

Kafatasındaki iki üçgenden cinsiyet tahmini

Berkay Yaşar^{1*}, Mehmet Sağır²

¹ Doktora öğrencisi | Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Fizik Antropoloji Bilim Dalı, Ankara - Türkiye

² Prof. Dr. | Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih - Coğrafya Fakültesi, Antropoloji Bölümü, Ankara - Türkiye

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author:

Berkay Yaşar

Ankara Üniversitesi

Dil ve Tarih - Coğrafya Fakültesi

Antropoloji Bölümü

Atatürk Blv. 45

06100 Sıhhiye, Ankara/Türkiye

E-posta: byasar@ankara.edu.tr

Alındı/Received: 7 Nisan / April 2022 | Düzeltildi/Revised: 12 Haziran / June 2022 | Kabul/Accepted: 12 Haziran / June 2022 | Yayınlandı/Published: 30 Haziran / June 2022

Öz

İskeletten cinsiyet tahmini, kimliği belirsiz bir iskelet kalıntısının biyolojik profilini oluşturmak için yapılan önemli bir analizdir. Kafatasından alınan doğrusal ölçümlerle üçgen alanı hesaplanmakta ve cinsiyet tahmini için modeller geliştirilmektedir. Bu çalışmanın amacı kafatasındaki iki üçgenden (yüz ve occipital) diskriminant fonksiyon denklemleri üretmektir. Araştırmanın materyali Geç Osmanlı Dönemi'ne tarihlendirilen ve İstanbul Karacaahmet Mezarlığı'ndan toplanan 112 bireye (56 erkek ve 56 kadın) ait kafatasından oluşmaktadır. Cinsiyetleri bilinen bu serinin kafataslarından 6 doğrusal ölçüm alınmış, yüz ve occipital üçgen alanları Heron formülüyle belirlenmiştir. Gözlem içi ve gözlemciler arası hatayı belirlemek için TEM, rTEM, R katsayısı ve ICC hesaplanmıştır. Her bir kriterin cinsiyet ayırt etme gücü ROC eğrisi analiziyle değerlendirilmiştir. Cinsiyetler arasındaki farklılıkları belirlemek için t-testi, formüller oluşturmak için diskriminant fonksiyon analizi yapılmıştır. Çalışmada 6 ölçümün gözlem içi ve gözlemciler arası hata oranlarının düşük olduğu belirlenmiştir (TEM = 0,16-0,94 mm; rTEM = %0,74-2,08; R = 0,91-0,99; ICC = 0,951-0,992). Tüm değişkenler cinsiyetler arasında anlamlı farklılık göstermiştir ($p < 0,05$). ROC analizine göre üçgen alanlarının cinsiyet ayırt etme güçleri benzer sonuçlar vermiştir (EAA; occipital üçgen alanı 0,727, yüz üçgen alanı 0,736). Araştırma sonucunda kurulan 4 denklemin %67 ile %73,2 arasında değişen oranlarda cinsiyeti doğru sınıflandırdığı belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Seksüel dimorfizm, yüz üçgeni, occipital üçgen, diskriminant analizi, ROC eğrisi, güvenilirlik, geçerlilik

Giriş

İskelet kalıntılarında cinsiyeti tahmin etmek, erkek ve kadın iskeletleri arasında farklılık gösteren eğilimlerin tanımlanmasını ve değerlendirilmesini kapsamaktadır (Christensen vd., 2014). Diğer bir deyişle kemiklerdeki seksüel dimorfizmin analizini temel almaktadır. Cinsiyet tahmini metodolojisi metrik yöntemleri, görsel gözlemleri (morfolojik) veya her ikisinin bir kombinasyonunu kapsamaktadır. Bunların yanı sıra moleküler yöntemler de kullanılmaktadır. Kimliği

Sex estimation from two triangles on the skull

Abstract

Sex estimation from skeletons is an important analysis to construct a biological profile of an unidentified skeletal remains. Triangle area is calculated with linear measurements taken from the skull, and models are being developed for sex estimation. The aim of this study was to derive discriminant function equations from two triangles in the skull. The material of the study consists of the skulls of 112 individuals (56 males and 56 females) which are dated to the Late Ottoman Period and collected from the Istanbul Karacaahmet Cemetery. Six linear measurements were taken from the skulls of this series of known sex, and the facial and occipital triangle areas were determined by the Heron formula. TEM, rTEM, R coefficients and ICC were calculated to determine the intra-observer and inter-observer error. The sex discrimination power of each criterion was evaluated by ROC curve analysis. T-test was used to determine the differences between the sexes, and discriminant function analysis was used to create formulas. In the study, it was determined that the intra-observer and inter-observer error rates of 6 measurements were low (TEM = 0.16-0.94 mm; rTEM = 0.74-2.08%; R = 0.91-0.99; ICC = 0.951-0.992). All variables differed significantly between sex ($p < 0.05$). According to the ROC analysis, the sex discrimination power of the triangle areas was similar (AUC; occipital triangle area 0.727, facial triangle area 0.736). As a result of the present study, it was determined that the 4 equations established correctly classified sex at rates ranging from 67% to 73.2%.

Key Words: Sexual dimorphism, face triangle, occipital triangle, discriminant analysis, ROC curve, reliability, validity

belirsiz bir iskeletin cinsiyetini tahmin etmek hem paleodemografik çalışmalarda hem de adli vakalarda biyolojik profil (yaş, boy, soy ve cinsiyet tahmini) oluşturmak için yapılan analizlerde kritik bir öneme sahiptir (Scheuer, 2002; Inskip vd., 2019).

İskelet kalıntılarında cinsiyet tahmini analizleri tam bir iskelet mevcut olduğunda daha güvenilirdir. Ancak adli vakalarda veya arkeolojik araştırmalarda bozulmamış tüm bir iskeletin bulunması oldukça zordur. Kalıntılar genellikle tafonomi olarak adlandırılan

Atf için / Cite as:

Yaşar, B., ve Sağır, M. (2022). Kafatasındaki iki üçgenden cinsiyet tahmini. *Antropoloji*, (43), 1-9.
<https://doi.org/10.33613/antropolojidergisi.1100145>

çevresel faktörlerin bozucu etkisine maruz kalmaktadır (Spradley ve Jantz, 2011). Ayrıca kitlesel felaket gibi olgularda iskelet kalıntıları parçalanmış veya eksik bir şekilde bulunabilmektedir (Peckman ve Fisher, 2018). İskelet kalıntılarının korunma ve mevcut durumuna göre hangi materyalin kullanılacağı değişebildiği için farklı iskelet kısımlarından cinsiyet tahmini çalışmaları yapılmaktadır. Özellikle *pelvis* (Franklin vd., 2014) ve kafatası (Ogawa vd., 2013) başta olmak üzere *patella* (Peckman ve Fisher, 2018), *sternum* (Macaluso, 2010), *scapula* ve *clavicula* (Papaioannou vd., 2012) gibi birçok iskelet parçasından diskriminant fonksiyon analizi araştırmaları yapılmıştır.

