

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
ADLİ TIP ANABİLİM DALI**

**KLİVUS VE FORAMEN MAGNUM ÖLÇÜLERİ İLE POSTERİOR  
KRANİAL FOSSA HACMİNİN TEMPORAL BT GÖRÜNTÜLERİ  
ARACILIĞIYLA CİNSİYET TAHMİNİNDE KULLANILMASI**

**UZMANLIK TEZİ**

**DR. SÜMEYRA DEMİR**

**DANIŞMAN  
PROF.DR. KEMALETTİN ACAR**

**DENİZLİ – 2014**

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
ADLİ TIP ANABİLİM DALI**

**KLİVUS VE FORAMEN MAGNUM ÖLÇÜLERİ İLE POSTERİOR  
KRANİAL FOSSA HACMİNİN TEMPORAL BT GÖRÜNTÜLERİ  
ARACILIĞIYLA CİNSİYET TAHMİNİNDE KULLANILMASI**

**UZMANLIK TEZİ**

**DR. SÜMEYRA DEMİR**

**DANIŞMAN  
PROF.DR. KEMALETTİN ACAR**

Bu çalışma Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'nin 01/10/2014 tarih ve 6 nolu kararı ile desteklenmiştir.

**DENİZLİ – 2014**

Prof. Dr. Kemalettin ACAR danışmanlığında Dr. Sümeyra DEMİR tarafından yapılan "Klivus ve Foramen Magnum Ölçüleri ile Posterior Kranial Fossa Hacminin Temporal BT Görüntüleri Aracılığıyla Cinsiyet Tahmininde Kullanılması" başlıklı tez çalışması 19/12/2014 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonrası yapılan değerlendirme sonucu jürimiz tarafından Adli Tıp Anabilim Dalı'nda TIPTA UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

BAŞKAN, Prof.Dr.Kemalettin ACAR  
Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Adli Tıp Anabilim Dalı Başkanlığı



ÜYE, Prof.Dr.Birol DEMİREL  
Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Adli Tıp Anabilim Dalı Başkanlığı

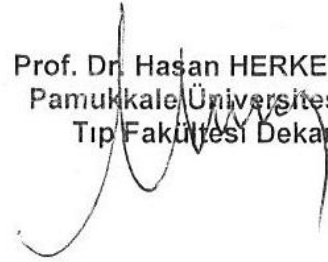


ÜYE, Doç.Dr.Bora BOZ  
Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Adli Tıp Anabilim Dalı Başkanlığı



Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.  
gün.../ay..../yıl.

Prof. Dr. Hasan HERKEN  
Pamukkale Üniversitesi  
Tıp Fakültesi Dekanı



## **TEŞEKKÜRLER**

*Bu tezin gerçekleştirilmesindeki değerli fikirleri ve değerlendirmeleri için, uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübesiyle bana destek olduğu için, hayatımın her aşamasında her türlü yardımlarını benden esirgemediği için ve adli tıbbı sevmeme sebep olduğu için insani ve ahlaki değerleri ile örnek edindiğim tez danışmanım ve Adli Tıp Anabilim Dalı Başkanımız sayın Prof. Dr. Kemalettin ACAR'a,*

*Tez aşamamda ve uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve deneyimleriyle bana her zaman destek olan bölüm hocalarımız sayın Doç. Dr. Ayşe KURTULUŞ DERELİ ve Doç. Dr. Bora BOZ'a,*

*Tezimin radyolojik inceleme aşamasında radyolojik görüntüleme yöntemleri üzerine tecrübelerini ve yardımlarını benimle paylaşan sayın Yrd. Doç. Dr. Kadir AĞLADIOĞLU'na,*

*İstatistiksel analizdeki katkılarından dolayı sayın Prof. Dr. Mehmet ZENCİR, Arş. Gör. Dr. Bekir BÜYÜKAKIN ve Arş. Gör. Hande ŞENOL'a,*

*Anatomi konusundaki yardımları için Prof.Dr. Esat ADIGÜZEL'e,*

*Bugünlere gelmemde desteğini esirgemeyen, tez aşamasında yaşadığım tüm sıkıntılarımı paylaşan ve tezimin yazımında maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen babam Muhammet DEMİR'e, annem Gülbeyaz DEMİR'e, ablam Hamide DEMİR KURT'a, abim Mustafa DEMİR'e, eniştem Halil KURT'a, yengem Bilgen DEMİR'e ve yeğenlerime,*

*Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.*

*Dr.Sümeyra DEMİR*

<b>İÇİNDEKİLER</b>	
	<b>Sayfa No</b>
<b>ONAY SAYFASI</b>	<b>II</b>
<b>TEŞEKKÜR</b>	<b>III</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>IV</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b>	<b>VI</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b>	<b>VII</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b>	<b>VIII</b>
<b>ÖZET</b>	<b>IX</b>
<b>İNGİLİZCE ÖZET</b>	<b>XI</b>
<b>GİRİŞ</b>	<b>1</b>
<b>GENEL BİLGİLER</b>	<b>3</b>
<b>KRANIUM</b>	<b>3</b>
<b>FOSSA KRANIİ POSTERİOR</b>	<b>4</b>
<b>KLIVUS</b>	<b>5</b>
<b>FORAMEN MAGNUM</b>	<b>6</b>
<b>RADYOLOJİ</b>	<b>6</b>
Bilgisayarlı Tomografi	<b>8</b>
<b>KİMLİKLENDİRME</b>	<b>9</b>
İskelet Kalıntıları Üzerinden Kimliklendirme	<b>10</b>
<i>Örnekler kemik midir?</i>	<b>11</b>
<i>Örnekler insan kemiği midir?</i>	<b>11</b>
<i>İskelet Kalıntıları Üzerinden Boy Tahmini</i>	<b>12</b>
<i>İskelet Kalıntıları Üzerinden Irk Tahmini</i>	<b>12</b>
<i>İskelet Kalıntıları Üzerinden Yaş Tahmini</i>	<b>12</b>
İskelet Kalıntıları Üzerinden Cinsiyet Tahmini	<b>13</b>
<i>Cinsiyet Tahmininde Kullanılan Kemikler</i>	<b>16</b>
<b>STEREOLOJİ</b>	<b>24</b>
Cavalieri Prensibi	<b>24</b>
<b>GEREÇ VE YÖNTEM</b>	<b>26</b>
<b>BULGULAR</b>	<b>39</b>
<b>TARTIŞMA</b>	<b>49</b>
<b>FORAMEN MAGNUM</b>	<b>50</b>

<b>FORAMEN MAGNUM İNDEKS</b>	<b>61</b>
<b>KLİVUS</b>	<b>62</b>
<b>POSTERİOR KRANİAL FOSSA HACMİ</b>	<b>64</b>
<b>SONUÇLAR</b>	<b>72</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>74</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

- BT: Bilgisayarlı Tomografi  
FM: Foramen Magnum  
FMU: Foramen Magnum Uzunluğu  
FMG: Foramen Magnum Genişliği  
FMÇ: Foramen Magnum Çevresi  
FMA: Foramen Magnum Alanı  
FMİ: Foramen Magnum İndeksi  
KU: Klivus Uzunluğu  
KEDY: Klivusun En Dar Yeri  
KG: Klivusun Genişliği  
PKF: Posterior Kranial Fossa  
PKFH: Posterior Kranial Fossa Hacmi  
DFA: Diskriminant Fonksiyon Analizi

<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b>		
		<b>Sayfa No</b>
<b>Şekil 1</b>	Bazis kranii internanın üstten görünümü	4
<b>Şekil 2</b>	Sagittal bir kesitte klivus ve buna komşu kemik yapılarının görünümü	6
<b>Şekil 3</b>	Aksiyel kesit	7
<b>Şekil 4</b>	Sagittal kesit	8
<b>Şekil 5</b>	Koronal kesit	8
<b>Şekil 6</b>	Erkek ve kadın kafatasındaki morfolojik farklılıklar	17
<b>Şekil 7</b>	Erkek ve kadın pelvisinin morfolojik görünümü	22
<b>Şekil 8</b>	Grafik tabletin pedi ve kalemi ile ölçüm yapılması	27
<b>Şekil 9</b>	Foramen magnum uzunluğu	28
<b>Şekil 10</b>	Foramen magnum genişliği	28
<b>Şekil 11</b>	Foramen magnum genişlik ve uzunluğu	29
<b>Şekil 12</b>	Foramen magnum çevresi	29
<b>Şekil 13</b>	Foramen magnum alanı	30
<b>Şekil 14</b>	Orta hat dens aksisin orta noktasına getirildikten sonra sagittal kesitte izlenen klivusun uzunluğunun ölçülmesi	31
<b>Şekil 15</b>	Klivus uzunluğu	32
<b>Şekil 16</b>	Klivusun en dar yeri	32
<b>Şekil 17</b>	Klivusun genişliği	33
<b>Şekil 18</b>	PKF'nın sınırları cihazın otomatik programı sayesinde sınırlandırılması	34
<b>Şekil 19</b>	Kesit kalınlığı, kesitler arası mesafe ve kesit sayısı ile kesit yüzey alanının mm <sup>2</sup> cinsinden gösterilmesi	34
<b>Şekil 20</b>	PKF hacminin ölçüldüğü ekran görüntüsü	35
<b>Şekil 21</b>	Hypoglossal kanal ölçüm sınırları dışında bırakılmıştır	36
<b>Şekil 22</b>	Jugular bulb ve jugular foramen ölçüm sınırları dışında bırakılmıştır	36
<b>Şekil 23</b>	İnternal akustik kanal ölçüm sınırları dışında bırakılmıştır	37
<b>Şekil 24</b>	Olguların cinsiyete göre dağılımı	39
<b>Şekil 25</b>	Kadınların fonksiyon denklemine göre sonuç değerleri	45
<b>Şekil 26</b>	Erkeklerin fonksiyon denklemine göre sonuç değerleri	45



<b>TABLolar DİZİNİ</b>		
		<b>Sayfa No</b>
<b>Tablo 1</b>	Diskriminant fonksiyon analizi geçerlilik varsayımları	38
<b>Tablo 2</b>	FM, FMİ, Klivus ve Posterior Kranial Fossa Hacmi değerlerinin cinsiyetler arası karşılaştırılması	41
<b>Tablo 3</b>	Bağımsız değişkenlerin korelasyon katsayıları	42
<b>Tablo 4</b>	Box's M test sonuçları	43
<b>Tablo 5</b>	Korelasyon matrisi	43
<b>Tablo 6</b>	Öz değer istatistiği	43
<b>Tablo 7</b>	Wilks' Lambda istatistiği	43
<b>Tablo 8</b>	Kanonikal diskriminant fonksiyon katsayıları	44
<b>Tablo 9</b>	Fonksiyonun grup sentroidleri	44
<b>Tablo 10</b>	Sınıflandırma sonuçları	46
<b>Tablo 11</b>	Değişkenlerin lojistik regresyon sonuçları	47
<b>Tablo 12</b>	Lojistik regresyon analizi sınıflandırma sonuçları	48
<b>Tablo 13</b>	Çeşitli çalışmalardaki foramen magnum ölçümlerinin (ortalama) karşılaştırılması	60

## ÖZET

### **Klivus ve Foramen Magnum Ölçüleri ile Posterior Kranial Fossa Hacminin Temporal BT Görüntüleri Aracılığıyla Cinsiyet Tahmininde Kullanılması**

Dr. Sümeyra DEMİR

Bütünlüğü bozulmamış insan iskeletlerinde ve bilhassa kafataslarında cinsiyet tahmini çeşitli metodlarla yüksek doğrulukta yapılabilmekteyken, parçalanmış ve küçük kemik parçalarının kaldığı kafatası kemiklerinde bu alandaki bilgiler ve yöntemler oldukça kısıtlıdır. Bu çalışmada kafatası kemiklerinde cinsiyet tahminine yardımcı olması açısından kafatası tabanında yer alan foramen magnum, klivus, posterior kranial fossa gibi anatomik oluşumlardan yararlanmak ve bunu yaparken kolaylıkla ulaşılabilecek Bilgisayarlı Tomografi metodunu kullanarak standart oluşturmak amaçlanmıştır.

