T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ADLİ TIP ANA BİLİM DALI

10-65 YAŞ ARASI OLGULARDA BEYİN BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİLERİNDEN KRANİAL METRİK ÖLÇÜMLER VE PARANAZAL SİNÜS ÖLÇÜMLERİ İLE YAŞ VE CİNSİYET TESPİTİ

Dr. MİRAÇ ÖZDEMİR

UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL, 2022

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ADLİ TIP ANA BİLİM DALI

10-65 YAŞ ARASI OLGULARDA BEYİN BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİLERİNDEN KRANİAL METRİK ÖLÇÜMLER VE PARANAZAL SİNÜS ÖLÇÜMLERİ İLE YAŞ VE CİNSİYET TESPİTİ

Dr. MİRAÇ ÖZDEMİR

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN:

Prof. Dr. NURŞEN TURAN YURTSEVER

İSTANBUL, 2022

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarında etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Dr. Miraç ÖZDEMİR

ÖNSÖZ

Adli Tıp uzmanlık eğitimimin ilk gününden itibaren akademik ve sosyal yönden sağlamış olduğu yoğun desteği ile yapmayı planladığım çalışmalarda önümü aydınlatan, bana güvenip hiçbir konuda desteğini esirgemeyen, örnek bir adli tıp uzmanı, çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Nurşen TURAN YURTSEVER' e,

Henüz uzmanlık eğitimime başlamadan kendisiyle birlikte çalışmak istediğim, çalışma disiplini, iş ahlakı ve ileri görüşlülüğü ile her konuda bana ışık olan, örnek bir adli tıp uzmanı olan ve olmamız için çabalayan, çok değerli hocam Prof. Dr. Mehmet Akif İNANICI' ya,

Tezimin farklı aşamalarında bana desteklerini sunan Tıp Eğitimi Ana Bilim Dalından Doç. Dr. Esra AKDENİZ' e ve Radyoloji Ana Bilim Dalından Dr. Öğr. Üyesi Onur BUĞDAYCI' ya,

Asistanlığım boyunca Adli Tıp Ana Bilim Dalı çatısı altında; Çocuk Koruma Birimi ve Çocuk İzlem Merkezinde birlikte çalışma fırsatı bulduğum iş arkadaşlarıma, teşekkür ederim.

Ve…
Fakülte yıllarımızdan beri sayısız sıkıntı ve mutluluğu birlikte tecrübe ettiğimiz sevgili eşim Özgül;
Bana vermiş olduğun sonsuz destek için sana her zaman minnettar kalacağım.
İyi ki varsın.

Oğlum, Bilge Kağan'ıma,

Dr. Miraç ÖZDEMİR
Nisan 2022, İSTANBUL

İÇİNDEKİLER

BEYAN I
ÖNSÖZ II
İÇİNDEKİLER III
TABLOLAR DİZİNİ V
ŞEKİLLER DİZİNİ VI
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ VII
ÖZET 1
SUMMARY 3
1. GİRİŞ VE AMAÇ 5
2. GENEL BİLGİLER 7
2.1. Diş/Çene Yapısı ile İlgili İncelemeler 7
2.2. Parmak İzi İncelemeleri 8
2.3. DNA Analizi 9
2.4. Diğer Özellikler 9
2.5. Kemikler 10
2.5.1. Biyolojik Cinsiyet Tespiti 13
2.5.2. Yaş Tespiti 20
2.5.3. Boy Tespiti 22
2.5.4. Etnik Köken Tespiti 22
3. GEREÇ VE YÖNTEM 24
3.1. Değerlendirilecek Parametrelerin Belirlenmesi 24
3.2. Görüntülerin Elde Edilmesi 27
3.3. Görüntülerin Değerlendirilmesi 27
3.4. İstatistiksel Analiz 28

4. BULGULAR 30
4.1. Cinsiyet Tespiti 32
4.2. Yaş Tespiti 35
5. TARTIŞMA 42
5.1. Cinsiyet Tespiti 42
5.1.1. Kranial metrik ölçümler ile cinsiyet tespiti 42
5.1.2. Paranazal sinüs metrik ölçümleri ile cinsiyet tespiti 44
5.1.3. Kranial ve paranazal sinüs metrik ölçümlerinin birlikte değerlendirilmesi ile cinsiyet tespiti 47
5.2. Yaş Tespiti 47
5.2.1. Kranial metrik ölçümler ile yaş tespiti 47
5.2.2. Paranazal sinüs metrik ölçümleri ile yaş tespiti 49
5.2.3. Kranial ve paranazal sinüs metrik ölçümlerinin birlikte değerlendirilmesi ile yaş tespiti 51
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 52
7. KAYNAKÇA 53

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. Paranazal sinüsler ile yapılmış bazı kimliklendirme çalışmaları……..19
Tablo 2. Kranial metrik ölçümler ve tanımları……..……...25
Tablo 3. Paranazal sinüs ölçümleri ve tanımları……..…….26
Tablo 4. Olguların yaş grupları ve cinsiyete göre dağılımları…..……30
Tablo 5. Kranial metrik ölçümlere ait tanımlayıcı istatistikler…….31
Tablo 6. Paranazal sinüs ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler……31
Tablo 7. Cinsiyete göre kranial metrik ölçümler ve p değerleri……...32
Tablo 8. Cinsiyete göre paranazal sinüs ölçümleri ve p değerleri……..……33
Tablo 9. Kullanılan parametrelere göre cinsiyet ayrımı için oluşturulan modellerin karşılaştırılması……34
Tablo 10. Yaş gruplarına göre kranial metrik ölçümler, p değerleri ve aralarında anlamlı istatistiksel farklılık olan gruplar……...36
Tablo 11. Yaş gruplarına göre paranazal sinüs ölçümleri, p değerleri ve aralarında anlamlı istatistiksel farklılık olan gruplar……...38
Tablo 12. Kullanılan parametrelere göre yaş tespiti için oluşturulan modellerin karşılaştırılması……...39
Tablo 13. Erkek ve kadında yaş tahmini için kranial ve paranazal sinüs metrik ölçümlerinden oluşturulan basit lineer regresyon denklemleri……..40
Tablo 14. Erkek ve kadında yaş tahmini için parametrelerin tamamı ve ayırt ediciliği en yüksek dört parametre ile oluşturulmuş çoklu lineer regresyon denklemleri……41

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Maksimum kranial uzunluk ……..…..…25
Şekil 2. Maksimum kranial genişlik ……..25
Şekil 3. Kafa tabanı uzunluğu ..……...…….25
Şekil 4. Nazooksipital uzunluğu ……...……....25
Şekil 5. Minimum frontal genişlik ……...…….25
Şekil 6. Biorbital genişlik ..……...…25
Şekil 7. Orbital genişlik ve yükseklik ..……...…….25
Şekil 8. Nazal genişlik ve yükseklik ……...……..25
Şekil 9. Frontal sinüs yükseklikleri ..……26
Şekil 10. Frontal sinüs genişlikleri ……..……26
Şekil 11. Frontal sinüs derinlikleri…….……..……26
Şekil 12. Maksiller sinüs yükseklikleri ……..…….26
Şekil 13. Maksiller sinüs genişlikleri ……..……....26
Şekil 14. Maksiller sinüs derinlikleri ……..…….26
Şekil 15. Sfenoid sinüs yükseklikleri ……..……26
Şekil 16. Sfenoid sinüs genişlikleri ……..……26
Şekil 17. Sfenoid sinüs derinlikleri ……..……...26
Şekil 18. Tüm parametrelerin kurulan modele göre cinsiyet belirlemedeki önemlilikleri…….……35

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

ABD: Ana bilim dalı

BOG: Biorbital genişlik

BT: Bilgisayarlı tomografi

DNA: Deoksiribonükleik asit

FSD: Frontal sinüs derinliği

FSG: Frontal sinüs genişliği

FSY: Frontal sinüs yüksekliği

GA: Güven aralığı

ICC: Interclass correlation coefficient (Sınıf içi korelasyon katsayısı)

KTU: Kafa tabanı uzunluğu

MAE: Mean absolute error (Ortalama mutlak hata)

MFG: Minimum frontal genişlik

MKG: Maksimum kranial genişlik

MKU: Maksimum kranial uzunluk

MRG: Manyetik rezonans görüntüleme

MSD: Maksiller sinüs derinliği

MSG: Maksiller sinüs genişliği

MSY: Maksiller sinüs yüksekliği

NG: Nazal genişlik

NOU: Nazo-oksipital uzunluk

NPV: Negative predictive value (Negatif tahmin değeri)

NY: Nazal yükseklik

OG: Orbital genişlik

OY: Orbital yükseklik

PLS: Partial Least Squares (Kısmi en küçük kareler)

DA: Diskriminant Analizi

PPV: Positive predictive value (Pozitif tahmin değeri)

R^2: Coefficient of determination (Belirleme katsayısı)

RMSEP: Root mean square error of prediction (Artık en küçük tahmini hatalar

	karesi)
RSE:	Residual standart error (Artık standart hata)
Sa:	Sağ
So:	Sol
SSD:	Sfenoid sinüs derinliği
SSG:	Sfenoid sinüs genişliği
SSY:	Sfenoid sinüs yüksekliği
TÜİK:	Türkiye İstatistik Kurumu
USG:	Ultrasonografi
VIP:	Variable importance plots (Değişken önem grafikleri)
X-ray:	X (Röntgen) ışını

ÖZET

AMAÇ: Kimliklendirme kapsamında yaş ve cinsiyet tespiti, adli tıbbın en önemli konuları arasında yer almaktadır. Bu amaçla DNA, parmak izi ve diş ile ilgili yapıların analizi yanında kemiklerden sıklıkla kafatası ve pelvis kemiği incelemelerinden yararlanılmaktadır. Bu inceleme metrik veya non metrik yöntemler kullanılarak yapılmaktadır. Son yıllarda BT gibi görüntüleme yöntemleri ile de kafatasındaki belirli noktalar arasındaki uzunluklar metrik olarak ölçülmektedir. Bu çalışmada, kafatasında kimliklendirme amacıyla sık kullanılan bazı ölçümlere ek olarak, paranazal sinüs ölçümlerinin de metrik olarak değerlendirilmesi, bu ölçümlerin tek tek ve birlikte kullanılarak yaş ve cinsiyet tespiti amacıyla karşılaştırılması amaçlanmaktadır.

YÖNTEM: Kranial ve paranazal sinüs metrik ölçümleri, beyin BT görüntüleri kullanılarak sırasıyla 9 ve 8 farklı yerden yapılmış olup, bu görüntüler Marmara Üniversitesi Pendik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji Ana Bilim Dalından rastgele ve geriye dönük olarak elde edilmiştir. Elde edilen ölçümlerin analizleri R version 4.1.1 (2021-08-10) programı ile yapılmıştır. Sayısal değişkenler cinsiyete ve yaş gruplarına göre karşılaştırılmıştır. Yaş değişkenini tahmin etmek için PLS (Partial Least Squares) regresyon modeli, ardından erkek ve kadınların yaşlarını ayrı ayrı modellemek için basit ve çoklu lineer regresyon analizleri yapılmıştır. Cinsiyeti tahmin etmek için ise Partial Least Squares Diskriminant Analiz yöntemi (PLS-DA) ile birbirinden farklı modeller oluşturulup, cinsiyeti tahmin etmede en önemli parametreler belirlenmiştir.

BULGULAR: Çalışmada değerlendirilen 803 olgunun 404'ünün erkek (%50,3), 399'unun kadın (%49,7) cinsiyette, ortalama yaşın erkeklerde 36,9±16 kadınlarda 37±16,5 olduğu görülmüştür. Değerlendirilen kranial ve paranazal sinüs metrik ölçümlerinin neredeyse tamamı, erkeklerde kadınlardan daha büyük bulunmuştur.

Yaş tespitinde, kranial metrik ölçümlerden sırasıyla nazal genişlik ve nazal uzunluk, paranazal sinüs ölçümlerinden ise sırasıyla sağ maksiller sinüs genişliği ve sol maksiller sinüs derinliği istatistiksel olarak en yüksek oranda anlamlılık göstermiştir. Tek başına kranial metrik ölçümler veya paranazal sinüs ölçümleri kullanılarak oluşturulan modellere göre bu parametrelerden birlikte faydalanılarak oluşturulan modellerin daha yüksek güvenilirlikte veri sağladığı görülmüştür.

Cinsiyet tespitinde ise, kranial metrik ölçümlerden sırasıyla maksimum kranial uzunluk ve biorbital genişliğin; paranazal sinüs ölçümlerinden ise sağ frontal sinüs derinlik ve yüksekliğinin en önemli değişkenler olduğu görülmüştür. Oluşturulan modellere göre cinsiyet tespiti istatistiksel olarak en yüksek anlamlılık ile %79 oranla kranial metrik ve paranazal sinüs ölçümlerinin bir arada kullanılmasıyla elde edilmiştir.

SONUÇ: Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara göre; kafatası metrik ölçümleri ile birlikte özellikle frontal ve maksiller sinüs ölçümlerinin kullanılması, yaş ve cinsiyet tespitinde yüksek oranda güvenilirlik sağlamaktadır. Gelecekte farklı popülasyonlarda, geniş örneklemler üzerinde, daha farklı parametreler de kullanılarak makine öğrenmesi yöntemleri ile yapılacak çalışmalarda daha yüksek doğrulukta sonuçlar elde edilebilecektir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: iskeletten yaş tespiti, iskeletten cinsiyet tespiti, paranazal sinüsler, adli tıp, radyoloji

SUMMARY

OBJECTIVE: Determination of age and gender within the scope of identification is among the most important issues of forensic medicine. For this purpose, besides the analysis of DNA, fingerprints and dental structures, skull and pelvis bone examinations are frequently used from bones. This examination is made using metric or non-metric methods. In recent years, the lengths between certain points on the skull have been measured in metric with imaging methods such as CT. In this study, it is aimed to evaluate paranasal sinus measurements as metrics, in addition to some measurements frequently used for identification purposes in the skull, and to compare these measurements individually or together for age and gender determination.

METHOD: Cranial and paranasal sinus metric measurements were made from 9 and 8 different locations, respectively, using brain CT images, and these images were obtained randomly and retrospectively from Marmara University Pendik Training and Research Hospital Radiology Department. The analyzes of the obtained measurements were made with the R version 4.1.1 (2021-08-10) program. Numerical variables were compared according to gender and age groups. PLS (Partial Least Squares) regression model was used to estimate the age variable, followed by simple and multiple linear regression analyzes to model the ages of men and women separately. In order to predict gender, different models were created with the Partial Least Squares Discriminant Analysis method (PLS-DA) and the most important parameters in estimating gender were determined.

RESULTS: Of the 803 cases evaluated in the study, 404 (50,3%) were male, 399 (49,7%) were female, and the mean age was 36,9±16 in men and 37±16.5 in women. Almost all cranial and paranasal sinus metric measurements evaluated were larger in males than females.

In the determination of age, nasal width and nasal length from cranial metric measurements, and right maxillary sinus width and left maxillary sinus depth,

respectively, from paranasal sinus measurements showed the highest statistical significance. It has been observed that models created by using these parameters together, compared to models created using cranial metric measurements or paranasal sinus measurements alone, provide higher reliability data.

In the determination of gender, maximum cranial length and bioorbital width, respectively, from cranial metric measurements; From the paranasal sinus measurements, it was seen that the right frontal sinus depth and height were the most important variables. According to the models created, gender determination was obtained with the highest statistical significance, with a rate of 79%, by using cranial metric and paranasal sinus measurements together.

CONCLUSION: According to the results obtained from our study; in addition to skull metric measurements, especially the use of frontal and maxillary sinus measurements provides a high degree of reliability in determining age and gender. In the future, it will be possible to obtain higher accuracy results in studies to be carried out with machine learning methods in different populations, on large samples, using different parameters.

KEYWORDS: age determination by skeleton, sex determination by skeleton, paranasal sinuses, forensic medicine, radiology

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Yaşayan ya da ölmüş kişilerin ayırt edilebilmesini sağlayan inceleme süreçlerinin tamamına kimliklendirme denilmektedir. Kimliklendirmede; kimlik belgelerinin incelenmesi, kimlik tanıklarının ifadeleri, fotoğrafların karşılaştırılması, DNA (Deoksi ribonükleik asit), parmak izi ve diş ile ilgili yapılan analizler, kişisel tıbbi cihazların incelenmesi, yeniden yüzlendirme gibi birçok yöntem kullanılabilmektedir. Adli antropolojinin dört ana parametresi olarak bilinen cinsiyet, yaş, boy ve etnik köken tespitini içeren kimliklendirme; hukuki, tıbbi, psikolojik ve sosyolojik olarak önem taşımaktadır (Zaafrane vd., 2018). Kimliği bilinmeyen, ileri derecede çürümüş, hatta iskeletleşmiş kalıntılardan kişinin kimliklendirilmesi alanın uzmanlarından istenilebilmektedir.

Savaş ve toplu afetlerden kaynaklanan ölümlerde, yanmış ve çürümüş insan kalıntılarında kimlik tespiti oldukça zor olmaktadır. Bu gibi durumlarda kimliklendirme amacıyla kafatası mevcut ise kraniometrik özellikler değerlendirilmekte (Ilgüy vd., 2014) ve Adli Tıp pratiğinde, kafatası veya diğer kemik kalıntılarından kişinin yaşı ve cinsiyeti yüksek oranlarda doğrulukla belirlenebilmektedir. Bu incelemeler için sıklıkla cinsel olarak en yüksek oranda ayırt edici kemikler olan pelvis ve kafatası kemiği kullanılmaktadır (Ghorai vd., 2017). Kemikler üzerinde metrik veya metrik olmayan yöntemler kullanılarak çeşitli analizler yapılır. Geçmiş kimliklendirme çalışmalarında ve literatürde, kafatası üzerinde sıklıkla; maksimum kranial uzunluk ve genişlik, kafa tabanı uzunluğu, nazo-oksipital uzunluk, frontal genişlik, orbital ve nazal uzunluklar, foramen magnum ölçüleri kullanılmış iken (Krogman ve İscan, 1986), son yıllarda ise paranazal sinüslerin metrik ölçümleri de kullanılmaktadır (Akhlaghi vd., 2017).

Adli bilimlerde kimliklendirme amacıyla X-ray (röntgen ışını), USG (ultrasonografi), MR (manyetik rezonans) ve BT (bilgisayarlı tomografi) incelemeleri de gerek yaşayan gerekse ölmüş bireylerde kullanılmaktadır (Mustafa vd., 2019). Radyolojiden faydalanılarak kafatası, pelvis gibi kemikler ile cinsiyet ve yaş

tespitinde kullanılan paranazal sinüsler gibi çeşitli anatomik yapılar son derece yüksek hassasiyet ile analiz edilebilmektedir. Paranazal sinüslerin dayanıklı ve korunaklı anatomik yapısı onları, adli antropolojik kimliklendirme çalışmalarında faydalı kılmaktadır (Farias Gomes vd., 2019). Paranazal sinüslerin anatomisi, kişiden kişiye hatta aynı kişide farklı taraflarda bile değişmektedir. BT incelemeleri üç boyutlu bir yaklaşım ile ve büyük bir hassasiyetle sinüsleri değerlendirmek için iyi bir fırsat sağlamaktadır (Akhlaghi vd., 2017). Sinüslerin üç boyutlu rekonstrüksiyonlarının iki boyutlu ölçümlerden daha güvenilir olduğu bilinmektedir. Üç boyutlu analizin henüz rutin olmasa da adli tıpta kullanımı şüphesiz çok değerli bir araç olacaktır. Manuel ölçümlere göre incelenen görüntünün daha yüksek doğruluğu nedeniyle gözlemci için tekrarlanabilirlik sağlamakta ve sonuç üzerindeki ön yargıyı azaltmaktadır.

