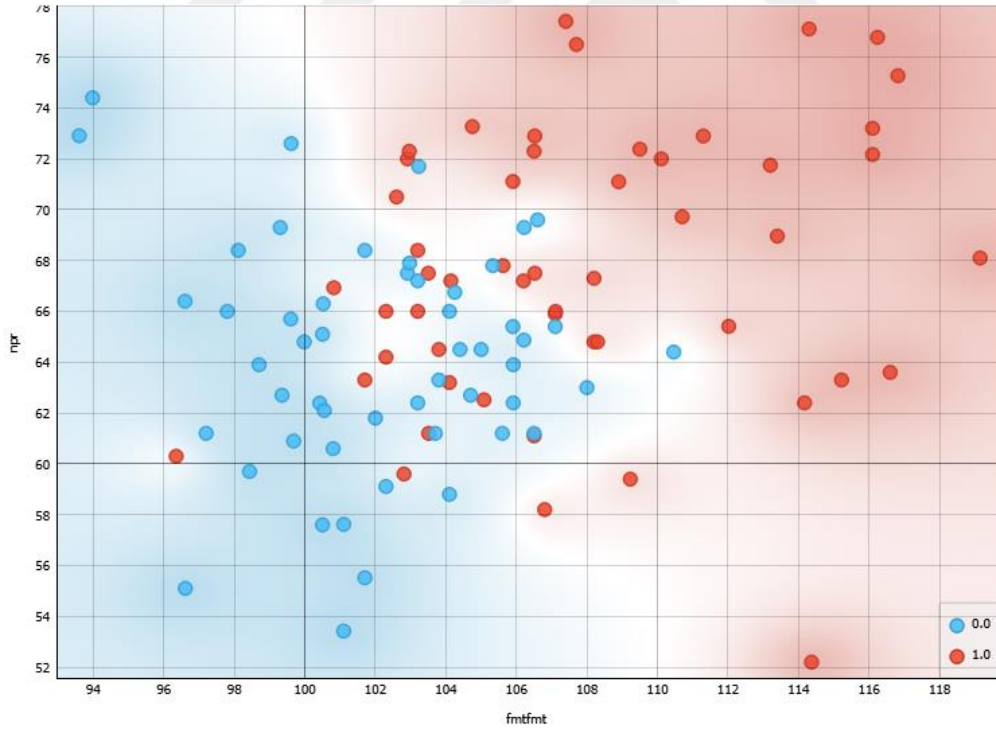
Tablo 4.2. Cinsiyetlere göre fmt-fmt ve n-pr ölçümleri arasındaki ilişki.

Cinsiyet		n-pr		
		r	p	n
Kadın	fmt-fmt	-0,081	0,570	52
Erkek	fmt-fmt	0,233	0,096	52

Makine Öğrenmesi Sınıflama Algoritmalarına Ait Sonuçlar

Yorumlamalarda pozitif grup erkek, negatif grup kadın olarak adlandırıldı. Cinsiyetleri ayırt etme başarısı incelenmeden önce fnt-fnt ve n-pr ölçümleri yardımıyla çeşitli makine öğrenmesi algoritması (MLA) çeşitlerinin cinsiyetlerin iki biyometrik ölçüme göre dağılımı Şekil 4.1’de gösterildi. Grafikte kadınlar mavi daireler, erkekler ise kırmızı daireler olarak tanımlandı. Ayrıca fnt-fnt ölçümleri açısından kadın ve erkek ayrımının daha iyi yapılabileceği, fnt-fnt ölçümü yaklaşık olarak 102 – 110 mm arasında olup bu değerlere karşılık n-pr ölçümü 60 – 68 mm arasında olan kadın ve erkeklerde hatalı sınıflamanın artacağı gözlenmektedir.

Çalışmamızda, üst yüz yüksekliği ve genişliğinden yararlanılarak Logistik Regresyon, Destek Vektör Makineleri (SVM), Sınıflama ve Regresyon Ağaçları (CART) ve Yapay Sinir Ağları (NN) olmak üzere 4 farklı algoritmanın cinsiyet tayinindeki başarısı değerlendirildi. Tanı başarısının ölçütü olarak Tablo 4.3’te sunulan ölçütler değerlendirildi.



Şekil 4.1. Çeşitli Makine Öğrenmesi Algoritmalarının cinsiyetlerin iki biyometrik ölçüme göre dağılımı.

Algoritmaların erkekleri ayırt etme başarısı sensitivite ile ve kadınları ayırt etme başarısı ise spesifite ile incelendi. Ayrıca kullanılan algoritmaların genel tanı

başarısı olarak AUC (Area under the ROC Curve) yani ROC eğrisi altında kalan alan incelendiğinde Yapay Sinir Ağları (NN) ve Lojistik Regresyon (LR) modelinin başarısı daha yüksek gözlenmektedir. Ancak tek başına bu ölçüt uygun modelin seçiminde yeterli değildir. Başarı ölçütlerinden olan F1 oranı ve pozitif prediktif değer (precision) en düşük CART algoritmasında çıktı. Buna karşın diğer 3 algoritmanın sonuçları birbirine çok benzer bulundu. Bunun yanı sıra hatalı sınıflandırma oranlarını gösteren yanlış negatifler (false negative) ve yanlış pozitifler (false pozitive) değerlendirildiğinde, çalışmada kullanılan 4 algoritmanın da gerçekte erkek olanları kadın olarak belirleme yani yanlış negatiflik oranının daha yüksek olduğu görülür. Hem yanlış negatiflik hem de yanlış pozitifliğin birlikte değerlendirilmesi sonucunda Lojistik Regresyon (LR) modelinin en başarısız sonuç verdiği gözlenir. Destek Vektör Makineleri (SVM) algoritması kadınları doğru sınıflandırmadaki başarısı en yüksek, erkekleri sınıflama başarısı ise Logistic Regresyon ile birlikte diğer 2 algoritmadan daha düşüktür. Kadın ve erkekleri doğru ve hatalı sınıflama açısından en dengeli sonucun ise CART algoritmasından elde edildiği belirlenmiştir.

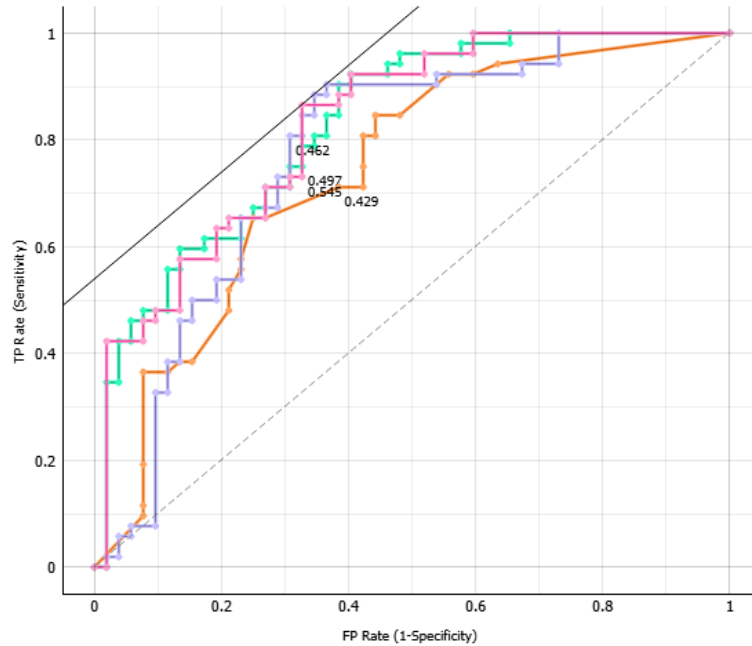
Bunun yanı sıra verinin %70'i eğitim ve %30'u test verisi olarak rastgele ayrıldığında ve %70'lik bölümünde model geliştirerek %30'luk bölümünde test edildiğinde söz konusu tanı ölçütlerine göre iç geçerliliğin yüksek olduğu görüldü. Ayrıca 5-katlı çapraz geçerlilik (5-fold Cross Validation) ile de bulguların iç geçerliliği değerlendirildiğinde benzer bulguların elde edildiği görüldü. Bu sonuçlar elde edilen model performanslarının iyi düzeyde olduğunu, 4 algoritma bulgusunun da benzer sonuç verdiği söylenebilir. Eğer cinsiyetin kadın olup olmadığı daha çok önem taşıyor ise spesifitesi yüksek olan veya yanlış pozitiflik (FP) oranı düşük olan Destek Vektör Makineleri (SVM)'ni tercih etmek az sayıda da olsa başarı şansını daha artırabilir. Çünkü spesifitesi diğer 3 algoritmaya göre daha yüksektir ve düşük bir fark olsa da kadın tanısındaki diğerlerine göre başarısı daha yüksek çıkacaktır. Buna karşın hem erkek hem de kadın tanısında benzer oranda hata yapsın seçeneği bizi ilgilendiriyor ise CART algoritması ile sınıflama tercih edilebilir. Bu açıklamalar doğrultusunda mevcut algoritmalar arasından herhangi birisinin cinsiyet tayininde kullanılabileceği söylenebilir.