Bu çalışmada 01/09/2012-28/02/2014 tarihleri arasında Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalında yaşları 18 ile 65 arasında değişen 126'sı kadın ve 93'ü erkek olmak üzere toplam 219 kişinin çeşitli sebeplerle çekilmiş ve sonucu doğal olarak rapor edilmiş Temporal BT görüntülerinin tamamı kullanılmıştır. Grafik tablet yardımı ve BT çalışma istasyonundaki merkezi sistemin teknik özellikleri kullanılarak; Temporal BT'de foramen magnum uzunluğu, genişliği, alanı, çevresi; klivus uzunluğu, en dar yeri ve genişliğinin ölçüleri ile posterior kranial fossa hacmi tespit edilmiştir. Hacim ölçümü Cavalieri prensibi kullanılarak yapılmıştır.

Yapılan istatistik sonuçlarına göre foramen magnum uzunluğu, genişliği, çevresi ve alanı erkeklerde kadınlara göre anlamlı derecede daha yüksek saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Ortalama foramen magnum uzunluğu, foramen magnum genişliği, foramen magnum alanı ve foramen magnum çevresi erkeklerde sırasıyla  $37.02 \pm 2.29$  mm,  $32.48 \pm 2.43$  mm,  $885.97 \pm 102.74$  mm<sup>2</sup> and  $115.68 \pm 6.86$  mm olup, bu değerler kadınlarda sırasıyla  $35.29 \pm 2.47$  mm,  $30.31 \pm 2.09$  mm,  $782.92 \pm 95.92$  mm<sup>2</sup>,  $108.71 \pm 7.25$  mm'dir. Klivusun uzunluğu ve genişliği erkeklerde kadınlara göre anlamlı derecede daha yüksek saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Klivus genişliğinin ortalama değerleri erkeklerde  $23.91 \pm 2.3$  mm ve kadınlarda  $23.09 \pm 1.99$  mm'dir. Ancak klivusun en dar yerinde erkek ve kadınlar arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Posterior kranial fossa hacmi erkeklerde ( $116.64 \pm 20.69$  cm<sup>3</sup>)

kadınlara ( $94.84 \pm 18.98 \text{ cm}^3$ ) göre anlamlı derecede daha geniş saptanmıştır ( $p < 0.05$ ).

Ayrıca çalışmamızda foramen magnum uzunluk/genişlik indeksi (foramen magnum indeksi) hesaplanmıştır ve kadınlarda ( $1.16 \pm 0.08$ ) erkeklere ( $1.13 \pm 0.08$ ) göre anlamlı derecede daha yüksek saptanmıştır.

Son olarak çalışmamızda; tanımlayıcı istatistiğin yanı sıra diskriminant fonksiyon analizi ve lojistik regresyon analizi ile denklem oluşturma yoluna da gidilmiştir. Diskriminant fonksiyon analizi sonucunda elde edilen denkleme göre her iki cinsiyet için doğru sınıflandırma yüzdesi %81.3, kadınlar için %88.9; erkekler için ise %71.0'dir. Regresyon analizi sonucunda da bir denklem elde edilmiştir. Bu regresyon denklemine göre kadınların %87.3'ü; erkeklerin %71'i doğru tahmin edilmiştir. Cinsiyet tahminindeki toplam uyum (crude) ise %80.4'dür. Hem diskriminant fonksiyon analizinde hem de lojistik regresyon analizinde elde edilen kappa (gerçek tutarlılık) değeri % 60.1 olarak tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, incelenmiş bireyler arasında foramen magnum, klivus ve posterior kranial fossa gibi kranium yapılarının her birinde cinsel dimorfizm bulunduğu ve adli araştırmalarda iskelet kalıntılarının kimliklendirilmesinde kullanılabileceği kanaatine varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Cinsiyet Tahmini, Foramen Magnum, Posterior Kranial Fossa Hacmi, Klivus.

## **ABSTRACT**

### **Estimation of Sex From Morphometric Values of Clivus and Foramen Magnum and Volume of Posterior Cranial Fossa by Using Computerized Tomography Images**

**Dr. Sümeyra DEMİR**

It's commonly possible to estimate sex by using the skull which keeps its integrity. But it may be more difficult in the disintegrated skulls. The present research is an attempt to study on determining sex differences by using only bottom parts of the skull like foramen magnum, clivus, posterior cranial fossa and to manage this by using computerized tomography images. There are previous researches on foramen magnum or posterior cranial fossa separately. We aimed to use more parameters to get morphometric cranial sexing standards.

We used the temporal computerized tomography images taken from 219 cases who had applied to Radiology Department of Pamukkale University Medical Center in Denizli Turkey, in September 2012-February 2014. The cases were 18-65 years old, 126 of them were female and all of the cases hadn't any pathological findings in their diagnostic CT reports. Images were monitored on the screen and measurements of the foramen magnum's anteroposterior diameter, transverse diameter, area, circumference; clivus's length, width, narrowest region; the volume of posterior cranial fossa were determined by using hospital automation system's features and with the aid of a graphic tablet. The volume calculation was performed by Cavalieri's method.

The anteroposterior diameter, transverse diameter, area and circumference of foramen magnum were found to be significantly larger in males than females ( $p < 0.05$ ). The mean values of anteroposterior diameter, transverse diameter, area and circumference of foramen magnum in males were  $37.02 \pm 2.29$  mm,  $32.48 \pm 2.43$  mm,  $885.97 \pm 102.74$  mm<sup>2</sup> and  $115.68 \pm 6.86$  mm, respectively. These values were  $35.29 \pm 2.47$  mm,  $30.31 \pm 2.09$  mm,  $782.92 \pm 95.92$  mm<sup>2</sup>,  $108.71 \pm 7.25$  mm in

females, respectively. As the length of clivus is  $46.64 \pm 3.07$  mm in males, were found  $43.17 \pm 3.33$  mm in females. Not only the length of clivus but also the width of its were significantly higher in males than females, the mean values were  $23.91 \pm 2.3$  mm in males and  $23.09 \pm 1.99$  mm in females ( $p < 0.05$ ). But according to our results the values of the narrowest diameter of the clivus were not significant among the two sexes. The volume of posterior cranial fossa were found significantly higher in males ( $116.64 \pm 20.69$  cm<sup>3</sup>) than females ( $94.84 \pm 18.98$  cm<sup>3</sup>).

In this research the foramen magnum length/breadth index was also studied and a moderate significance was found that it was higher in females ( $1.16 \pm 0.08$ ) than males ( $1.13 \pm 0.08$ ).

Finally in our study, beside descriptive statistics, discriminant function analysis and logistic regression analysis were used to create equations. According to the equation obtained from discriminant function analysis, it is found that the accurate classification rates are %81.3, %88.9 and %71.0 for both gender, women and men, respectively. An equation was also obtained by resulting from there gression analysis. According to this regression equation, %87.3 of women and %71 of men were estimated accurately. Total compliance in gender prediction (crude) is %80.4. Kappa statistic obtained from both logistic regression analysis and discriminant function analysis (inter-rate agreement) was %60.1.

Consequently, there was a sexual dimorphism of the bottom structures of the cranium like foramen magnum, clivus and posterior cranial fossa among the examined individuals and it can be used for identification of skeletal remains in forensic investigations.

**Keywords:** Sex estimation, foramen magnum, posterior cranial fossa volume, clivus

## 1. GİRİŞ

Bir insanın tanınmasında, tanımlanmasında ve diğer insanlardan ayırt edilmesinde etkin olan özelliklerin tümüne "kimlik" adı verilir. Yaşayan ya da ölü bir kişinin bu özelliklerinin ortaya konulmasına ise "kimlik belirtimi" (kimlik tespiti) denir (1).

Adli tıbbın en önemli ve geniş konularından birisi kimliklendirme olarak karşımıza çıkmaktadır. Pek çok nedenden dolayı canlı ve ölü bireylerde kimlik tespiti yapmak gerekli olmaktadır. Özellikle doğal afetlerin, kitlesel felaketlerin, savaşların yaşandığı, güvenlik unsurlarının son derece önem kazandığı günümüz dünyasında kimliklendirme ve dolayısıyla kimliklendirmeye yardımcı adli tıp çalışma alanlarının önemi her geçen gün artmaktadır (2).

İleri derecede dekompoze olmuş ya da iskeletleşmiş insan cesetlerinde kemik ya da kemik kalıntılarının incelenmesiyle yapılan kimliklendirme konusu fiziksel antropolojinin adli amaçlı kullanım dalı olan adli antropolojinin en temel alanıdır. İskelet kalıntıları incelenirken yanıt aranan temel sorular elde edilen örneğin kemik olup olmadığı, insana ait olup olmadığı, kişinin cinsiyeti, boyu, ırkı, yaşı, ölüm zamanı ve ölüm nedenidir.

Yapılan çalışmalarda iskelet kalıntılarında cinsiyet belirlenmesi ile ilgili olarak yapılan işlemlerin "tayin" mi, yoksa "tahmin" mi olduğu konusunda bir karmaşa yaşandığı ve her iki sözcüğün de pek çok çalışmada kendisine yer bulduğu gözlenmektedir. İskeletlerde cinsiyet belirlenmesi için kullanılan yöntem ile bireyin cinsiyeti mutlak kesinlikte belirlenebiliyorsa "tayin"; şayet cinsiyetin belirlenmesini ancak belli bir kesinlik oranı ile ifade edebiliyorsak ve düşük bile olsa herhangi bir oranda yanılma payımız söz konusu ise "tahmin" tanımlamasını kullanmanın daha yerinde olacağı düşünüülerek, çalışmamızda "cinsiyet tahmini" ibaresine yer verilmesine özen gösterilmiştir.