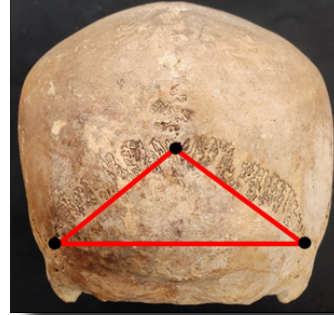
Cinsiyet tahmini yapılırken pelvisten sonra en çok tercih edilen iskelet kısmı kafatasıdır (Klales, 2013). Geleneksel olarak standart anatomik noktalardan alınan kraniyometrik ölçümlerle her popülasyona özgü formüller oluşturulmakta ve farklı doğruluk oranları bildirilmektedir (Ogawa vd., 2013; Marinescu vd., 2014). Bu modellerin yanı sıra üç doğrusal ölçümle oluşturulan üçgenlerle de seksüel dimorfizm analiz edilmektedir. Pavia ve Segre (2003) pratik bir yöntem olarak *mastoid* üçgen alanıyla cinsiyet tahminini tanıtan ilk araştırmacılar. Sağ ve sol mastoid üçgenlerinin toplamı sonucunda 1447,40 mm² veya daha büyük değerlerin erkek; 1260,36 mm² veya daha küçük değerlerin ise kadın kafataslarını temsil ettiğini bildirmişlerdir (%95 güven aralığında). Bu sonuçlara karşın Kemkes ve Göbel (2006), Alman ve Portekiz koleksiyonlarıyla yaptıkları çalışmada *mastoid* üçgenin cinsiyet tahmininde %65,0 oranında doğru sonuç verdiğini bildirmişlerdir. *Mastoid* üçgen alanını temel alan bu öncül çalışmalardan sonra farklı üçgen alanlarıyla yapılan cinsiyet tahmini çalışmaları artmıştır. Kafa tabanı üçgenleri (Kasıkam vd., 2021), *bimastoid* üçgen (Jain vd., 2013), *nasozygomatic* üçgen (Delwing vd., 2021), yüz üçgeni ve *occipital* üçgen (Sinhorini vd., 2019) gibi kafatasının birçok bölgesinden tek veya çoklu üçgenin kombinasyonu ile cinsiyet tahmini metodolojisi geliştirilmiştir.

Cinsiyet tahmini için oluşturulan istatistiksel modeller tekniğin geliştirildiği popülasyonlara uygulanabilmektedir. Bu nedenle belirlenen kriterlerin test edilmesi veya yeni modellerin oluşturulması antropolojik çalışmalar için önem arz etmektedir. Mevcut araştırmanın amacı daha önceden tanımlanmış kafatasındaki iki üçgeninin (*occipital* ve yüz) cinsiyet tahmini açısından uygulanabilirliğini ortaya koymaktır.

Gereç ve Yöntem

Çalışmanın materyali Geç Osmanlı Dönemi'ne tarihlendirilen ve İstanbul Karacaahmet Mezarlığı'ndan toplanan kafataslarından oluşmaktadır. Bu seri üzerindeki ilk araştırmalar 1925-1929 yılları arasında Antropoloji Tetkikat Merkezi'nde yapılmıştır (Kansu, 1940; Sağır

vd., 2009). İskelet serisi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Antropoloji Bölümü laboratuvarlarında muhafaza edilmektedir ve çalışma aynı yerde yürütülmüştür. Cinsiyeti bilinen, ölçüm alanlarında kırık olmayan ve yaş kriterini sağlayan 56 erkek ve 56 kadın olmak üzere toplam 112 kafatası incelenmiştir.



Resim 1. Occipital üçgen



Resim 2. Yüz üçgeni

Çalışma kapsamında *occipital* bölgeden Sinhorini ve diğerleri (2019) tarafından tanımlanan üç doğrusal ölçüm alınmıştır: *Lambda-sağ asterion*, *lambda-sol asterion*, sağ-sol *asterion* (Resim 1). *Lambda*, *occipital* kemiğin *parietallerle* birleştiği yerdir; *sagittal* ve *lambdoid* sutureların birleşme noktasıdır. *Asterion*, *temporal*, *parietal* ve *occipital* kemiklerin birleştiği noktadır (Langley vd., 2016).

Araştırmada yüz bölgesinden üç doğrusal ölçüm alınmıştır: Sol *infraorbital foramen-prosthion*, sağ *infraorbital foramen-prosthion*, sağ-sol *infraorbital foramen* (Resim 2). Bu üçgen daha önceki çalışmalarda tanımlanmıştır (de Almeida Júnior vd., 2010; Sinhorini vd., 2019). *Prosthion*, orta *sagittal* düzlemde maksillar merkezi kesici dişlerin arasındaki noktadır (Langley vd., 2016). *Infraorbital foramen*, maksillada *infraorbital marginin* altında yer almaktadır.

Belirtilen 6 doğrusal ölçüm kullanılarak oluşturulan üçgenin alanı Heron formülüne göre hesaplanmıştır (Kemkes ve Göbel, 2006).

$$\text{Üçgen alanı} = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

$$s = \frac{(a + b + c)}{2} \quad (1)$$

Formülde a birinci doğrusal ölçümü, b ikinci doğrusal ölçümü, c ise üçüncü doğrusal ölçümü temsil etmektedir.