Adli tıp uzmanlarının çalışmalarını iyileştirmek, adalete ve topluma yardımcı olabilmek için yeni teknolojileri de kullanarak standart protokoller geliştirilmesi amacıyla bu alanda ek araştırmalar yapılması gerekmektedir.

Bu çalışmada geçmiş kimliklendirme çalışmalarında sıklıkla kullanılan kafatası ölçümlerine[1] ek olarak, paranazal sinüslerin ölçümleri[2]; beyin tomografilerinden değerlendirilerek, yaş ve cinsiyet tespitine olanak sağlayıp sağlamadığının araştırılması, bu ölçümlerin tek tek ve birlikte kullanılarak yaş ve cinsiyet tespiti amacıyla karşılaştırılması amaçlanmaktadır.

[1] Maksimum kranial uzunluk, kafa tabanı uzunluğu, nazooksipital uzunluk, maksimum kranial genişlik, minimum frontal genişlik, biorbital genişlik, orbital genişlik, orbital yükseklik, nazal genişlik, nazal yükseklik.
[2] Frontal, maksiller ve sfenoid sinüslerin çift taraflı yükseklik, genişlik ve derinlikleri.

2. GENEL BİLGİLER

Birçok ülkede, son yıllarda artan doğal afet, savaş, terör, göç gibi olaylar sonucunda çok sayıda kişi hayatını kaybetmekte ve genellikle bu kişilerin bedenleri bütünlüğü bozulmuş, tanınamayacak hale gelmektedir. Kimi durumlarda ise açık alanda veya toplu mezarlarda, çürümüş veya iskeletleşmiş insan kalıntıları ile karşılaşılabilmektedir. Bu gibi durumlarda adli bilim uzmanları, adli nitelikli olayların çözülmesi amacıyla insan kalıntılarını inceleyerek, yaş, cinsiyet, boy, etnik köken gibi kişinin biyolojik profilini ortaya koyabilecek çalışmalar yapmaktadır (Bruzek ve Murail, 2006).

Adli antropoloji, "Adli amaçlarla, insana ait, kısmen yumuşak dokudan ayrılmış veya iskeletleşmiş kalıntıları inceleyip kimliklendirme yapan bir bilim dalı" olarak 1970'li yıllarda Stewart tarafından tanımlanmıştır (T. D. Stewart, 1979). Adli antropoloji, özellikle insan kalıntılarından DNA elde edilmesi veya DNA elde edilmesi mümkün olmayan durumlarda biyolojik profili belirlemeye çalışarak kimliklendirmeye yardımcı olmaktadır (Ceker, 2018).

Günümüzde kimliği bilinmeyen kişilerin kimlik tespitinde altın standart yöntemler olarak diş/çene yapısı incelemeleri, parmak izi ve DNA analizi kullanılmaktadır. Bu amaçla ayrıca paranazal sinüslerin değerlendirilmesi, yeniden yüzlendirme gibi tekniklerden de faydalanılmaktadır (Agbolade vd., 2020).

2.1 Diş/Çene Yapısı ile İlgili İncelemeler

Tüm iskelet yapıları arasında fiziksel ve kimyasal dayanıklılığı en fazla olan ve kalıntılarda en fazla korunmuş olan yapı diştir. Dişlerin gelişimi daha çok genetik etmenlerden etkilenirken, dişlerin zamana bağlı değişimi ise genetiğin yanı sıra beslenme alışkanlıkları gibi çevresel etmenler ile de ilişkilidir. Kalıntılarda bulunan dişlerin gelişimi iskeletin diğer kısımlarına göre kronolojik yaş ile daha alakalı olduğu için yaş tespitinde kullanılabilmektedir (White, Black ve Folkens, 2012;

Atamtürk, 2016). Dişlerin morfolojik özellikleri, tipleri, pozisyonları, kron morfoloji ve patolojileri, kök morfoloji ve patolojileri, pulpa ve kök kanalı morfolojileri, dental restorasyonları; kimliklendirme açısından diş kayıtlarının karşılaştırılması, ısırık izi analizleri, cinsiyet ve yaş tayini gibi birçok konuda önemli bilgiler sunmaktadır (White, Black ve Folkens, 2012). Total diş eksikliği (anodonti), kısmi diş eksikliği, diş fazlalığı, ikiz diş, füzyon, sifiliz hastası annelerin çocuklarında görülebilen Hutchinson dişleri, aksesuar mine çıkıntıları, talon tüberkülü, mikrodonti, anormal kök morfolojileri, gömülü dişler, diş rotasyonu gibi dental anomaliler ve varyasyonlar kimlik tespitinde kullanılabilmektedir (Ceker, 2018).

Alt çenenin erkeklerde daha kalın ve köşeli olduğu, kadınların çene kemiklerinin erkeklerden %10-30 oranında daha küçük ve oval yapılı olduğu, kas izlerinin erkeklerde daha belirgin ve damağın erkeklerde daha geniş ve büyük olduğu bilinmektedir (Orhan, 2019).

2.2. Parmak İzi İncelemeleri

1883 yılından itibaren doğru kişiyi tanımlama yöntemi olarak Bertillon yöntemi kabul edilmiş ve uygulanmıştır. Bu yöntem antropometrik genellemeler üzerinden suçlu kişinin tanımlanmasını içerir. 1900'lü yıllardan itibaren ise kişinin tanımlanmasında parmak izi analizi de kullanılmaya başlanmış olup günümüzde kimlik tespitinin en önemli öğelerinden birisi olarak kabul edilmektedir. Parmak uçlarında bulunan papil hatları ve por deliklerinin, diğer yüzeylere teması ile parmak izi oluşmaktadır (Vanderkolk, 2011).

Parmak izleri; değişmez ve değiştirilemez, benzemezlik ve tasnif edilebilirlik niteliği sayesinde önem kazanmaktadır. Parmak izi kullanılarak, bireyin tanımlanması amacıyla yapılan çalışmalarda da kimliklendirmenin mümkün olabileceği görülmektedir (Yamashita ve French, 2010).

2.3. DNA Analizi

Cinsiyet, DNA analizi ile yüksek bir doğrulukla tahmin edilebilir; ancak bu yöntem felaket ve savaş gibi durumlarda rutin olarak uygulanamamaktadır. Bu tür vakalar, cinsiyeti tahmin etmek için çeşitli branşlardan uzmanların uygulayacağı multidisipliner bir yaklaşımı gerektirmektedir (Cekdemir vd., 2021).

Kalıntılardan kimliklendirme yapılırken bulunan kemiklerin çok parçalı, hasarlı olması durumunda antropolojik yöntemlerin kullanımı zorlaşmaktadır. Bu gibi durumlarda DNA analizi daha fazla önem kazanmaktadır. Cinsiyet tespiti amacıyla yapılan adli DNA analizlerinde özellikle diş minesinin oluşmasında önemli bir rol oynayan Amelogenin geni de kullanılmaktadır (Ramsthaler, Kreutz ve Verhoff, 2007).

DNA inceleme laboratuvarlarına kimliklendirme amacıyla kalıntılar gönderilirken cesedin çürüme derecesi de dikkate alınarak, elde edilecek sonucun güvenilirliğini artırmak için birbirinden farklı bölgelerden ve birden fazla iskelet parçasından örnek alınmalıdır. Normal şartlar altında uzun kemiklerden 4-6 cm uzunluğunda, pencere şeklinde çıkartılan kemik kesitinin gönderilmesi önerilmektedir (Ceker, 2018). Literatür incelendiğinde dişin kemiklere göre olumsuz çevre koşullarına ve çürümeye karşı daha dirençli olduğu gösterilmiştir. Mümkünse tamamen oluşmuş kök ucu içeren iyi korunmuş dişler, kimliklendirme amacıyla DNA analizi için kullanılabilecektir (Ricaut vd., 2005; Miloš vd., 2007; Alakoç ve Aka, 2009).

2.4. Diğer Özellikler

Biyolojik cinsiyetin belirlenmesi amacıyla; kişinin genital organları ve sekonder cinsiyet karakterleri incelenerek, cinsiyet değiştirme ameliyatı olup olmadığı araştırılmalı, daha sonra kişinin vücut yapısı incelenerek, şişman veya zayıf, akromegalik, cüce veya kaşektik olup olmadığı belirlenip gerekli tarifler yapılmalıdır (Ozen, Kirangil ve Fincanci, 1988). Kişinin boy ve ağırlığı çeşitli ölçümlerle belirlenebilmektedir (John Glaister, 1938).

Canlı kişilerde ya da cesetlerde, saçların uzunluğu ve rengi, boyalı olup olmadığı, gözlerin mevcudiyeti ve rengi, dişlerin sayısı, dolgu, eksik veya protez bulunup bulunmadığı, cildin rengi, benler, dövmeler, parmak izleri, ameliyat izleri ve konjenital deformiteler araştırılmaktadır. Yaşayan bireylerde, özellikle suçluların saptanmasında antropometriden de yararlanılmaktadır. Tariflere göre saptanan fiziksel özellikler ile sanığın özellikleri karşılaştırılmakta olup bu yönteme Bertillon yöntemi denilmektedir (John Glaister, 1938; Gök, 1980; Özen, 1983).

İnsan kalıntılarından bireyin tanınması ve tanımlanması ise, adli bilimlerin önemli ve en zorlu görevlerinden birisidir. Ölüm sonrası dönemde elde edilebilen kalıntılarından ölen kişinin kimliğinin belirlenebilmesi, kalıntıların hangi koşullarda bulunduğuna bakılmaksızın (örneğin kitlesel doğal afetler veya olay yeri) titizlikle yürütülmesi gereken karmaşık bir süreçtir (Akhlaghi vd., 2017).

2.5. Kemikler

Gelinen teknolojik düzey ve bu teknolojinin adli tıp alanında kullanılması, kişinin kimliğinin tespitinde çok önemli veriler sağlamaktadır. Adli tıpta kimliklendirme amacıyla kullanılmak için veri tabanlarında karşılaştırılabilecek bir materyal elde edilemediğinde veya ileri derecede çürümüş, iskeletleşmiş, parçalanmış kalıntıların varlığında dokuların kimyasal değişimi sebebiyle parmak izi, DNA analizi gibi yöntemlerin katkısı kısıtlı olabilecektir. Aynı şekilde hayatta iken herhangi bir diş bakımı ve tedavisi yaptırmayan insanlar da olduğu için bu karşılaştırmalar da sonuç veremeyebilecektir. Bu gibi sebeplerle karşılaştırmalı teknikler kullanılamadığında, rekonstrüktif (yeniden yapılandırıcı) tanımlama yöntemleri kullanılabilmektedir. Ölmüş bireyin tıbbi kimliği, ölüm sonrası elde edilebilen kanıtlara dayanılarak oluşturulmaya çalışılmaktadır. İşte bu kimlik profili kişinin yaşı, cinsiyeti, boyu, etnik kökeni hakkında bir takım bilgiler sunabilecektir (Farias Gomes vd., 2019). Adli soruşturma gereğince cesedin kimliklendirilmesi son derece önemli bir konudur; ancak temel yapısını kaybetmiş iskelet kalıntılarından kimlik tespiti yapmak, içinde çeşitli zorlukları barındırabilmektedir.

Adli bilimlerin önemli bir dalı olan adli antropoloji, bireylerin tanımlanmasıyla ilgilenir ve adli olayları çözümlemede diğer bilimlere yardımcı olabilmektedir (Javaid ve Usmani, 2020). Adli antropologlar ve biyoantropologlar için, iskelet kalıntılarını inceleyerek yaşı ve cinsiyeti tahmin etmek, bir bireyin biyolojik profilini oluşturmak için temel bir adımdır. Adli bağlamda, ölüm anındaki yaşın değerlendirilebilmesi için kalıntılar üzerinde kemik ve diş göstergelerini kullanmak gerekmektedir (Bruzek ve Murail, 2006).

Kimliklendirme, grup özellikleri ve bireysel özelliklerin değerlendirilmesini içeren iki aşamalı bir prosedürdür. Yaş, cinsiyet, boy ve etnik köken gibi grup özelliklerinin ilk tahmini, bireysel özelliklerin incelenmesi ile kimlik tespiti için önemli bir aşamadır. Kişinin beni, yara izi, dövme izi gibi bireysel özellikleri veya çürüme durumunda bir vücutta ve/veya iskelette görülen herhangi bir anormallik ve deformite bulgusu, ölüm öncesindeki veriler ile karşılaştırılarak kimliklendirme sağlanmaya çalışılmaktadır (Krishan vd., 2016). Son yıllarda artan düzensiz göç hareketleri neticesinde, bireylerin, çevresindeki insanlar tarafından tanınmadıkları, yalnız yaşamak zorunda kaldıkları coğrafyalarda ölüm sonrası, yaş ve cinsiyet tespitine yönelik adli talep daha da artmıştır (Zaafrane vd., 2018). Günümüzde kemiklerin kimliklendirme amacıyla kullanılması için esas olarak iki temel yaklaşım bulunmaktadır:

a. Metrik olmayan (Morfolojik) yaklaşım

Metrik olmayan ölçümler, morfolojik değerlendirmeyi içermektedir. Adli tıp uzmanının iskelet kalıntısındaki anatomik bölgeleri incelediği, görsel algıya dayanan bir teknik olduğu için, uzmanın öznelliğinden etkilenebilmektedir. Ayrıca, adli tıp uzmanlarının çalışılan popülasyon grubundaki örnekler üzerinde yeterli deneyime sahip olmasını da gerektirmektedir (Dereli vd., 2018). Antroposkopik (morfolojik) değerlendirme, sağlam kemiklerle daha iyi sonuçlar verirken, parçalanmış kemikler veya eksik iskelet vakalarında bu değerlendirmelerin doğruluğu azalmaktadır (Agbolade vd.., 2020).

Cinsiyet tespiti amacıyla iskelet üzerinde yapılan morfolojik çalışmalarda, en iyi anatomik bölgelerin sırasıyla pelvis ve kafatası olduğu belirtilmiştir (Mahakkanukrauh vd., 2015).

b. Metrik yaklaşım

Metrik yaklaşım ise erkek ve kadın bedeninin boyutlarındaki farklılığa dayanmakta olup, genellikle cinsiyeti tespit edebilmek için farklı istatistiksel yöntemler kullanmaktadır. Kullanılan bu istatistiksel yöntemlerin sonuçlarının yorumlanması metrik olmayan (morfolojik) yöntemlere göre daha kolaydır (Agbolade vd., 2020). Morfometrik analiz, adli bilimler uzmanının vücuttaki belirli yapılara ait anatomik noktalar arasındaki mesafeleri ölçmesini ve bu ölçümleri yorumlamasını içermektedir (Arigbabu vd., 2017).

Morfometri, şeklin varyasyonunu, grup farklılıklarını, merkezi eğilimini ve dış faktörlerle olan ilişkilerini inceler. Bu yöntemler, genetik, gelişimsel, biyomekanik ve fonksiyonel farklılıkların bir sonucu olarak gelişen cinsel dimorfik özelliklerin, görsel olarak değerlendirilmesine bağlı olduğundan, öznel olabilmesinin yanı sıra gözlemcinin kendi içindeki ve gözlemciler arasındaki hatalar, sınıflandırmada zorluklar ve analiz aşamasında çeşitli sorunlar gösterebilmektedir (Akay, Güngör ve Peker, 2017).

Morfometrik analiz süreci, manuel olarak tek tek ölçümler gerektirdiğinden zaman açısından zahmetli olsa da metrik yöntemle elde edilmiş olan veriler, bir soruşturmada sunulduğu zaman, analiz sonuçlarını bilimsel olarak gösterebildiğinden daha nesnel ve güvenilir kabul edilmektedir (Zhan et al., 2019).

İnsan iskeletinin birçok farklı bölgesinde cinsiyet belirleme üzerine metrik çalışmalar yapılmıştır. En çok kullanılan iskelet bölümleri; pelvis, kafatası, uyluk kemiğidir. Bunlar arasında, cinsiyet tespiti için en iyisinin pelvis olduğu kabul edilmektedir. İskeletin tamamı mevcut olduğunda, cinsiyetin %100 doğrulukta belirlenebildiği, bu oranın sadece pelvis kemiği ve kafatası varlığında % 98' e düştüğü, tek başına pelvis

kemiği varlığında %95, tek başına kafatasının varlığında ise %80-90 seviyelerinde olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Adel vd., 2019).

Adli bilimler uzmanından bu yöntemleri kullanılarak cinsiyet, yaş, etnik köken, boy gibi biyolojik profil öğelerini tespit etmesi istenebilmektedir.

2.5.1. Biyolojik Cinsiyet Tespiti

Yabancı literatürde bireyin cinsiyetini ifade etmek için 'sex' ve 'gender' sözcükleri kullanılmaktadır. 'Sex' insanların biyolojik olarak ait olduğu cinsiyeti tanımlarken, 'gender' ise biyolojik cinsiyet üzerine eklenmiş kültürel değer, davranış ve rol kavramlarının bütününü tanımlamakta ve 'toplumsal cinsiyeti' ifade etmektedir (Soner ve Altay, 2019). Biyolojik cinsiyet ise; anatomik, fizyolojik, genetik ve hormonal farklılıkları içermektedir (Johnson ve Repta, 2012). Ölmüş bireylerin kalıntıları üzerinden kimliklendirme çalışmalarında cinsiyet tespiti ifadesi ile 'sex' yani 'biyolojik cinsiyet' tespiti belirtilmektedir.

Çalışmanın bundan sonraki kısımlarında 'cinsiyet' olarak ifade edilen biyolojik profil öğesi `biyolojik cinsiyeti' temsil edecektir. Cinsiyet tespiti, tıbbi kimlik olasılığını yarı yarıya daralttığı için insan kalıntılarının belirlenmesinde en önemli nokta sayılmaktadır (Tambawala vd., 2016). Ayrıca cinsiyetin belirlenmesi bireyin biyolojik profilini oluşturmak için ölüm anındaki boy ve yaş tahmini için de fikir sunabilmektedir (Zhan vd., 2019).

Değerlendirmeye alınabilecek insan iskelet kalıntıları ne kadar eksiksiz olursa, cinsiyetin daha doğru tespit edilebileceği bilinmekle birlikte, kesinlik ifadeleri kullanılırken dikkatli olunmalıdır. Büyük patlamalar, insan topluluklarını etkileyen savaşlar veya kitlesel doğal afetlerde iskeletlerin parçalanıp birbirleri ile karışması nedeniyle kimliklendirme son derece karmaşık olabilmektedir (Ilgüy vd., 2014).

Genel dış muayene, radyografik incelemeler, biyolojik yöntemler kullanılsa da kimlik tespiti için adli prosedürler bazen yetersiz kalabilmektedir. Bu sebeple adli tıp

ve adli bilimler uzmanı basitleştirilmiş, daha düşük maliyet ile maksimum doğruluğu harmanlayabilen yeni yöntemlerden faydalanmak istemektedir (Saccucci vd., 2015).

İskelet kalıntıları bireyin cinsiyetini belirleyebilmek için ölümden uzun yıllar sonra da kullanılabilmektedir, çünkü kemikler ölümden sonra çürüme sürecinde diş minesi ile birlikte en son yok olan dokulardır (Uthman vd., 2011).

Cinsiyetin doğru belirlenmesi, morfolojik özelliklere ek olarak cinsiyetler arasında yaşlanma ve büyümede de gözle görülür farklılıklar olduğu için; yaş, etnik köken ve boy tahmininde önem taşımaktadır (Agbolade vd., 2020).