Adli antropoloji uygulamalarında kemiklerden cinsiyet tahmini konusunda oldukça önemli mesafe kaydedilmiştir. Özellikle pelvis ve kafatası kemiklerinin bazı bölgelerinde kadın ve erkek arasında belirgin morfolojik farklılıklar mevcuttur. Bu nedenle günümüzde bütünlüğü bozulmamış insan iskeletlerinde ve bilhassa kafatası ya da pelvis kemiklerinin elde edilebildiği olgularda cinsiyet tahmini çeşitli anatomik bölgelerin incelenmesiyle oldukça yüksek doğrulukta yapılabilmektedir. Oysa adli tıp rutini içerisinde iskeletleşmiş cesetlere her zaman bu bütünlük içerisinde rastlanmamakta, parçalanmış ve daha küçük kemik kısımlarının kaldığı pek çok olgu

ile karşılaşılmaktadır. Bu gibi durumlarda elimizdeki kemik kalıntılarından yararlanarak cinsiyetin tahmin edilmesi konusunda bilgi ve yöntemlerin oldukça kısıtlı olduğu bilinmektedir.

Kafa tabanı kendine özgü anatomik yapısı itibarıyla kafatasının parçalandığı pek çok olguda bile sağlam kalabilmekte ve adli tıp pratiğinde karşımıza tek başına çıkabilmektedir. Bu nedenle kafa tabanını oluşturan anatomik yapıların incelenmesiyle cinsiyet tahmini yapılabilmesi adli tıp uygulamalarına büyük bir katkıda bulunacaktır. Bu amaçla incelenmesi ve değerlendirilmesi gereken anatomik bölge ve oluşumların belirlenmesi, inceleme ve ölçüm metodolojisinin standartlaştırılması ve hatta bu inceleme sonuçlarının matematiksel denklemlere dönüştürülmesi, alanda çalışan uygulayıcılara ellerindeki numune materyalden cinsiyet tahmini yapmaları konusunda çok yardımcı olacaktır.

Bu nedenlerle çalışmamızda kafatası kemiklerinden yapılan cinsiyet tahminine yardımcı olması açısından kafatası tabanında yer alan anatomik oluşumlardan foramen magnumun uzunluğu, genişliği, çevresi, alanı; klivusun uzunluğu, genişliği ve en dar yeri, posterior kranial fossanın hacmine ait ölçüm sonuçlarından yararlanmak ve bunu yaparken kolaylıkla ulaşılabilecek BT (bilgisayarlı tomografi) metodunu kullanarak ölçüm standardı oluşturmak amaçlanmıştır. Bahsi geçen tüm bu ölçümlere ait rakamsal veriler elde edilerek, kadın ve erkek arasında anlamlı farklılık olup olmadığı sorusuna yanıt aranmıştır.

Ayrıca bu parametrelerden yüksek düzeyde anlamlılık gösterenler kullanılarak matematiksel bir denklem geliştirilmesinin mümkün olup olmayacağı ve böylelikle münferit bir olgudan elde edilen değerlerin bu formüle uygulanmasıyla, belirlenecek bir sabit değer üstünde ya da altında olmasına göre cinsiyetin belli doğruluk ihtimalleri dahilinde tahmin edilip edilemeyeceğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylelikle adli tıp pratiğinde fragmentasyon nedeniyle sadece kafa tabanına ait oluşumlar elde edilmesi durumunda verilerin bu formüle uygulanması ile önceden bilinen doğruluk oranları dahilinde cinsiyet tahmini yapılabilecektir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1 KRANIUM

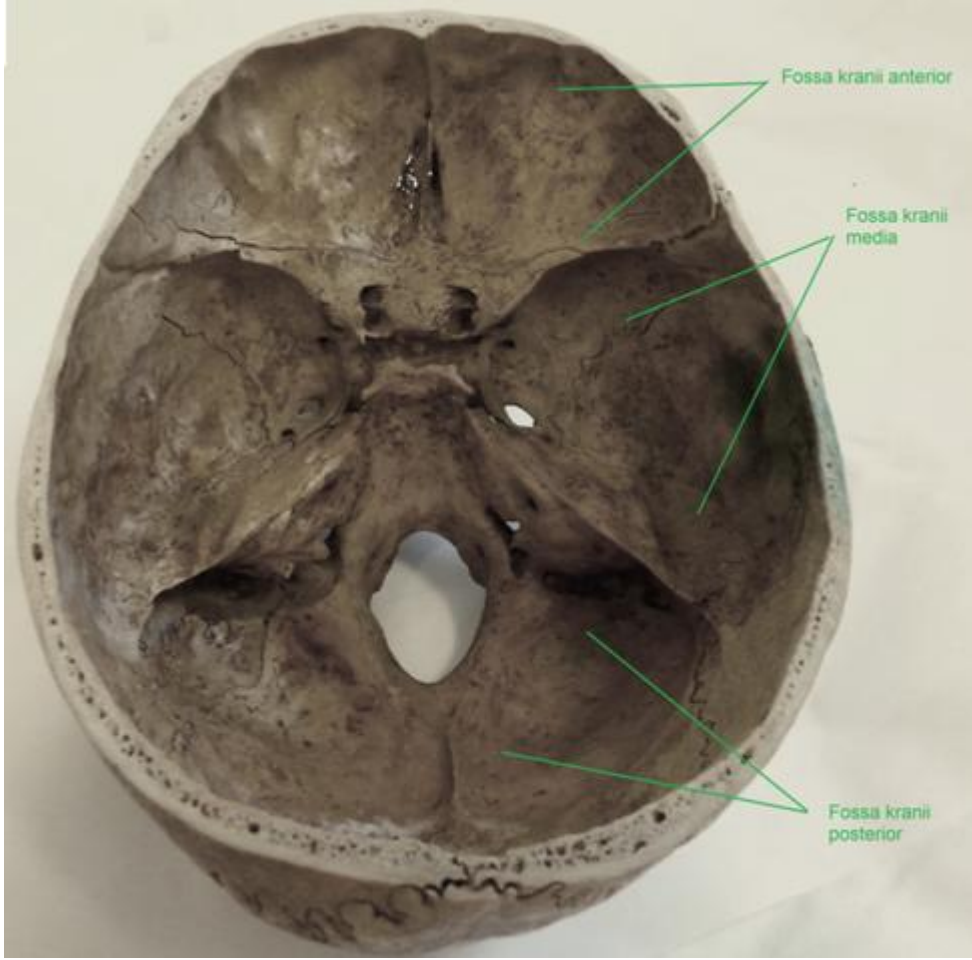
Kranium, birbirine suturalar vasıtasıyla tutunmuş kafa kemikleri tarafından oluşturulur. Beyni çevreleyen kısmına nörokranium, ağız ve burun boşluklarını çevreleyen kısmına ise viserokranium denir. Nörokraniumun üst bölümüne kalvaria, alt bölümüne ise bazis kranii denilir. Kalvariayı frontal kemik, parietal kemik ile oksipital ve temporal kemiğin pars skuamosaları oluşturur. Bazis kranii ise frontal kemik, kısmen etmoidal kemik, sfenoidal kemik, temporal kemik ve oksipital kemik bulunur. Viserokranium ise yüz kemikleri tarafından oluşturulur. Kafa kemiklerinin çoğunluğunda kompakt kemikten oluşan iç ve dış tabaka ile bunların arasında kemik iliği içeren diploe tabakası bulunur. Bir kubbe şeklindeki kafa tavanı (kalvaria) kesilerek çıkarıldığında karşımıza bazis kranii interna çıkar. Bazis kranii interna; fossa kranii anterior, fossa kranii media ve fossa kranii posterior olmak üzere üç bölümde incelenir (Şekil 1).

*Fossa kranii anterior;* yanlarda frontal kemiğin pars orbitalisi, ortada etmoid kemiğin lamina kribrosa ve krista gallisi, arka tarafta da sfenoid kemiğin küçük kanatları ile sulkus prekiyasmatikusun ön kenarına kadar sfenoid kemiğin korpusunun üst yüzü oluşturur.

*Fossa kranii medianın;* ön sınırını, ortada sulkus prekiyasmatikusun ön kenarı, yan taraflarda da sfenoidal kemiğin küçük kanatlarının serbest arka kenarı ile bunun iç tarafa doğru devamı olan prosesus klinoideus anteriorlar oluşturur. Arka sınırını temporal kemiğin pars petrosasının margo süperioru ve orta kısımda da dorsum sella oluşturur.

*Fossa kranii posterior;* diğer iki çukurdan daha büyük ve derin olup ön sınırını ortada dorsum sella, yanlarda ise pars petrosanın üst kenarı oluşturur. Fossa kranii posteriorun ortasında bulunan büyük deliğe foramen magnum denir (3).





**Şekil 1.** Bazis kranii internanın üstten görünümü (Kafatası Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalına aittir)

## 2.2 FOSSA KRANİİ POSTERİOR

Fossa kranii posterior'u parietal ve sfenoid kemiklerin küçük katılımları yanı sıra ağırlıklı olarak oksipital ve temporal kemiklerin katılan bölümleri oluşturmaktadır (4).

Trunkus serebri (beyin sapı, mezensefalon, pons ve medulla oblongata) ile serebellumun yerleştiği fossa kranii posterior üç intrakranial boşluğun en derin ve geniş olanıdır (4).

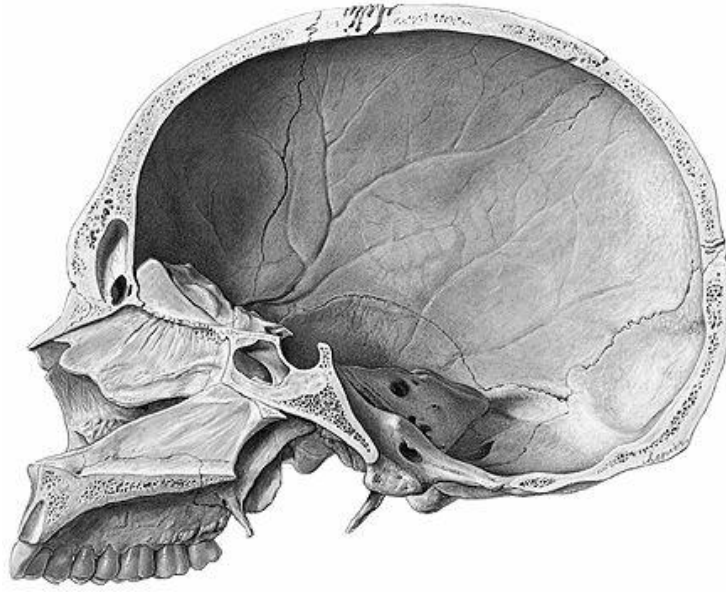
Fossa kranii posterior'un ön sınırlarını dorsum sella, sfenoid kemik gövdesinin arka yüzü ve petroz kemiğin üst kenarı yapar. Bu yapılarla fossa kranii media'dan ayrılır. Arkada oksipital kemiğin skuamoz parçasının alt bölümü ile sınırlanır. Fossada; meatus akustikus internus, foramen jugulare, kanalis nervi hipoglossi ve foramen magnum yer alır (5).