Kraniyometrik ölçümler birinci yazar tarafından 0,01 mm'ye duyarlı dijital kumpas ile direkt olarak ikişer kez alınmış ve ortalamaları kaydedilmiştir. 30 gün sonra rastgele seçilen 20 kafatası (10 erkek ve 10 kadın) gözlem içi hatayı belirlemek için aynı gözlemci tarafından (birinci yazar) tekrar analiz edilmiştir. Gözlemciler arası hatayı belirlemek için başka bir gözlemci rastgele seçilen

20 kafatasını (10 erkek ve 10 kadın) yeniden ölçmüştür. Gözlemci hatalarını belirlemek için şu formüller kullanılmıştır:

$$TEM = \sqrt{\frac{\sum D^2}{2N}} \quad (2)$$

$$rTEM (\%) = \frac{TEM}{\bar{X}_T} \times 100 \quad (3)$$

$$R = 1 - \left(\frac{TEM^2}{SD^2} \right) \quad (4)$$

Bu formüller hem gözlem içi hem de gözlemciler arası hatayı belirlemek için kullanılabilir. Ölçüm teknik hatası (TEM) formülünde D birinci ve ikinci ölçüm arasındaki farktır ve N tekrar sayısıdır. Küçük TEM değerleri daha kesin ölçümleri temsil etmektedir. Değişkenlerin toplam ortalamasına karşılık gelen ve yüzde olarak ifade edilen hatayı elde etmek için görelî TEM (relative TEM, rTEM) hesaplanmıştır. rTEM ölçümün boyutuna göre hata oranını ifade etmektedir. Formülde \bar{X}_T her değişken için alınan 2 ölçümün ortalaması toplandıktan sonra tekrar sayısına bölünerek hesaplanmaktadır. Güvenilirlik açısından düşük yüzdelere daha kesin ölçümlere atfedilmektedir. Güvenilirlik katsayısı (R) ölçüm hatası olmayan toplam varyans oranının tahminidir ve elde edilen değerler 0 ile 1 arasında değişir. 0 değeri ölçüm hatasını, 1 değeri ise hiçbir ölçüm hatası olmadığını göstermektedir. Bu nedenle daha büyük R değerleri daha yüksek ölçüm hassasiyetini temsil etmektedir. Bu formülde SD^2 tüm ölçümlerin karesi alınmış standart sapmadır (Perini vd., 2005; Weinberg vd., 2005; Stomfai vd., 2011; Zeman ve Beňuš, 2020).

Değişkenler arasındaki seksüel dimorfizm oranlarını belirlemek için seksüel dimorfizm indeksi (SDİ) kullanılmıştır. Bu indeks erkeklerin ortalamasının kadınlara göre ne kadar büyük olduğunu yüzde olarak göstermektedir (Harris ve Case, 2012):

$$SDI = \frac{\text{erkeklerin ortalaması} - \text{kadınların ortalaması}}{\text{kadınların ortalaması}} \times 100 \quad (5)$$

Doğru sınıflandırılmış (DS) kadın ve erkek yüzdeleriyle cinsiyet yanlılığı (*sex bias*) hesaplanmıştır. Pozitif değer erkek yanlılığını gösterirken, negatif değer kadın yanlılığını göstermektedir (Walker, 2008).

$$\text{Cinsiyet yanlılığı} = DS \text{ erkekler} (\%) - DS \text{ kadınlar} (\%) \quad (6)$$

İstatistiksel analizler için anlamlılık düzeyi 0,05 olarak belirlenmiştir. Değişkenlerin normallik durumu Kolmogorov-Smirnov ($p > 0,05$), çarpıklık (*skewness*) ve basıklık (*kurtosis*) değerleriyle değerlendirilmiştir. Veriler normal dağılım sergilemiştir ve cinsiyetler arasındaki farklılıkları belirlemek için t-testi uygulanmıştır. Sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) ile hem gözlem içi hem de gözlemciler arası güvenilirlik analiz edilmiştir (%95 güven aralığında iki yönlü rastgele model). Değişkenlerin cinsiyet ayırt etme gücünü belirlemek için ROC eğrisi (*receiver operating characteristic curve*) analizi yapılmıştır. Cinsiyet tahmini formüllerinin oluşturulması için diskriminant fonksiyon analizi uygulanmıştır. Tüm istatistiksel analizler ve formüller için IBM SPSS 20.0 programı kullanılmıştır.

Bulgular

Gözlem içi ve gözlemciler arası hata değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Gözlem içi hata TEM değerlerinde en düşük hata 0,16 mm ile sağ-sol *asterion* ölçümündeyken, en yüksek hata 0,74 mm ile sağ-sol *infraorbital foramen* ölçümündedir. rTEM değerleri %0,74 (sağ-sol *asterion*) ile %1,60 (*prosthion-sol infraorbital foramen*) aralığında değişmektedir. Güvenilirlik katsayıları (R) 0,93-0,99 arasındadır ve en düşük değer *prosthion-sol infraorbital foramen* ölçümündeyken, en yüksek değer sağ-sol *asterion* ölçümündedir. ICC değerleri 0,960-0,992 arasında değişmektedir. Gözlemciler arası hata TEM, rTEM ve R sırasıyla 0,72 mm (*prosthion-sağ infraorbital foramen*) - 0,94 mm (sağ-sol *infraorbital foramen*), %1,01 (*lambda-sağ asterion*) - %2,08 (*prosthion-sol infraorbital foramen*), 0,91 (*prosthion-sol infraorbital foramen*) - 0,98 (*lambda-sol asterion*) arasında değişen değerler göstermiştir. ICC değerleri 0,951-0,988 arasında değişmektedir.

Occipital ve yüz bölgesine ait tüm doğrusal ölçüm değerleri ve üçgenlerin alanları cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılık göstermiştir. 8 değişkenin seksüel dimorfizm indeksi %3,22 ile %11,6 arasında değişmektedir (Tablo 2). Çalışmada değerlendirilen tüm değişkenlerde erkeklerin ortalaması kadınlardan daha yüksektir (Grafik 1 ve Grafik 2).

ROC analizinin eğri altındaki alan (EAA) sonuçları Grafik 3'te aktarılmıştır. Bir değişkenin EAA değeri 1'e ne kadar yakınsa iki grubu ayırt etme gücü o kadar yüksektir (Toneva vd., 2018). Değişkenlerin EAA değerleri 0,673 ile 0,743 arasında değişmektedir ve en yüksek değer *prosthion-sol infraorbital foramen* ölçümüne aittir. En düşük değer ise sağ-sol *infraorbital foramen* ölçümünde olduğu belirlenmiştir.

Diskriminant fonksiyon analizi sonuçları Tablo 3'te gösterilmiştir. Öncelikle tüm değişkenler dâhil edilerek analiz yapılmış (1. fonksiyon), daha sonra *occipital* üçgen ve yüz üçgeni hem ayrı ayrı (sırasıyla 2. ve 3. fonksiyon) hem de bir arada değerlendirilmiştir (4. fonksiyon).