Tablo 4.3. Cinsiyet tayininde 4 algoritmanın başarı ölçütleri.

Model	AUC	Doğruluk Oranı	F1	Precision	Recall	Duyarlılık (Sensitivite)	Özgüllük (Spesifite)	FN*	FP*
Lojistik Regresyon	0,828	0,731	0,721	0,722	0,721	0,692	0,769	0,307	0,231
Regresyon ağaçları (CART)	0,741	0,894	0,673	0,673	0,673	0,808	0,865	0,192	0,135
Destek Vektör Makineleri (SVM)	0,781	0,798	0,718	0,732	0,721	0,692	0,904	0,307	0,096
Yapay Sinir Ağları (NN)	0,828	0,769	0,721	0,722	0,721	0,712	0,827	0,288	0,173

* FN: Yanlış Negatifler Oranı; FP: Yanlış Pozitiflik Oranı; Pozitif grup erkek, negatif grup kadın

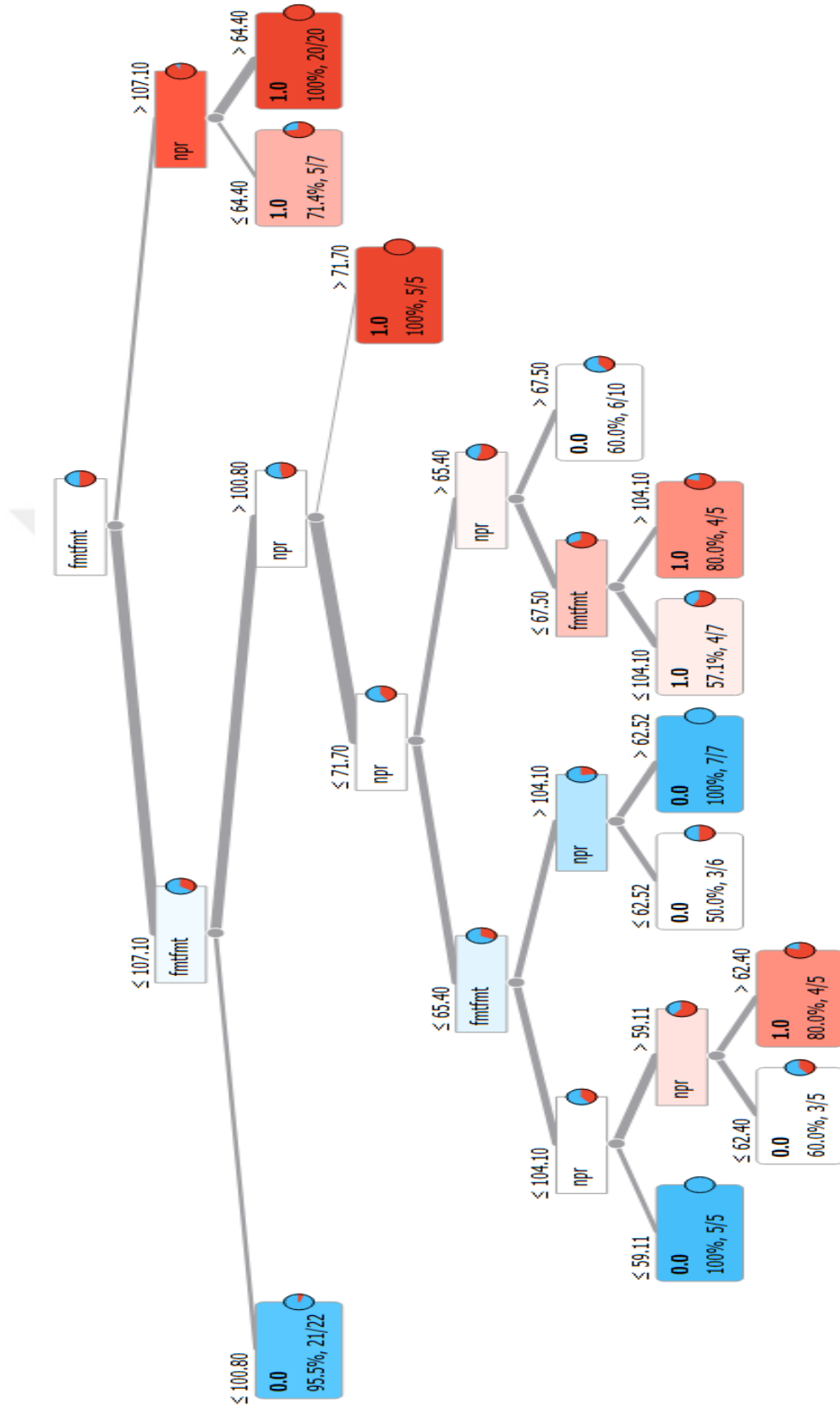
Kullanılan algoritmaların cinsiyet ayırımındaki başarıları ROC eğrisi ile değerlendirildiğinde Şekil 4.2’de verilen grafik elde edildi. Her bir eğri bir algoritmanın başarısını ifade etmektedir. Tablo 4.3’te yer alan AUC değerleri ise bu eğriler altında kalan alana karşılık gelmektedir. Ayrıca eğri üzerindeki değerler, algoritmalarından elde edilen cinsiyet tayinindeki olasılıklara ait cut off değerleridir.



Şekil 4.2. Algoritmaların ROC eğrileri.

CART algoritmasının tanı ağacı Şekil 4.3'te verildi. Şekil 4.3 incelendiğinde, kırmızı veya pembe renkli kutuların erkek olarak belirlenen, mavi veya beyaz kutuların ise kadın olarak belirlenen koşullar olduğu görülür. Beyazdan koyu maviye kadar ki renk tonundaki artış veya pembeden koyu kırmızıya doğru renk tonundaki koyulaşma tanı başarısının daha yüksek olduğu koşulu göstermektedir. Örneğin fmt-fmt ölçümü 107,1 mm üstü olan şeklin sağ tarafında toplam 27 kişinin 20'sinin n-pr değeri de 64,4 mm üzerindeymiş, bunların hepsi erkek olarak doğru sınıflandırılmış ve koyu kırmızı ile gösterilmiştir. Fmt-fmt ölçümü 107,1 mm den büyük olan ve geriye kalan 7 kişinin n-pr ölçümü 64,4 mm den küçük olup bunların 5'i erkektir. Bu grup daha açık renkte kırmızı ile belirlenmiş ve erkek olarak adlandırılmıştır ancak bu grupta da 2 tane hatalı sınıflandırılmış kadın yer almaktadır. Ayrıca fmt-fmt ölçümü 100,8 mm den küçük olan toplam 22 kişinin 21'i kadın olup bu grup koyu mavi yani kadın grubudur. İçlerinde 1 erkekte de fmt-fmt <100,8 mm bulunmuş bu yüzden bu kişi hatalı sınıflandırılmıştır. Diğer ağaç dalları da dallar üzerinde yer alan koşullara göre gruplandırılmıştır.