## 2.3 KLIVUS

Eğim veya meyil anlamındaki klivus terimi; Von Sommerring (1791) tarafından kullanılmıştır. Blumenbachii (1807) ve Virchow (1857) tarafından “foramen magnum ve dorsum sella arasında, kafatası tabanının içinde” şeklinde tanımlanmıştır (6). Klivus (Blumenbachii) kafatası tabanının orta kısmını oluşturması nedeniyle önemli bir yapıdır (7). Lateralinden, petrooksipital fissür ile bazioksipital ve diğer oksipital kemik bölümleri arasındaki sinkondrozis tipi eklem tarafından sınırlanır. Petrooksipital fissür, kavernöz sinüs yakınından başlar juguler foramene doğru inferiora uzanır. Foramen magnumda klivusun lateral kenarı olduğu zaman (bu 3-4 yaşlarında olur) bazioksipital ve oksipital kemiğin diğer bölümleri arasındaki sinkondrozis kapanır.

Notokord kalıntısı ile birlikte klivus başlangıçta kıkırdak bir yapıdır. Sonradan bazisfenoid ve bazioksiputu oluşturmak için kemikleşir (8). Sfenoid ve oksipital kemik arasındaki sfenoid sinkondrozis tipi eklem genellikle 18-25 yaş arası kapanır. (9). Postnatal 11. yaş, klivusun gelişimi için önemli bir yaştır. Çünkü klivus bu yaşta erişkin dönemdeki boyutlarına ulaşır (10).

Klivusun anterior sınırı net değildir, klivus sfenoid sinüsü çevreleyen kemik yapı ile birleşmektedir. Klivusun posterior sınırı foramen magnumun anterior sınırındır. Lateral sınırları ise superiorda petrooksipital fissur, inferiorda oksipital kemiğin bazioksipital ve okzooksipital bölümleri arasındaki sinkondrozistir. Klivusun inferior sınırı bazisfenoid ve bazioksiputun alt parçalarının üzerinde uzanan nazofaringeal yüzeydir. Superior sınırları ise beyin sapının anteriorundaki bazal subaraknoid boşluklardır (11). Prepontin ve premeduller sisternin anterior yüzeyini oluşturan klivusun posterior yüzü, genellikle konkav veya düzdür (8).



**Şekil 2.** Sagittal bir kesitte klivus ve buna komşu kemik yapılarının görünümü, (Sobotta'dan değiştirilerek alınmıştır) (12).

#### **2.4 FORAMEN MAGNUM**

Kafatasının en geniş deliği olan foramen magnum merkezde fossa kranii posterior'un en derin kısmında ortada yer alır. Önde oksipital kemiğin pars basilaris'i, her iki yanda oksipital kemiğin lateral kısımları ve geride de yine oksipital kemiğin pars skuamosa'sı tarafından çevrelenmiştir (4). FM'u çevreleyen bu 4 parça, yeni doğanlarda ayrı parçalar şeklinde olup, kıkırdak dokusuyla birbirine bağlıdır. İki yaşında kemikleşmeye başlayan bu kıkırdaklar, 6 yaşında tamamen kemikleşir ve birbirleriyle kaynaşarak tek parça kemik şeklini alırlar (3).

FM'un ön noktasına basion, arka noktasına opisthion adı verilir. FM kavitas kranii'yi kanalis vertebralis'e bağlar (3). Medulla spinalis (omurilik) FM'dan yukarı doğru kafatası içine geçiş yapar ve trunkus serebri olarak devamlılık gösterir (4). Bu delikten ayrıca nerves aksesorius'un pars spinalis'i, arteria vertebralis'ler, arteria spinalis anterior ve posterior'lar, membrana tectoria ve ligamentum alare geçer (3).

#### **2.5 RADYOLOJİ**

Eski Yunanca ışın anlamındaki "radius" ve bilim anlamındaki "logos" sözcüklerinin birleşmesinden oluşan ve ışın bilimi anlamına gelen Radyoloji sözcüğü, başlangıçtaki anlamıyla, radyan enerjinin ve radyoaktif maddelerin tıpta tanı ve tedavi alanında kullanılmalarını inceleyen bir bilim dalıdır. Radyoloji, diğer tıp dallarına göre oldukça yeni bir bilim dalıdır. Kapsamları ve uygulamaları tümüyle farklı olan tanı ve tedavi, kısa sürede ayrı disiplinler haline gelmiş ve radyolojinin

tanı ile ilgili dalına *Diyagnostik Radyoloji*, tedavi ile ilgili dalına *Radyoterapi* adı verilmiştir (13).

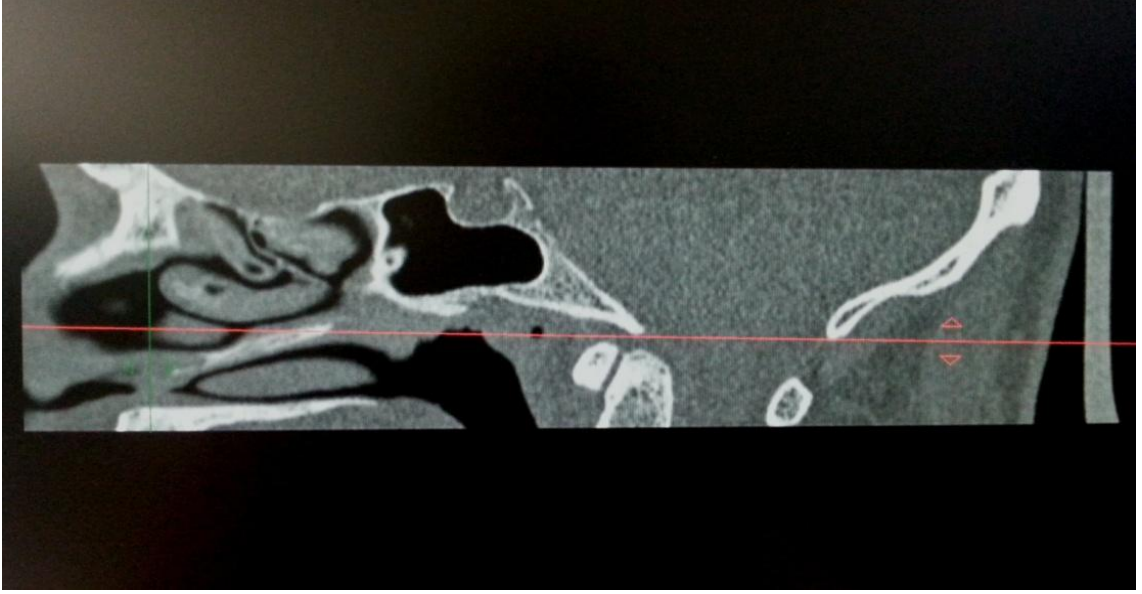
Radyolojik görüntüleme yöntemleri farklı enerjileri kullanabilmekte olup günümüzde en sık kullanılanlar konvansiyonel ya da dijital Röntgen, Floreskopi, Dijital Substraksiyon Anjiografisi (DSA), Ultrasonografi (USG), Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG), Bilgisayarlı Tomografi (BT) ve Pozitron Emisyon Tomografi-Bilgisayarlı Tomografi (PET-BT)'dir.

Röntgende pozisyonel, US, BT, PET-BT ve MRG'de ise kesitsel olarak görüntüleme yapılır.

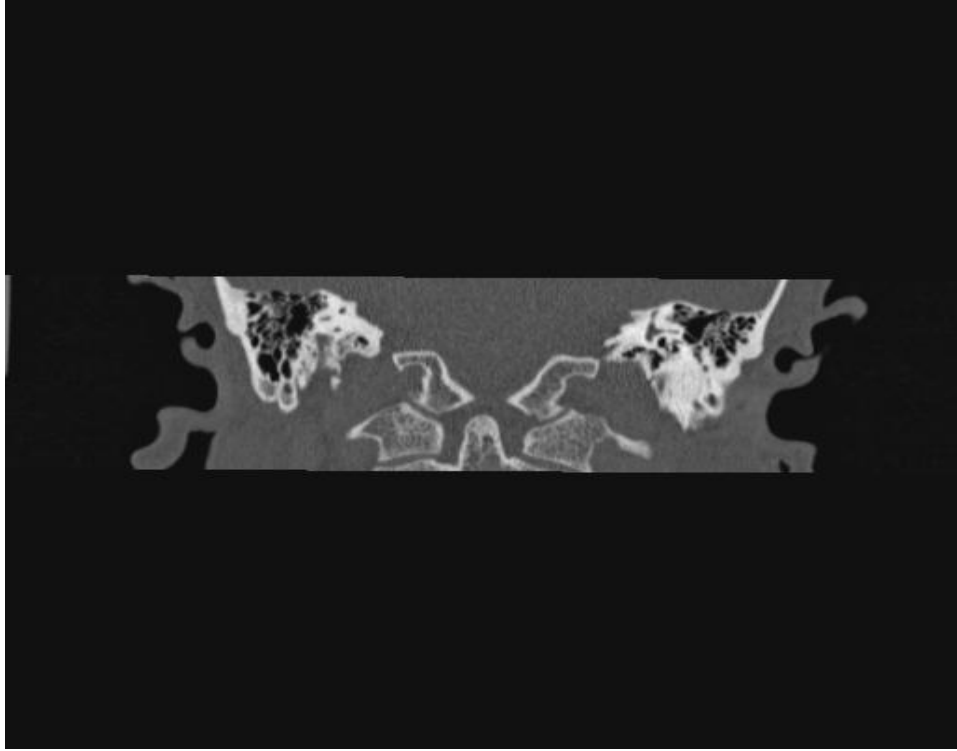
Vücuttan geçen 3 ana düzlem vardır. Bunlar; planum sagittale, planum transversalis (horizontalis), planum koronale'dir. Radyolojide de bu düzlemler kullanılmakla birlikte, bunlardan planum horizontalis'e planum aksiale de denir (14) (Şekil 3, 4, 5).