Tablo 1. Değişkenlere ait TEM, rTEM, R ve ICC değerleri

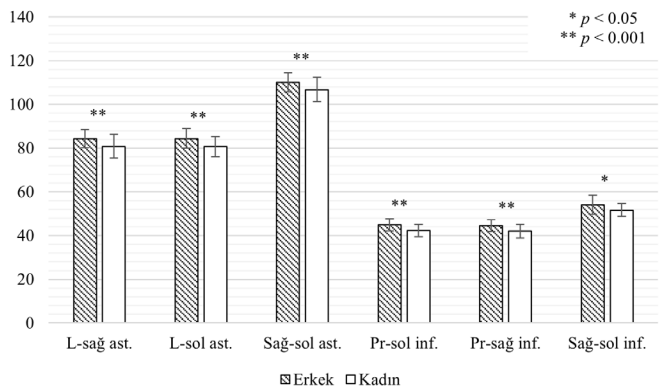
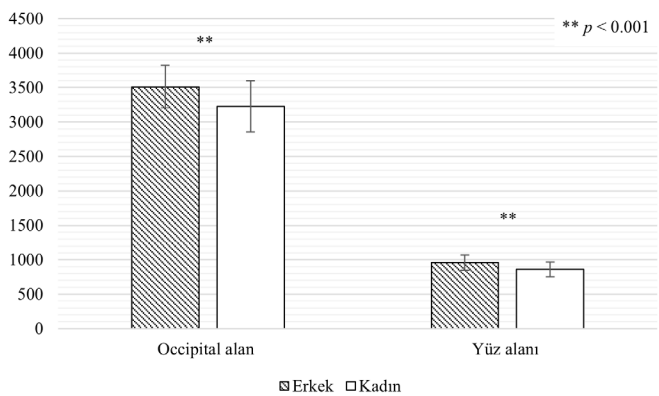
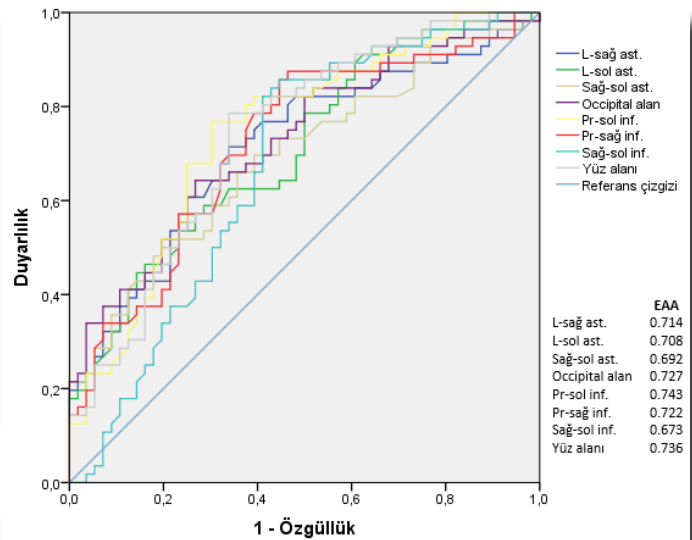
Değişkenler	Gözlem içi hata				Gözlemciler arası hata			
	TEM (mm)	rTEM (%)	R	ICC	TEM (mm)	rTEM (%)	R	ICC
L-sağ ast.	0,72	0,88	0,98	0,992	0,83	1,01	0,97	0,988
L-sol ast.	0,64	0,79	0,98	0,988	0,84	1,03	0,98	0,986
Sağ-sol ast.	0,16	0,74	0,99	0,987	0,80	1,15	0,97	0,987
Pr-sol inf.	0,69	1,60	0,93	0,960	0,90	2,08	0,91	0,951
Pr-sağ inf.	0,56	1,30	0,96	0,976	0,72	1,68	0,94	0,961
Sağ-sol inf.	0,74	1,41	0,94	0,985	0,94	1,78	0,92	0,984

Not: **L:** Lambda; **ast.:** Asterion; **Pr:** Prosthion; **inf.:** Infraorbital foramen; **TEM:** Ölçüm teknik hatası; **rTEM:** Görelî TEM; **R:** Güvenilirlik katsayısı; **ICC:** Sınıf içi korelasyon katsayısı.

Tablo 2. Kraniyometrik değişkenlerin tanımlayıcı istatistiği ve t testi değerleri

Değişkenler	Erkek ♂ (n=56)				Kadın ♀ (n=56)				t	p	SDİ
	Min.	Maks.	Ort.	SS	Min.	Maks.	Ort.	SS			
L-sağ ast.	76,17	94,50	84,39	4,16	67,95	97,00	80,76	5,36	4,002	<0,001	4,49
L-sol ast.	76,09	93,14	84,36	4,49	70,59	92,84	80,69	4,63	4,265	<0,001	4,55
Sağ-sol ast.	102,06	121,31	110,11	4,34	94,00	123,85	106,68	5,57	3,637	<0,001	3,22
Occipital alan	2939,60	4161,32	3511,49	309,91	2523,75	4452,21	3226,67	369,05	4,423	<0,001	8,83
Pr-sol inf.	39,34	51,00	44,87	2,75	34,19	47,56	42,24	2,87	4,960	<0,001	6,23
Pr-sağ inf.	39,06	50,55	44,47	2,65	34,50	48,06	42,03	3,15	4,427	<0,001	5,81
Sağ-sol inf.	44,00	64,53	54,04	4,43	45,61	60,35	51,63	2,96	3,394	0,001	4,67
Yüz alanı	761,15	1185,10	958,70	110,03	587,98	1095,22	859,04	106,01	4,881	<0,001	11,6

Not: **L:** Lambda; **ast.:** Asterion; **Pr:** Prosthion; **inf.:** Infraorbital foramen; **Min.:** Minimum; **Maks.:** Maksimum; **Ort.:** Ortalama; **SS:** Standart sapma; **SDİ:** Seksüel dimorfizm indeksi (%). Ölçümler mm, alanlar mm² olarak gösterilmiştir.