Çalışmada kullanılan 4 algoritmadan sadece CART bulguları şematize edilmekte ve ağaç yapısında sunularak yorumlanabilmektedir. Yapay Sinir Ağları (NN) ve Destek Vektör Makineleri (SVM)'na ait bir model bulunmamaktadır. Lojistik regresyon analizi (LRA) sonrasında ise tahmin modeli ve katsayılar elde edilmektedir. Bu algoritmaların başarısı Tablo 4.3'teki ölçütlerle değerlendirilerek uygun olanı seçilmektedir.



Şekil 4.3. CART tanı ağacı.

5. TARTIŞMA

İnsan vücudunu oluşturan iskeletin cinsiyet açısından dimorfik özelliklerinin belirlenmesi ve buna dayanarak yapılan cinsiyet değerlendirmesi adli tıp, anatomi, fiziksel antropoloji ve arkeoloji gibi birçok bilim dalı için önemlidir.

İnsan iskeletine ait özelliklerin popülasyonlar arasında değişiklik gösterdiği bilinmektedir. Bu nedenle cinsiyetin belirlenmesi amacıyla her bölgesel varyasyonun kendine özel kriteri olmalıdır. Bununla beraber yeni anatomik kriterlerin araştırılması ve farklı popülasyonlar için mevcut kriterlerin yeniden doğrulanması gerekmektedir. (61,62,69)

Adli antropolojik çalışmalarda cinsiyet tespiti ilk ve en önemli adımlardan biridir. Cinsiyet tespiti için pelvis, femur, tibia, humerus, sternum ve kafatası gibi iskeletin çeşitli kısımları kullanılmaktadır. (62,63,64,65) Pelvis, insan iskeletinin analizinde cinsiyete dayalı çok sayıda farklılık içerdiğinden insan vücudunun cinsiyet açısından en dimorfik kısmı olduğu bilinmektedir. Pelvis yokluğunda, cinsiyet uzun kemikler ve kafatasından belirlenir ve her ikisi de cinsiyet ayırımında yüksek doğruluk sağlar. Femur başından %83, radius ve ulna dan %96 doğrulukla cinsiyet tayini yapılabildiği bildirilmiştir. (66,67,68,69)

Kafatası ve yüze ait morfolojik özellikler ile bireylerin yaşı, cinsiyeti ve ırkı ayırt edilebilmektedir. Kraniyofasiyal yapılar büyük oranda esnek olmayan sert dokulardan oluştuğundan çevresel faktörlerden daha az etkilenir ve nispeten daha az hasar görürler. Bu nedenle kafatası, özellikle adli antropolojide kimliği bilinmeyen ve bütünlüğü bozulmuş iskelet kalıntıları içinde pelvis kullanılmadığında cinsiyet tespitinde pelvis'ten sonra ikinci en iyi bölüm olarak kabul edilir. (7,70,71,)

Kafatası cinsel dimorfizm açısından, erkeklerde kadınlara kıyasla daha büyük boyut ve daha fazla genel sağlamlık göstermektedir. Yüz bölgesi, insan vücudunun erkekler ve kadınlar arasındaki ayırt edici bir bölgesidir. Bu durum, altta yatan kemik yapısında da cinsiyet farklılıklarının varlığını düşündürmektedir. Yüz iskeleti erkeklerde ve kadınlarda şekilden çok boyut açısından farklıdır. Bu nedenle yüz iskeletinin genel boyutu daha kullanışlı bir cinsiyet göstergesidir. (72,73)

Cinsiyetin belirlenmesinde geleneksel yöntemlerin yanısıra tıbbi görüntüleme teknolojileri, günümüz popülasyonları hakkında etkili bir veri kaynağı sunmaktadır. Bu yöntemlerden elde edilen veriler son yıllarda yaygın olarak

kullanılmakta olup bu bağlamda, BT taramaları, kraniyal cinsel dimorfizm ile ilgili birçok çalışmada kullanılmıştır. (74,75,76,77)

Teodoru-Raghina D ve ark. BT görüntüleri değerlendirilerek cinsiyet tahmini için başarılı bir şekilde kullanılıp kullanılamayacağını ve bu sonuçların insan iskelet koleksiyonlarının doğrudan ölçümlerinden elde edilenlerden farklı olup olmadığını belirlemek için fiziksel ve adli tıp alanındaki önemli çalışmalardan bazılarını bir araya getirerek, 2010-2016 yılları arasında yayınlanan yetişkin kafatasının cinsel dimorfizmi ile ilgili makalelerden derledikleri çalışmada BT görüntülerinden elde edilen kafatası ölçümlerinin iskelet parçalarına ait doğrudan elde edilen ölçümler ile benzer sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. (34)

Cinsiyetin belirlenmesi çalışmalarında bir diğer önemli konu da veri analizidir. Bu konuda sıklıkla uygulanan sınıflandırma yöntemi diskriminant fonksiyon analizi (DFA) ve lojistik regresyon (LR) analizidir. (71,77,78,79,80) Son yıllarda, cinsiyet tahmini süreci, MLA yöntemlerinin uygulanmasıyla da desteklenmekte olup MLA, istatistik ve veritabanları alanlarındaki yöntemleri, veri kümelerinden akıllı yöntemler kullanarak bilgi ayıklamak ve verileri dönüştürmek için genel bir hedefle birleştirerek bilgileri ileri kullanım için anlaşılır bir yapıya dönüştürür. Bu bağlamda Destek Vektör Makineleri (SVM), Yapay Sinir Ağları (NN), Karar Ağaçları ve Kural Tabanlı Sınıflandırma Algoritmaları dahil olmak üzere makine öğrenimi yaklaşımları yaygın olarak kullanılmaktadır. (73,77,81,82)

Adel R ve ark. Mısır popülasyonunda yaşları 18 ile 60 arasında değişen 80 erkek ve 70 kadın'a ait BT görüntüleri üzerinden 12 kraniyofasiyal ölçüm kullanarak cinsiyet belirlemeyi amaçladıkları çalışmalarında; erkeklerde tüm kraniyofasiyal ölçümlerin ortalama değerlerinin kadınlara kıyasla anlamlı bir artış olduğu sonucuna ($p<0,05$) ulaşmışlardır. Cinsiyet tahmini için basit DFA en yüksek doğruluğun %74 doğruluk oranıyla bizigomatik genişlik ile elde edildiğini, kraniyal taban uzunluğu olan basion ve nasion arasındaki ölçümün ise %60 olmak üzere en düşük doğruluk oranına sahip olduğu rapor edilmiştir. Frontomalar suturlar arasında yani üst yüz genişliğine (fmt-fmt) ait doğruluk oranının ise %66,7 olarak bildirilmiştir. Cinsiyet tahmini için test edilen tüm parametreleri kullanan çoklu DFA, doğruluk oranının %78,7'ye yükseldiğini ortaya koymuşlardır. Yapılan fonksiyonel analizde seçilen en tahmin edici değişkenlerin maksimum kraniyal genişlik, minimum frontal genişlik, bizigomatik genişlik, orbital genişlik, bimaoid

genişlik ve basion-prosthion uzunluğu olduğunu bununda %80 doğruluk gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu çalışma ile, BT görüntülerinden elde edilen kraniyal ölçümlerin Mısırlılarda özellikle iskelet kalıntılarında adli cinsiyet tayininde kullanılabileceğini tespit etmiştir. (83)