Metrik ve metrik olmayan yöntemler, DNA analizi gibi tekniklerin ilerlemesine ve yüksek güvenilirliğine rağmen, bu tekniklerin yüksek beceri seviyesi gerektirmesinden, modern ekipmanların zorunlu, karmaşık ve pahalı olmasından dolayı daha çok tercih edilmektedir (Agbolade vd., 2020). Halihazırda mevcut tüm yöntemlerin belirli sınırlılıkları vardır; bu nedenle genetik ve morfometrik yöntemlerin birleştirilmesi, başarı oranını artırabilecektir (Ekizoglu vd., 2016).

2.5.1.1. Pelvis kemiği kullanılarak cinsiyet tespiti

Cinsiyet ayrımı açıdan pelvisin özellikleri çok çeşitlidir; ancak hangi özelliklerin ne zaman kullanılacağının seçimi büyük ölçüde araştırmacının tercih ve deneyimine bağlıdır. Avrupa Antropologları Çalıştayı (WEA), 1980'de pelvisten morfolojik olarak cinsiyet tahmini için preauriküler oluk, büyük siyatik tüberkül, pubik açı, ark oluşumu, obturator foramen, iskiyal cisim/tüberozite, iliak fossa, iliak krest ve pelvis majör ve minör olmak üzere 10 özelliğin kullanılmasını önermiştir (Klales, 2020). Pubik kemiğin ventral yüzeyindeki kabartının (ventral ark) kadınlarda daha belirgin olduğu, siyatik çentik açısının kadınlarda daha geniş ve açık olduğu, subpubik açının kadınlarda daha geniş olduğu, preaurikular oluğun kadınlarda erkeklerden daha sık görüldüğü bilinmektedir. Pelvik kemik, cinsiyet tespiti açısından en dimorfik bölge olup, yüksek doğruluk ve güvenilirlikte cinsiyet tespitine izin vermektedir. Pelvik kemik, tafonomik olaylara daha dirençli olma eğilimindeki kafatasına göre daha

kırılgan bir yapıya sahip olsa da cinsiyet tespitinde sıklıkla kullanılmaktadır (Guyomarc'h ve Bruzek, 2011).

2.5.1.2. Kafatası kemiği kullanılarak cinsiyet tespiti

Kafatası, insan vücudunda cinsiyet tespiti için en başarılı ikinci bölümdür; çünkü kraniyofasiyal yapılar sayesinde çevresel faktörlerden nispeten daha az etkilenir. Kafatasının uzunluğu, yüksekliği ve çevresi, mastoid yapı, oksipital kondil ve foramen magnum gibi kafatasının çeşitli ölçümleri önceki çalışmalarda sıkça kullanılmıştır (Adel vd., 2019).

Erkek kafatası, kaba ve daha büyük kas bağlanma alanları ile daha sağlam iken, kadın kafatası ise daha pürüzsüzdür. Erkek yüzleri daha büyük ve daha belirgin burun, çene ve alın bölgeleri ile karakterize iken, kadınlarda kemik gelişimi erkeklerden daha erkendir ve ergenlik döneminde kadın kafatasının görünümünde ciddi bir değişiklik olmaktadır. Bu nedenle cinsiyetler arasındaki morfolojik farklılıklar, yetişkin iskeletlerinde daha belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır (Ramsthaler, Kreutz ve Verhoff, 2007).

Kafatasının klasik osteolojik tanımları çene, burun açıklığı, orbitalar, zigomatik kemikler, supraorbital sınır, glabella, alın şekli, mastoid süreç, oksipital bölge ve damak üzerinden yapılmıştır. Kraniyal cinsiyet belirlemede sık kullanılan ölçümler arasında; maksimum kranial genişlik, maksimum kranial uzunluk, kafatası yüksekliği, yüz genişliği, toplam yüz yüksekliği ve üst yüz yüksekliği gibi ölçümler bulunmaktadır (Krogman, 1962; Krogman ve İscan, 1986). Foramen magnum da, kafa tabanının önemli bir anatomik noktası olup, özellikle antropoloji, anatomi, adli tıp ve diğer tıbbi alanlarda da ilgi çekmektedir (Tambawala vd., 2016). Genetik, çevresel faktörler, göçler ve seküler eğilimler gibi birçok faktör iskelet morfolojisini etkileyebilmektedir. Sonuç olarak, popülasyona özgü standartlar oluşturulmalı ve düzenli olarak güncellenmelidir (Zaafrane vd., 2018).

Adli tıp pratiğinde özellikle vücudun çürümüş, parçalanmış veya yanmış olduğu durumlarda kimliklendirme amacıyla radyografik yöntemler de kullanılmaktadır. Kafatası, pelvis ve femur cinsiyetin radyolojik olarak belirlenebilmesi için en yararlı anatomik bölgeleri barındıran kemiklerdir (Uthman vd., 2011). Adli bilimler uzmanları ve antropologlar, radyografik incelemelerin cinsiyet tespiti için doğrudan kemik metrik ölçümlerinden daha doğru ve güvenilir olabileceğini düşünmektedir. Bunun sebebi olarak, kafatası yüzeyinde kemik dışı diğer dokular mevcut iken radyolojik incelemeler ile iskelet özelliklerinin net görüntülerinin sağlanabilmesi gösterilmektedir. Geçmiş çalışmalarda kafatası ölçümlerinde genellikle ön-arka ve yan sefalometrik radyografileri içeren görüntüleme yöntemleri kullanılmış iken son yıllarda BT gibi üç boyutlu radyografik görüntülerin kullanımı yaygın hale gelmiştir (Adel vd., 2019). BT görüntülerinden üç boyutlu kemik görüntüleri oluşturulup bu görüntülerin analizinden elde edilen bilgiler adli tıp uzmanları tarafından kimliklendirme amacıyla kullanılabilmektedir. Cinsiyet tahmini için BT görüntülerinden türetilen kraniyal morfometrik ölçümlerin faydası, düşük maliyetli ve zaman kazandıran bir prosedür gelişimine olanak sağlayabilmesidir (Cekdemir vd., 2021). Radyolojik yöntemlerle elde edilen ölçümler, kumpas kullanılarak elde edilen doğrudan ölçümlerle tutarlıdır. Kafa tabanı uzunluğu, maksimum kraniyal uzunluk, bizigomatik genişlik ve foramen magnum uzunluğu ile ilgili kaliper ve BT den elde edilen verilerin uyumlu olduğu geçmiş çalışmalarda gösterilmiştir (Ekizoglu vd., 2016). Cinsiyet tespiti amacıyla kafatasının morfolojik özelliklerinin değerlendirilmesinde BT görüntüleme yöntemlerinin kullanımı ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır (Dereli vd., 2018). BT ölçümleri güvenilir ve tekrarlanabilirdir. Bu çalışmalar, gözlemciler arası ve gözlemcinin kendi içindeki hatanın kraniyofasiyal ölçümler için istatistiksel olarak kabul edilebilir bir aralıkta olduğunu göstermiştir (Jullabussapa vd., 2020).

2.5.1.3. Paranazal sinüsler kullanılarak cinsiyet tespiti

Paranazal sinüsler, farklı bireyler arasında önemli varyasyonlara sahip, karmaşık, içi hava ile dolu anatomik yapılardır. Ön kafa boşluğunu oluşturan kemiklerde bulunan paranazal sinüsler anatomik ilişkilerine göre maksiller, etmoid, frontal ve sfenoid sinüs olarak isimlendirilmektedir. Sınırlarının özelliği sebebiyle paranazal sinüsler, insan kimliklendirmesi için çok değerli bilgiler sağlayarak, adli tıp uzmanlarının adli süreçte hata yapma riskini azaltmaktadır (Barros vd., 2021). Paranazal sinüslerin kimliklendirme amacıyla değerlendirilmesi, uçak kazaları gibi kazalardan kaynaklanan parçalanmış veya yanmış kalıntıların tanımlanmasında daha belirgin fayda sağlamaktadır. Sinüsler kafatasının nispeten sert bir bölümünde yer aldıkları için travmaya karşı oldukça dirençlidirler. Ayrıca paranazal sinüsler benzersizdir, öyle ki iki bireyin sinüs hava yolu paternleri tek yumurta ikizlerinde bile birbirine benzememektedir. Paranazal sinüslerin morfometrik özellikleri, vücudun tüm anatomik yapıları içinde muhtemelen en değişken olanıdır. (Saccucci vd., 2015).

Maksiller sinüs, insanda oluşan ilk paranazal sinüstür. Maksiller sinüsün anatomik ve gelişimsel tanımları klinik öneme sahip olabilmektedir. Maksiller sinüsün antropometrik özelliklerinin değerlendirilmesi, cinsiyet belirlemede önemli ve yardımcı parametrelerdendir. (Değermenci vd., 2016). Frontal sinüslerin, büyük patlamalar gibi olaylarda bile anatomisini koruyan çok dayanıklı ve sert duvarlara sahip olduğu bilinmektedir. Frontal kemiğin kalınlığı ve dışbükey yapısı, onu kafatasının içinde güvende tutmaktadır. Her iki maksiller sinüs ise, pnömatizasyon süreciyle ayrı ayrı gelişir ve bu süreç her bireyde frontal sinüsün karakteristik özelliklerinin temelini oluşturmaktadır.

Radyografilerde görülen paranazal sinüs morfolojileri, parmak izinde olduğu gibi her bireye özgü sayılmaktadır (Javaid ve Usmani, 2020). Paranazal sinüsler ile ilgili yapılan son çalışmalarda, yaş ve cinsel dimorfizmin belirlenebilmesi için BT kullanılarak çeşitli metrik ölçümler gerçekleştirilmiştir. BT yöntemi, paranazal sinüs görüntülemede 'altın standart' olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. BT; paranazal sinüslerin, kraniyofasiyal kemiklerin ve sinüslerin pnömatizasyon derecesinin doğru bir şekilde değerlendirilmesini sağlamaktadır. Paranazal sinüslerin

BT ölçümlerinin, cinsiyet belirlemeyi desteklemek için yararlı olabileceği öngörülmektedir (Uthman vd., 2011).

Paranazal sinüslerden maksiller sinüs kullanılarak yapılmış bazı kimliklendirme çalışmaları Tablo 1`de gösterilmiştir.

Tablo 1. Paranazal sinüsler kullanılarak yapılmış bazı kimliklendirme çalışmaları (Nunes Rocha, Dietrichkeit Pereira ve da Silva, 2021)

Çalışma	Sayı (E/K)	Yaş	Değerlendirilen parametreler	Sonuç
(Ahmed vd., 2015)	119 (57/62)	20-75	Maksiller sinüs uzunluk, genişlik, derinliği	Bu ölçümler cinsiyet tespitinde kullanılabilir ölçümlerdir.
(Akhlaghi vd., 2017)	288 (144/144)	<20	Maksiller sinüs uzunluk, genişlik, derinliği	Genç yetişkinlerde bu parametreler cinsiyet tespitinde kullanılabilecek iken 50 yaş civarından sonra başarılı değil.
(Amin ve Hassan, 2012)	96(48/48)	20-70	Maksiller sinüs uzunluk, genişlik, derinliği	Yükseklik ve sol maksiller sinüs ölçümleri cinsiyet tespitinde kullanılabilir.
(Ekizoglu vd., 2014)	140 (70/70)	18-63	Maksiller sinüs uzunluk, genişlik, derinlik ve hacmi	Maksiller sinüs ölçümleri cinsiyet tespitinde kullanılabilir.
(Etemadi vd., 2017)	70(35/35)	>18	Maksiller sinüs hacmi	Maksiller sinüs hacmi cinsiyet tespitinde iyi bir indikatör değildir.
(Farias Gomes vd, 2019)	160 (80/80)	20-60	Maksiller sinüs uzunluk, genişlik, derinliği	Geliştirilen formül cinsiyet tespiti için yardımcı bir yöntem olarak uygulanabilir.
(Wanzeler vd, 2019)	94 (45/49)	20-35	Maksiller sinüs uzunluk, genişlik, derinliği, sinüsler arası mesafe, hacim	Geliştirilen formül cinsiyet tespiti için %84 lük bir doğruluk ile cinsiyet tespitinde kullanılabilir.
(Al-Taei ve Jasim, 2013)	120 (60/60)	40-69	Maksiller sinüs uzunluk, genişlik, derinlik ve hacmi	Hacim ve lineer ölçümler erkeklerde kadınlardan daha büyüktür. BT ile değerlendirilen ölçümler cinsiyet ve yaş ölçümünde destekleyicidir.
(Jehan vd., 2014)	191 (106/85)	20-70	Maksiller sinüs uzunluk, genişlik, derinliği, bizigomatik genişlik, inter maksiller genişlik	Bizigomatik genişlik ve maksiller sinüs ölçümleri cinsiyet tespitinde diğer yöntemlere yardımcı olabilir.
(Kanthem vd., 2015)	30 (17/13)	-	Maksiller sinüs uzunluk, genişlik, derinliği	Maksiller sinüs genişliği ve sağ taraf hacmi cinsiyet tespitinde faydalı olabilir.
(Paknahad, vd., 2017)	100 (50/50)	20-54	Maksiller sinüs uzunluk, genişlik, derinliği	Maksiller sinüs ölçümleri cinsiyet tespitinde kullanılabilir.
(Prabhat vd., 2016)	30 (15/15)	20-50	Maksiller sinüs uzunluk, genişlik, derinlik ve hacmi	Maksiller sinüs ölçümleri ve hacmi cinsiyet tespitinde kullanılabilir.
(Radulesco vd., 2018)	103 (50/53)	13-97	Maksiller sinüs hacmi	Maksiller sinüs hacmi adli tıpta cinsiyet tespiti amacıyla kullanılabilir.
(Sharma vd., 2014)	102 (61/41)	20-60	Maksiller sinüs uzunluk, genişlik, derinliği ve hacmi	Hacim ve ölçümler cinsiyet tespitinde kullanılabilir.
(Sherif vd., 2017)	100 (50/50)	18-60	Maksiller sinüs uzunluk, genişlik, derinliği, inter maksiller mesafe	Maksiller sinüs cinsiyet tespitinde yüksek seviyelerde doğruluk gösterir.
(Tanushri vd., 2015)	40 (20/20)	20-60	Maksiller sinüs uzunluk, genişlik, derinliği	Maksiller sinüs ölçümleri cinsiyet tespitinde güvenilirdir.
(Urooge ve Patil, 2017)	100 (50/50)	20-50	Maksiller sinüs uzunluk, genişlik, derinliği, hacmi	Kadınlarda sol maksiller sinüs değerleri anlamlı iken diğer değerler anlamlı bulunmamıştır.

2.5.1.4. Diğer kemikler kullanılarak cinsiyet tespiti

Pelvis ve kafatasının yanı sıra, uzun kemikler de insan iskeletinde kimliklendirme amacıyla en aktif olarak çalışılan iskelet unsurlarıdır. (Krishan vd., 2016). Geçmiş çalışmalarda, ulna, radius, humerus, femur, tibia, sternum, kaburga, vertebra, parmaklar, talus ve metatars gibi çeşitli iskelet kısımlarından cinsiyet tespiti yapılmaya çalışılmıştır (Zhan vd., 2019).

2.5.2. Yaş Tespiti

Doğum öncesi dönemden erişkinliğe kadar geçen süreçte meydana gelen diş ve kemik değişimlerinin bir süreci izliyor olması, genç bireylerde yaş tespitinin erişkinlere göre daha kolay ve güvenilir olabileceğini düşündürmektedir (Cunningham vd., 2000; Aka vd., 2015; Ceker, 2018). Çocuklarda ve gençlerde (in-utero 28 hafta ile 23 yaş arasında) dişlerin ortaya çıkma zamanı, kalsifikasyon süreci ve sürme zamanları biyolojik yaş tespitinde kullanılmaktadır. Bu amaçla her bir diş için ayrı ayrı hesaplanan süt dişlerinin sürme ve kök büyüme evrelerini içeren ortalama yaşlar referans alınmaktadır.

Kemik gelişimine göre ise kranial gelişim evreleri, uzun kemiklerin epifiz kaynaşma dereceleri ve diyafizlerin maksimum uzunluk ölçümleri referans alınmaktadır.

Erişkin bireylerde dişten yaş tespitinde en sık Ubelaker' in diş sürme evreleri tabloları kullanılmaktadır (Alqahtani, Hector ve Liversidge, 2014). Üst ve alt çenede geride yer alan üçüncü molarların varlığı da yaşın belirlenmesinde bir kriter olarak kullanılabilmektedir. Diş kökü saydamlığı yöntemi (Lamendin yöntemi) de yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntem üst ve alt kesici dişlerin labial veya lingual tarafından dijital kaliper ile alınmış üç farklı ölçüm kullanılarak yaş tespitine çalışılan bir yöntemdir. Bu ölçümler diş kökünün, diş eti çekilmesinin ve kökün ucunda görülen saydam bölgenin uzunluğunu içermektedir. Bu yöntemin kullanışlı olması ile birlikte, diş eti hastalıklarından veya bireylerin yaşlı olmalarından

etkilendiği görülmektedir. Ayrıca bu yöntemin uygulanabilmesi için diş kökündeki saydamlığın ölçülebilecek derecede olması gerekmektedir (Lamendin vd., 1992).

Kemik incelemelerinde ise kafatasındaki sütürlerin kaynaşma dereceleri ve evreleri dikkate alınarak yaş tespiti yapılabilmesine yönelik birçok çalışma mevcuttur. Yapılan çalışmalarda bu yöntemlerin, genel olarak geniş bir yaş aralığı sunduğu görülmektedir. Maksilla sütürleri, ölüm zamanındaki yaşı belirlemek için kullanılan bir diğer bölgedir (Garvin ve Passalacqua, 2012). Yapılan çalışmalarda maksiller sütür kapanması ile yaş arasında istatistiksel olarak tamamen uyumlu bir ilişki olmadığı görülmüştür (Sinthubua vd., 2016).

Ergenlik dönemiyle beraber kaynaşmaya başlayan klavikula medial epifizi, insan iskeletinde en son kaynaşan iskelet bölgesi olarak kabul edilmekte ve yaş tespitinde kullanılmaktadır (Cunningham vd., 2000).

Pelvis kemiğinde ise pubis simfizisden yaş tespiti amacıyla en sık kullanılan yöntem Brooks ve Suchey tarafından geliştirilmiştir (Brooks, 1955; Brooks ve Suchey, 1990). Bununla birlikte pelvisin aurikular yüzeyinde yaşla birlikte görülen değişimler incelenerek de yaş tespiti yapılabilmektedir.

Dünya genelinde adli antropoloji laboratuvarlarında en sık kullanılan yaş tespiti metotlarından biriside kaburga sternal uçtan yaş tespiti metodudur. Kaburga kemiklerinin sternal uçlarındaki yaşa bağlı değişiklikleri inceleyen ilk çalışmalar 1970'de Kerley ve 1978'de Ubelaker tarafından yapılmıştır. Fakat bu çalışmaları geliştiren ve günümüzde halen adli laboratuvarlarda kullanılan tekniğin yaratıcısı İşcan ve arkadaşlarıdır. Daha sonra yapılan kaburga kemiği ve pubik simfisizin yaş tespiti amacıyla karşılaştırıldığı çalışmalar ile hem İşcan safhalarının tanımlamaları güncellenmiş hem de yaş tespitinde 4. kaburga kemiğinin pubik simfizis kemiğinden daha iyi sonuçlar ortaya koyduğu görülmüştür. İşcan tekniği iskeletlerden yaş tespiti yöntemleri arasında en dar yaş aralığı veren metotlardandır (Işcan, Loth ve Wright, 1984, 1985; İşcan, Loth ve Wright, 1984).