**Grafik 1.** Erkek ve kadınların kraniyometrik değerleri (mm)**Grafik 2.** Erkek ve kadınların occipital ve yüz alanları değerleri (mm²)**Grafik 3.** Kraniyometrik ölçümlere ait ROC eğrisi

Tablo 3'te gösterilen sonuçlarla oluşturulan fonksiyonlar sırasıyla aşağıda aktarılmıştır:

$$y = (-28,258) + (L\text{-sağ ast.} \times 0,007) + (L\text{-sol ast.} \times 0,125) + (Sağ\text{-sol ast.} \times 0,052) + (Pr\text{-sol inf.} \times 0,402) + (Pr\text{-sağ inf.} \times -0,146) + (Sağ\text{-sol inf.} \times 0,011)$$

$$y = (-9,887) + (Occipital alan \times 0,003)$$

$$y = (-8,412) + (Yüz alanı \times 0,009)$$

$$y = (-13,339) + (Occipital alan \times 0,002) + (Yüz alanı \times 0,007)$$

Tablo 3. Değişkenlerle oluşturulan fonksiyonların katsayı ve grup merkezleri değerleri

Fonksiyonlar	Değişkenler	Standartlaştırılmamış katsayı	Wilk's Lambda değerleri	Box's M p değerleri	Grup merkezleri	
					♂	♀
1. fonksiyon	L-sağ ast.	0,007	0,670	0,053	0,696	-0,696
	L-sol ast.	0,125				
	Sağ-sol ast.	0,052				
	Pr-sol inf.	0,402				
	Pr-sağ inf.	-0,146				
	Sağ-sol inf.	0,011				
	Sabit (<i>constant</i>)	-28,258				
2. fonksiyon	<i>Occipital</i> alan	0,003	0,849	0,198	0,418	-0,418
	Sabit (<i>constant</i>)	-9,887				
3. fonksiyon	Yüz alanı	0,009	0,822	0,783	0,461	-0,461
	Sabit (<i>constant</i>)	-8,412				
4. fonksiyon	<i>Occipital</i> alan	0,002	0,703	0,628	0,644	-0,644
	Yüz alanı	0,007				
	Sabit (<i>constant</i>)	-13,339				

Not: **1. Fonksiyon:** Tüm değişkenler; **2. Fonksiyon:** *Occipital* üçgen alanı; **3. Fonksiyon:** Yüz üçgeni alanı; **4. Fonksiyon:** *Occipital* üçgen ve yüz üçgeni alanları.

Tablo 4. Oluşturulan formüllerin doğruluk oranları ve cinsiyet yanlılıkları

Fonksiyonlar	Orijinal doğruluk (%)		Genel (%)	Cinsiyet yanlılığı (%)	Çapraz doğrulanmış doğruluk (%)		Genel (%)	Cinsiyet yanlılığı (%)
	♂	♀			♂	♀		
1. fonksiyon	76,8	67,9	72,3	8,9	66,1	67,9	67,0	-1,8
2. fonksiyon	71,4	64,3	67,9	7,1	71,4	64,3	67,9	7,1
3. fonksiyon	67,9	67,9	67,9	0	66,1	67,9	67,0	-1,8
4. fonksiyon	73,2	73,2	73,2	0	73,2	73,2	73,2	0

Not: **1. Fonksiyon:** Tüm değişkenler; **2. Fonksiyon:** *Occipital* üçgen alanı; **3. Fonksiyon:** Yüz üçgeni alanı; **4. Fonksiyon:** *Occipital* üçgen ve yüz üçgeni alanları.

Fonksiyonların kesme noktaları "0" olarak belirlenmiştir. Oluşturulan fonksiyonlar elde edilen ölçümlere uygulandığında y değeri 0'dan büyükse erkek, küçükse kadın olarak sınıflandırılmaktadır. Örneğin, *occipital* üçgen alanı 3776,08 mm²; yüz üçgeni alanı 863,03 mm² olan bir bireye 4. fonksiyon uygulandığında: (-13,339) + (3776,08 x 0,002) + (863,03 x 0,007) = 0,25 sonucu elde edilmektedir. Bu sonuca göre y değeri 0'dan büyük olan birey (0,25) erkek olarak sınıflandırılmaktadır. *Occipital* üçgen alanı 3603,95 mm²; yüz üçgeni alanı 625,18 mm² olan bir bireye aynı fonksiyon uygulandığında y değeri 0'dan küçük olduğu için kadın olarak sınıflandırılmaktadır (-1,75).

Diskriminant fonksiyon analiziyle elde edilen sonuçların orijinal ve çapraz doğrulanmış doğruluk yüzdeleri Tablo 4'te aktarılmıştır. Orijinal ve çapraz doğrulanmış genel oranlar %67,0 ile %73,2 arasında değişen değerler göstermiştir. En yüksek cinsiyet yanlılığı erkeği ifade eden pozitif değerle 1. fonksiyondadır (8,9). 4. Fonksiyon hem orijinal hem de çapraz doğrulanmış analizde cinsiyet yanlılığı göstermemiştir (0).

Tartışma

Antropolojik çalışmalarda iskeletten cinsiyet tahmin etmek başlıca analizlerden biridir. Patoloji, varyasyon, boy ve yaş tahmini gibi analizlerden önce genellikle cinsiyet tahmini yapılır ve bu nedenle biyolojik profilin önemli bir aşamasıdır. Birçok toplumda biyolojik cinsiyet sosyal organizasyonun önemli bir parçasıdır ve birey hakkında elde edilebilecek bilgilerin altyapısını oluşturmaktadır. Adli açıdan cinsiyetin doğru belirlenmesi nüfusun yaklaşık %50'sini değerlendirmeden çıkartmaya ve veri tabanlarını azaltmaya yardımcı olmaktadır. Yanlış cinsiyet tahminleri arkeolojik sit alanlarının işlevini yorumlamada, paleodemografik analizlerde ve adli vakalarda kritik hatalara neden olmaktadır. (Christensen vd., 2014; Inskip vd., 2019; Bethard ve VanSickle, 2020). Bu nedenlerden dolayı cinsiyet tahmininin olabildiğince doğru bir şekilde yapılması antropolojik açıdan önemlidir.

Çalışmada 6 doğrusal ölçümün güvenilirliği ve geçerliliği analiz edilmiştir. TEM sonuçlarına göre ölçümlerin gözlem içi hatası 0,16 ile 0,74 mm arasında

değişmektedir. rTEM sonuçları, TEM'in genel ortalamasının %0,74 ile %1,60 arasında değişen oranlara karşılık geldiğini göstermektedir. Gözlemciler arası hata sonuçları incelendiğinde TEM değerleri 0,72-0,94 mm olarak belirlenmiştir ve genel ortalamaların %1,01-2,08 aralığına denk geldiğini ortaya koymuştur. R değeri seçilen ölçümdeki değişkenliğin ne kadarının ölçüm hatasından kaynaklanmadığını temsil etmektedir (Zeman ve Beňuš, 2020). Gözlem içi ve gözlemciler arası R değerleri 0,91-0,99 arasında değişmektedir. Yani değişkenlerin %91-99'unda gözlenen farklılıklar ölçüm hatası dışındaki faktörlerden kaynaklanmıştır. Değişkenlerin hem gözlem içi hem de gözlemciler arası ICC değerleri 0,951-0,992 arasında değişmektedir. ICC değerlerinde <0,40 zayıf uyum, 0,40-0,59 orta düzeyde uyum, 0,60-0,74 iyi uyum ve 0,75-1 mükemmel uyum olarak kategorize edilmektedir (Cicchetti, 1994). Ayrıca %5'ten küçük rTEM ve 0,75'ten büyük R değerleri ölçümlerin güvenilir olduğuna işaret etmektedir (Weinberg vd., 2005). Bu çalışmada elde edilen TEM, rTEM, R ve ICC değerleri ölçümlerin hassasiyetinin yüksek, tekrarlanabilir ve güvenilir olduğunu göstermektedir.