**Şekil 3.** Aksiyel kesit



Şekil 4. Sagittal kesit



Şekil 5. Koronal kesit

### 2.5.1 Bilgisayarlı Tomografi

Kullanılan radyasyon enerjisi X-ışınıdır. Yöntem incelenen bölgeyi bir kesit şeklinde (cross-section) görüntüler. Kesit-görüntü elde etmek için tüpten çıkan X-ışını kesit kalınlığı kadar daraltılır (kolime edilir). Bu şekilde dar bir şerit şeklinde organizmayı geçen X-ışınlarının, dokuların absorpsiyon farklılıklarına bağlı değişik

oranlardaki zayıflamaları, detektörlerce saptanarak bilgisayar aracılığı ile görüntüler oluşturulur.

BT'nin temel kullanım alanı yer kaplayan lezyonlardır. Görüntülerin kesit olması (tomografi) süperpozisyonları ortadan kaldırarak incelenen bölgenin daha iyi görüntülenmesini sağlar. Uygulamada hiçbir sınırlamanın olmaması, yani kesitlerdeki her yapıyı veya lezyonu görüntüleyebilmesi de yöntemin önemli bir üstünlüğüdür (13).

Günümüzde; incelenecek vücut kesiminin hacim bilgisinin elde edilmesine olanak sağlayan spiral BT ile çekim prensipleri esasen spiral BT'den farklı olmayan ve şu an BT teknolojisinde ulaşılan son nokta olan multidetektör BT (MDBT), konvansiyonel BT'nin yerini almış durumdadır. Spiral BT ve MDBT'nin kullanıma girmesi ile transvers düzlemde alınan ince kesitlerden iki boyutlu (2D) ve üç boyutlu (3D) reformat görüntüler oluşturmak mümkün olmuştur. Bütün bu yeniliklerin ışığında spiral BT ve MDBT (multislice BT) temporal kemiğin görüntülenmesinde önemli role sahiptir.

Temporal kemiğin rutin BT incelemelerinde birçok komponent sadece bir planda en iyi izlendiği için birbirine dik iki planda kesitler alınmalıdır. Temporal kemik aksiyel (horizontal), koronal (frontal), 20° koronal oblik ve sagittal (lateral) planda görüntülenebilir (15,16).

**Aksiyel (horizontal, transvers) planda;** temporal kemiğin BT görüntülenmesinde esas plan olup elde edilmesi en kolay olanıdır. Sırtüstü konumdaki hastaya, kantomeatal hat (gözün lateral kantusu ile kulağın eksternal meatusunu birleştiren çizgi) masaya dik olacak şekilde pozisyon verilir. Eminentia arkuatadan başlayarak hipotimpanum seviyesine kadar ince kesitler alınır (15).

**Koronal (frontal) planda;** supin veya pron pozisyonda yatan hastanın başı hiperekstansiyona getirilerek kesit düzlemi, tragustan orbitanın inferior kenarına uzanan düzleme dik olacak şekilde gantriye 15-20° açı verilir. Östaki tüpü seviyesinden posterior semisirküler kanal seviyesine kadar kesitler alınır (15).

**Sagittal (lateral) planda;** direkt sagittal kesit elde etmek imkansız olmasa bile çok zordur. Bununla birlikte, aksiyel kesitler için elde edilen veriler kullanılarak BT'de sagittal imajlar oluşturulabilir (15).

## 2.6 KİMLİKLENDİRME

Kimlik tespiti, bireyin kendisine özgü belirti, nitelik ve özelliklerinin tümünü kapsayan, tanınmasında ve diğer insanlardan ayırt edilmesinde etkin olan

özelliklerinin ortaya konulmasıdır. Birçok adli olayda kritik öneme sahiptir. Cesedin parçalandığı ya da postmortem değişikliklerin vücut bütünlüğünü bozduğu kriminal ölümlerin araştırılmasında, iskelet haline gelmiş insan kalıntılarında ve özellikle doğal afet, uçak kazaları, gemi batması, yangın, savaş, terör, bombalı saldırılar gibi birçok insanın öldüğü ve tanınmaz hale geldiği kitlesel facialarda kimlik tespiti çok önemlidir ve oldukça da güçtür.

### **2.6.1 İskelet Kalıntıları Üzerinden Kimliklendirme**

Adli tıbbın klasik problemlerinden biri olan bütün ya da parçalanmış iskeletlerin kimliklendirilmesi; diş hekimliğinden arkeolojiye, radyolojiden anatomiye kadar uzanan bir spektrum içerisinde farklı uzmanlıklar gerektiren teknikler içerir. Çoğu klasik kitapta iskeletlerin kimliklendirilmesi, sağlam ya da çürümüş cesetlerin kimliklendirilmesine göre daha çok miktarda yer işgal etmesi; kemiklerin yıl, yüzyıl ya da bin yıl boyunca yaşayabildiği gerçeği göz önüne alındığında haklı görülebilir. Çünkü kemiklerin toplam rezervuarı oldukça büyüktür.

Adli Antropoloji, iskelet kalıntılarının tanımlanması ve kimliklendirilmesinde Antropoloji biliminin çalışmaları sonucu geliştirdiği osteoloji teknik, yöntem ve teorileri adli vakalara uygulayan ayrı bir bilim alanıdır. Tüm dünyada şiddet ve suçun artışı bu disiplinin önemini giderek artırmaktadır. Toplu mezarları, toplu gömüleri, antik dönem iskeletlerini, aktüel iskeletleşmiş kemikleri ve güncel-kitle ölümler sonucu iskeletleşmiş gömüleri inceleyen bu bilim dalının amacı, iskelet haline gelmiş insan buluntularını, antropolojik yöntemlerden yararlanarak inceledikten sonra, kayıp bireylerin kimliklendirilmesinde adli bilimlere katkı sağlayacak nitelikte bilgi üretmektir. Genel olarak kimliklendirmeye yardımcı olmak amacıyla insan iskeletlerinin temel biyolojik profillerinden yaş tahmini, cinsiyet tahmini, boy uzunluğu hesaplama, kemiklerde beslenmeye ve hastalıklara bağlı olarak oluşan değişiklikler, bireysel ve morfolojik özellikler ile toplumun yaşam tarzına bağlı oluşturulmuş kültürel deformasyonlar, köken ve ölüm sonrası değişimleri antropolojik açıdan değerlendirilerek kimliklendirme yapılabilmektedir.

Kemik kalıntılarının kimliklendirilmesi için uygulanan prosedür 2 ayrı bölüme ayrılır:

1. Kemikler tür, ırk, cinsiyet, boy, yaş ve tarih ile ilgili kesin kriterlere dayanan genel kategorilere ayrılır.
2. Karşılaştırmalı çalışmalar yapılır. Potansiyel kurban olabilecek insanlardan elde edilen antemortem veriler ile kalıntılar eşleştirilir (17).

### **İskelet Kalıntılarının Genel Kategorizasyonu:**

İskelet kalıntıları olduğu düşünölen objeler bulunduğu zaman, aşağıdaki soruların sorulması ve mümkünse cevaplanması gerekir:

- ❖ Örnekler kemik midir?
- ❖ Örnekler insan kemiği midir?
- ❖ Cinsiyeti nedir?
- ❖ Boyu kaçtır?
- ❖ İrki nedir?
- ❖ Yaşı kaçtır?
- ❖ Ne kadar zamandır ölüdür ve/veya saklıdır?
- ❖ Ölüm nedeni nedir? (17)

#### **2.6.1.1. Örnekler kemik midir?**

Bu soru göröldüğü kadar basit değildir. Çünkü bazen eğitimsiz kişiler yanlışlıkla kemiğe benzeyen objeleri inceleme için gönderebilirler. Şekilli taşlar, plastik ve hatta sert ahşaplar kemik olarak düşünölüp araştırmacılara getirilmektedir. Gömölü ya da molozla karışmış olarak bulunan bu objelerin kemiklerle karıştırılması gibi hatalar yaygın gözlenir. Nesnelerin şekil, yapı ve özellikle ağırlıkları kullanıldığı zaman, ‘tanıma’ işlemi genellikle kolaydır. “Radius” gibi taklit edilebilir insan kemikleri bulunduğu zaman daha büyük zorluk yaşanabilir. Bunun orjini, plastik polimer ile kaplanmış alçıdan yapılmış bir tıp öğrencisinin anatomik iskeleti olabilir. Görsel olarak bu, gerçek bir kemikten farksızdır; ancak anormal olan hafiflik, gerçek niteliği gösterir (17).

#### **2.6.1.2. Örnekler insan kemiği midir?**

Türlerin tanınması önemlidir. İskelette belirgin parçalanma olmadığı sürece, insan orjini olduğuna karar vermek genellikle kolaydır. Birçok hayvan kemiği, insan olup olmadığına karar verme yetkisi olmayan polis ya da halk tarafından bulunur. Bulunan kemiklerin çoğunluğu hayvan orjinlidir, genellikle “kasap” atıklarından köken almaktadır. Kemiğin parçalanmış olduğu durumlarda tanımlamayla ilgili bazı problemler ortaya çıkabilir. İlk olarak, kemiklerin büyüklüğü değerlendirilir ve birçok küçük, ince kemikler belirgin nedenlerle dışlanır. Bazı hayvanların küçük kemiklerini, insan metatars ve metakarplarından ayırmak için dikkatli bir çalışma gerekmektedir. Örneğin; ayıların pençe ve ayak kemikleri insan el ve ayak kemikleriyle büyük



benzerlik göstermektedir. Hatta bir hindi uyluğu, metatars ile ya da sığır kaburgası insan kaburgası ile karışabilir. Ayrıca fragmente olmuş kemiğin türü makrospik morfolojiyle ayırt edilemeyebilir. Bu yüzden bulunan kemiklerin osteolojik, histolojik ya da serolojik yöntemlerden biri kullanılarak insana ait olup olmadığı belirlenir (17).

#### **2.6.1.3. İskelet Kalıntıları Üzerinden Boy Tahmini**

Tam bir iskelete ulaşıldığı zaman, şayet kemikler doğru şekilde bir araya getirilirse doğrudan yapılan boy ölçümü ile birkaç santim farkla boy hesaplanabilir. İskelet parçalarını bir araya getirme işlemi esnasında eklem yerlerindeki kırık kayı ve özellikle intervertebral disklerdeki eksiklik göz önünde tutularak tolerans gösterilmelidir. Doğrudan yapılan ölçümler ile sağlanan doğruluk oranı yüksek değildir. Bozulmamış iskelet vücudu, bireyin yaşayan boy uzunluğu ile karşılaştırıldığında 2.5 cm'e kadar uzama gösterebilmektedir. İskeletten boy uzunluğu tahmin edilirken, skalp ve topuktaki yumuşak doku kalınlığına ihtiyaç duyulur, ayrıca disk kalınlığı ve eklem kırıkındaki belirsizlik de bu duruma eklenir. Sonuçta bireyin yaşayan boyu ile karşılaştırıldığında yaklaşık 4-8 cm'den daha az doğruluk beklemek gerçekçi değildir.