2.5.3. Boy Tespiti

Boy uzunluğu, pratik kullanımda uzun kemik uzunluklarının ayrı ayrı belirlenmiş standart sapma oranıyla bir çoklu regresyon formülünde kullanılmasıyla hesaplanmaktadır (Beck, 1995). Boy tespitinde sıklıkla kullanılan femur kemiği en doğru sonuç veren kemiktir. Femur haricinde özellikle sağ ve sol taraf ekstremite kemiklerinin uzunluklarında fark olduğu durumlarda, birden fazla sayıda uzun kemik ölçümü ile yapılacak olan boy tespitlerinin doğruluk oranları artacaktır (Christensen, Passalacqua ve Bartelink, 2014).

Boy, uzun kemik uzunluğu ile pozitif olarak ilişkilidir. Cinsiyet ile etnik kimlik bilindiğinde ve hasar görmemiş uzun kemikler mevcut olduğunda daha doğru boy tahminleri elde edilebilmektedir. Bununla birlikte, özellikle kitlesel afetlerde veya iskelet kalıntıları mevcut olduğunda, sağlam uzun kemikler elde etmek her zaman mümkün olmamaktadır. Bu gibi durumlarda sakrum, kürek kemiği, vertebral kolon, sternum, el ve ayak kemikleri gibi çeşitli kısa kemiklerin ölçümleri, boy uzunluğunu tahmin etmek için alternatif iskelet unsurları olarak kabul edilmektedir (Zhan vd., 2019).

2.5.4. Etnik Köken Tespiti

Kimliği belirlenememiş adli vakalarda araştırmanın sınırlarını daraltabileceği için cinsiyet, yaş ve boy tespitinden önce etnik kökenin tespiti oldukça önemlidir. Güncel antropoloji çalışmalarında eskiden kullanılan `ırk` kelimesi yerine `etnik köken` ifadesi daha sık kullanılmaktadır. Bunun sebebi olarak farklı ırklara ait özelliklerin günümüz dünyasında karışmakta olması, melez bireylerin sayısının artması gösterilmektedir (Byers, 2015).

Göç hareketlerinin artmış olduğu, küreselleşen günümüz dünyasında, etnik köken belirleme çalışmalarının önemi daha da artmıştır. Bu çalışmalarda uygulanacak yöntemlerin popülasyonlara özel olmasının güvenilirliği artıracağı düşünülmektedir (Ceker, 2018). Osteometrik ve antroposkopik yöntemlerin kullanıldığı geçmiş

çalışmalarda insanlar sıklıkla 6 farklı etnik gruba ayrılmıştır. Bunlar: Beyaz (Hispanik olmayan), Siyah, Hispanik, Asyalı, Amerikan yerlisi ve diğerleridir. Hefner, kafatasında mevcut 11 morfolojik özelliği kullanarak bir skorlama sistemi geliştirmiştir. Bu 11 morfolojik özellik: anterior ve inferior nazal çıkıntı, interorbital genişlik, malar tüberkül, nazal açıklık genişliği, nazal kemik kontürü, nazal büyüme, postbregmatik basıklık, supranazal sütür, transvers palatin sütür ve zigomaksiller sütürdür. Hefner' in çalışmasında insanlar etnik kökenine göre 4 gruba ayrılmıştır. Bunlar: Afrikalı, Asyalı, Avrupalı ve Amerikan yerlileridir (Byers, 2015).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

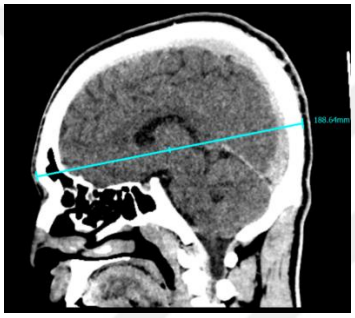
Bu çalışma Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 05.03.2021 tarihli, 09.2021.184 nolu protokol kararı ile onaylanmıştır.

3.1. Değerlendirilecek Parametrelerin Belirlenmesi

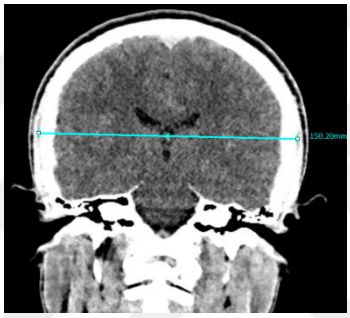
Çalışma öncesi literatür incelenerek, geçmiş yıllarda kafatasından yaş ve cinsiyet tespiti çalışmalarında sıklıkla kullanılan ve kullanılması önerilen parametrelerden maksimum kranial uzunluk ve genişlik, nazooksipital uzunluk, kafatabanı uzunluğu, minimum frontal genişlik, biorbital genişlik, orbital genişlik ve yükseklik, nazal genişlik ve yükseklik ölçümleri ile paranazal sinüslerden sağ ve sol frontal sinüsün yükseklik, genişlik ve derinlikleri, sağ ve sol maksiller sinüsün yükseklik, genişlik ve derinlikleri, sağ ve sol sfenoid sinüsün yükseklik genişlik ve derinliklerinin milimetre cinsinden ölçülmesi planlanmıştır. Orbital ölçümlerin tüm olgularda sol orbitadan yapılması, paranazal sinüs metrik ölçümlerinin ise uzunluğun ölçüldüğü eksendeki en geniş uzunluk olarak alınması kararlaştırılmıştır. Değerlendirmeye alınan ölçümlerin tanımları Tablo 2 ve 3'de, ölçümleri gösterir şekiller ise açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur (Şekil 1-17).

Tablo 2. Kranial metrik ölçümler ve tanımları (Mahakkanukrauh vd., 2015)

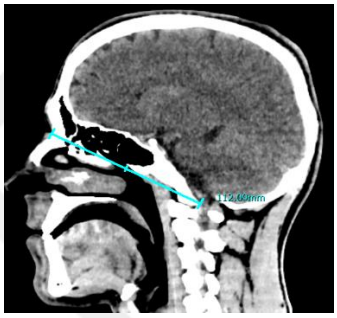
Parametre	**Tanımı**
Maksimum Kranial Uzunluk	Orta sagital düzlemde glabella ile opisthocranion arasındaki mesafe
Maksimum Kranial Genişlik	Orta sagital düzleme dik olan maksimum kafatası genişliği
Nazo-oksipital Uzunluk	Nasion'dan ölçülen orta sagittal düzlemdeki maksimum uzunluk
Kafa Tabanı Uzunluğu	Nasion ile bazion arasındaki düz mesafe
Minimum Frontal Genişlik	İki frontotemporal kemik arasındaki minimum mesafe
Biorbital Genişlik	Sağ ve sol orbita lateral duvarları arasındaki düz mesafe
Orbital Genişlik	Dakryondan orbita lateral duvarına uzanan mesafe
Orbital Yükseklik	Üst ve alt orbita kenarları arasındaki düz mesafe
Nazal Genişlik	Nazal açıklığın maksimum genişliği
Nazal Yükseklik	Nasion ile nasospinale arasındaki düz mesafe



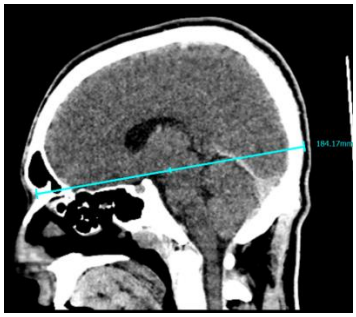
Şekil 1. Maksimum kranial uzunluk



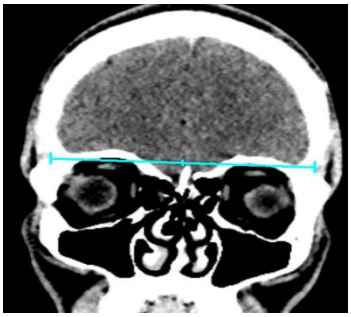
Şekil 2. Maksimum kranial genişlik



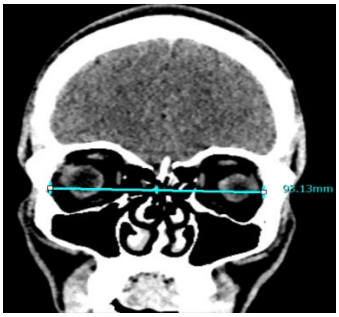
Şekil 3. Kafatabanı uzunluğu



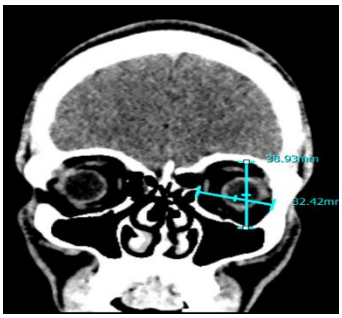
Şekil 4. Nazooksipital uzunluk



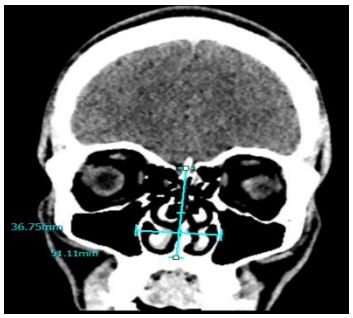
Şekil 5. Minimum frontal genişlik



Şekil 6. Biorbital genişlik



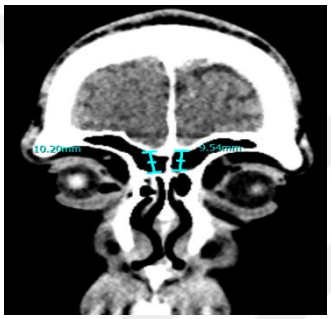
Şekil 7. Orbital genişlik ve yükseklik



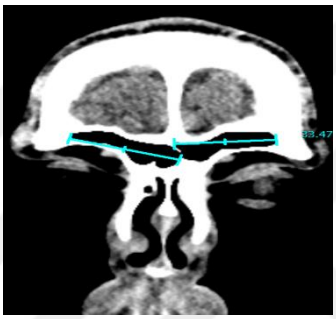
Şekil 8. Nazal genişlik ve yükseklik

Tablo 3. Paranazal sinüs ölçümleri ve tanımları

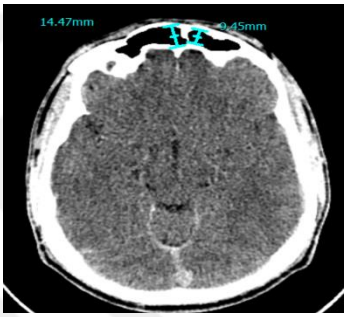
Parametre	**Tanımı**
Frontal sinüs yüksekliği	Frontal sinüsün koronal eksendeki en uzun dikey ölçüsü
Frontal sinüs genişliği	Frontal sinüsün koronal eksendeki en uzun yatay ölçüsü
Frontal sinüs derinliği	Frontal sinüsün aksiyal eksendeki en uzun dikey ölçüsü
Maksiller sinüs yüksekliği	Maksiller sinüsün koronal eksendeki en uzun dikey ölçüsü
Maksiller sinüs genişliği	Maksiller sinüsün koronal eksendeki en uzun yatay ölçüsü
Maksiller sinüs derinliği	Maksiller sinüsün aksiyal eksendeki en uzun dikey ölçüsü
Sfenoid sinüs yüksekliği	Sfenoid sinüsün koronal eksendeki en uzun dikey ölçüsü
Sfenoid sinüs genişliği	Sfenoid sinüsün koronal eksendeki en uzun yatay ölçüsü
Sfenoid sinüs derinliği	Sfenoid sinüsün aksiyal eksendeki en uzun dikey ölçüsü



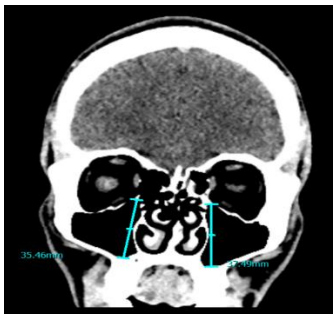
Şekil 9. Frontal sinüs yükseklikleri



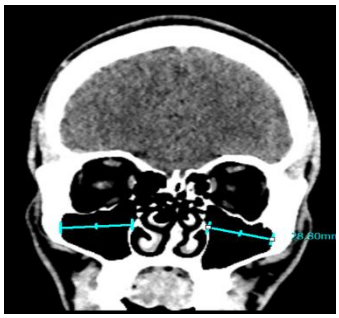
Şekil 10. Frontal sinüs genişlikleri



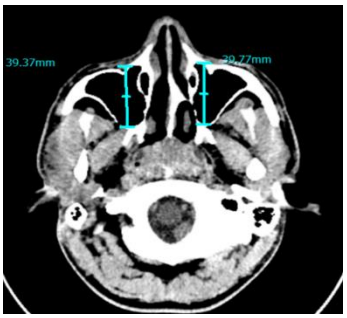
Şekil 11. Frontal sinüs derinlikleri



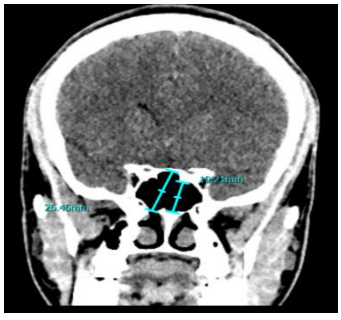
Şekil 12. Maksiller sinüs yükseklikleri



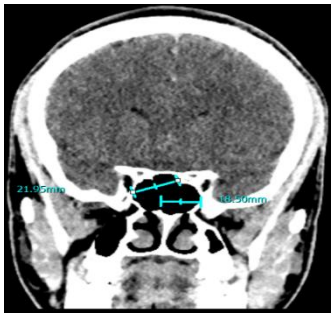
Şekil 13. Maksiller sinüs genişlikleri



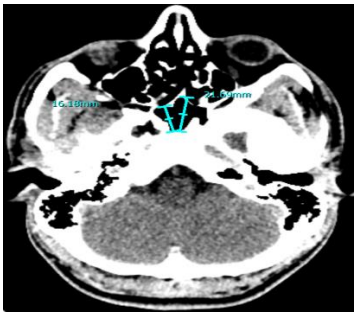
Şekil 14. Maksiller sinüs derinlikleri



Şekil 15. Sfenoid sinüs yükseklikleri



Şekil 16. Sfenoid sinüs genişlikleri



Şekil 17. Sfenoid sinüs derinlikleri

3.2. Görüntülerin Elde Edilmesi

2020 yılı içinde Marmara Üniversitesi Pendik Eğitim ve Araştırma Hastanesi'ne herhangi bir sebep ile başvuran ve Radyoloji Ana Bilim Dalında Beyin Bilgisayarlı Tomografisi çekilmiş bireylerin Infinitt uygulaması ile Picture Archiving and Communication System (PACS)' de bulunan Beyin BT görüntüleri geriye dönük olarak (retrospektif) tarandı. Bu taramaların sonucunda 1200 olguya ait BT görüntüleri kaydedildi. Kullanılan tomografi görüntülemeleri 256 kanallı BT cihazında (Philips CT 6000 iCT; Philips Healthcare; Andover, MA, ABD), 300mAs – 120 kVp ışın kullanılarak yapılmış görüntülemelerdi. Elde edilen görüntüler kemik filtre kullanılarak 5 mm kesit kalınlığında üç planda rekonstrükte edilmiştir.

3.3. Görüntülerin Değerlendirilmesi

Toplanan 1200 adet görüntü rastgele seçilmiş olup, hastaların klinik bilgilerine hastane bilgi yönetim sistemi üzerinden ulaşılarak, çalışma üzerinde etki oluşturabilecek patolojileri olan 397 olgu değerlendirme dışında bırakıldı. Kaydedilen BT görüntüleri çekim hatası olmayan, kafatası bölgesinde herhangi bir kemik patolojisi, tıbbi materyal, tıbbi girişim mevcut olmayan, herhangi bir fraktürü bulunmayan, kemik tümörü olmayan bireylere aittir. Yabancı uyruklu hastalar, çalışmadaki kişisel bilgilerin güvenilirliğinin sağlanması açısından yeterli bulunmadığından çalışmaya dâhil edilmedi.

İlk 30 olguya ait beyin BT görüntüleri bir radyoloji uzmanı ve araştırmacı tarafından ayrı ayrı değerlendirildi. Bir ay sonra aynı 30 olgu araştırmacı tarafından tekrar değerlendirildi. Gözlemciler arası (interrater) güvenilirlik ve gözlemcinin kendisi içindeki (intrarater) güvenilirlik ölçümleri ICC (sınıf içi korelasyon) kullanılarak değerlendirildi. Korelasyon katsayısının yorumlanmasında Koo & Li' ye göre aşağıdaki değerler kullanıldı (Koo ve Li, 2016):

<0,5: Kötü güvenilirlik, 0,5-0,75: Orta derecede güvenilirlik, 0,75-0,9: İyi güvenilirlik, >0,9: Mükemmel güvenilirlik.

Çalışmanın gözlemci içi güvenilirliğinin tüm parametreler dikkate alındığında 0,94 ile 1 arasında, gözlemciler arası güvenilirliğinin ise 0,97 ile 0,99 arasında değiştiği, bunun her iki durumda da mükemmel güvenilirlik düzeyi ile uyumlu olduğu istatistiksel olarak belirlendiğinden, diğer vakaların ölçümü araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir.

3.4. İstatistiksel Analiz

Tüm istatistiksel analizler R version 4.1.1 (2021-08-10) programı ile Biyoistatistik uzmanı tarafından yapılmıştır. Kategorik değişkenler frekans ve yüzdelerle özetlenmiştir. Sayısal değişkenlerin normal dağılıma uyumuna Kolmogorov-Smirnov testi, QQ plot, çarpıklık ve basıklık istatistikleri ile karar verilmiştir. Tüm değişkenler yaklaşık olarak normal dağılıma sahip olduğundan ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler ile özetlenmiştir. Sayısal değişkenleri cinsiyete göre karşılaştırmak için bağımsız örnekler t- testi, yaş gruplarına göre karşılaştırmak için ANOVA testi kullanılmıştır. Anlamlı bulunan ANOVA testi sonuçları, ikili t- testi ile karşılaştırılmış, elde edilen p değerlerine Bonferroni düzeltmesi yapılmıştır.

Yaş değişkenini tahmin etmek için PLS (partial least squares) regresyon modeli ile regresyon analizi yapılmıştır. PLS regresyon modelini fit etmeden önce açıklayıcı değişkenlere "nzv", "corr", "YeoJohnson", "center", "scale", "knnImpute" dönüşümleri yapılmıştır. Veri setinin %75'i modeli eğitmek %25'i ise test için rastgele olarak ayrılmıştır. Modelin iyilik ölçüsü olarak test veri seti için hata kareler tahmin ortalamasının karekökü (root mean square error of prediction, RMSE), Belirleme katsayısı (R^2) ve ortalama mutlak hata (mean absolute error, MAE) kullanılmıştır.

Bundan sonraki aşamada erkek ve kadınların yaşlarını ayrı ayrı modelleyebilmek için basit ve çoklu lineer regresyon analizleri yapılmıştır.

Cinsiyet değişkeni PLS diskriminant analiz modeli ile sınıflandırılmıştır. Modelin iyilik ölçüsü olarak doğruluk, hassasiyet, özgüllük, pozitif prediktif değer ve negatif prediktif değer verilmiştir. PLS modelinden önce tüm değişkenler standartlaştırılmıştır. RMSEP, model iyilik ölçüsü olarak kullanılmıştır. Hangi değişkenin daha önemli olduğunu bulmak için değişken önemliliklerine bakılmıştır. Değişkenler önemlilik sırasına göre görselleştirilmiştir. Kısmi en küçük kareler regresyon modeli için pls ve caret paketleri kullanılmıştır. $p<0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmada toplam 803 olgunun beyin bilgisayarlı tomografi görüntüleri değerlendirmeye alınmıştır. Bu olguların 404'ünün erkek (%50,3), 399'unun kadın (%49,7) cinsiyette olduğu, ortalama yaşın erkeklerde 36,9±16, kadınlarda 37±16,5, genelde 37 ± 16,2 olduğu görülmüştür.