Mevcut çalışmada erkeklerin *occipital* ve yüz üçgeni alanı sırasıyla 3511,49 mm² ve 958,70 mm² olarak, kadınların ise sırasıyla 3226,67 mm² ve 859,04 mm² olarak belirlenmiştir. Sinhorini ve diğerleri (2019) Brezilya serisinde erkeklerin ve kadınların *occipital* üçgen alanlarını daha yüksek (sırasıyla 3664,70 mm² ve 3543,80 mm²), yüz üçgeni alanlarını ise daha düşük bildirmişlerdir (sırasıyla 862,80 mm² ve 755,40 mm²).

Yüz üçgenini oluşturan üç doğrusal ölçümün seksüel dimorfizm oranları, *occipital* üçgeni oluşturan doğrusal ölçümlerden daha yüksektir. Dolayısıyla çalışmadaki örneklemin yüz üçgeni *occipital* üçgene göre daha yüksek oranda seksüel dimorfizm göstermiştir (%8,83 e karşı %11,6). Ancak bu fark cinsiyet ayırt etme gücüne etki edecek kadar büyük değildir (Grafik 3). ROC eğrisi EAA değerleri birbirlerine benzer sonuçlar vermiştir (*occipital* üçgen alanı 0,727, yüz üçgen alanı 0,736). Destekleyici bir şekilde diskriminant fonksiyon analizinde *occipital* ve yüz üçgeni alanlarının doğru sınıflandırma yüzdeleri orijinalde aynı, çapraz doğrulanmışta benzerdir (Tablo 4).

6 doğrusal ölçümün bir arada değerlendirildiği 1. fonksiyon erkekleri %76,8 oranında doğru sınıflandırmış ve en yüksek oranı vermiştir. Ancak %8,9 erkek yanlılığı vardır ve çapraz doğrulandığında bu oran %10,7 düşmüştür. *Occipital* üçgen alanıyla kurulan denklem %7,1 cinsiyet yanlılığıyla hem orijinal hem de çapraz doğrulanmış analizde %67,9 oranında cinsiyeti doğru sınıflandırmıştır. *Occipital* üçgen alanı analiz edilen bir çalışmada daha düşük cinsiyet yanlılığı (-%2,2) ve sınıflandırma oranı bildirilmiştir (%64,0) (Sinhorini vd., 2019). Yüz üçgeni ile kurulan 3. fonksiyon cinsiyet yanlılığı göstermeden orijinal analizde %67,9 oranında doğruluk göstermiştir. Çapraz doğrulanmış sonuçlar

ise -%1,8 yanlılık ile cinsiyeti %67,0 oranında doğru sınıflandırmıştır. Bu sonuçlar daha önceden yapılan çalışmalarda bildirilen doğruluk oranlarından yüksektir (%59,0 ve %63,0) (de Almeida Júnior vd., 2010; Sinhorini vd., 2019).

Çalışmalar arasında gözlenen farklılıklar ilk olarak popülasyon varyasyonunun cinsiyet tahminine etkisiyle açıklanabilir. İskelet büyümesi ilk aşamada genetik özelliklerle, ikinci aşamada diyet ve stres gibi çevresel faktörlerden etkilenen hormonlarla ilişkilidir. Kemik yapısı biyomekanik etkiler, kas kuvvetleri ve fiziksel aktivite seviyesi gibi dış faktörlere yanıt verme kapasitesine bağlı olarak sürekli değişim gösterebilmektedir. Seksüel dimorfizm örüntüleri genetik faktörlerin ve çevrenin birleşik bir sonucu olarak ortaya çıkar ve karmaşık bir fenomendir (Moore, 2013; Rowbotham, 2016). Dolayısıyla cinsiyet tahmini için belirlenen her bir özellik veya yöntem popülasyonlar arasında farklı performans gösterebilmektedir. İkinci olarak üçgenleri oluşturan asterion (Ucerler ve Govsa, 2006; Lucena vd., 2019) ve infraorbital foramen (Macedo vd., 2009; Bakirci vd., 2016) noktalarının konumları popülasyona özgü eğilimler gösterebilir ve bu durum cinsiyet tahmininde azaltıcı bir etki yaratabilir (Kemkes ve Göbel, 2006).

Jain ve diğerleri (2013) *mastoid* ve *opisthion-bimastoid* üçgenleriyle yaptıkları çalışmada %80'e ulaşan doğruluk oranları belgelemişlerdir. Sinhorini ve diğerleri (2019) *mastoid*, *bimastoid*, yüz ve *occipital* olmak üzere dört kafatası üçgeninin çoklu kombinasyonunda %75,6-85,6 arasında doğruluk oranları veren denklemler üretmişlerdir. Delwing (2021) *nasion* ve *zygomaticotemporal* suturelar ile oluşturduğu üçgen alanının erkek ve kadınları sırasıyla %83,97 ve %83,50 oranında doğru sınıflandırdığını aktarmıştır. Mevcut çalışmada oluşturulan dört fonksiyonun doğruluk oranlarının %67 ile %73,2 arasında değiştiği saptanmıştır. Birden fazla üçgen alanı hesaplandığında oluşturulan fonksiyonların performansı yükselme eğilimindedir. Bu nedenle daha çok üçgenle kurulacak olan denklemler cinsiyet tahmininde kullanmak için daha uygun doğruluk oranları verebilir.

Küresel popülasyon çeşitliliğini, etnik ve hatta ulusal kategoriler halinde düzgün bir şekilde sınıflandırmak zordur. Ancak belirli bölgelerdeki iskelet serileri üzerinde yapılan çalışmalarla popülasyon varyasyonu ortaya konulmaktadır. Bazı popülasyonlar daha kütleli veya narin kafatası özelliklerine sahip olmakla birlikte (Garvin vd., 2014), bu özelliklerde hem metrik (Weissensee ve Jantz, 2011) hem de morfolojik (Godde, 2015) açıdan seküler değişim gözlenmektedir. Bu nedenlerden dolayı iskeletten cinsiyet tahmin ederken yerel metodolojinin kullanılması önerilmektedir. Mevcut değilse, soy hattında yakından ilişkili olduğu popülasyona ait metodolojik yaklaşımların seçilmesi gerekmektedir (Krüger vd., 2015; Ubelaker ve DeGaglia, 2017).