Mahakkanukrauh P ve ark. ait çalışmada; 100 kadın ve 100 erkek kafatasında 25 kraniyal ölçüm t-testi analiz ve DFA ile değerlendirilmiş olup erkeklerin kafatasının minimum ölçümler hariç tüm ölçümlerde kadınlardan istatistiksel olarak anlamlı derecede büyük olduğu ($p<0,05$) sonucuna ulaşılmıştır. Kadın ve erkeklerde her kafatası ölçümü için tanımlayıcı istatistiklerinde üst yüz genişliği olan fnt-fnt ölçümlerinin kadınlarda ortalama 87,14 mm ve erkeklerde ortalama 92,04 mm olduğu ($p<0,001$) bildirilmiştir. Bu parametre için erkek ortalama değerinin kadın ortalama değerine bölünmesiyle elde edilen cinsel dimorfizm indeks değerinin 1,0575 olduğu ve yüksek düzeyde cinsel farklılığa sahip olduğu bildirilmiştir. (84)

Gillet C ve ark. yapmış olduğu çalışmada; kafatası ve mandibula'nın cinsiyet tahminine olan katkısı metrik ve geometrik morfometrik yöntemler kullanılarak 120 bireyden oluşmuş ve üç gruba ayrılmış örneklemde BT görüntüleri üzerinden LRA ile incelenmiştir. Kafatası için 34 ve mandibula için 14 olmak üzere osteometrik yer işareti kullanılarak veriler analiz edilmiştir. Kafatası modellerinin sınıflandırma doğruluk oranı %87 ile %88,3 arasında ve mandibula için %68 ile %81,4 arasında değiştiği bildirilmiştir. Geometrik morfometri ile kafatası modelinin doğruluk oranının ise kafatası için % 94-100 ile mandibula için % 84,2 olduğu bildirilmiş ve kafatası modeli için cinsiyet tahmininin daha etkin olduğu belirtilmiştir. Ayrıca üst yüz yüksekliğine (n-pr) ait ölçümlerin erkeklerde ortalama $73,15 \pm 5,41$ mm, kadınlarda ortalama $69,37 \pm 4,24$ mm olarak ($p<0,001$) tespit etmişlerdir. (59)

Dedouit F ark. ait çalışmada; BT görüntüleri ile incelenen 36 kafatası ve günümüz örneklemi için 35 bireye ait kraniyal BT görüntüsü üzerinden 14 kraniyometrik parametre ölçümü yapılmıştır. İstatistiksel olarak cinsiyet grupları arasında basion–prosthion, sol ektomolare–sağ ektomolare, sol frontotemporale–sağ frontotemporale, sağ mastoid proses yüksekliği ve sol mastoid proses yüksekliği anatomik yapılar arası ölçüm parametrelerine ait sonuçlarının daha küçük değere bununla birlikte sol asterion–sağ asterion ve sol alare–sağ alare parametrelerine ait ölçüm sonuçlarının daha büyük değere sahip olduğu ve anlamlı fark bulunduğu kaydedilmiştir. Diğer yandan glabella–opisthocranion, sol eurion–

sağ eurion, basion–bregma, basion-nasion, bizigomatik yüz genişliği, üst yüz uzunluğu ve fmt-fmt ölçümlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Kafatası görüntülerinde fmt-fmt ölçümü değerlendirildiğinde ortalama $91,4 \pm 3,7$ mm ile modern görüntülerde ise ortalama $93,4 \pm 4,6$ mm olduğu ve aralarında fark olmadığı ($p=0,14$) tespit edilmiştir. Üst yüz uzunluğunun kafatası görüntülerinde ölçüm değeri $59,6 \pm 5,7$ mm ile modern BT görüntülerde ise $60,6 \pm 6,1$ mm olduğu ve aralarında fark olmadığı ($p=0,58$) bildirilmiştir. (85)

Bizim çalışmamızda 52 kadın ve 52 erkek bireye ait KIBT görüntüleri üzerinden üst yüz genişliği (fmt-fmt) ve üst yüz yüksekliği (n-pr) incelendi. Yüz ölçümlerinin tanımlayıcı değerlerini incelediğimizde fmt-fmt ölçüm değeri yaş ortalaması $38,19 \pm 17,70$ olan kadınlarda $102,14 \pm 3,57$ mm ve yaş ortalaması $35,90 \pm 14,87$ olan erkeklerde $107,92 \pm 5,09$ mm olarak tespit edildi. Diğer parametremiz olan n-pr ölçüm değeri ise kadınlarda $64,17 \pm 4,48$ mm ve erkeklerde $67,64 \pm 5,39$ mm olarak tespit edildi. Erkeklerde fmt-fmt ve n-pr ölçüm ortalaması anlamlı düzeyde daha yüksek bulundu ve cinsiyetler arası her iki parametrede istatistiksel olarak anlamlı fark gösterdiği sonucuna ulaşıldı (her iki ölçüm için $p=0,001$). Diğer araştırmacılar cranium’da cinsel dimorfik parametreler tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamız ise fmt-fmt ve n-pr olmak üzere her iki parametremizin de cinsel dimorfik özellikte olduğunu göstermektedir.

Cinsiyet tahmini çalışmaları, çeşitli makine öğrenmesi algoritmalarının cinsiyetleri ayırt etme başarısını inceleyen araştırmaları incelediğimizde;

Öner S ve ark. patella’nın BT görüntüleri üzerinden değerlendirilen parametrelerden, bir makine öğrenmesi olan Karar Ağacı metodu kullanılarak cinsiyet tahmini yapıp yapılamayacağını araştırmışlardır. Patella’dan değerlendirilen parametreler ile erkek bireyleri tahmin etme oranı %98,2 ve kadın bireyleri tahmin etme oranı %98,4 olarak bildirilmiştir. (86)

Fransız popülasyonunda yapılan çalışmada ise 38 kadın ve 38 erkek bireye ait femur’da 4 parametre kaliper yardımıyla ölçülmüştür. Bu dört proksimal femur parametresi kullanılarak Yapay Sinir Ağları (NN) yöntemi ile kadınlarda % 94,7 ve erkeklerde % 92,1 ve toplam % 93,4 doğruluk oranında femur’da cinsiyet sınıflandırılması yapabileceği bildirilmiştir. (87)

Toy Ş ve ark. kafatası ve mandibula’yı BT görüntülerinde değerlendirdikleri parametrelerle MLA yöntemi kullanılarak cinsiyet tahmini

yapılıp yapılamayacağını araştırmışlardır. 150 erkek ve 150 kadın bireye ait cranium'da 25 parametre değerlendirdikleri çalışmalarında MLA sonucunda en yüksek tahmin Lojistik Regresyon (LR) algoritmaları sonucunda 0,90 Doğruluk (Acc), 0,80 Matthews korelasyon katsayısı (Mcc), 0,90 Spesifite (Spe), 0,90 Duyarlılık (Sen), 0,90 F1 puanı (F1) değerleri ile bulunmuştur. LR metodunda ortalama % 87,76 (%Acc) doğruluk oranında cinsiyet tespiti yapılabileceği bildirilmiştir. (88)

Şenol D ve ark. birinci ve beşinci metatarsal ve falanks kemiklerinin radyolojik görüntüleri üzerinde ölçüm parametrelerini MLA yardımıyla cinsiyeti tahmini yapmışlardır. 135 kadın ve 128 erkek bireyi inceledikleri MLA yönteminden biri olan Karar Ağacı Algoritması sonucunda en yüksek doğruluk (Acc), özgüllük (Spe), duyarlılık (Sen), Matthews korelasyon katsayısı (Mcc) değerleri sırasıyla 0,85, 0,86, 0,85 ve 0,71 olarak bulunmuştur. (89)