TÜİK 2020 Türkiye yaş ve nüfus istatistikleri de dikkate alınarak oluşturulan yaş gruplarında cinsiyetlerin yaklaşık olarak eşit dağıldığı görülmüştür. Bu konuda istatistiki olarak herhangi bir bias (taraflılık) bulunmamaktadır. Olguların yaş grupları ve cinsiyetlere göre dağılımı Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Olguların yaş grupları ve cinsiyetlere göre dağılımları

Yaş Grupları	**Erkek**		**Kadın**		**Toplam**	
	N	(%)	N	(%)	N	(%)
10-18	67	16,6	67	16,8	134	16,7
19-24	63	15,6	61	15,3	124	15,4
25-35	62	15,3	61	15,3	123	15,3
36-45	70	17,3	69	17,3	139	17,3
46-55	74	18,3	74	18,5	148	18,4
56-65	68	16,8	67	16,8	135	16,8
Toplam	404	50,3	399	49,7	803	100

Beyin BT görüntüleri kullanılarak, yaş ve cinsiyet tespiti için değerlendirilen parametrelere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 5 ve Tablo 6' da gösterilmiştir.

Tablo 5. Kranial metrik ölçümlere ait tanımlayıcı istatistikler

Parametreler	Ortalama(mm)	Std Sapma (mm)	Min. (mm)	Maks. (mm)	Median (mm)
MKU	177,4	9,3	143	210,7	178
MKG	148,1	8,3	100	249	147
MFG	99,2	6,2	81	150	99
KTU	96,3	6,8	70	116	96
NOU	168,1	9,4	92	205	169
BOG	92	5,9	70	148	92
OG	32,7	3,1	23,4	84	33
OY	38	3,1	18	54	38
NY	54,7	5,4	343	69	55
NG	35,9	4,6	21	64	36

*MKU: maksimum kranial uzunluk, MKG: maksimum kranial genişlik, MFG: minimum frontal genişlik, KTU: kafatabanı uzunluğu, NOU: nazo-oksipital uzunluk, BOG: biorbital genişlik, OG: orbital genişlik, OY: orbital yükseklik, NY: nazal yükseklik, NG: nazal genişlik

Tablo 6. Paranazal sinüs ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler

Parametreler	Ortalama(mm)	Std. Sapma (mm)	Min. (mm)	Maks. (mm)	Median(mm)
SoFSY	20,2	10,1	0	49	20
SaFSY	18,9	9,7	0	51	18,4
SoFSG	24,3	10	0	60	25
SaFSG	22,7	9,9	0	65	23
SoFSD	9,4	4,6	0	36	9
SaFSD	8,9	4,7	0	35,5	9
SoMSY	36,7	6,4	13	61	37
SaMSY	36,3	6,5	11	58	36,7
SoMSG	24,6	5,1	8	45,6	25
SaMSG	24,6	5,1	11	43	24
SoMSD	37,5	4,7	15	51	38
SaMSD	36,9	4,9	10	50,4	37
SoSSY	19,8	4,6	6	46	20
SaSSY	19,7	4,5	5	35	20
SoSSG	17,4	5,2	5	39	17
SaSSG	16,6	5,1	4	37	16
SoSSD	19,2	6,6	2	46	19
SaSSD	19,8	7	3	66	19

*So: Sol, Sa: Sağ, FSY: frontal sinüs yüksekliği, FSG: frontal sinüs genişliği, FSD: frontal sinüs derinliği, MSY: maksiller sinüs yüksekliği, MSG: maksiller sinüs genişliği, MSD: maksiller sinüs derinliği, SSY: sfenoid sinüs yüksekliği, SSG: sfenoid sinüs genişliği, SSD: sfenoid sinüs derinliği

4.1. Cinsiyet Tespiti

Çalışmada değerlendirmeye alınan kranial metrik ölçümlerin tamamının (maksimum kranial uzunluk, maksimum kranial ve minimum frontal genişlik, kafa tabanı uzunluğu, nazo-oksipital uzunluk, biorbital ve orbital genişlik, orbital ve nazal yükseklik ile nazal genişlik) cinsiyete göre anlamlı istatistiksel farklılık gösterdiği, tüm değerlerin erkeklerde kadınlara göre daha büyük olduğu görülmüştür. Bu değişkenler ile ilgili veriler Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Cinsiyete göre kranial metrik ölçümler ve p değerleri

Parametreler	Erkek (ort±std.sp. mm)	Kadın (ort±std.sp. mm)	p değeri
MKU	182±9	172,8±7,1	**<0,001**
MKG	150,7±8	145,6±7,9	**<0,001**
MFG	101,5±6,4	96,9±5	**<0,001**
KTU	98,5±6,8	94±6,1	**<0,001**
NOU	171,3±9,1	164,9±9,4	**<0,001**
BOG	94,3±5,9	89,7±4,9	**<0,001**
OG	33,5±2,4	32±3,5	**<0,001**
OY	39±3	37±2,8	**<0,001**
NY	56,5±5,4	52,7±4,7	**<0,001**
NG	36,5±4,7	35,2±4,5	**<0,001**

*MKU: maksimum kranial uzunluk, MKG: maksimum kranial genişlik, MFG: minimum frontal genişlik, KTU: kafatabanı uzunluğu, NOU: nazo-oksipital uzunluk, BOG: biorbital genişlik, OG: orbital genişlik, OY: orbital yükseklik, NY: nazal yükseklik, NG: nazal genişlik

Çalışmada değerlendirmeye alınan paranazal sinüs metrik ölçümlerinden sol ve sağ frontal sinüsün yükseklik, genişlik ve derinlik değerleri, sol ve sağ maksiller sinüsün yükseklik, genişlik ve derinlik değerleri, sol sfenoid sinüsün yükseklik ve genişlik değerleri ile sağ sfenoid sinüsün yükseklik ve derinlik değerlerinin cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişiklik gösterdiği tespit edilmiş olup sol sfenoid sinüs derinliği hariç tüm parametreler erkeklerde kadınlardan daha büyüktür. Bu değişkenler ile ilgili veriler Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8. Cinsiyete göre paranazal sinüs metrik ölçüm uzunlukları ve p değerleri

Parametreler	Erkek(ort±std.sp. mm)	Kadın(ort±std.sp. mm)	p değeri
SoFSY	22,7±10,3	17,7±9,2	**<0,001**
SaFSY	21,8±9,9	15,8±8,5	**<0,001**
SoFSG	26,1±10,4	22,5±9,3	**<0,001**
SaFSG	24,8±9,8	20,5±9,7	**<0,001**
SoFSD	10,6±4,9	8,1±3,8	**<0,001**
SaFSD	10,4±5	7,4±3,8	**<0,001**
SoMSY	38±6,8	35,4±5,7	**<0,001**
SaMSY	37,4±6,8	35,1±5,9	**<0,001**
SoMSG	25,2±5,3	23,9±4,9	**<0,001**
SaMSG	25,1±5,3	24,1±4,7	**0,007**
SoMSD	38,1±5	36,9±4,2	**<0,001**
SaMSD	37,5±5,2	36,3±4,6	**<0,001**
SoSSY	20,5±4,8	19,1±4,3	**<0,001**
SaSSY	20,2±4,8	19,2±4,1	**0,002**
SoSSG	17,7±5	17,1±5,3	**0,03**
SaSSG	16,8±5	16,4±5,1	0,121
SoSSD	18,9±6,6	19,5±6,5	0,127
SaSSD	19,4±7	20,1±7	**<0,001**

*So: Sol, Sa: Sağ, FSY: frontal sinüs yüksekliği, FSG: frontal sinüs genişliği, FSD: frontal sinüs derinliği, MSY: maksiller sinüs yüksekliği, MSG: maksiller sinüs genişliği, MSD: maksiller sinüs derinliği, SSY: sfenoid sinüs yüksekliği, SSG: sfenoid sinüs genişliği, SSD: sfenoid sinüs derinliği

Bu aşamadan sonra Partial Least Squares Diskriminant Analiz yöntemi (PLS-DA) ile birbirinden farklı modeller oluşturulmuştur. Çıkan sonuçlar modelin test verisindeki performansıdır. Başka bir ifade ile modelin tahmin gücünü göstermektedir. Cinsiyet ayrımı için oluşturulan modellerin karşılaştırılması Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9. Kullanılan parametrelere göre cinsiyet ayrımı için oluşturulan modellerin karşılaştırılması

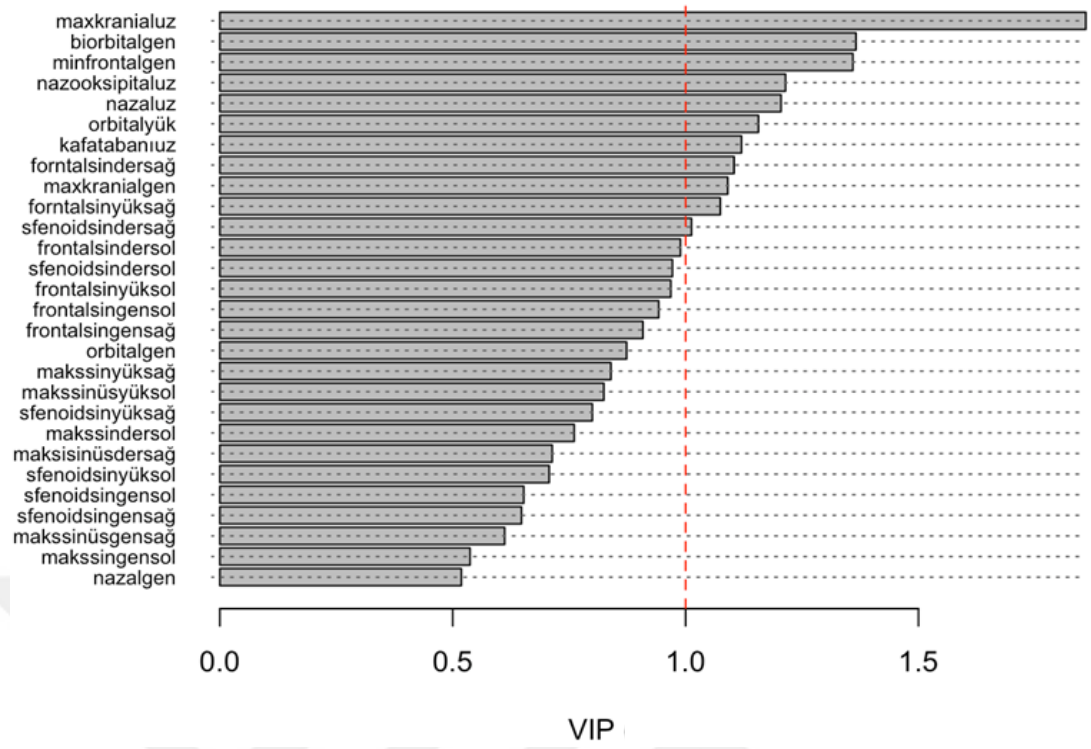
Model	Doğruluk	%95 GA alt- üst limit		Duyarlılık	Özgüllük	PPV	NPV
Model 1	0,77	0,7054	0,826	0,7835	0,7573	0,7525	0,7879
Model 2	0,705	0,6366	0,767	0,7143	0,6961	0,6931	0,7172
Model 3	0,79	0,7269	0,844	0,7921	0,7879	0,7921	0,7879

GA: Güven aralığı, PPV: Pozitif prediktif değer, NPV: Negatif prediktif değer,
Model 1, Sadece kranial metrik ölçümler ile; Model 2, Sadece paranazal sinüs metrik ölçümleri ile; Model 3 ise, Model 1 ve 2'deki ölçümlerin tamamı kullanılarak oluşturulmuştur.

Tek başına kranial metrik ölçümlerin kullanıldığı model 1'de cinsiyetler arası %77 güvenilirlik oranı ile ayrım yapılabilirken, bu parametrelere paranazal sinüs metrik ölçümleri de eklenerek kurulan model 3 ile en yüksek güvenilirlik oranı (%79) elde edilmiştir. Bu model erkeklerin %80' ini, kadınların %78' ini doğru tahmin etmektedir.

Hesaplanan VIP skorlarına[3] (Variable Importance Plots) göre cinsiyeti değerlendirmede en önemli olan parametreler sırasıyla: maksimum kranial uzunluk, biorbital genişlik, minimum frontal genişlik, nazo-oksipital uzunluk, nazal yükseklik, orbital yükseklik, kafa tabanı uzunluğu, sağ frontal sinüs derinliği, maksimum kranial genişlik, sağ frontal sinüs yüksekliği, sağ sfenoid sinüs derinliği olarak bulunmuştur. VIP skoru 1'e yaklaştıkça ve üzerine çıktıkça parametrenin önemliliğinin yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Çalışmamızdaki parametrelerin cinsiyeti ayırt edebilmedeki önemlilikleri Şekil 18'de gösterilmektedir.

[3] VIP puanı PLS-DA modelinde bir değişkenin öneminin bir ölçüsüdür. Değişkenin modele yaptığı katkıyı özetler. Bir değişkenin VIP puanı, PLS-DA bileşenleri ile orijinal değişken arasındaki korelasyonların karelerinin ağırlıklı toplamıdır.



Şekil 18. Tüm parametrelerin kurulan modele göre cinsiyet belirlemedeki önemlilikleri

4.2. Yaş Tespiti

Çalışmada değerlendirmeye alınan kranial metrik ölçümlerden maksimum kranial, minimum frontal, biorbital ve orbital genişlik, orbital ve nazal yükseklik ile nazal genişlik belirlemiş olduğumuz yaş grupları arasında anlamlı istatistiksel farklılık göstermiş olup bu değişkenlerle ilgili veriler Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10. Yaş gruplarına göre kranial metrik ölçümler, p değerleri ve aralarında anlamlı istatistiksel farklılık olan gruplar

Parametreler	**10-18 (A)**	**19-25 (B)**	**26-35 (C)**	**36-45 (D)**	**46-55 (E)**	**56-65 (F)**	**p değeri**	**Aralarında anlamlı istatistiksel farklılık olan gruplar**
MKU	175,9 ±9,5	178,3 ±10,1	178,2 ±8,5	177,6 ±8,8	177,5 ±9	177 ±9,8	0,514	-
MKG	145,6 ±8,3	148 ±11,8	147,3 ±6,5	149,2 ±7,3	149,4 ±6,4	149 ±8,5	**<0,001**	AC, AD, AE, AF, BD, BE, CD, CE
MFG	97,6 ±5,6	98,6 ±6,6	99 ±5,6	99,9 ±5,6	99,8 ±5,5	100,4 ±7,5	**0,007**	AD, AE AF
KTU	95,5 ±7,1	96,8 ±7,4	97,2 ±6,7	96,7 ±6,5	95,9 ±6,7	95,6 ±6,7	0,147	-
NOU	168,5 ±8,5	169,8 ±9,7	168,7 ±8,4	167,6 ±8,2	167 ±10,8	167,4 ±10	0,117	-
BOG	90 ±6,1	91,4 ±7,8	91,6 ±5,7	92,6 ±4,7	93,0 ±5	93,3 ±5,2	**<0,001**	AD, AE, AF, BE, BF
OG	32,3 ±2,4	32,2 ±2,7	32,3 ±2,4	32,8 ±2,6	33,3 ±2,3	33,5 ±4,9	**<0,001**	AE, AF, BE, BF, CE, CF
OY	37 ±3,4	38,1 ±3	37,7 ±2,7	38,3 ±3,4	38,7 ±2,6	38,5 ±2,8	**<0,001**	AB, AD, AE, AF, BE, CE
NY	52,5 ±5,4	54,2 ±5,6	53,7 ±5,2	55,4 ±5	55,8 ±5,4	56 ±4,8	**<0,001**	AB, AC, AD, AE, AF, BE, BF, CD, CE, CF
NG	33,2 ±4	34,2 ±4,7	35,1 ±5,2	36,8 ±3,8	37,8 ±3,5	37,8 ±4,5	**<0,001**	AB, AC, AD, AE, AF, BD, BE, BF, CD, CE, CF, DE

*MKU: maksimum kranial uzunluk, MKG: maksimum kranial genişlik, MFG: minimum frontal genişlik, KTU: kafatabanı uzunluğu, NOU: nazo-oksipital uzunluk, BOG: biorbital genişlik, OG: orbital genişlik, OY: orbital yükseklik, NY: nazal yükseklik, NG: nazal genişlik

Çalışmada kullanılan kranial metrik ölçümlerin yaş gruplarını ayırt etme gücü değerlendirildiğinde; anlamlı çıkan parametrelerin daha büyük doğrulukta 10-18 yaş arası bireyler ile 46-65 yaş arası bireyleri ayırt edebildiği, ayırt etme gücü en yüksek olan parametrelerin sırasıyla nazal genişlik, nazal yükseklik olduğu görülmüştür.

Çalışmada değerlendirmeye alınan paranazal sinüs ölçümlerinden ise sol ve sağ frontal sinüs yüksekliği, sağ frontal sinüs genişliği, sol ve sağ frontal sinüs derinliği, sol ve sağ maksiller sinüs genişliği, sol ve sağ maksiller sinüs derinliği, sol ve sağ sfenoid sinüs yüksekliği, sağ sfenoid sinüs genişliği ve derinliği belirlemiş olduğumuz yaş grupları arasında anlamlı istatistiksel farklılık göstermiş olup bu değişkenlerle ilgili veriler Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11. Yaş gruplarına göre paranazal sinüs ölçümleri, p değerleri ve aralarında anlamlı istatistiksel farklılık olan gruplar

Parametreler	**10-18 (A)**	**19-25 (B)**	**26-35 (C)**	**36-45 (D)**	**46-55 (E)**	**56-65 (F)**	**p değeri**	**Aralarında anlamlı istatistiksel farklılık olan gruplar**
SoFSY	14,7 ±8,7	20,6 ±11,3	20,8 ±10,9	21,6 ±9,8	21,1 ±8,3	22,3 ±9,7	**<0,001**	AB, AC, AD, AE, AF
SaFSY	14 ±8,6	19 ±11	18,6 ±9,6	20,7 ±9,8	20,2 ±8,9	20,4 ±8,8	**<0,001**	AB, AC, AD, AE, AF
SoFSG	22,1 ±10,6	23,2 ±10,7	24,6 ±10,1	25,3 ±9,4	25,2 ±9,3	25,1 ±9,9	0,191	-
SaFSG	20,8 ±10,2	21,3 ±10,6	21,6 ±10,6	24 ±9	23,9 ±9,3	24 ±9,7	0,045	-
SoFSD	7,9 ±4,8	9 ±4,9	9,2 ±10,1	10,1 ±4,4	9,9 ±4,3	9,9 ±4,7	**<0,001**	AC, AD, AE, AF
SaFSD	7,3 ±4,5	8,5 ±4,9	9 ±4,6	9,9 ±4,8	9,1 ±4,1	9,6 ±4,7	**<0,001**	AC, AD, AE, AF
SoMSY	36,4 ±5,7	35,9 ±7,2	37,1 ±6,5	38,1 ±6,6	36,8 ±6,2	35,8 ±5,9	0,104	-
SaMSY	36,1 ±6,1	36 ±7,4	36,5 ±6,2	37,4 ±6,7	36,2 ±5,7	35,3 ±6,5	0,157	-
SoMSG	25,7 ±4,8	25,3 ±5,9	25 ±5	24,7 ±4,7	23,4 ±4,9	23,6 ±5,2	**<0,001**	AD, AE, AF, BE, BF, CE, DE
SaMSG	26,1 ±4,8	25,4 ±5,7	24,5 ±4,9	24,9 ±4,7	23,5 ±4,6	23,3 ±5,1	**<0,001**	AC, AD, AE, AF, BE, BF, DE, DF
SoMSD	38 ±4,9	37,4 ±5,4	38,8 ±4,5	37,7 ±4,3	37 ±4	36,3 ±4,6	**<0,001**	AE, AF, BF, CE, CF, DF
SaMSD	37,8 ±5,1	36,9 ±5	37,9 ±4,6	37,2 ±5,1	36,1 ±4,5	35,7 ±4,9	**<0,001**	AE, AF, BF, CE, CF, DE, DF
SoSSY	18,4 ±4,1	20,1 ±5,1	19,6 ±4,3	20,8 ±3,8	19,8 ±4,7	20,2 ±5,3	**0,002**	AB, AD
SaSSY	17,9 ±3,7	19,9 ±5,1	19,4 ±4,5	20,3 ±4,4	20,3 ±4,2	20,2 ±4,7	**<0,001**	AB, AC, AD, AE, AF
SoSSG	16,7 ±4,8	17,9 ±5,9	17,8 ±5,3	17,3 ±4,8	17,3 ±5,3	17,7 ±5	0,45	-
SaSSG	15,3 ±4,3	17,1 ±6,2	16 ±4,9	17,4 ±5,4	16,6 ±4,6	17,1 ±4,7	**0,008**	AD, AF
SoSSD	19,1 ±5,9	19,9 ±7,3	18,3 ±7	19,9 ±6,5	19,3 ±6,5	18,8 ±6,4	0,385	-
SaSSD	18,5 ±6,2	21 ±8,7	19,1 ±7	20,5 ±7	20,6 ±6,5	18,8 ±6,1	0,022	-

Çalışmada kullanılan paranazal sinüs metrik ölçümlerinin yaş gruplarını ayırt etme gücü değerlendirildiğinde; anlamlı çıkan parametrelerin kranial metrik ölçümler gibi daha büyük doğrulukta 10-18 yaş arası bireyler ile 46-65 yaş arası bireyleri ayırt edebildiği, ayırt etme gücü en yüksek olan parametrelerin sırasıyla sağ maksiller sinüs genişliği, sol maksiller sinüs derinliği, sağ maksiller sinüs derinliği ve sol maksiller sinüs genişliği olduğu görülmüştür.