Tam olmayan iskelet kalıntılara ulaşıldığı zaman, hesaplamaların bir ya da daha fazla kemik kullanılarak yapılması gerekir. Mümkünse, elde edilen tüm kemikler kullanılmalı ve değerlendirilen sonuçlarda bir görüş birliğine varılmalıdır. Boy tahmini için uzun kemiklerin uzunluğu kullanılarak birçok formül oluşturulmuştur (17).

#### **2.6.1.4. İskelet Kalıntıları Üzerinden İrk Tahmini**

Özellikle son yıllarda Avrupa ve Kuzey Amerika'ya büyük çaplı göçlerin olması, kısmen ırksal özelliklerin belirgin olmaması ve kısmen de çok etnik karışımın olmasından dolayı ırk tayini zordur. Ne yazık ki, iskelet materyalinin büyük bir kısmı ırksal olarak nötrdür. Ayrıca bazı klasik ırksal özellikler tamamen atipik özellik gösterebilir ve bize yanlış tanı koydurabilir. İrk tespiti ile ilgili yapılan çalışmalarda en önemli morfolojik ve morfometrik farklılıklar kafatasında görülmüştür. Ayrıca pelvis ve femurun incelenmesi ile de ırk tespiti yapılabilmektedir (17).

#### **2.6.1.5. İskelet Kalıntıları Üzerinden Yaş Tahmini**

İskeletin yaşı, genellikle boydan daha önemlidir ve kimliklendirmenin en hayati göstergesi olan cinsiyete rakiptir. İskelet yaşı tahminindeki yöntem ve

doğrulukta belirgin farklılıklar vardır. Konuyla ilgili birçok yayın vardır. Çoğu adli ilgiden ziyade arkeolojiden kaynaklanır. İskeletin yaşı üzerine sosyal antropologlar ve tarihçilerin büyük ilgisi vardır. Yaş tahmininde kemik ve dişler kullanılmaktadır. Bebek ve çocuklarda uzun kemiklerin uzunlukları, kemikleşme merkezleri ve dişlerin çıkış zamanları, genç erişkin grupta epifizlerin kaynaşma zamanları, üçüncü molar dişlerin çıkış zamanı ve kafatasında sfenoid ve oksipital kemiklerin kaynaşma zamanları dikkate alınarak yaş tahmini yapılmaktadır. Genel olarak daha ileri yaş gruplarında yapılan tahminin güven katsayısı daha azdır (17).

### **2.6.2. İskelet Kalıntıları Üzerinden Cinsiyet Tahmini**

Cinsiyet tahmini kimliklendirmenin en önemli basamağıdır. Çünkü yaş, boy ve ırkın tespit edilmesi bizlere geniş bir aralık vermekte iken, cinsiyet belirlenmesi olguların yarısını dışlamamızı sağlamaktadır. İskelet kalıntılarında cinsiyet tahminindeki doğruluk oranı, biyolojik çeşitliliğe, kemiklerin parçalanma derecesine ve kişinin yaşına bağlı olarak değişir (17).

İskelet üzerindeki cinsiyetler arası farklılıklar doğumdan önce gelişmeye başlar. Ancak belirgin cinsiyet farklılıkları puberte sonuna (genellikle 15-18 yaş periyodu) kadar oluşmaz (17). 17 yaş civarında hormonal etkilerin görülmesiyle, özellikle 3. on yıllık yaşam periyodunda kemikler üzerinde farklı etkiler oluşur (18).

Pubertenin altında olan çocuk iskeletlerinden yapılan cinsiyet tahminlerinin çok fazla güvenilirliğinin olmamasına karşın, erişkinlerde tam bir iskelet bulunduğu çok yüksek oranda doğru olarak cinsiyet tahmini yapılmaktadır. Erişkinlerde cinsiyet farklılaşması, kadının fizyolojik ve anatomik olarak çocuk doğurmaya uyum yapmış bir yapısının olması ve yüksek primatlara özgü dişi ve erkek arasındaki vücut büyüklüğü kas yapısı farkından ileri gelmektedir (19). Tarih öncesi dönemde grup içinde avcılık görevini erkeklerin üstlenmesiyle daha kuvvetli kaslar geliştirdikleri bilinmektedir. Modern insanın ortaya çıkışından sonrada güç gerektiren işleri büyük oranda erkeklerin yapması fiziksel koşulların değişmesine ve kadın-erkek arasındaki cinsiyet farklılaşmasına neden olmaktadır. Erkeklerin kadınlara göre daha iri bir yapıya sahip olmasından kaynaklı cinsiyet farklılıkları pek çok iskelet elemanında morfolojik olarak tespit edilmektedir (20). Yaş ve cinsiyet özellikle vücut ağırlığı ve ölçülerine bağlıdır. Ayrıca ırk da cinsiyet belirlemede karışıklığa neden olabilir. Örneğin; normal bir siyahi kadında supraorbital kenar, beyaz bir erkek ortalamasını aşabilir.

Gözleme dayalı olarak kafatasından cinsiyet belirlenmesinde mastoid çıkıntı, oksipital bölge, orbita ve glabella gibi yapılar önemlidir, fakat bu bölgelerin parçalanmış olması durumunda morfolojik değerlendirme ile cinsiyeti belirleyebilmek kolay değildir. Bu gibi durumlarda kafatası bazisinde yer alan foramen magnum, cinsiyet tahmininde kullanılabilir. Teixeria 1982 yılında 20 kadın ve 20 erkek iskeleti üzerinde cinsiyet belirlenmesinde foramen magnum alanının kullanılması ile ilgili bir ön çalışma yapmıştır (21).

Cinsiyet belirlenmesi için özellikle kafatası ve pelvis kemiklerinin değişik morfolojik yapı ve metrik bulgularından yararlanılmakta, boy uzunluğunun belirlenebilmesi için ise daha çok femur ve tibia gibi ekstremitte kemiklerinden yararlanılmaktadır (22).

Çeşitli faktörlerin etkisi nedeniyle cinsiyet tahmininin doğruluğunu belirlemek zordur. Krogman'a göre tüm iskeleti kullanarak %100, pelvis %95, kafatası %92, pelvis+kafatası % 98, uzun kemikler % 80, uzun kemikler+pelvis % 98 doğrulukta cinsiyet tahmin edilebilir. Steward'a göre tüm iskelet üzerinden % 90-95, yalnız kafatası varsa % 80, eğer mandibula mevcutsa bu oran % 90'a (Hrdlicka 1939) kadar artmaktadır. Genellikle yetişkin kadın iskelet ölçümleri erkeklerle aynı oranda olup % 94'dür, ancak farklı ölçümler % 91'den %98'e kadar değişebilir (17).

Kemikler olay yerinde bütün olarak bulunduğu doğru tespitler kolaylıkla yapılabilir. Ancak aksi durumlarda süreç hem uzar hem de zorlaşır. Gömü alanının çevresel şartlarından, hayvan müdahalesinden ya da dikkatsiz olay yeri incelemesinden dolayı çoğunlukla gömülü bulunan iskeletin tüm parçalarına ulaşamaz veya ulaşılsa bile kemikler ciddi hasar görmüş olabilir (20). Sıklıkla yaşanan bu gibi durumlarda eksik ya da hasarlı parçalardan kimlik tespitine gitmek gerekir. Ancak her zaman morfolojik farklılıklar çok iyi sonuç vermez, bu durumda biyometrik ölçüler dikkate alınmalıdır.

Kafatasındaki morfolojik ve metrik özelliklerden cinsiyet belirlemeye yönelik çalışmalar 1936 yılında Brovonsky'nin yaptığı çalışmalarla başlamıştır. 1950'li yıllardan sonra ise iskelet çalışmalarına uygulanan istatistiksel analizlerle uzun kemikler ve kafatasındaki cinsiyet farklılıkları sayısal olarak ortaya konulmaya başlanmıştır. Bu yöntemlerle yapılan çalışmalarda %90-95'lere varan doğruluk yüzdelerine ulaşılmaktadır (19).

Adli antropolojide cinsiyet tahmininde iki yöntem vardır. Bunlar; Antroposkobik ve Antropometrik yöntemlerdir.

**a) Antroposkobik Yöntem:** Ölçülemeyen ya da nonmetrik olan antropometrinin kökünü antroposkopi (morfoloji) metodu oluşturur. Antroposkobik yöntem cinsiyet farklılıklarının morfolojik açıdan değerlendirilmesidir. Yapı, bir skala çerçevesinde küçük ya da büyük şeklinde değerlendirilmekte ve makroskopik olarak incelenmektedir. Yapılan gözlemler hem yaşayanlarda hem de iskeletleşmiş insan kalıntılarında uygulanabilir (23). Kadın iskeletinin doğuma uyum sağlaması, erkek iskeletinin ise kütleliliği cinsiyet ayrımında rol oynamaktadır (24). Morfolojik metodlar, erkek ve kadın arasında fark olan ve makroskopik olarak görülebilen kemik şekilleri üzerinde odaklanır. Ne yazık ki, tüm iskelet bileşenleri cinsi dimorfizmde morfolojik inceleme için uygun ve fark edilebilir değildir (25). Cinsiyet tahmininde her kemik benzer dimorfizm seviyesi göstermez. Morfolojik yöntemde en iyi sonuçları öncelikle pelvis ve kranium, sonra uzun kemikler (özellikle femur, humerus ve tibia) vermektedir. Daha sonra kostalar, vertebralar, klavikula ile el ve ayak kemikleri kullanılır (26).

**b) Antropometrik Yöntem:** Antropometri, insan vücudunun boyutları ile ilgilenen bilim dalıdır, vücut ölçülerini alır ve eşya boyutlarının oluşturulmasında kullanılır. Antropometri, eski Yunancada “anthropos” (insan) ve “metrein” (belirleme) kelimelerinin birleşmesinden oluşmuştur. Morfolojik özelliklere bakılarak cinsiyet tahmini yapılamayacak derecede şüpheli olan bireylerde antropometrik yöntemle cinsiyet ayrımı yapılmaktadır (24). Antropometri tekniğinin, 20. yy.’ın başlarından itibaren insan varyasyonu ve gelişimini anlamada rol oynadığı İşcan ve Steyn (1999) tarafından belirtilmiştir. İnsanın büyümesi, toplumlar arası farkların, sağlık ve hastalıkla ilgili problemlerin anlaşılmasında kullanılmaktadır. Alınan ölçümlerin uluslararası standardizasyonları olduğu ve ölçülerin belirli bir bölgeden örneğin kafatasından yapılmışsa kraniyometri adını aldığı Olivier tarafından (1969) ifade edilmiştir (27).