Turan KM ve ark. 178 kadın ve 176 erkek bireyin direkt röntgen görüntüleri üzerinden birinci ve beşinci falankslar ve metatarslarda kemik uzunluğu ölçümleri yaparak yapay sinir ağları (NN) yardımıyla cinsiyet tahmini yapmışlardır. Çok Katmanlı Algılayıcı Sınıflandırıcı (Multi-Layer perceptron classifier - MLPC) modelini kullandıkları çalışmalarının sonucunda modelin genel doğruluğu (Acc) 0,95, özgüllüğü (Spe) 0,97, duyarlılığı (Sen) 0,95 ve Matthews korelasyon katsayısını (Mcc) 0,92 olarak bulmuşlardır. (90)

Öner Z ve ark. Yapay Sinir Ağları (NN) yardımı ile 213 kadın ve 209 erkeğe ait BT görüntüleri üzerinden sternum parça uzunlukları değerlendirerek cinsiyet tahminine gitmişlerdir. Analizde kullandıkları çok katmanlı bir Yapay Sinir Ağlarını (NN) sonucunda cinsiyet tahmininin doğruluğu (Acc) 0,906, 0.91 duyarlılık (Sen) değeri ve 0,90 özgüllük (Spe) değeri tespit edilmiştir. (91)

Toneva D ve ark. 224 erkek ve 169 kadın Bulgar yetişkine ait BT görüntüleri üzerinden cranium'da cinsiyet tahmini için 64 parametre değerlendirmişler Kafatası ölçümlemleri kullanarak cinsiyet tahmini için MLA yöntemi kullandıkları araştırmalarında cinsiyet sınıflandırıcıları olarak Destek Vektör Makinelerini (SVM) ve Yapay Sinir Ağlarını (NN) uygulamışlardır. En iyi doğruluk % 96,1 ± 0,5 olmak üzere Destek Vektör Makineleri (SVM) ile elde edilmiştir. (81)

Knecht S ve ark. 30 erkek ve 30 kadına ait toplam 60 sol coxa'da büyük siyatik çentige ait 16 parametreyi değerlendirerek cinsiyet tahmininde klasik istatistiksel modeller ile MLA yöntemini karşılaştırmışlardır. Bu parametreleri

değerlendirmek için iki MLA, Destek Vektör Makinesi (SVM) ve Yapay Sinir Ağı (NN) yöntemleri kullanılmıştır. Belirli büyük siyatik çentiğe ait parametreleri kullanılarak 0,92 ile 0,97 arasında değişen modellerin genel doğruluğu çok yakın olduğu bildirilmiştir. (92)

Navega D ve ark. Portekiz popülasyonunda tarsal kemiklerden MLA yöntemi kullanarak cinsiyet tahmini yapmışlardır. Cinsiyet ayırım işlevi analizi, Lojistik Regresyon (LR), Sınıflandırma Ağaçları, Yapay Sinir Ağları (NN) gibi istatistiksel ve makine öğrenmesi algoritmasına dayalı cinsiyet tahmin modellerini Coimbra Tanımlanmış İskelet Koleksiyonu'na toplam 300 erkek ve kadın bireye ait kemiklerde uygulamışlardır. Tüm modeller, 10 katlı çapraz doğrulama ve 21. Yüzyılın Tanımlanmış İskelet Koleksiyonun'dan 60 erkek ve kadından oluşan bağımsız bir test örneği kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde calcaneus, talus, birinci ve üçüncü cuneiformlar ve cuboid kemikten alınan ölçümleri içeren basit bir ağaç tabanlı çok değişkenli algoritma, hem eğitim hem de bağımsız test setlerinde %88,3 doğruluk oranında cinsiyet tahmini yapılabileceğini ortaya koymuştur. (93)

Curate F ve ark. Portekiz popülasyonlarında cinsiyet belirlemek için MLA yöntemini kullandıkları araştırmalarında 100 kadın ve 100 erkek femura ait 15 parametre değerlendirmişlerdir. Lojistik Regresyon (LR), Lineer Diskriminant Analizi (LDA), Destek Vektör Makineleri (SVM) ve Azaltılmış Hata Budama Ağaçları (REPTree) ile cinsiyet sınıflandırması için modeller uygulanmıştır. Araştırmalarının sonucunda çok değişkenli modeller kullanarak %84,0-92,5 arasında değişen vakaların cinsiyetinin doğru şekilde sınıflandırılabilceği bildirilmiştir. (94)

Araştırmamızda, Türk popülasyonunda 52 kadın ve 52 erkeğe ait BT görüntüleri üzerinde üst yüz genişliği ile üst yüz yüksekliği ölçüm değerleri MLA yöntemi yardımı ile incelendi. Çalışmada incelenen üst yüz genişliği ve üst yüz yüksekliğinden yararlanılarak Lojistik Regresyon (LR), Destek Vektör Makineleri (SVM), Sınıflama ve Regresyon ağaçları (CART) ve Yapay Sinir Ağları (NN) olmak üzere 4 farklı algoritmanın cinsiyet tayinindeki başarısı değerlendirildi. Bu 4 farklı algoritmaların tanı başarısı ölçütlerini incelediğimizde en yüksek doğruluk oranı olan 0,894 (Acc) ile CART modeli sağlamıştır. Bu modeldeki 0,741 AUC, 0,673 F1 oranı, 0,808 duyarlılık (Sensitivite, Sen), 0,865 özgüllük (Spesifite, Spe), 0,192 Yanlış Negatifler Oranı (FN) ve 0,135 Yanlış Pozitiflik Oranı (FP) olarak

bulunmuştur. Bizim çalışmamızın doğruluk oranı %89,4 ile diğer çalışmaların doğruluk oranlarını karşılaştırdığımızda cinsiyet belirlemek için değerlendirdiğimiz 2 parametre olmasına rağmen doğruluk oranımızın yüksek olduğu tespit edildi.

Sonuç olarak, yüz iskeletinde önemli olan üst yüz genişliği ve üst yüz yüksekliği parametrelerinden cinsiyet tahmini, araştırmamızda MLA yöntemi ile incelendi ve % 90'na yakın doğruluk oranında cinsiyet tespiti yapılabileceği görüldü.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kafatasında üst yüz yüksekliği ve üst yüz genişliğinden KIBT ile cinsiyet değerlendirmesini makine öğrenmesi algoritmaları yöntemi ile incelediğimiz çalışmamızda;

1) Kafatasında üst yüz yüksekliği ve üst yüz genişliği parametrelerinin cinsiyetlere göre tanımlayıcı değerleri elde edildi. Bu 2 parametre değerleri, 52 kadın ve 52 erkek olmak üzere toplam 104 KIBT görüntüsü üzerinden ölçüldü ve istatistiksel olarak tekrar değerlendirildi.

2) BT görüntülerinde 2 parametre 104 birey üzerinden değerlendirildiğinde; üst yüz genişliği (fmt-fmt) kadınlarda $102,14 \pm 3,57$ mm, erkeklerde $107,92 \pm 5,09$ mm ve üst yüz yüksekliği (n-pr) ise kadınlarda $64,17 \pm 4,48$ mm, erkeklerde $67,64 \pm 5,39$ mm olarak bulundu.

3) Üst yüz yüksekliği ve üst yüz genişliği ölçümlerinin tanımlayıcı değerleri cinsiyet gruplarına göre incelendiğinde, erkeklerde fmt-fmt ve n-pr ölçüm ortalaması anlamlı düzeyde daha yüksek bulundu (her iki ölçüm için $p=0,001$).

4) Cinsiyetlere göre fmt-fmt ve n-pr ölçümleri arasındaki ilişki hem kadınlarda hem de erkeklerde istatistik olarak anlamlı bulunmadı.