PLSR yöntemi kullanılarak yapılan analiz sonuçlarına göre; yaşı ayırt etme gücü en yüksek olan kranial metrik ölçümlerden nazal genişlik ve nazal yükseklik parametreleri ile paranazal sinüs ölçümlerinden sağ maksiller sinüs genişliği ve sol maksiller sinüs derinliği kullanılarak yapılan model, tek başına kranial metrik ölçümlerin veya paranazal sinüs ölçümlerinin tamamına göre yapılan modellerden daha yüksek ayırt ediciliğe sahiptir. Yaşı ayırt etme gücü en yüksek olan parametreler sırasıyla: Nazal genişlik, sağ maksiller sinüs genişliği, nazal yükseklik ve sol maksiller sinüs derinliğidir.

Tablo 12. Kullanılan parametrelere göre yaş tespiti için oluşturulan modellerin karşılaştırılması

Modeller	**RMSEP**	**R^2**	**MAE**
Sadece kranial metrik ölçümler	14,72	0,16	12,42
Sadece paranazal sinüs ölçümleri	14,68	0,17	12,44
Tüm ölçümler*	14,11	0,23	11,99
Nazal genişlik, nazal yükseklik, sağ maksiller sinüs genişliği ve sol maksiller sinüs derinliği ölçümleri	14,35	0,20	12,08

RMSEP: Root mean square error of prediction, MAE: mean absolute error, R^2: coefficient of determination.
*En iyi model RMSEP ve MAE' nin en düşük, R^2' nin en büyük olduğu modeldir.

Hem kranial hem paranazal sinüs metrik ölçümlerini kullanmak en küçük RMSEP ve MAE değerleri ile en büyük R^2 değerini vermiştir. Buradan çıkarılabilecek bir diğer sonuç çalışmada değerlendirilen 28 parametrenin tamamını kullanmak yerine en güçlü ayırt etme gücüne sahip 4 parametre kullanıldığında da yakın oranda doğru bir sonuca ulaşılabilmektedir.

Bundan sonraki aşamada erkek ve kadınların yaşlarını ayrı ayrı modelleyebilmek için basit ve çoklu lineer regresyon analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda erkek ve kadınlarda yaş tespiti için kurulan denklemler Tablo 13 ve 14'te gösterilmiştir.

Tablo 13. Erkek ve kadında yaş tahmini için kranial ve paranazal sinüs metrik ölçümlerinden oluşturulan basit lineer regresyon denklemleri

Değişkn	Yaş Denklemi	RSE	R^2	p	Yaş Denklemi	RSE	R^2	p
	Erkek				**Kadın**			
MKU	2,97+0,19xMKU	15,96	0,01	0,04	78,43-0,24xMKU	16,43	0,01	0,04
MKG	-27,08+0,42xMKG	15,68	0,04	0,00	12,53+0,17xMKG	16,46	0,01	0,11
MFG	-1,45+0,38xMFG	15,86	0,02	0,00	-15,56+0,54xMFG	16,29	0,03	0,00
KTU	39,92-0,03xKTU	16,04	0,00	0,79	46,26-0,1xKTU	16,5	0,00	0,47
NOU	39,29-0,01xNOU	16,04	0,00	0,87	88,93-0,31xNOU	16,3	0,03	0,00
BOG	-9,3+0,49xBOG	15,78	0,03	0,00	-35,79+0,81xBOG	16,03	0,06	0,00
OG	-6,59+1,3xOG	15,75	0,04	0,00	11,88+0,79xOG	16,28	0,03	0,00
OY	-0,3+0,95xOY	15,79	0,03	0,00	-5,77+1,16xOY	16,19	0,04	0,00
NG	-2,16+1,07xNG	15,23	0,1	0,00	-21,13+1,65xNG	14,77	0,2	0,00
NY	-1,07+0,67xNY	15,63	0,05	0,00	-8,86+0,86xNY	16,02	0,06	0,00
SoFSY	30,87+0,27xSoFSY	15,81	0,03	0,00	29,97+0,4xSoFSY	16,09	0,05	0,00
SaFSY	30,19+0,31xSaFSY	15,75	0,04	0,00	30,91+0,39xSaFSY	16,18	0,04	0,00
SoFSG	32,72+0,16xSoFSG	15,96	0,01	0,04	32,57+0,2xSoFSG	16,41	0,01	0,03
SaFSG	28,88+0,32xSaFSG	15,73	0,04	0,00	34,43+0,13xSaFSG	16,47	0,01	0,14
SoFSD	31,27+0,53xSoFSD	15,83	0,03	0,00	32,58+0,55xSoFSD	16,38	0,02	0,01
SaFSD	31,73+0,50xSaFSD	15,85	0,02	0,00	32,19+0,66xSaFSD	16,33	0,02	0,00
SoMSY	35,41+0,04xSoMSY	16,04	0,00	0,74	39,56-0,07xSoMSY	16,51	0,00	0,63
SaMSY	38,24-0,04xSaMSY	16,04	0,00	0,76	42,15-0,15xSaMSY	16,49	0,00	0,3
SoMSG	48,25-0,45xSoMSG	15,86	0,02	0,00	53,33-0,68xSoMSG	16,18	0,04	0,00
SaMSG	45,47-0,34xSaMSG	15,94	0,01	0,02	61,15-1xSaMSG	15,82	0,08	0,00
SoMSD	49,23-0,32xSoMSG	15,96	0,01	0,04	55,89-0,51xSoMSD	16,37	0,02	0,01
SaMSD	52,74-0,42xSaMSD	15,9	0,02	0,01	55,12-0,5xSaMSD	16,35	0,02	0,01
SoSSY	29,05+0,38xSoSSY	15,94	0,01	0,02	31,96+0,27xSoSSY	16,47	0,00	0,17
SaSSY	25+0,59xSaSSY	15,79	0,03	0,00	30,4+0,35xSaSSY	16,45	0,01	0,08
SoSSG	34,71+0,12xSoSSG	16,03	0,00	0,43	35,66+0,08xSoSSG	16,51	0,00	0,60
SaSSG	28,93+0,47xSaSSG	15,86	0,02	0,00	35,37+0,1xSaSSG	16,5	0,00	0,53
SoSSD	36,29+0,03xSoSSD	16,04	0,00	0,79	39,01-0,1xSoSSD	16,5	0,00	0,43
SaSSD	36,48+0,02xSaSSD	16,04	0,00	0,85	36,96+0xSaSSD	16,51	0,00	0,97

*RSE: Residual Standart Error; R^2: coefficient of determination

RSE ve R^2, regresyon analizi için iki temel uyum iyiliği ölçütüdür. Yüksek R^2 değerleri, veri noktalarının uygun değerlere daha yakın olduğunu gösteren sadece doğrusal modellerde kullanılan bir ölçüttür. Adjusted R^2; yani düzeltilmiş R^2 ise modeldeki tahmin edicilerin sayısı için ayarlanmış, R^2'nin değiştirilmiş bir versiyonudur.

Tablo 14. Erkek ve kadında yaş tahmini için parametrelerin tamamıyla ve ayırt ediciliği en yüksek 4 parametre ile oluşturulmuş çoklu lineer regresyon denklemleri

Denklem 1		**RSE**	**Adj.R^2**
Erkek	**Yaş** = -25,25 - 0,64 x MKU + 0,17 x MKG + 0,08 x MFG – 0,04 x KTU – 0,59 x NOU + 0,02 x BOG + 0,35 x OG + 0,1 x OY + 0,31 x NY + 0,57 x NG – 0,0 x SoFSY + 0,08 x SaFSY – 0,12 x SoFSG + 0,15 x SaFSG + 0,35 x SoFSD – 0,26 x SaFSD + 0,31 x SoMSY – 0,37 x SaMSY – 0,4 x SoMSG + 0,16 x SaMSG – 0,11 x SoMSD – 0,47 x SaMSD – 0,14 x SoSSY + 0,39 x SaSSY + 0,11 x SoSSG + 0,17 x SaSSG – 0,05 x SoSSD – 0,21 x SaSSD	14,37	0,20
Kadın	**Yaş** = 16,29 - 0,07 x MKU - 0,06 x MKG - 0,00 x MFG - 0,05 x KTU - 0,35 x NOU + 0,36 x BOG + 0,1 x OG + 0,23 x OY + 0,53 x NY + 1,1 x NG +0,22 x SoFSY+ 0,05 x SaFSY - 0,04 x SoFSG - 0,15 x SaFSG -0,24 x SoFSD + 0,64 x SaFSD + 0,34 x SoMSY - 0,02 x SaMSY -0,2 x SoMSG - 0,89 x SaMSG -0,05 x SoMSD + SaMSD + 0,04 x SoSSY + 0,16 x SaSSY - 0,05 x SoSSG + 0,05 x SaSSG - 0,05 x SoSSD -0,04 x SaSSD	13,61	0,32
Denklem 2*		**RSE**	**Adj.R^2**
Erkek	Yaş = -6,69 + 0,88 x NG + 0,55 x NY – 0,17 x SaMSG – 0,4 x SoMSD	14,91	0,13
Kadın	Yaş = -26,46 + 1,36 x NG + 0,74 x NY – 0,74 x SaMSD - 0,15 x SoMSD	14,06	0,27

*Nazal genişlik, sağ maksiller sinüs genişliği, nazal yükseklik, sol maksiller sinüs derinliği kullanılarak oluşturulan denklem. RSE: Residual standard error, Adj. R^2: Adjusted coefficient of determination

MKU: maksimum kranial uzunluk, MKG: maksimum kranial genişlik, MFG: minimum frontal genişlik, KTU: kafatabanı uzunluğu, NOU: nazo-oksipital uzunluk, BOG: biorbital genişlik, OG: orbital genişlik, OY: orbital yükseklik, NY: nazal yükseklik, NG: nazal genişlik, So: Sol, Sa: Sağ, FSY: frontal sinüs yüksekliği, FSG: frontal sinüs genişliği, FSD: frontal sinüs derinliği, MSY: maksiller sinüs yüksekliği, MSG: maksiller sinüs genişliği, MSD: maksiller sinüs derinliği, SSY: sfenoid sinüs yüksekliği, SSG: sfenoid sinüs genişliği, SSD: sfenoid sinüs derinliği

5. TARTIŞMA

Adli tıpta kimliklendirmede en çok kullanılan kemikler pelvis kemiği ile birlikte kafatası kemiğidir. Kafatasındaki belirli noktalar arası uzunlukların BT kullanılarak yapılan metrik ölçümleri istatistiksel olarak doğru ve tekrarlanabilir sonuçlar vermektedir (Patil ve Mody, 2005). BT gibi modern radyolojik görüntülemeler, teknik avantajları, dokulardaki maserasyon ve çürümeye bağlı süreçlerden etkilenmemesi, geniş popülasyon gruplarına uygulanabilirliği, ekonomik avantajı, hızlı uygulanabilirliği ile tercih edilmekte olup (Ekizoglu vd., 2016), günümüzde kimliklendirmede kullanılan diğer radyolojik yöntemlere kıyasla öne çıkmaktadır (Colman vd., 2019).

5.1. Cinsiyet Tespiti

5.1.1. Kranial metrik ölçümler ile cinsiyet tespiti

Çalışmada değerlendirilen kranial metrik ölçümlerin tamamı cinsiyetleri ayırt etme konusunda istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Erkek cinsiyetine ait ölçümlerin mm cinsinden ortalama değerleri kadın cinsiyetten daha büyüktür (Tablo 7).

Cinsiyet tespiti ile ilgili olarak; Yunan popülasyonunda yapılmış bir çalışmada bizigomatik mesafe, kranial uzunluk, nasion-prostion mesafesi, mastoid yüksekliği ve burun genişliği ile cinsiyetin yüksek oranlarda ayırt edilebileceği, en ayırt edici boyutun bizigomatik genişlik olduğu belirtilmiştir (Kranioti vd., 2018). Japon popülasyonunda yapılmış olan bir çalışmada maksimum kranial uzunluk ve kafa tabanı uzunluğu, maksimum kranial ve maksimum frontal genişlik, basion-bregma mesafesi, üst yüz genişliği gibi değişkenler ile cinsiyetin %80 üzerinde doğruluk ile ayırt edilebileceği gösterilmiştir (Ogawa vd., 2013). Güney Afrika popülasyonunda yapılmış olan bir diğer çalışmada ise değerlendirilen parametrelerden minimum burun genişliği haricindeki diğerlerinin erkek ve kadın arasında anlamlı olarak

farklılık gösterdiği görülmüş, en yüksek ayırt edicilik gösteren parametrelerin ise maksimum kranial uzunluk, bizigomatik ve biauriküler genişlik, nazal yükseklik, biorbital genişlik ve mastoid uzunluk olduğu tespit edilmiştir (Mahakkanukrauh vd., 2015). Tunus popülasyonunda yapılan bir çalışmada kullanılan kranial metrik ölçümlerde erkeklerin ortalama değerlerinin kadınlardan daha büyük olduğu, 9 değişken (maksimum kranial, nazooksipital, kafatabanı uzunluğu, frontal genişlik, glabella-lambda uzunluğu, bimastoidal uzunluk ve sol mastoidal uzunluk) kullanılarak oluşturulan modelin yüksek oranda cinsiyet ayrımı sağladığı gösterilmiştir (Zaafrane vd., 2018). Ürdün popülasyonunda yapılmış olan bir diğer çalışmada interobital, bimaksiller , minimum ve maksimum frontal, orbita genişlik değerlerinin cinsiyetler arası anlamlı şekilde farklılaştığı, erkeklerde daha büyük değerlere ulaştığı, genç yetişkinlerde en belirleyici değişkenlerin minimum ve maksimum frontal genişlik ile bimaksiller genişlik olduğu saptanmıştır (Mustafa vd., 2019). Mısır popülasyonunda yapılmış olan çalışmada ise incelenen tüm kafatası ölçümlerinin erkekler ve kadınlar arasında anlamlı farklılıklar gösterdiği, erkeklerde kadınlara göre daha yüksek ortalama değerlere ulaştığı, en ayırt edici parametrenin bizigomatik genişlik olduğu belirtilmiştir (Adel vd., 2019).

Hindistan popülasyonunda orbital parametreler üzerinde yapılan çalışmada orbita yüksekliğinin cinsiyetler arasında anlamlı fark göstermediği, orbital genişlikler ve interorbital mesafenin ayırt edici olduğu tespit edilmiştir (Ghorai vd., 2017).

Türk popülasyonunda yapılmış bir çalışmada ise cinsiyet dimorfizmi açısından en net ölçümlerin kadınlarda %83, erkeklerde %77 doğruluk oranı ile maksimum kafa uzunluğu, bizigomatik çap, bazion-bregma yüksekliği, kafa tabanı uzunluğu, bazion-prostion uzunluğu ve bimastoid çap olduğu belirtilmiştir (Ekizoglu vd., 2016).

Bu konuda yapılmış geçmiş çalışmaların büyük kısmıyla uyumlu olan çalışmamızın sonuçları da göstermiştir ki; özellikle maksimum kranial uzunluk, minimum frontal genişlik, kafa tabanı uzunluğu, nazo-oksipital uzunluk ve nazal yükseklik ölçümlerinin cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı şekilde ayırt edicilikleri, popülasyon farklılıklarından etkilenmemektedir. Ancak çalışmaya dahil edilen örneklemin büyüklüğü, değerlendirmeye alınan parametreler, ölçüm yöntemleri ve

kullanılan istatistiksel yöntemler arasındaki farklılıklar, sonuçlarda değişkenliğe sebep olabilmektedir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre cinsiyet ayrımında en değerli olan kranial metrik ölçümler sırasıyla maksimum kranial uzunluk, biorbital genişlik, minimum frontal genişlik, nazo-oksipital uzunluk, nazal yükseklik, orbital yükseklik, kafa tabanı uzunluğudur (Şekil 18). Nazal genişlik ve orbital genişlik ise cinsiyeti ayırt etme gücü en düşük olan parametreler olarak bulunmuştur. Tek başına kranial metrik ölçümler kullanılarak, PLSR yöntemi ile oluşturulan modelimize göre cinsiyetler arasında %77 doğrulukla ayrım yapılabileceği görülmüştür (Tablo 12).

5.1.2. Paranazal sinüs metrik ölçümleri ile cinsiyet tespiti

Parmak izi, DNA analizi gibi yöntemlerin uygulanamadığı durumlarda veya cesetlerin ciddi şekilde bütünlüğünü kaybettiği durumlarda benzersiz ve ayırt edici anatomik özellikleri nedeniyle paranazal sinüslerin değerlendirilmesi de işe yarayabilmektedir. Birçok yazar tarafından paranazal sinüslerin incelenmesi için en iyi görüntüleme tekniğinin BT olduğu kabul edilmektedir (Özer vd., 2018).

Çalışmamızda değerlendirmiş olduğumuz paranazal sinüs ölçümlerinden sol ve sağ frontal sinüsün yükseklik, genişlik ve derinlik değerleri, sol ve sağ maksiller sinüsün yükseklik, genişlik ve derinlik değerleri, sol sfenoid sinüsün yükseklik ve genişlik değerleri ile sağ sfenoid sinüsün yükseklik ve derinlik değerleri erkeklerde istatistiksel olarak anlamlı şekilde kadınlarınkinden daha büyüktür (Tablo 8).

Cinsiyet tespiti ile ilgili olarak; 2004 yılında yapılmış bir çalışmada Avrupalıların paranazal sinüslerinin Zulu sinüslerinden daha büyük olduğu; Zululand' da erkeklerin maksiller sinüslerinin kadınlardan daha küçük, Avrupa' da ise kadınlardan daha büyük olduğu görülmüştür (Fernandes, 2004).