Geleneksel morfometri; kantitatif değişkenlerden (uzunluk, yükseklik, genişlik) çoklu varyans istatistik analiz uygulamalarıdır (28). Geometrik morfometri son on yılda gittikçe artan ve morfometride bir dönüşüm olarak düşünülen bir metottur. Geometrik Morfometrik Metot, imaja dayalı analiz imkanını karşılaştırmalı olarak vermektedir (18). Referans noktası temelli Geometrik Morfometrik Metot, tanımlanmış işaret noktalarının iki veya üç boyutlu koordinatlarının toplamıdır (28). Thin- Plate Spline analizi, yetişkin kafatasının cinsiyet tespitinde kullanılabilir. İnsanda kraniyofasial komplekste ve mandibulada Thin- Plate Spline analizi açısından, cinsiyet farklılığı belirli noktalarda önemlidir (18).

Cinsiyet tahmininde osteolojik metodların yanısıra moleküler metodlar da kullanılır. Moleküler metod, özellikle morfolojik tespitin çok zor ya da imkansız olduğu juvenil ve parçalanmış kalıntılarda kullanılır. Osteolojik metodlar ise yetişkin iskeletlerinde hem daha ucuz hem daha hızlıdır (29).

### 2.6.2.1. Cinsiyet Tahmininde Kullanılan Kemikler

#### Kafatası:

Cinsiyete özgü farklılıklar kafatasında hem metrik hem de morfolojik olarak oluşmuştur. Kadın kafatası, dışarıdan bakıldığında erkeklerinkine oranla daha küçük ve narin bir yapı gösterir. İntrauterin dönemde ve yaşamın ilk dönemlerinde ölen bireylerin kemiklerinde cinsiyete özgü çok büyük farklılıklar gözlenmezken, adolesan dönemden sonraki bireylerin kemiklerinde cinsiyet farklılıkları gelişmeye başlar (27).

Aşağıda anlatılan özellikler puberteden sonra gelişir ve yaşlılıkla birlikte modifiye olur. Bu nedenle morfolojik olarak bu ayırım noktaları yaklaşık 20 ile 55 yaşlar arasında kullanılabilir. Ayrıca cinsiyet tahmini üzerinde yaşın etkisi kadar ırkın da büyük etkisi vardır. Morfolojik olarak kafatasının cinsiyetler arası farklılık gösteren genel karakteristikleri şu şekildedir:

- ❖ **Genel görünüm:** Kadınlarda yuvarlak ve düzgün, erkeklerde kabadır.
- ❖ **Boyut:** Erkek kafatası daha geniştir, endokranial hacmi 200 ml'den daha fazladır.
- ❖ **Kas sırtları:** Erkeklerde geniş kasların tutunma yerleri daha belirgindir, özellikle oksipital ve temporal bölgelerdeki çıkıntılar barizdir.
- ❖ **Supraorbital kenar:** Erkek kafatasında daha belirgindir ve kadında olmayabilir.
- ❖ **Glabella:** Kadında; küçüktür ya da yoktur, erkekte ise belirgindir, ancak bu zayıf derecede bir ayırt edici özelliktir.
- ❖ **Mastoid proçes:** Erkek kafatasında daha geniştir. Frontal ve pariyetal eminensia kadınlarda daha belirgindir.
- ❖ **Palate:** Erkeklerde daha büyüktür, "U" şekli daha düzenlidir. Daha küçük olan kadın damağı parabolik olma eğilimindedir.
- ❖ **Orbitalar:** Erkek kafatasında yüzde daha altta yerleşmiştir. Kadınlara göre daha kare ve özellikle üst kenarı daha az keskin özelliğe sahiptir.
- ❖ **Burun açıklığı:** Erkek kafatasında daha yüksek ve daha dardır, kenarları keskindir. Burun kemikleri daha geniş ve kadınlarda daha dar açılıdır.

- ❖ **Alın:** Kadın kafatasında yüksek ve diktir. Erkeklerde daha yuvarlak bir infantil konturu vardır.
- ❖ **Dişler:** Kadınlarda daha küçüktür, molarlar genellikle dört dişçiklidir. Erkeklerde 1. molar genellikle beş-tüberküllüdür.
- ❖ **Zygomatik proçes:** Erkekte dışa yaylanması daha belirgindir.
- ❖ **Mandibula:** Kafatasının en dimorfik parçası mandibuladır. Mandibula hem morfolojik hem de metrik anlamda en yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu kemiğe ait ramus mandibula posterior kenarındaki açılanma kadın ve erkek arasındaki en belirgin fark olarak gösterilmektedir (25). Mandibula erkek kafatasında geniştir. Kadın çeneleri daha yuvarlak ve ön noktada daha az çıkıntısı vardır. Simfizisin vertikal yüksekliği erkeklerde büyüktür. Erkeklerde ramus daha diktir, açığı gövdesi oluşturur ve açısı 125°'den daha azdır. Erkekte kondiller ve ascending ramus daha geniştir ve daha belirgin koronoid proçes vardır.



**Şekil 6.** Erkek ve kadın kafatasındaki morfolojik farklılıklar (Kafatası Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalına aittir)

Kafatasındaki metrik ve morfolojik özelliklerden cinsiyet belirlemeye yönelik çalışmalar 1936 yılında Browansky'nin yaptığı çalışmalarla bilinmektedir. Morfolojik olarak başlayan kafatasından cinsiyet ayrımı çalışmaları daha sonra metrik yöntemler geliştirilerek devam etmiştir (27).

Steyn ve İşcan; Güney Afrikalı beyazlar üzerinde yaptıkları ölçümlerde, bizigomatik genişlik ve mandibula ölçülerinden %80 doğruluk sağlamıştır, tüm yüz ölçümlerinden ise %86'lık doğruluk oranıyla cinsiyet tahmini yapabilmışlerdir (30).

Kranioti ve arkadaşları, Yunan popülasyonuna ait iskeletlerin kafataslarından toplam 16 ölçü almış ve bunları Amerika, Güney Afrika ve Girit arkeolojik popülasyonları ile karşılaştırmışlardır. Elde edilen sonuçlardan erkeklerin dikkate değer derecede kadınlardan daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Tüm ölçüler arasında en dimografik olanı %82 tahmin başarısıyla bizigomatik genişliktir. 16 ölçüden stepwise yöntemiyle seçilen 5 ölçüsü değerlendirmeye katıldığında bu oran %88.2'ye kadar çıkmaktadır (31). Franklin ve ark.ları Güney Afrikalı siyahların Zulu lokal popülasyonu üzerinde yaptıkları çalışmalarda mandibula ramus ve korpus uzunluklarının en iyi sonuç verdiğini tespit etmişlerdir (32). Walker İngilizler ve beyaz Amerikalılar üzerinde yaptığı kafatasından cinsiyet tespiti çalışmalarında orbita sınırları, glabella alanı, ense bölgesi ve mastoid alan ile ilgili ölçümler yaparak %88 doğrulukta sonuç elde etmiştir (33). Bunların yanında glabella, foramen magnum, maksilla, mastoid alan gibi kafatasının pek çok alanı üzerinde çalışmalar yapılmıştır (34-38). 1958 yılında ise kafatası üzerinde cinsiyet farklılıklarını radyografik olarak inceleyen Caballos ve Rentschler, 100 kişi üzerindeki çalışmalarında % 88'lik doğruluğa ulaşmışlardır (27).

Kafatasında metrik ölçüm yapılan başlıca yerler;

- ❖ **Maksimum kranyal uzunluk:** Glabella ve opisthokranium arasından alınan ölçüdür.
- ❖ **Maksimum kranyal genişlik:** Kafatasının iki tarafında bulunan euryon noktalarından alınan en geniş milimetrik ölçüdür.
- ❖ **Nasion-Opisthokranium uzunluğu:** Nasion ve opisthokranium arasında alınan milimetrik ölçüdür.
- ❖ **Basion-Bregma yüksekliği:** Basion ve bregma arasından alınan ölçüdür.
- ❖ **Alın yüksekliği:** Bregma ile nasion arasından kumpas ile alınan milimetrik ölçüdür.
- ❖ **Nasion-Bregma yayı:** Nasion ve Bregma arasından alınan ölçüdür.
- ❖ **Bregma Lambda yayı:** Sagittal sutureun başladığı yer ile lambdoid sutureun ortasından alınan ölçüdür.
- ❖ **Lambda-Opisthokranium yayı:** Sagittal çizgi ve lambdoid sutureun orta noktasının kesişme noktası olan lambda ile kafatasının en çıkıntılı noktası olan opisthokranium arasındaki ölçüdür.
- ❖ **Lambda-İnion yayı:** Lambda ile oksipital tabandaki dış çıkıntı inionun arasından alınan ölçüdür.
- ❖ **İnion- Opisthion yayı:** İnion ve foramen magnumun posterior kenarının ortası arasında alınan ölçüdür.

- ❖ **Frontal ark:** Bregma ve nasion arasından alınan ölçüdür.
- ❖ **Parietal ark:** Koronal suture ile lambdoid suture arasından alınan ölçüdür.
- ❖ **Occipital ark:** Lambdoid suturun en geniş yerinden alınan ölçüdür.
- ❖ **Sagittal yay:** Sagittal suture üzerinden alınan ölçüdür.
- ❖ **Horizontal çevre:** Nasion üzerine yerleştirilen mezuranın bir ucu kafatasının en geniş yanlarından geçerek, oksipitaldeki çıkıntının üzerinden nasiona kadar olan mesafenin ölçüsüdür.
- ❖ **Porion temporal line:** Porion ile temporal çizgi üzerinden alınan ölçüdür.
- ❖ **Maksimum frontal genişlik:** Koronal suturun hemen arkasından çap pergeli ile en geniş noktanın bulunması ile alınan ölçüdür.
- ❖ **Minimum frontal genişlik:** Frontal kemiğin en dar olduğu iki frontotemporale arasından alınan ölçüdür.
- ❖ **Bizygomatik genişlik:** Zigomatik ark üzerinden zigondan zigona çap pergeli ile alınan ölçüdür.
- ❖ **Basion-Nasion uzunluk:** İki burun kemiğinin medyan sagittal hatta alın kemiğinde birleştiği nokta ile foramen magnumun anterior orta noktası arasından çap pergeli ile alınan ölçüdür.
- ❖ **Basion-Prosthion uzunluk:** Üst çenede iki kesici diş arasındaki en çıkıntılı nokta ile foramen magnum anterior orta hatta bulunan basion arasından alınan ölçüdür.
- ❖ **Orbita genişliği:** Ektokanthion (lateral orbita çizgisi) ve maksillofrontale arasından alınan ölçüdür.
- ❖ **Orbita yüksekliği:** Üst ve alt orbita çizgilerinden dikey olarak kumpas ile milimetrik olarak alınan ölçüdür.
- ❖ **İnterorbital genişlik:** Endokanthion noktaları arasından kumpas ile milimetrik olarak alınan ölçüdür.
- ❖ **Biorbital genişlik:** Sağ ve sol taraftaki endokanthion noktaları arasından alınan ölçüdür.
- ❖ **Burun genişliği:** İki alare arasından alınır.
- ❖ **Burun yüksekliği:** Nasiondan nasospinale kadar olan uzaklıktır.
- ❖ **Nasion Prosthion yüksekliği (Üst yüz yüksekliği):** Mandibulanın kayıp olduğu ya da eksik olduğu yerlerde üst yüz yüksekliği ölçümü yapılır. Bu ölçü nasion ve prosthion noktaları arasındaki uzaklıktır.
- ❖ **Nasion-Menton yüksekliği:** Nasion ile menton arasından ölçüm yapılır.