5) Makine öğrenmesi sınıflama algoritmalarına ait sonuçları incelediğimizde, fmt-fmt ölçümleri açısından kadın ve erkek ayrımının daha iyi yapılabileceği, fmt-fmt ölçümü yaklaşık olarak 102 – 110 mm arasında olup bu değerlere karşılık n-pr ölçümü 60 – 68 mm arasında olan kadın ve erkeklerde hatalı sınıflamanın artacağı gözlemlendi.

6) Çalışmamızda, üst yüz yüksekliği ve üst yüz genişliğinden yararlanılarak Lojistik Regresyon (LR), Destek Vektör Makineleri (SVM), Sınıflama ve Regresyon Ağaçları (CART) ve Yapay Sinir Ağları (NN) olmak üzere 4 farklı algoritmanın cinsiyet tayinindeki başarısı değerlendirildi.

7) Cinsiyet belirlemede kullanılan algoritmaların genel tanı başarısı olarak ROC eğrisi altında kalan alan (AUC) incelendiğinde yapay sinir ağları (0,828) ve Lojistik Regresyon (0,828) modelinin başarısının daha yüksek olduğu bulundu.

8) Hem yanlış negatiflik hem de yanlış pozitifliğin birlikte değerlendirilmesi sonucunda Lojistik Regresyon (LR) modelinin en başarısız sonuç verdiği gözlemlendi.

9) Kadın ve erkekleri doğru ve hatalı sınıflama açısından en dengeli sonucun ise CART algoritmasından ($\text{Acc}=0,894$) elde edildiği belirlenmiştir.

10) Araştırmamızın sonucunda yüz iskeletinde önemli olan üst yüz genişliği ve üst yüz yüksekliliği parametrelerine ait bulgular ışığında; MLA yöntemi ile % 90'na yakın doğruluk oranında cinsiyet tespiti yapılabilieceği görüldü.



7. KAYNAKLAR

1. Şahiner Y, Yalçın H. Erkek ve Bayanlarda Kafatası Kemiğinden Geometrik Morfometri Metoduyla Cinsiyet Tayini ve Ramus Flexure. Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg. 2007; 2 (4):134-142
2. Duyar İ, Tacar O. Antropometrik Boyutlarda Gözlenen Cinsiyet Farklılıklarının Diskriminant Analizi Kullanılarak İncelenmesi. Morfoloji Dergisi.1998; 6(1):10–14
3. Perlaza, N. A. Sex determination from the frontal bone: a geometric morphometric study. Journal of forensic sciences. 2014; 59(5), 1330-1332.
4. İşcan MY, Shaivitz MP. Determination of sex from the tibia. American Journal of Physical Anthropology.1984;64(1):53-57.
5. Ramamoorthy B et al. Assessment of craniometric traits in South Indian dry skulls for sex determination. Journal of forensic and legal medicine, 2016; 37: 8-14.
6. Sangvichien S, et al. Sex determination in Thai skulls by using craniometry: multiple logistic regression analysis. Siriraj Medical Journal. 2007;59(5):216-221.
7. Naikmasur VG, Shrivastava R, Mutalik S. Determination of sex in South Indians and immigrant Tibetans from cephalometric analysis and discriminant functions. Forensic Science International. 2010;197(1-3):122-e1.
8. Yıldırım M. İnsan Anatomisi. 6. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2004.p.15-53
9. Coral ÜN, Zararsız İ. İnsan Anatomisi ve Fizyolojisi. İstanbul: Lisans yayıncılık. 2015;28-36
10. Yıldırım M. Hareket sistemi (Systema Locomotorium) Anatomisi. Nobel Tıp Kitabevleri; 2016.p.21-27,70-108
11. Sarsılmaz M. Anatomi.4. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık; 2012.p.17-21
12. Başaloğlu H. İnsan Anatomisi. Adnan Menderes Üniversitesi; 2011.p.24-29
13. Yıldırım M. Resimli Sistemati Anatomi. Nobel Tıp Kitabevleri; 2013.p.91-100,140-178
14. Moore Keith L, Dalley AF, ed. Şahinoğlu K. Kliniğe yönelik anatomi. Nobel Tıp Kitabevleri; 2007.p.832-847
15. Selçuki M, Özdemir S. Kalvaryum'un embriyolojik durumu. Türk Nöroşirürji Dergisi. 2017; 27 (3): 231-233.
16. Arifoğlu Y. Her Yönüyle Anatomi. 1. İstanbul Tıp Kitapevi; 2017.p.15-82
17. Kiraz M, Demir E. Beyin Cerrahisi Ameliyatlarında Antropolojik Farklılıkların Oluşturduğu Problemlerin Çözümünde İnovasyon SETSCI Conference Proceedings.2019;4 (1): 35-40,
18. Meserret C. Temel Anatomi. 2. Ankara: ODTÜ Yayıncılık; 2006.
19. Kamaşak B, Aycan K. Sutura Frontalis Persistens (Sutura Metopica) Persistent Frontal Suture (Metopic Suture). Sağlık Bilimleri Dergisi. 2019; 28(1): 5 - 8.
20. Chmielewski, P P. New Terminologia Anatomica: cranium and extracranial bones of the head. Folia Morphologica. 2021; 80(3): 477-486.
21. Arıncı K. Anatomi 1. cilt: Kemikler, Eklemler, Kaslar, İç Organlar. Güneş kitapevi; 2006. 1-58

22. Aydın S. İnsan anatomisi ve fizyolojisi. Anadolu Üniversitesi; 2000.p. 48-49
23. Şahin B. Temel Anatomi. İstanbul tıp kitabevi; 2019.
24. Süzen B. İnsan Anatomisine Giriş. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2013.
25. Bulut Ö.Adli Kimliklendirmede Yaşa Bağlı Olarak Yüz Bölgesinde Görülen Morfolojik Varyasyonlar. Antropoloji.2015;30:75-90.
26. Baryah N, Krishan K., Kanchan T. The development and status of forensic anthropology in India: A review of the literature and future directions. Medicine, Science and the Law. 2019; 59(1): 61-69.
27. Yerli Y, Özkoçak V, Koç F.Adli Antropolojide Kimliklendirme Çalışmalarında Yeni Yaklaşımlar. Journal Of Social, Humanities and Administrative Sciences.2021;7(39);846-856
28. Çeker D. İnsan Kemiklerinin Analizi ve Adli Antropoloji’de Kimliklendirmede Önemi. Masrop E-Dergi.2017;11(17);1-13.
29. Çeker D, Erol SA, Plümer KG.Adli Antropoloji ve Kimliklendirme. Ankara:Nobel Akademik Yayıncılık.2020;p.141-192
30. Randolph Q P, Mallett X, Black S. Anthropology. Wiley Encyclopedia of Forensic Science.2009.
31. Baryah N, Krishan K., Kanchan T. The development and status of forensic anthropology in India: A review of the literature and future directions. Medicine, Science and the Law. 2019;59(1): 61-69.
32. Krishan K. Anthropometry in forensic medicine and forensic science-'Forensic Anthropometry'. The Internet journal of forensic science.2007; 2(1): 95-97.
33. Adhinugroho B, Abdillah YB, Wisnuyana B, Maulana A. A. Mahardika, B. M, Andrian, R. N Koesbardiati T. Positive Identification on the Skull From Colonial Era in Balai Pemuda, Surabaya. Kapata Arkeologi. 2021; 17(1): 33-42.
34. Teodoru-Raghina D, Perlea P, Marinescu M. Forensic anthropology from skeletal remains to CT scans: a review on sexual dimorphism of human skull. Rom J Leg Med. 2017;25(3): 287-92.
35. Lundy J K. Forensic anthropology: What bones can tell us.Laboratory Medicine.1998;29(7): 423-427.
36. Quatrehomme G, Ponsaillé J, Du Jardin P, Leccia C, Alunni V. Methodology for estimating endocranial capacity in a modern European population. Forensic science international. 2011;206(1-3): 213-e1.
37. Orish, C N. Cephalic index in sexual dimorphism and racial diversity: a mini review. MOJ Anat Physiol.2018; 5(1): 21-23.
38. Kumar B S, Ashik S. Sex determination using craniometric analysis of various triangles of skull in South Indian population. 2020; Website: jprsolutions.info ISSN: 0975-7619
39. Ramsthaler F,Kettner M, Gehl A., Verhoff M. A. Digital forensic osteology: morphological sexing of skeletal remains using volume-rendered cranial CT scans. Forensic science international.2010; 195(1-3);148-152.
40. Acar A. Yoncatepe toplumunda Calcaneus ve Talus kemiklerinden cinsiyet ve boy tahmini. Antropoloji.2014;(28):109-122.
41. Özaslan A, Işcan M Y, Özaslan İ,Tuğcu H, Koç S. Estimation of stature from body parts. Forensic science international. 2003;132(1): 40-45.