Irak popülasyonunda yapılmış olan 3 farklı çalışmanın ilkinde maksiller sinüs genişlik, yükseklik ve uzunluğunun cinsiyete göre anlamlı şekilde farklılaştığı,

cinsiyeti en iyi ayırt edici değişkenin sol maksiller sinüs yüksekliği olduğu (Uthman vd., 2011), ikincisinde erkeklerde maksiller sinüslerin kadınlara göre hacim, genişlik, derinlik ve yüksekliklerinin daha büyük olduğu (Abdalla, 2021), diğer çalışmada ise her iki taraf frontal sinüs genişliklerinin erkeklerde daha fazla olduğu, yaşayan ve ölü bireylerde cinsiyet tespitinde kullanılabileceği belirtilmiştir (Al-Taei ve Jasim, 2013).

Brezilya popülasyonunda yapılan dört farklı çalışmanın ilkinde maksiller ve frontal sinüslerin kimliklendirme için yararlı olduğu (Xavier, Dias Terada ve Silva, 2015), ikincisinde maksiller sinüsün cinsel dimorfizmi belirlemede en güçlü sinüs olarak değerlendirildiği, bunu sırasıyla frontal ve sfenoid sinüsün izlediği (Sherif vd., 2017), üçüncüsünde sağ ve sol taraf arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmaksızın erkeklerde maksiller sinüs ölçümlerinin kadınlardan daha yüksek olduğu, cinsiyet ayrımında en dimorfik parametrenin maksiller sinüs yüksekliği olduğu (Farias Gomes vd., 2019), diğer çalışmada ise kadınların frontal, maksiller ve sfenoid sinüs hacimlerinin erkeklerinkinden daha küçük olduğu, bu hacimlerin bir arada değerlendirilmesi ile yüksek oranlarda cinsiyet tespiti imkanı olduğu belirtilmiştir (Wanzeler vd., 2019).

İran popülasyonunda yapılan iki çalışmanın ilkinde maksiller sinüslerin yükseklik ve genişliklerinin erkeklerde kadınlara göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu, cinsiyet belirleme amacıyla en yüksek doğruluğun iki maksiller sinüs arasındaki mesafe ve sol maksiller sinüs yüksekliği ile olduğu, en düşük doğruluğun ise sağ maksiller sinüs genişliği ile olduğu (Akhlaghi vd., 2017), diğer çalışmada ise maksiller sinüs uzunluk ve yüksekliğinde cinsiyetler arası anlamlı bir fark bulunurken, genişlikte bulunmadığı, bu parametreler arasında en dimorfik olanının ise maksiller sinüs yüksekliği olduğu (Paknahad, Shahidi ve Zarei, 2017) gösterilmiştir.

Mısır popülasyonunda yapılan bir çalışmada her iki taraf frontal ve maksiller sinüslerinin genişlik ve uzunluklarının erkeklerde kadınlara göre daha büyük olduğu, sağ frontal ve maksiller sinüslerinin derinlik ve genişliklerinin erkeklerde ve kadınlarda sol tarafa göre daha büyük olduğu, sol maksiller sinüs derinliğinin cinsiyeti tahmin etmede en spesifik ve en hassas olduğu belirtilmiştir (Mohamed vd., 2020). Pakistan popülasyonunda yapılan bir çalışmada sol frontal sinüs boyutlarının

sağ taraftan daha yüksek olduğu, erkeklerde genişlik, yükseklik ve alan parametrelerinin kadınlardan daha yüksek olduğu gösterilmiştir (Javaid ve Usmani, 2020). 2007 yılında Türk popülasyonunda yapılmış olan bir çalışmada ise sol maksiller sinüs yüksekliği, genişliği ve derinliği ile sinüsler arasındaki mesafenin nispeten düşük bir oranla da olsa cinsiyet belirlemeyi destekleyebileceği belirtilmiştir (Teke vd., 2007).

2020 yılında İngiliz popülasyonunda yapılan çalışmada frontal ve maksiller sinüs ölçümlerinin cinsiyet tespitinde anlamlı sonuçlar verirken, sfenoid sinüs ölçümlerinin anlamlı sonuçlar vermediği belirtilmiştir (Robles, Rando ve Morgan, 2020). İtalyan popülasyonunda yapılmış bir çalışmada erkek ve kadınlar arasında maksiller sinüs hacmi anlamlı bir farklılık göstermemiştir (Saccucci vd., 2015). Mısır popülasyonunda yapılan başka bir çalışmada erkek ve kadınlar arasında maksiller sinüs yükseklik, genişlik ve derinliği açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirtilmiştir (Najem vd., 2020). Brezilya popülasyonunda yapılan bir çalışmada ise sfenoid sinüs ölçümlerinin cinsiyetler arasında anlamlı fark göstermediği belirtilmiştir (Ramos, Manzi ve Vespasiano, 2021).

İncelenen bu çalışmaların genelinde cinsiyet tespitinde maksiller ve frontal sinüsün diğer sinüslerden daha belirleyici olduğu, sfenoid sinüslerin ayırt edicilikte yetersiz olduğu, erkeklerde kadınlardan daha fazla yükseklik, genişlik, derinlik ve hacimler tespit edilmekle birlikte farklı popülasyonlar arasında değişiklikler görülebildiği anlaşılmıştır. Bu durumun sebebi olarak örneklem seçimi, numune büyüklüğü, inceleme ve değerlendirme yöntemleri, kullanılan istatistiksel analiz yöntemleri arasındaki farklılıklar gösterilebilmektedir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre cinsiyet tespitinde en değerli olan paranazal sinüs ölçümleri sırasıyla sağ frontal sinüs derinliği ve yüksekliği, sağ sfenoid sinüs derinliği ve sol frontal sinüs derinliği iken ayırt etme gücü en düşük olan parametreler ise sağ ve sol maksiller sinüs genişlikleri ile sağ ve sol sfenoid sinüs genişlikleridir (Şekil 18).

Tek başına paranazal sinüs metrik ölçümleri kullanılarak, PLSR yöntemi ile oluşturulan modelimize göre cinsiyetler arası %70 doğrulukla ayrım yapılabileceği görülmüştür (Tablo 9).

5.1.3. Kranial ve paranazal sinüs metrik ölçümlerinin birlikte değerlendirilmesi ile cinsiyet tespiti

Çalışmamızda değerlendirilen bütün parametreler bir arada düşünüldüğünde cinsiyet ayrımında en değerli olan ölçümler sırasıyla maksimum kranial uzunluk, biorbital genişlik, minimum frontal genişlik, nazo-oksipital uzunluk, nazal yükseklik, orbital yükseklik, kafa tabanı uzunluğu, sağ frontal sinüs derinliği, maksimum kranial genişlik sağ frontal sinüs yüksekliği ve sağ sfenoid sinüs derinliğidir (Şekil 18).

Bütün parametreler kullanılarak oluşturulan modele göre cinsiyet tespitinin %79 doğruluk oranıyla yapılabileceği görülmüştür (Tablo 9). Bu modelin erkeklerin %80'inin, kadınların ise %78'inin cinsiyetini doğru olarak tespit edebileceği anlaşılmıştır.

Tek başına kranial metrik ölçümlerden oluşturulan modele, paranazal sinüs metrik ölçümlerinin de eklenmesi ile istatistiksel olarak cinsiyetin daha yüksek oranda ayırt edilebildiği anlaşılmıştır.

5.2. Yaş Tespiti

5.2.1. Kranial metrik ölçümler ile yaş tespiti

Çalışmamızda yaş grupları belirlenirken TÜİK' in 2020 yılı Türkiye Nüfus ve Yaş İstatistikleri de dikkate alınmıştır. Buradaki amaç çalışmaya dahil edilen olguların, Türk popülasyonu yaş ve cinsiyet dağılımına mümkün olduğunca benzer bir örneklem grubu oluşturmasıdır (Aytaç, 2021). Hedef sayılar belirlendikten sonra

olgular 10-18, 19-25, 26-35, 36-45, 46-55 ve 56-65 yaş gruplarına uygun oranlarda ve rastgele seçilmişlerdir.

Değerlendirmiş olduğumuz kranial metrik ölçümlerden maksimum kranial genişlik, minimum frontal genişlik, biorbital genişlik, orbital genişlik ve yükseklik, nazal genişlik ve yükseklik yaş gruplarını ayırt etme konusunda istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 7). Ölçümler genel olarak en küçük yaş grubu olan 10-18 yaş grubu ile ileri yaş grupları olan 46-65 yaş grubunu ayırt edebilmektedir. En ayırt edici parametrelerin sırasıyla nazal genişlik, nazal yükseklik ve maksimum kranial genişlik olduğu anlaşılmıştır.

Ürdün popülasyonunda yapılan çalışmada frontal genişlik, orbital yükseklik ve orbital indeksin (orbital yükseklik/orbital genişlik) yaş ile istatistiksel olarak anlamlı şekilde değiştiği, cinsel dimorfizmin esas olarak genç yaşlarda tespit edilebildiği (Mustafa vd., 2019), 2020 yılında Tayland popülasyonunda yapılan bir çalışmada ise biorbital ve interorbital mesafe kullanılmış olup biorbital mesafenin cinsiyetler arası ergen yaş grubunda farklılaştığı, kadınlarda erkeklerden farklı olarak yüz büyümesinin genellikle 14-15 yaşlarında tamamlandığı belirtilmiştir (Jullabussapa vd., 2020).

Mısır popülasyonunda yapılan bir çalışmada ise gelecekte bilgisayarlı tomografi kullanılarak kimliklendirme konusunun güvenilirliğinin değerlendirilmesi amacıyla 18-60 yaş haricindeki gruplarında araştırılması gerektiği belirtilmiştir (Adel vd., 2019).

Geçmişte yapılmış olan ve literatürde tespit edebildiğimiz az sayıdaki çalışmaları incelediğimizde genç yaşlar ile ileri yaşların ayrımının özellikle orbital ve frontal ölçümler ile yapılabildiği, ileri yaş gruplarında kemiklerde meydana gelen rezorbsiyona bağlı olarak küçülmeler izlendiği anlaşılmıştır. Gelişimsel açıdan farklılıklar gösteren çocukluk ve ileri yaş grupları üzerinde de çalışmaların daha ayrıntılı yapılması gerekliliği ortaya konulmuştur.

Çalışmamızın sonuçlarına göre yaş ayrımında en değerli olan kranial metrik ölçümlerin sırasıyla nazal genişlik ve nazal yükseklik olduğu anlaşılmıştır (Tablo 10).

5.2.2. Paranazal sinüs metrik ölçümleri ile yaş tespiti

Çalışmada değerlendirilen paranazal sinüs metrik ölçümlerinden sol ve sağ frontal sinüs yüksekliği ve derinliği, sağ frontal sinüs genişliği, sağ ve sol maksiller sinüs genişliği ve derinliği, sağ ve sol sfenoid sinüs yüksekliği ve sağ sfenoid sinüs genişliğinin istatistiksel olarak belirlemiş olduğumuz yaş gruplarını ayırt etme gücüne sahip oldukları anlaşılmıştır (Tablo 11).

Güney Kore popülasyonunda çocuklarda ve yetişkinlerde yapılan bir çalışmada yaşam boyunca maksiller sinüs hacminde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görüldüğü, maksiller sinüs gelişiminin kadınlarda ve erkeklerde yaşamın ikinci ve üçüncü dekaına kadar devam ettiği ve daha sonra hacimde bir azalma olduğu belirtilmiştir (Jun vd., 2005). Irak popülasyonunda yapılmış olan bir çalışmada maksiller sinüs hacim ve boyutlarının artan yaş ile birlikte azalma eğiliminde olduğu gösterilmiştir (Al-Taei ve Jasim, 2013). Polonya popülasyonunda yapılan bir çalışmada ise maksiller sinüslerin en hızlı büyüme döneminin ilk 8 yıl içinde olduğu, tüm ölçümlerinin ve hacminin en yüksek değerlerine 16 yaşın sonunda ulaştığı tespit edilmiştir (Lorkiewicz-Muszyńska vd., 2015). Hindistan popülasyonunda yapılan bir çalışmada ise maksiller sinüs boyutlarının ve hacminin yaş ile birlikte azaldığı ve bunun istatistiksel olarak anlamlı olup yaş tespitinde kullanılabileceği belirtilmiştir (Rani vd., 2017).

Fransız popülasyonunda yapılan bir çalışmada frontal sinüs hacmi ile ile yaş arasında anlamlı bir korelasyon gösterilmediği belirtilmiştir (Michel vd., 2015). Japon popülasyonunda yapılan çalışmada her iki taraf maksiller sinüs hacimlerinin yaşla birlikte azaldığı, erkekler ve kadınlar arasında istatistiksel farklılık göstermediği tespit edilmiştir (Takahashi vd., 2016). Mısır popülasyonunda yapılan çalışmaya göre 40 yaş altı ve üstü gruplar için maksiller sinüs yükseklik, genişlik ve derinliği

açısından anlamlı fark olmadığı belirlenmiştir (Najem vd., 2020). Brezilya popülasyonunda yapılan bir çalışmada ise yaş, cinsiyet ve sfenoid sinüs hacmi arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığı belirtilmiştir (Ramos, Manzi ve Vespasiano, 2021).

Türk popülasyonunda yapılmış olan bir çalışmada maksimum frontal sinüs boyutlarına 31-40 yaş grubunda ulaşıldığı, boyutların yaşlanma ile birlikte bundan sonra azaldığı, sonuç olarak frontal sinüs boyutlarının yaş ve cinsiyet ile ilişkili olduğu (Tatlisumak vd., 2008), yine Türk popülasyonunda yapılmış olan başka bir çalışmada ise en büyük maksiller sinüs hacminin 18-24 yaş grubunda olduğu, yaşlandıkça hacmin azaldığı gösterilmiştir (Aktuna Belgin vd.,2019).

Yaş tespiti ile ilgili incelenen çalışmaların genelinde belirli yaş grupları oluşturulmuş, bu gruplar arasında anlamlı istatistiki fark olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Ergenlik öncesi döneme ve 60 yaş üzeri döneme ait çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Çalışmamızda her iki grubun verilerini görüp analiz etmek amacıyla 10-18 ve 60-65 yaş arası olgular da dahil edilmiştir.

Frontal sinüslerin erişkin yaşa kadar büyüdüğü, daha sonra gerilediği, maksiller sinüslerin yükseklik ve derinliğinin erişkin yaşa kadar büyüyüp sonra gerilediği, farklı olarak maksiller sinüslerin genişliğinin 10-18 yaş grubunda maksimum olduğu, daha sonra gerilediği, sfenoid sinüs ölçümlerinde ise belirli bir düzen olmadığı görülmüştür (Tablo 11). Bu sonuçlar ana hatlarıyla geçmiş çalışmalar ile uyumlu bulunmuştur.

Çalışmamızda değerlendirdiğimiz paranazal sinüs ölçümleri de kranial metrik ölçümler gibi genel olarak en küçük yaş grubu olan 10-18 yaş aralığındaki bireyleri 46-65 yaş aralığındaki bireylerden ayırt edebilmektedir. En ayırt edici parametrelerin ise sırasıyla sağ maksiller sinüs genişliği, sol maksiller sinüs derinliği, sağ maksiller sinüs derinliği ve sol maksiller sinüs genişliği olduğu anlaşılmıştır. Frontal sinüs genişliklerinin, maksiller sinüs yüksekliklerinin, sfenoid sinüs derinliklerinin ve sol sfenoid sinüs genişliğinin yaş gruplarını yeterince ayırt edemediği anlaşılmıştır (Tablo 11).

5.2.3. Kranial ve paranazal sinüs metrik ölçümlerinin birlikte değerlendirilmesi ile yaş tespiti

Geçmiş çalışmalarda ve literatürde karşılaşmadığımız, ancak çalışmamız için en uygun yöntem olduğunu düşündüğümüz PLS regresyon analizi yöntemi kullanılarak yapılan sonuçlara göre; yaşı ayırt etme gücü en yüksek kranial metrik ölçümlerden nazal genişlik ve nazal yükseklik parametreleri ile paranazal sinüs ölçümlerinden sağ maksiller sinüs genişliği ve sol maksiller sinüs derinliği kullanılarak yapılan model, tek başına kranial metrik ölçümlerin veya tek başına paranazal sinüs ölçümleri kullanılarak yapılan modellerden daha yüksek ayırt ediciliğe sahiptir (Tablo 12).

Çalışmada değerlendirilen parametrelerin tamamı birlikte düşünüldüğünde yaşı ayırt etme gücü en yüksek olan parametreler sırasıyla: nazal genişlik, sağ maksiller sinüs genişliği, nazal yükseklik ve sol maksiller sinüs derinliğidir. Bu değişkenler kullanılarak yapılan model yaşı ayırt etmede neredeyse 28 parametrenin tamamı ile yapılan model ile eşdeğer sonuç vermektedir (Tablo 12). Bu durum çok sayıda parametrenin toplanması için harcanacak zaman, iş gücü kaybı gibi durumların önüne geçilmesini sağlayabilecektir.

Bundan sonraki aşamada erkek ve kadınların yaşlarını ayrı ayrı modelleyebilmek amacıyla regresyon analizleri yapılarak çeşitli denklemler oluşturulmuştur. Gelecekte yapılacak çalışmalarda bu denklemlerin daha farklı değişkenler ile desteklenerek daha düşük standart sapma ve daha yüksek doğruluk oranına sahip hale getirilmesi için faydalı olacağı düşünülmektedir (Tablo 13,14).

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, kafatası ve paranazal sinüs metrik ölçümlerinin, ayrı ayrı yaş ve cinsiyeti belirlemek amacıyla kullanılabileceği; ancak birlikte kullanıldıkları zaman daha yüksek doğruluk ve güvenilirlikte sonuçlar verdiği görülmüştür.

Literatür çalışmalarında, farklı popülasyonlarda erkek ve kadın cinsiyet arasında daha çok morfolojik farklılıklar olduğu görülmektedir. Günümüzde, küreselleşen dünyada, popülasyonlar arasındaki etkileşimin artması neticesinde tek bir popülasyondan bahsetmek yerine, kemik gelişimini gösteren boy, kilo gibi fenotipik özelliklerin yanı sıra, çalışmada değerlendirdiğimiz kranial metrik ve paranazal sinüs ölçümlerinin, kafa hacmi gibi ölçümlerle orantılandığı, daha yüksek olgu sayılı, çok merkezli çalışmalar ile daha standart ve yüksek doğrulukta verilere ulaşılabilecektir.

Yine çocuklar ve yaşlılarda, gelişim safhalarına göre oluşturulacak şablon ve eğrilerin de özellikle bu yaş grupları için pratik bir karşılaştırma ve doğrulama yöntemi olarak kullanılabileceğini düşünmekteyiz.

Kafatası kullanılarak yapılacak kimliklendirme için; bu konuda çalışan uzmanlar tarafından, farklı çalışma verilerinin bir araya getirilerek, doğruluk oranları ve güvenilirliği yüksek ölçüm standartlarının belirlenmesi ile klinik uygulama rehberlerinin geliştirilmesine ihtiyaç vardır.

Ayrıca, uzmanlar arası ölçüm farklılıklarının azaltılması için yüksek sayıda olgu üzerinde makine öğrenmesi yöntemi ile yapay zekadan faydalanılması tıbbın diğer alanlarında olduğu gibi kimliklendirme konusunda da önemli katkılar sunacaktır.

7. KAYNAKÇA

Abdalla, M. A. (2021) 'Age differences of human frontal sinus measurements using CT scan', *Journal of Advances in Medical and Biomedical Research*, 29(136), pp. 293–301. doi: 10.30699/jambs.29.136.293.