Sonuç

Çalışma sonucunda iki üçgen alanıyla oluşturulan fonksiyonun yanlılık göstermeden %73,2 oranında cinsiyeti doğru sınıflandırdığı saptanmıştır. Cinsiyet tahmini metodolojisinde genellikle %80'in üzerinde doğruluk gösteren özellikler güvenilir olarak kabul edilmektedir (Williams ve Rogers, 2006). Dolayısıyla bu model cinsiyet tahmin etmek için yeterli değildir ve tek bir kriter olarak kullanılmamalıdır. Başka özelliklerin analiz edilemediği parçalı kalıntılarla karşılaşıldığında dikkatli bir şekilde uygulanması düşünülebilir.

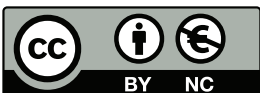
Ülkemizde üçgen alanıyla ilgili yapılan ilk çalışma yakın zamanda yayımlanmış ve *mastoid process* değerlendirilmiştir (Başaloğlu vd., 2021). Mevcut çalışma ise *occipital* ve yüz üçgen alanını ülkemizde cinsiyet tahmini açısından değerlendiren ilk çalışmadır. Gelecekte yapılacak olan çalışmalarda belirgin şekilde seksüel dimorfizm gösteren iskelet kısımlarının değerlendirilmesi daha verimli sonuçlar ortaya koyabilir.

Kaynakça

- Bakirci, S., Kafa, I. M., Coskun, I., Buyukuysal, M. C., ve Barut, C. (2016). A comparison of anatomical measurements of the infraorbital foramen of skulls of the modern and late Byzantine periods and the golden ratio. *International Journal of Morphology*, 34(2), 788-795. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022016000200057>
- Başaloğlu, H. K., Çeri, N. G., Turgut, M., İpek, E. D., ve Sakallı, G. (2021). Validity of metric assessment of mastoid triangle in sex determination: An anatomical study. *Meandros Medical and Dental Journal*, 22, 317-323. <https://doi.org/10.4274/meandros.galenos.2021.58672>
- Bethard, J. D., ve VanSickle, C. (2020). Applications of sex estimation in paleoanthropology, bioarchaeology, and forensic anthropology. A. R. Klales (Ed.) içinde, *Sex estimation of the human skeleton: History, methods, and emerging Techniques* (s. 25-34). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815767-1.00003-1>
- Christensen, A. M., Passalacqua, N. V., ve Bartelink, E. J. (2014). *Forensic anthropology: Current methods and practice*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-09760-5>
- Cicchetti, D. V. (1994). Guidelines, criteria, and rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instruments in psychology. *Psychological Assessment*, 6(4), 284-290. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.6.4.284>
- de Almeida Júnior, E., Araújo, T. M., Galvão, L. C. C., ve Campos, P. S. F. (2010). Investigation of the sex through a triangular facial area shaped by the spots' intersection: the right and left infraorbital foramen and the prosthion, in adults' dry skull. *Journal of Medical and Biological Sciences*, 9(1), 8-12. <https://doi.org/10.9771/cmbio.v9i1.4726>
- Delwing, F., Tinoco, R. L. R., Miranda, G. E., Lima, L. N. C., Franceschini Júnior, L., ve Daruge Júnior, E. (2021). Sex dimorphism according to the nasozygomatic triangle. *Brazilian Journal of Oral Sciences*, 20, e210624. <https://doi.org/10.20396/bjos.v20i00.8660624>
- Franklin, D., Cardini, A., Flavel, A., ve Marks, M. K. (2014). Morphometric analysis of pelvic sexual dimorphism in a contemporary Western Australian population. *International Journal of Legal Medicine*, 128(5), 861-872. <https://doi.org/10.1007/s00414-014-0999-8>
- Garvin, H. M., Sholts, S. B., ve Mosca, L. A. (2014). Sexual dimorphism in human cranial trait scores: Effects of population, age, and body size. *American Journal of Physical Anthropology*, 154(2), 259-269. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22502>
- Godde, K. (2015). Secular trends in cranial morphological traits: a socioeconomic perspective of change and sexual dimorphism in North Americans 1849–1960. *Annals of Human Biology*, 42(3), 253-259. <https://doi.org/10.3109/03014460.2014.941399>
- Harris, S. M., ve Case, D. T. (2012). Sexual dimorphism in the tarsal bones: implications for sex determination. *Journal of Forensic Sciences*, 57(2), 295-305. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2011.02004.x>
- Inskip, S., Scheib, C. L., Wohns, A. W., Ge, X., Kivisild, T., ve Robb, J. (2019). Evaluating macroscopic sex estimation methods using genetically sexed archaeological material: The medieval skeletal collection from St John's Divinity School, Cambridge. *American Journal of Physical Anthropology*, 168(2), 340-351. <https://doi.org/10.1002/ajpa.23753>
- Jain, D., Jasuja, O. P., ve Nath, S. (2013). Sex determination of human crania using Mastoid triangle and Opisthion-Bimastoid triangle. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 20(4), 255-259. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2012.09.020>
- Kansu, Ş. A. (1940). *Türk Antropoloji Enstitüsü Tarihçesi*. Maarif Matbaası, İstanbul.
- Kasikam, K. E., Troy Case, D., Kasikam, M., Prasitwattanaseree, S., Sinthubua, A., Singsuwan, A., Singsuwan, P., ve Mahakkanukrauh, P. (2021). Sex estimation from the cranial base in a Thai population. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 53(3), 291-305. <https://doi.org/10.1080/00450618.2019.1704057>