42. Onat P, Kan S, Nakkaş EÇ, Eryılmaz T, Kadayıfçı EC. El Boyutlarından Boy Tahmininde Sosyoekonomik Yapının Etkisi. XV Öğrenci Sempozyumu Çalışma Grubu Sunumları Ankara.2013.
43. Ilayperuma I. On the prediction of personal stature from cranial dimensions. *Int J Morphol.* 2010; 28(4):1135-40.
44. Ünlütürk Ö. Irk Kavramının Tarihsel Gelişimi ve Adli Antropolojide Kullanımı. *Antropoloji.* 2015;(29); 93-116.
45. Konigsberg LW, Algee-Hewitt BF, Steadman D W .Estimation and evidence in forensic anthropology: sex and race. *American Journal of Physical Anthropology.*2009;139(1): 77-90.
46. Çeker D. Adli antropolojide yaş tahmin yöntemleri. *Antropoloji.*2018; (35): 35-54.
47. Robb Richard A. The dynamic spatial reconstructor: an x-ray video-fluoroscopic CT scanner for dynamic volume imaging of moving organs. *IEEE transactions on medical imaging* 1.1 1982; 1(1): 22-33.
48. Chen B, and Ning R.Cone-beam volume CT breast imaging: Feasibility study. *Medical physics.* 2002;29(5):755-770.
49. Özdede M, Paksoy CS. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi: Teknik, Çalışma İlkeleri ve Görüntü Oluşumu. *Türkiye Klinikleri Oral and Maxillofacial Radiology-Special Topics.* 2019; 5(1):1-6.
50. Wiesent K, et al. Enhanced 3-D-reconstruction algorithm for C-arm systems suitable for interventional procedures. *IEEE transactions on medical imaging.* 2000;19(5):391-403.
51. Patel S. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *International endodontic journal.*2009;42(6): 463-475.
52. Yıldırım D, Alkış Ü.Temporomandibular eklem bozukluklarının değerlendirilmesinde kullanılan görüntüleme yöntemleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi.*2016;7(2):51-57.
53. Gümrü B. Tarçın B. Imaging in Endodontics: An Overview of Conventional and Alternative Advanced Imaging Techniques. *Journal of Marmara University Institute of Health Sciences.* 2013; 3(1).
54. Evlice B K, Öztunç H. Dijital Radyografi ve Diş hekimliğinde İleri Görüntüleme Yöntemleri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi.* 2013; 22(2):230-238.
55. De Vos, W Casselman J, Swennen G. Cone-beam computerized tomography (CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature. *International journal of oral and maxillofacial surgery.*2009;38(6):609-625.
56. Mıloğlu Ö, Çağlayan F, Ezmeci T, Dağıstan S, Demirtaş D Ö. Multiple cases of submandibular sialolithiasis detected by cone beam computed tomography. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi.*2010;(3):189-193.
57. Drake LR, Vogl AW, Mitchell AVM, Tibbitts RM,Richardson. Gray's Anatomy Atlası.editor.İlgi S,Yıldırım M. Güneş Tıp Kitapevleri.2009
58. Ekızoglu, Oguzhan, et al. Assessment of sex in a modern Turkish population using cranial anthropometric parameters. *Legal Medicine.* 2016; 21: 45-52.
59. Gillet Claudia, et al. Sex estimation in the cranium and mandible: a multislice computed tomography (MSCT) study using anthropometric and geometric morphometry methods. *International Journal of Legal Medicine,* 2020;134(2): 823-832.
60. Batta Mahesh, Machine Learning Algorithms - A Review, *International Journal of Science*

and Research (IJSR), 2020; 9(1), 381-386. DOI: 10.21275/ART20203995)

61. Karakas H M, Harma A, Alicioglu B. The subpubic angle in sex determination: anthropometric measurements and analyses on Anatolian Caucasians using multidetector computed tomography datasets. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 2013; 20(8): 1004-1009.
62. Macaluso JR, PJames. The efficacy of sternal measurements for sex estimation in South African blacks. *Forensic Science International*. 2010; 202(1-3): 111. e1-111. e7.
63. Sangvichien S. et al. Sex determination in Thai skulls by using craniometry: multiple logistic regression analysis. *Siriraj Medical Journal*. 2007; 59(5): 216-221.
64. Asala, S. A. Sex determination from the head of the femur of South African whites and blacks. *Forensic science international*. 2001; 117(1-2): 15-22.
65. Sakaue, K. Sexual determination of long bones in recent Japanese. *Anthropological science*. 2004; 112(1): 75, -81.
66. Gülhan Ö. Pelvis' ten Radyolojik Yöntemler ile Cinsiyet Tayini: Türkiye Örnekleme. *Antropoloji*. 2018; (36): 53-69.
67. 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*. 2006; 158(2-3): 135-139.
68. Purkait, R. Sex determination from femoral head measurements: a new approach. *Legal medicine*. 2003; 5: S347-S350.
69. Steyn M, İşcan MY. Metric sex determination from the pelvis in modern Greek. *Forensic science international*. 2008; 179(1): 86-e1.
70. Bayrak S, Bulut D G. Assessment of foramen magnum and clivus for estimation of age and gender using Cone-beam CT. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2019; 29(2): 244-251.
71. Spradley M K, Jantz R. L. Sex estimation in forensic anthropology: skull versus postcranial elements *Journal of forensic sciences*. 2011; 56(2): 289-296.
72. Spiegel Jeffrey H. Facial determinants of female gender and feminizing forehead cranioplasty. *The Laryngoscope*. 2011; 121(2): 250-261.
73. Toneva D, Nikolova S, Tasheva-Terzieva E, Zlatareva D, Lazarov N. A Geometric Morphometric Study on Sexual Dimorphism in Viscerocranium. *Biology*. 2022; 11(9): 1333.
74. Zaafrane M, Ben Khelil M, Naccache I, Ezzedine E, Savall F, Telmon N, Hamdoun, M. Sex determination of a Tunisian population by CT scan analysis of the skull. *International Journal of Legal Medicine*. 2018; 132(3): 853-862.
75. Musilová B, Dupej J, Velemínská J, Chaumoitre, K, Bruzek, J. Exocranial surfaces for sex assessment of the human cranium. *Forensic science international*. 2016; 269: 70-77.
76. Mehta M, Saini V, Nath S, Menon S. K. CT scan images for sex discrimination—a preliminary study on Gujarati population. *Journal of Forensic Radiology and Imaging*. 2015; 3(1): 43-48.
77. Toneva DH, Nikolova SY, Agre GP, Zlatareva DK, Hadjidekov VG, Lazarov NE. Data mining for sex estimation based on cranial measurements. *Forensic Sci. Int*. 2020; 315: 110441
78. Bertsatos A, Papageorgopoulou C, Valakos E, Chovalopoulou ME. Investigating the sex-related geometric variation of the human cranium. *International Journal of Legal Medicine*. 2018; 132(5): 1505-1514.