Adel, R. *et al.* (2019) 'Assessment of Craniometric Sexual Dimorphism Using Multidetector Computed Tomographic Imaging in a Sample of Egyptian Population', *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 40(1), pp. 19–26. doi: 10.1097/PAF.0000000000000439.

Agbolade, O. *et al.* (2020) 'Morphometric approach to 3D soft-tissue craniofacial analysis and classification of ethnicity, sex, and age', *PLoS ONE*, 15(4), pp. 1–24. doi: 10.1371/journal.pone.0228402.

Aka, P. S. *et al.* (2015) *Primary Tooth Development in Infancy*. CRC Press. doi: 10.1201/b18630.

Akay, G., Güngör, K. and Peker, İ. (2017) 'Morphometric analysis of the foramen magnum using cone beam computed tomography', *Turkish Journal of Medical Sciences*, 47(6), pp. 1715–1722. doi: 10.3906/sag-1607-127.

Akhlaghi, M. *et al.* (2017) 'The diagnostic value of anthropometric indices of maxillary sinuses for sex determination using CT-scan images in Iranian adults: A cross-sectional study', *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 49, pp. 94–100. doi: 10.1016/j.jflm.2017.05.017.

Aktuna Belgin, C. *et al.* (2019) 'Three-dimensional evaluation of maxillary sinus volume in different age and sex groups using CBCT', *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 276, pp. 1493–1499. doi: 10.1007/s00405-019-05383-y.

Al-Taei, J. A. and Jasim, H. H. (2013) 'Computed Tomographic Measurement of Maxillary Sinus Volume and Dimension in Correlation to the Age and Gender : Comparative Study among Individuals with Dentate and

Edentulous Maxilla', *Journal of Baghdad College of Dentistry*, 25(1), pp. 87–93. doi: 10.12816/0014969.

Alakoç, Y. D. and Aka, P. S. (2009) '"Orthograde entrance technique" to recover DNA from ancient teeth preserving the physical structure', *Forensic Science International*, 188(1–3), pp. 96–98. doi: 10.1016/j.forsciint.2009.03.020.

Alqahtani, S. J., Hector, M. P. and Liversidge, H. M. (2014) 'Accuracy of dental age estimation charts: Schour and Massler, Ubelaker and the London Atlas', *American Journal of Physical Anthropology*, 154(1), pp. 70–78. doi: 10.1002/ajpa.22473.

Arigbabu, O. A. *et al.* (2017) 'Computer vision methods for cranial sex estimation', *IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications*, 9(1), pp. 1–15. doi: 10.1186/s41074-017-0031-6.

Atamtürk, D. (2016) *Adli Antropoloji İnsan İskeletinden Kimlik Tespiti*. Istanbul: İstanbul Medikal Yayıncılık.

Aytaç, M. (2021) 'Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları , 2020', *Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)*, pp. 31–34. Available at: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2020-37210.

Barros, F. de *et al.* (2021) 'Paranasal sinuses and human identification', *Research, Society and Development*, 10(9), p. e48710918161. doi: 10.33448/rsd-v10i9.18161.

Beck, L. A. (1995) 'Standards for data collection from human skeletal remains', *American Journal of Human Biology*, 7(5), pp. 672–672. doi: 10.1002/ajhb.1310070519.

Brooks, S. and Suchey, J. M. (1990) 'Skeletal age determination based on the os pubis: a comparison of the Acsfidi- Nemesk6ri and Suchey-Brooks methods', *Human Evolution*, 5(3), pp. 227–238.

Brooks, S. T. (1955) 'Skeletal age at death: The reliability of cranial and pubic age indicators', *American Journal of Physical Anthropology*, 13(4), pp. 567–

597. doi: 10.1002/ajpa.1330130403.

Bruzek, J. and Murail, P. (2006) 'Methodology and reliability of sex determination from the skeleton', in A. Schmitt, E. Cunha, and J. P. (ed.) *Forensic Anthropology and Medicine: Complementary Sciences From Recovery to Cause of Death*. Totowa, NJ: Humana Press Inc., pp. 225–242. doi: 10.1007/978-1-59745-099-7_9.

Byers, S. N. (2015) *Introduction to Forensic Anthropology, Pearson eText*. Routledge. doi: 10.4324/9781315663852.

Cekdemir, Y. E. *et al.* (2021) 'Estimation of sex using morphometric measurements performed on cranial computerized tomography scans', *La radiologia medica*, 126, pp. 306–315. doi: 10.1007/s11547-020-01233-8.

Ceker, D. (2018) 'Adli antropolojide yaş tahmini metodları', *AÜDTCF, Antropoloji Dergisi*, 35, pp. 35–54. doi: 10.1501/antro_0000000352.

Christensen, A. M., Passalacqua, N. V. and Bartelink, E. J. (2014) *Forensic Anthropology urrent Methods and Practice*. Elsevier. doi: 10.1016/C2013-0-09760-5.

Colman, K. L. *et al.* (2019) 'Virtual forensic anthropology: The accuracy of osteometric analysis of 3D bone models derived from clinical computed tomography (CT) scans', *Forensic Science International*, 304, pp. 1–18. doi: 10.1016/j.forsciint.2019.109963.

Craig Cunningham, Louise Scheuer, Sue Black, Louise Scheuer, S. B. (2000) *Developmental Juvenile Osteology*. 1st Editio. Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-12-624000-9.X5000-X.

Değermenci, M. *et al.* (2016) 'The age-related development of maxillary sinus in children', *Journal of Craniofacial Surgery*, 27(1), pp. e38–e44. doi: 10.1097/SCS.0000000000002304.

Dereli, A. K. *et al.* (2018) 'Sex determination with morphological characteristics of the skull by using 3D modeling techniques in computerized tomography', *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, 14, pp. 450–459. doi:

10.1007/s12024-018-0029-0.

Ekizoglu, O. *et al.* (2016) 'Assessment of sex in a modern Turkish population using cranial anthropometric parameters', *Legal Medicine*, 21, pp. 45–52. doi: 10.1016/j.legalmed.2016.06.001.

Farias Gomes, A. *et al.* (2019) 'Development and validation of a formula based on maxillary sinus measurements as a tool for sex estimation: a cone beam computed tomography study', *International Journal of Legal Medicine*, 133(4), pp. 1241–1249. doi: 10.1007/s00414-018-1869-6.

Fernandes, C. L. (2004) 'Forensic ethnic identification of crania: The role of the maxillary sinus - A new approach', *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 25(4), pp. 302–313. doi: 10.1097/01.paf.0000146379.85804.da.

Garvin, H. M. and Passalacqua, N. V. (2012) 'Current Practices by Forensic Anthropologists in Adult Skeletal Age Estimation', *Journal of Forensic Sciences*, 57(2), pp. 427–433. doi: 10.1111/j.1556-4029.2011.01979.x.

Ghorai, L. *et al.* (2017) 'Orbital aperture morphometry in Indian population: A digital radiographic study', *Journal of Forensic Dental Sciences*, 9(2), p. 61. doi: 10.4103/jfo.jfds_65_16.

Gök, S. (1980) *Adli Tıp*. 4. baskı. Istanbul: Filiz Kitabevi.

Guyomarc'h, P. and Bruzek, J. (2011) 'Accuracy and reliability in sex determination from skulls: A comparison of Fordisc® 3.0 and the discriminant function analysis', *Forensic Science International*, 208(1–3), pp. 180.e1-180.e6. doi: 10.1016/j.forsciint.2011.03.011.

Ilgüy, D. *et al.* (2014) 'Measurements of the foramen magnum and mandible in relation to sex using CBCT', *Journal of Forensic Sciences*, 59(3), pp. 601–605. doi: 10.1111/1556-4029.12376.

İşcan, M. Y., Loth, S. R. and Wright, R. K. (1984) 'Age estimation from the rib by phase analysis: white males.', *Journal of forensic sciences*, 29(4), pp. 1094–104. doi: 6502109.

İşcan, M. Y., Loth, S. R. and Wright, R. K. (1985) ‘Age estimation from the rib by phase analysis: white females.’, *Journal of forensic sciences*, 30(3), pp. 853–63. Available at: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4031812.

İşcan, M. Y., Loth, S. R. and Wright, R. K. (1984) ‘Metamorphosis at the sternal rib end: A new method to estimate age at death in white males’, *American Journal of Physical Anthropology*, 65(2), pp. 147–156. doi: 10.1002/ajpa.1330650206.

Javaid, Q. and Usmani, A. (2020) ‘Anthropological significance of sexual dimorphism and the unique structural anatomy of the frontal sinuses: Review of the available literature’, *The Journal of the Pakistan Medical Association*, 70(4), pp. 713–718. doi: 10.5455/JPMA.32528.

John Glaister (1938) *Medical jurisprudence, and toxicology, by John Glaister, M.D., D.Sc., Prof. of Forensic Medicine, University of Glasgow. Sixth Edition, 1938. 747 pages; 107 illustrations. Published by the Williams & Wilkins Co., Mt. Royal and Guilford Aves., Baltimor*. 6th edn, *The Journal of the American Pharmaceutical Association (1912)*. 6th edn. The Williams & Wilkins Co. doi: 10.1002/jps.3080280922.

Johnson, J. L. and Repta, R. (2012) ‘Sex and Gender: Beyond the Binaries’, in *Designing and Conducting Gender, Sex, & Health Research*. 2455 Teller Road, Thousand Oaks California 91320 United States: SAGE Publications, Inc., pp. 17–38. doi: 10.4135/9781452230610.n2.

Jullabussapa, N. *et al.* (2020) ‘CT-based measurements of facial parameters of healthy children and adolescents in Thailand’, *American Journal of Neuroradiology*, 41(10), pp. 1937–1942. doi: 10.3174/ajnr.A6731.

Jun, B. C. *et al.* (2005) ‘The analysis of maxillary sinus aeration according to aging process; volume assessment by 3-dimensional reconstruction by high-resolutional CT scanning’, *Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, 132(3), pp. 429–434. doi: 10.1016/j.otohns.2004.11.012.

Klales, A. R. (2020) ‘Sex estimation using pelvis morphology’, in *Sex Estimation of the Human Skeleton*. Elsevier Inc., pp. 75–93. doi: 10.1016/b978-0-12-

815767-1.00006-7.

Koo, T. K. and Li, M. Y. (2016) ‘A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research’, *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), pp. 155–163. doi: 10.1016/j.jcm.2016.02.012.

Kranioti, E. F. *et al.* (2018) ‘Ancestry estimation of three Mediterranean populations based on cranial metrics.’, *Forensic science international*, 286, pp. 265.e1-265.e8. doi: 10.1016/j.forsciint.2018.02.014.

Krishan, K. *et al.* (2016) ‘A review of sex estimation techniques during examination of skeletal remains in forensic anthropology casework’, *Forensic Science International*, 261, pp. 165.e1-165.e8. doi: 10.1016/j.forsciint.2016.02.007.

Krogman, W. M. (1962) *The human skeleton in forensic medicine*. Springfield, Ill., Thomas.

Krogman, W. marion and İscan, Y. (1986) *The human skeleton in forensic medicine*. 2nd. Charles C. Thomas, Springfield.

Lamendin, H. *et al.* (1992) ‘A simple technique for age estimation in adult corpses: the two criteria dental method’, *Journal of forensic sciences*, 37(5), pp. 1373–9. Available at: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1402761.

Lorkiewicz-Muszyńska, D. *et al.* (2015) ‘Development of the maxillary sinus from birth to age 18. Postnatal growth pattern’, *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 79(9), pp. 1393–1400. doi: 10.1016/j.ijporl.2015.05.032.

Mahakkanukrauh, P. *et al.* (2015) ‘Craniometric study for sex determination in a Thai population’, *Anatomy and Cell Biology*, 48(4), pp. 275–283. doi: 10.5115/acb.2015.48.4.275.

Michel, J. *et al.* (2015) ‘Determination of Sex: Interest of Frontal Sinus 3D Reconstructions’, *Journal of Forensic Sciences*, 60(2), pp. 269–273. doi: 10.1111/1556-4029.12630.

Miloš, A. *et al.* (2007) ‘Success rates of nuclear short tandem repeat typing from

different skeletal elements', *Croatian Medical Journal*, 48(4), pp. 486–493.

Mohamed, S. A. *et al.* (2020) 'Human Sex Identification From Frontal and Maxillary Air Sinuses Using Ct Scan.', *The Egyptian Journal of Forensic Sciences and Applied Toxicology*, 20(2), pp. 31–43. doi: 10.21608/ejfsat.2019.16220.1091.

Mustafa, A. *et al.* (2019) 'Morphometric study of the facial skeleton in Jordanians: A computed tomography scan-based study', *Forensic Science International*, 302, p. 109916. doi: 10.1016/j.forsciint.2019.109916.

Najem, S. S. *et al.* (2020) 'Maxillary sinus assessment for gender and age determination using cone beam computed tomography in an egyptian sample', *Alexandria Dental Journal*, 46(2), pp. 63–69. doi: 10.21608/adjalexu.2020.88457.

Ogawa, Y. *et al.* (2013) 'Discriminant functions for sex estimation of modern Japanese skulls', *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 20(4), pp. 234–238. doi: 10.1016/j.jflm.2012.09.023.

Orhan, Z. (2019) *Türk toplumunda fasiyal doku kalınlığının bilgisayarlı tomografi yöntemi ile değerlendirilmesi*. Bezmialem Vakıf Üniversitesi.

Özen, H. C. (1983) *Kısa Adli Tıp Ders Kitabı*. 3.Baskı. Istaanbul: Istanbul Üniversitesi Istanbul Tıp Fakültesi Yayınları.

Özen, H. C., Kirangil, B. and Fincanci, S. (1988) 'Kimlik Belirtimi', *Journal of Forensic Medicine*, 4(3–4), pp. 173–181.

Özer, C. M. *et al.* (2018) 'Sphenoid sinus in relation to age, gender, and cephalometric indices', *Journal of Craniofacial Surgery*, 29(8), pp. 2319–2326. doi: 10.1097/SCS.0000000000004869.

Paknahad, M., Shahidi, S. and Zarei, Z. (2017) 'Sexual Dimorphism of Maxillary Sinus Dimensions Using Cone-Beam Computed Tomography', *Journal of Forensic Sciences*, 62(2), pp. 395–398. doi: 10.1111/1556-4029.13272.

Patil, K. R. and Mody, R. N. (2005) 'Determination of sex by discriminant function

analysis and stature by regression analysis: A lateral cephalometric study', *Forensic Science International*, 147(2-3 SPEC.ISS.), pp. 175–180. doi: 10.1016/j.forsciint.2004.09.071.

Ramos, B. C., Manzi, F. R. and Vespasiano, A. I. (2021) 'Volumetric and linear evaluation of the sphenoidal sinus of a Brazilian population, in cone beam computed tomography', *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 77, p. 102097. doi: 10.1016/j.jflm.2020.102097.

Ramsthaler, F., Kreutz, K. and Verhoff, M. A. (2007) 'Accuracy of metric sex analysis of skeletal remains using Fordisc® based on a recent skull collection', *International Journal of Legal Medicine*, 121(6), pp. 477–482. doi: 10.1007/s00414-007-0199-x.

Rani, S. U. *et al.* (2017) 'Age and gender assessment through three-dimensional morphometric analysis of maxillary sinus using magnetic resonance imaging.', *Journal of forensic dental sciences*, 9(1), p. 46. doi: 10.4103/0975-1475.206481.

Ricaut, F.-X. *et al.* (2005) 'STR-genotyping from human medieval tooth and bone samples', *Forensic Science International*, 151(1), pp. 31–35. doi: 10.1016/j.forsciint.2004.07.001.

Robles, M., Rando, C. and Morgan, R. M. (2020) 'The utility of three-dimensional models of paranasal sinuses to establish age, sex, and ancestry across three modern populations: A preliminary study', *Australian Journal of Forensic Sciences*, 00(00), pp. 1–20. doi: 10.1080/00450618.2020.1805014.

Saccucci, M. *et al.* (2015) 'Gender assessment through three-dimensional analysis of maxillary sinuses by means of Cone Beam Computed Tomography', *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 19(2), pp. 185–193.

Sherif, N. A. E. H. *et al.* (2017) 'Evaluation of the paranasal sinuses dimensions in sex estimation among a sample of adult egyptians using multidetector computed tomography', *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 11(November), pp. 33–39. doi: 10.1016/j.jofri.2017.11.001.

Sinthubua, A. *et al.* (2016) 'New Method of Age Estimation from Maxillary Sutures Closure in a Thai Population.', *La Clinica terapeutica*, 167(2), pp. 33–7. doi: 10.7417/CT.2016.1918.

Soner, G. and Altay, B. (2019) 'The Health of Trans Individuals and the Role of Nurse', *Turkiye Klinikleri Journal of Nursing Sciences*, 11(3), pp. 331–338. doi: 10.5336/nurses.2018-63864.

T. D. Stewart (1979) *Essentials of Forensic Anthropology*. FDAHRM, Tallahassee, Florida [7447]: Charles C. Thomas (Springfield).

Takahashi, Y. *et al.* (2016) 'A study of the maxillary sinus volume in elderly persons using Japanese cadavers', *Okajimas Folia Anatomica Japonica*, 93(1), pp. 21–27. doi: 10.2535/ofaj.93.21.

Tambawala, S. S. *et al.* (2016) 'Sexual dimorphism of foramen magnum using Cone Beam Computed Tomography', *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 44, pp. 29–34. doi: 10.1016/j.jflm.2016.08.005.

Tatlisumak, E. *et al.* (2008) 'CT study on morphometry of frontal sinus', *Clinical Anatomy*, 21(4), pp. 287–293. doi: 10.1002/ca.20617.

Teke, H. Y. *et al.* (2007) 'Determination of gender by measuring the size of the maxillary sinuses in computerized tomography scans', *Surgical and Radiologic Anatomy*, 29(1), pp. 9–13. doi: 10.1007/s00276-006-0157-1.

Uthman, A. T. *et al.* (2011) 'Evaluation of maxillary sinus dimensions in gender determination using helical CT scanning', *Journal of Forensic Sciences*, 56(2), pp. 403–408. doi: 10.1111/j.1556-4029.2010.01642.x.

Vanderkolk, J. R. (2011) 'Chapter 9:Examination Process', *National Criminal Justice Reference Service*, p. 26. Available at: https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/225329.pdf.

Wanzeler, A. M. V. *et al.* (2019) 'Sex estimation using paranasal sinus discriminant analysis: a new approach via cone beam computerized tomography volume analysis', *International Journal of Legal Medicine*, 133(6), pp. 1977–1984. doi: 10.1007/s00414-019-02100-6.

White, T., Black, M. and Folkens, P. (2012) *Human Osteology*. Elsevier. doi: 10.1016/C2009-0-03221-8.

Xavier, T. A., Dias Terada, A. S. S. and da Silva, R. H. A. (2015) 'Forensic application of the frontal and maxillary sinuses: A literature review', *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 3(2), pp. 105–110. doi: 10.1016/j.jofri.2015.05.001.

Yamashita, B. and French, M. (2010) 'The Fingerprint Source Book', *U . S . Department of Justice Office of Justice Programs*, pp. 157–158, 199–201.

Zaafrane, M. *et al.* (2018) 'Sex determination of a Tunisian population by CT scan analysis of the skull', *International Journal of Legal Medicine*, 132(3), pp. 853–862. doi: 10.1007/s00414-017-1688-1.

Zhan, M. jun *et al.* (2019) 'Estimation of stature and sex from skull measurements by multidetector computed tomography in Chinese', *Legal Medicine*, 41, pp. 1–7. doi: 10.1016/j.legalmed.2019.101625.