- Kemkes, A., ve Göbel, T. (2006). Metric assessment of the “mastoid triangle” for sex determination: a validation study. *Journal of Forensic Sciences*, 51(5), 985-989. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2006.00232.x>
- Klales, A. R. (2013). Current practices in physical anthropology for sex estimation in unidentified, adult individuals. *American Journal of Physical Anthropology*, 150(S56), 168. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22247>
- Krüger, G. C., L'Abbé, E. N., Stull, K. E., ve Kenyhercz, M. W. (2015). Sexual dimorphism in cranial morphology among modern South Africans. *International Journal of Legal Medicine*, 129(4), 869-875. <https://doi.org/10.1007/s00414-014-1111-0>
- Langley, N. R., Meadows Jantz, L., Ousley, S. D., Jantz, R. L., ve Milner, G. (2016). *Data Collection Procedures for Forensic Skeletal Material 2.0*. University of Tennessee. https://fac.utk.edu/wp-content/uploads/2016/03/DCP20_webversion.pdf
- Lucena, J. D., Freitas, F. O. R., Limeira, Í. S., Araújo Sales, T. H., Souza Sanders, J. V., Cavalcante, J. B., ve Cerqueira, G. S. (2019). Incidence of sutural bones at asterion in dry human skulls in Northeast Brazil. *Acta Scientiae Anatomica*, 1(3), 178-183. <http://actasanatomica.com/journal/index.php/asa/article/view/48>
- Macaluso, P. J., Jr. (2010). The efficacy of sternal measurements for sex estimation in South African blacks. *Forensic Science International*, 202(1-3), 111.e1–111.e7. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.07.019>
- Macedo, V. C., Cabrini, R. R., ve Faig-Leite, H. (2009). Infraorbital foramen location in dry human skulls. *Brazilian Journal of Morphological Sciences*, 26(1), 35-38. <http://www.jms.periodikos.com.br/article/587cb48c7f8c9d0d058b4733>
- Marinescu, M. C., Panaitescu, V., Rosu, M., Maru, N., ve Punga, A. (2014). Sexual dimorphism of crania in a Romanian population: Discriminant function analysis approach for sex estimation. *Romanian Journal of Legal Medicine*, 22(1), 21-26. <https://doi.org/10.4323/rjlm.2014.21>
- Moore, M. K. (2013). Sex estimation and assessment. E. DiGangi ve M. Moore (Ed.) içinde, *Research methods in human skeletal biology* (s. 91-116). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385189-5.00004-2>
- Ogawa, Y., Imaizumi, K., Miyasaka, S., ve Yoshino, M. (2013). Discriminant functions for sex estimation of modern Japanese skulls. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 20(4), 234-238. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2012.09.023>
- Paiva, L. A., ve Segre, M. (2003). Sexing the human skull through the mastoid process. *Revista do Hospital das Clinicas*, 58(1), 15-20. <https://doi.org/10.1590/S0041-87812003000100004>
- Papaioannou, V. A., Kranioti, E. F., Joveneaux, P., Nathena, D., ve Michalodimitrakis, M. (2012). Sexual dimorphism of the scapula and the clavicle in a contemporary Greek population: applications in forensic identification. *Forensic Science International*, 217(1-3), 231.e1–231.e7. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2011.11.010>
- Peckmann, T. R., ve Fisher, B. (2018). Sex estimation from the patella in an African American population. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 54, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2017.12.002>
- Perini, T. A., de Oliveira, G. L., dos Santos Omellas, J., ve de Oliveira, F. P. (2005). Technical error of measurement in anthropometry. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 11(1), 86-90. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922005000100009>
- Rowbotham, S. K. (2016). Anthropological estimation of sex. S. Blau ve D. H. Ubelaker (Ed.) içinde, *Handbook of forensic anthropology and archaeology* (2. baskı, s. 261-272). Routledge, Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9781315528939>
- Sağır, M., Özer, İ., ve Güleç, E. (2009). Osmanlı Dönemi kafataslarının paleopatolojik analizi. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı*, 24, 65-78. http://www.kulturvarliklari.gov.tr/sempozyum_pdf/arkeometri/24_arkeometri.pdf
- Scheuer, L. (2002). Application of osteology to forensic medicine. *Clinical Anatomy*, 15(4), 297-312. <https://doi.org/10.1002/ca.10028>
- Sinhorini, P. A., Costa, I., Lopez-Capp, T. T., Biazevic, M., ve de Paiva, L. (2019). Comparative analysis of four morphometric methods for sex estimation: A study conducted on human skulls. *Legal Medicine*, 39, 29-34. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2019.06.001>
- Spradley, M. K., ve Jantz, R. L. (2011). Sex estimation in forensic anthropology: Skull versus postcranial elements. *Journal of Forensic Sciences*, 56(2), 289-296. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2010.01635.x>
- Stomfai, S., Ahrens, W., Bammann, K., Kovács, É., Mårild, S., Michels, N., Moreno, L. A., Pohlbeln, H., Siani, A., Tornaritis, M., Veidebaum, T., ve Molnár, D. (2011). Intra- and inter-observer reliability in anthropometric measurements in children. *International Journal of Obesity*, 35(1), S45-S51. <https://doi.org/10.1038/ijo.2011.34>

- Toneva, D., Nikolova, S., Harizanov, S., Georgiev, I., Zlatareva, D., Hadjidekov, V., Dandov, A., ve Lazarov, N. (2018). Sex estimation by size and shape of foramen magnum based on CT imaging. *Legal Medicine*, 35, 50-60. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2018.09.009>
- Ubelaker, D. H., ve DeGaglia, C. M. (2017). Population variation in skeletal sexual dimorphism. *Forensic Science International*, 278, 407.e1-407.e7. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2017.06.012>
- Ucerler, H., ve Govsa, F. (2006). Asterion as a surgical landmark for lateral cranial base approaches. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 34(7), 415-420. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2006.05.003>
- Walker, P. L. (2008). Sexing skulls using discriminant function analysis of visually assessed traits. *American Journal of Physical Anthropology*, 136(1), 39-50. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20776>
- Weinberg, S. M., Scott, N. M., Neiswanger, K., ve Marazita, M. L. (2005). Intraobserver error associated with measurements of the hand. *American Journal of Human Biology*, 17(3), 368-371. <https://doi.org/10.1002/ajhb.20129>
- Weisensee, K. E., ve Jantz, R. L. (2011). Secular changes in craniofacial morphology of the Portuguese using geometric morphometrics. *American Journal of Physical Anthropology*, 145(4), 548-559. <https://doi.org/10.1002/ajpa.21531>
- Williams, B. A., ve Rogers, T. (2006). Evaluating the accuracy and precision of cranial morphological traits for sex determination. *Journal of Forensic Sciences*, 51(4), 729-735. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2006.00177.x>
- Zeman, T., ve Beňuš, R. (2020). Initial assessment: Measurement errors and interrater reliability. Z. Obertova, A. Stewart ve C. Cattaneo (Ed.) içinde, *Statistics and probability in forensic anthropology* (s. 47-56). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815764-0.00009-5>



2022. Telif hakları yazar(lar)a aittir.

Bu makale Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) lisansının hüküm ve şartları altında yayımlanan açık erişimli bir makaledir.