79. Chovalopoulou ME, Bertatos A, Manolis S.K, Landmark based sex discrimination on the crania of archaeological Greek populations. A comparative study based on the cranial sexual dimorphism of a modern Greek population, *Mediterr. Archaeol. Archaeom.* 2017; 17:37–46.
80. D Franklin L, Freedman N, Milne, Sexual dimorphism and discriminant function sexing in indigenous South African crania. *HOMO* 2005; 55: 213– 228.
81. Toneva D, Nikolova S, Agre G, Zlatareva D, Hadjidekov V, Lazarov N. Machine learning approaches for sex estimation using cranial measurements. *Int. J. Leg. Med.* 2021; 135: 951–966.
82. Santos F, Guyomarc'h P, Bruzek J. Statistical sex determination from craniometrics: Comparison of linear discriminant analysis, logistic regression, and support vector machines. *Forensic Sci. Int.* 2014; 245: 204.e1–204.e8.
83. Adel R, Ahmed H M, Hassan OA, Abdelgawad E. A. Assessment of craniometric sexual dimorphism using multidetector computed tomographic imaging in a sample of Egyptian population. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology.* 2019;40(1): 19-26.
84. Mahakkanukrauh P, Sinthubua A, Prasitwattanaseree S, Ruengdit S, Singsuwan P, Praneatpolgrang S, Duangto P. Craniometric study for sex determination in a Thai population. *Anatomy & cell biology.* 2015; 48(4): 275-283.
85. Dedout F, et al. Analysis of size and shape differences between ancient and present-day Italian crania using metrics and geometric morphometrics based on multislice computed tomography. *Forensic sciences research.* 2017; 2(2): 85-92.
86. Öner S, Turan M, Öner Z. Estimation of gender by using decision tree, a machine learning algorithm, with patellar measurements obtained from MDCT images. *Medical Records.* 2021; 3(1):1-9.)
87. Du Jardin P, Ponsaillé J, Alunni-Perret V, Quatrehomme GA. comparison between neural network and other metric methods to determine sex from the upper femur in a modern French population. *Forensic science international.* 2009; 192(1-3): 127-e1.
88. Toy S, Secgin Y, Oner Z, Turan MK, Oner S, Senol D. A study on sex estimation by using machine learning algorithms with parameters obtained from computerized tomography images of the cranium. *Sci Rep.* 2022 Mar 11;12(1):4278. doi: 10.1038/s41598-022-07415-w. PMID: 35277536; PMCID: PMC8917237.
89. Senol D, Bodur F, Seçgin Y, Bakıcı RS, Sahin NE, Toy S, Öner S, Oner Z. Sex prediction with morphometric measurements of first and fifth metatarsal and phalanx obtained from X-ray images by using machine learning algorithms. *Folia Morphol (Warsz).* 2022 May 24. doi: 10.5603/FM.a2022.0052. Epub ahead of print. PMID: 35607870.
90. 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.* 2019;115: 103490
91. Oner Z, Turan MK, Oner S, Secgin Y, Sahin B. Sex estimation using sternum part lengths by means of artificial neural networks. *Forensic Sci Int.* 2019 Aug;301:6-11. doi: 10.1016/j.forsciint.2019.05.011. Epub 2019 May 10. PMID: 31128410.
92. Knecht S, Nogueira L, Servant M, Santos F, Alunni V, Bernardi C, Quatrehomme G. Sex estimation from the greater sciatic notch: a comparison of classical statistical models and machine learning algorithms. *Int J Legal Med.* 2021 Nov;135(6):2603-2613. doi: 10.1007/s00414-021-02700-1. Epub 2021 Sep 23. PMID: 34554326
93. Navega D, Vicente R, Vieira DN, Ross AH, Cunha E. Sex estimation from the tarsal bones in a Portuguese sample: a machine learning approach. *Int J Legal Med.* 2015;129(3):651-9. doi: 10.1007/s00414-014-1070-5. Epub 2014 Sep 4. PMID: 25186617.

94. Curate F, Umbelino C, Perinha A, Nogueira C, Silva AM, Cunha E. Sex determination from the femur in Portuguese populations with classical and machine-learning classifiers. *J Forensic Leg Med.* 2017;52:75-81. doi: 10.1016/j.jflm.2017.08.011. Epub 2017 Aug 24. PMID: 28866285



8. EKLER

Ek 1 Etik Kurul Onayı



BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU ONAYI
BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY CLINICAL RESEARCHES ETHICS COMMITTEE APPROVAL

Sayı : 399

26.10.2022

Konu: Kararlar

BAŞVURU BİLGİLERİ (APPLICATION INFORMATION)	ARAŞTIRMANIN ADI (TITLE OF THE PROJECT)	Kafatasında Üst Yüz Yüksekliği ve Genişliğinden Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ile Cinsiyet Değerlendirmesi.
	ARAŞTIRMANIN İNGİLİZCE ADI (TITLE OF THE PROJECT)	Gender Assessment From Upper Face Height and Width in Skull Using Cone Beam Computed Tomography.
	SORUMLU ARAŞTIRMACI (PRINCIPAL INVESTIGATOR)	Doç. Dr. Seda SERTEL MEYVACI
	DİĞER ARAŞTIRMACILAR (OTHER INVESTIGATORS)	Hemşire Meryem ŞİRİN, Doç. Dr. Duygu GÖLLER BULUT
	ARAŞTIRMA MERKEZİ (RESEARCH CENTER)	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı.

KARAR (DECISION)	Karar no (Decision No): 2022/258	Tarih (Date) 11.10.2022
	Doç. Dr. Seda SERTEL MEYVACI'nın sorumluluğunda yapılması tasarlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma dosyası ve ilgili belgelerin incelenmesi sonucunda araştırmanın gerçekleştirilmesinde etik yönden sakınca olmadığına mevcudun oy birliği/oy çokluğu ile karar verilmiştir.	

Üyeler	Uzmanlık alanı	Kurumu	İmzası
Prof. Dr. Mehmet Hayri ERKOL (Başkan)	Genel Cerrahi	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Prof. Dr. Mehmet Hamid BOZTAŞ (Başkan Yardımcısı)	Ruh Sağlığı Hastalıkları	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Doç. Dr. Akif Hakan KURT (Bildirimlerden Sorumlu Üye)	Farmakoloji	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Doç. Dr. Hamit YOLDAŞ (Üye)	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Doç. Dr. Aslı ÇELEBİ TAYFUR (Üye)	Çocuk Sağlığı Hastalıkları /Nefroloji Bilim Dalı	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Doç. Dr. Tuba TASLAMACIOĞLU DUMAN (Üye)	İç Hastalıkları Anabilim Dalı	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Doç. Dr. Abdülhamit KAYMAZ (Üye)	Göz Hastalıkları	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Doç. Dr. Kübra DEĞİRMENCI (Üye)	Protetik Diş Tedavisi	BAİBÜ Diş Hekimliği Fakültesi	
Dr. Öğr. Üyesi Tuğba KOCAAĞA (Üye)	Antrenörlük Eğitimi	BAİBÜ Spor Bilimleri Fakültesi	
Dr. Öğr. Üyesi Aysu KIYAN (Üye)	Halk Sağlığı	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Dr. Hatice Selen SÖYLEMEZ (Üye)	Farmakolog/Eczacı	Özel Eczane (BOLU)	
Uzm. Dr. Hümeysra ÇELİK (Üye)	Fizyoloji	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Av. Huri Hülya GÜNEŞ COŞKUN (Üye)	Avukat	Özel Hukuk Bürosu (BOLU)	
Ramazan KAYNARPINAR (Sivil-Üye)	Esnaf	Serbest Meslek (BOLU)	