- ❖ **İncisor yüksekliği:** Üst ve alt taraftaki kesici dişlerin arasındaki mesafedir.
- ❖ **Bikondilar genişlik:** Kondillerin lateral yüzeyi arasındaki en uzak mesafesidir.
- ❖ **Bigonial genişlik:** Gonion ve gonion arasındaki mesafedir. Gonion açısının eksternal yüzeyi arasındaki maksimum uzaklık arasından ölçüm yapılır.
- ❖ **Bimental genişlik:** Korpus mandibula üzerinde bulunan foramen mentale arasındaki uzaklığın ölçülmesidir.
- ❖ **Molar yüksekliği:** Alt ya da üst çene üzerinde bulunan molarların yüksekliğinin ölçümüdür.
- ❖ **Minimum ramus genişliği:** Ramusun anterior ve posterior arasındaki minimum uzaklıktır.
- ❖ **Symphysis yüksekliği:** Gnathion ile infradentale arasından alınan ölçüdür.
- ❖ **Foramen magnum yükseklik:** Anteriorda orta nokta olan basion ve posteriordaki opisthion arasından alınan ölçüdür.
- ❖ **Foramen magnum genişlik:** Foramen magnumun yatay düzlemde en geniş yerinden alınan ölçüdür (27).

Yangın, patlama, savaş gibi fiziksel olaylarda parçalanmış kafatası kemiklerinden cinsiyet tahmini oldukça zor olmaktadır. Özellikle oksipital kemiğin bazal bölgesinin, anatomik pozisyonu nedeniyle nispeten iyi korunması ve kalınlığı sayesinde diğer kafatası kemiklerine göre bozulmadan elde edilmesi daha kolaydır. Bu nedenle parçalanmış kemik kalıntılarının kimliklendirilmesinde oksipital kemik yarar sağlamaktadır (39). Özellikle de oksipital kemiğin bazal bölgesinde yer alan foramen magnum ölçülerinin cinsiyet belirlemede kullanılabilir olduğu gösterilmiştir (40). 1982 yılında Teixeria, mezardan çıkarılan 40 iskelet üzerinde foramen magnum ölçülerini kullanarak cinsiyet belirlenmesi üzerine ilk çalışmayı yayınlamıştır. Bu çalışma sonucuna göre FM ölçülerinin erkeklerde kadınlara göre daha yüksek olduğu gerçeğine dikkatleri çekmiştir (40).

Bu çalışmadan sonra, vaka sayısı artırılarak ve ölçülen kriterler genişletilerek yeni çalışmalar yapılmıştır (10, 35, 39, 41-55). Uysal ve ark.ları tarafından üç boyutlu bilgisayarlı tomografi kullanarak FM'un genişliğinde cinsiyetler arası farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bildirilmiştir (54). Günay ve Altinkök, korelasyon katsayısına dayanan çalışmada, Türk popülasyonunda FM alanının

cinsiyet tahmini için kullanılabilir bir gösterge olmadığı sonucuna varmıştır (41). Yapılan başka çalışmalarda ise foramen magnum ölçümlerinin erkek kafatasında kadınlara göre anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir (10, 35, 39, 42-53, 55).

Klivus, kafatası tabanında foramen magnumun hemen önündeki kemik yapıdır. Lang ve Issing (1989) tarafından yetişkinlerde klivus ölçümleri yapılmış olup klivus uzunluğunun 52-54 mm arasında değiştiği, genişliğinin ise yaklaşık 28 mm olduğu tespit edilmiştir (56). Yapılan bir çalışmada 26-60 yaş arası erkeklerde klivus uzunluğu  $39.7 \pm 4.1$ , en dar yeri  $13.6 \pm 4.3$ , en geniş yeri  $24.1 \pm 3.2$  olduğu; kadınlarda klivus uzunluğu  $36.6 \pm 4.2$ , en dar yeri  $12.4 \pm 2.3$ , en geniş yeri  $27 \pm 6.4$  olduğu saptanmıştır (10). Ancak çalışmamıza başlarken tarafımızca yapılan medikal literatür taramasında cinsiyetler arasında farklılık olup olmadığı yönünde yapılan başka bir klivus çalışmasına rastlanmamıştır.

Fossa kranii posterior, kafatasındaki en derin ve en büyük fossadır (3). Literatürde Kurtuluş ve ark.larının 10 sağlıklı bireyin çekilmiş aksiyel BBT'leri üzerinde yaptığı çalışmada posterior fossa hacminin erkeklerde kadınlara göre anlamlı derecede daha geniş olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma dışında literatürde başka bir çalışmaya rastlanmamıştır (57).

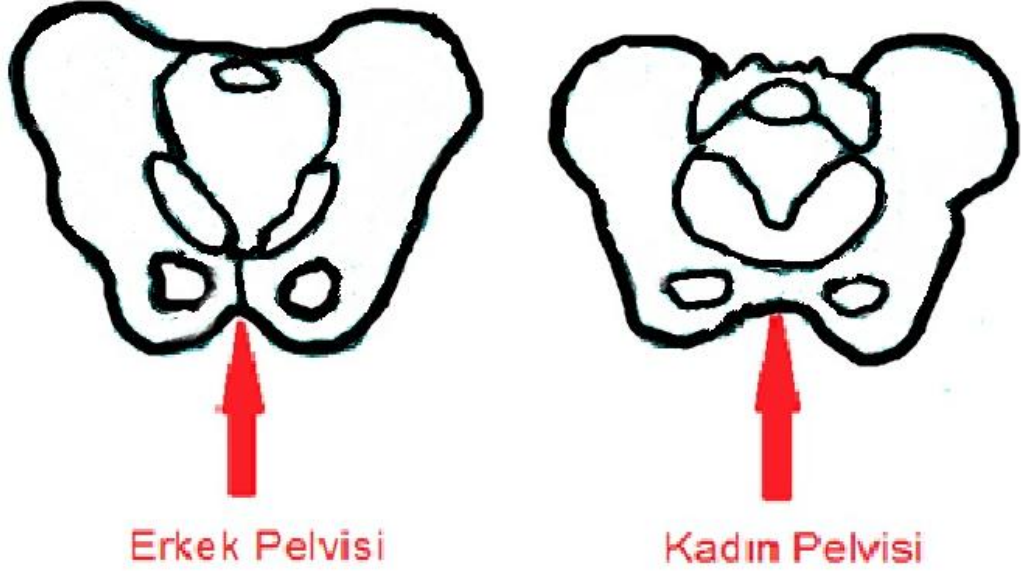
Kafatasında cinsiyet tahmininde çeşitli ölçüm indeksi kullanılmaktadır. Bunlardan biri de foramen magnum indeksidir. Foramen magnum indeksi; foramen magnum uzunluğunun genişliğine bölümü ile hesaplanır. FM indeksi  $>1.2$  olduğu zaman, foramen magnum ovoid olarak bulunmuştur (58). Literatürde bu oranı kullanarak cinsiyetin araştırıldığı başka çalışmalar da mevcuttur (59).

#### **Pelvis:**

Pelvis hem metrik hem de morfolojik bakımdan en iyi alandır ve % 95-98 oranında sonuç verir (60). Bunun sebebi kadınların doğum fizyolojisine adaptasyon sağlamış bir kalçaya sahip olmasıdır. Kadın pelvis boşlukları bebeğin geçişini kolaylaştırmaya yönelik gelişmiştir. Örneğin ischium pubis kolu bebek başının çıkışının kolaylaşması açısından dışarıya doğru açılmış durumdadır.

Pelvis kemiklerinde subpubik açının özelliği en belirgin cinsiyet farklılığı olarak belirtilmektedir (25). Pubis, ilium, foramen obturatum, acetabulum, os sacrum üzerinde yer alan yapıların ve pelvis oluşumuna katılan eklemlerin morfolojik farklılıkları cinsiyetler arası karşılaştırılarak incelenmektedir. Pelvisin değişik bölümlerinden alınan uzunluk, genişlik, çap, yükseklik gibi ölçümlerin genel formüllere uygulanması ile elde edilen çeşitli indeksler cinsiyet belirlenmesi için

kullanılmaktadır (22). İskium-pubis indeksi, pelvis indeksi, cotylo-sciatic indeks, asetabulum-iliium indeksi, siyatik çentik indeksi ve interiliak indeks sonuçları cinsiyet tespitinde kullanılır (22).



Şekil 7. Erkek ve kadın pelvisinin morfolojik görünümü.

#### Sakrum:

Sakrum pelvisin işlevsel parçasıdır ve onun cinsiyet varyasyonlarını paylaşır. Kadın sakrumu geniştir ve yayvan bir eğriliğe sahiptir. Bu durum doğum için pelvik kanalın daha büyük olması ile ilişkilidir. Kadında daha kısadır ve kavis (eğrilik); 3. sakral vertebranın ortasının altında yer alan distal bölümü ile sınırlıdır. Erkek sakrumu 5 segmentten fazla olabilir, bu durum kadında ise nadirdir. Erkekte kavis (eğrilik) tüm kemikte aşağıya kadar devam eder ve hatta koksiksin hafif çıkıntısı olabilir.

Fawcett (1938), sakrum tabanı (BW) ile ilk sakral vertebranın (CW) transvers çapını karşılaştırmıştır. Formülü;  $CW \times 100 / BW$ 'dir. Erkekte ortalama 45, kadında 40'dır. Kimura (1982) "taban-kanat indeksi" geliştirmiştir. Kanatın göreceli genişliği ve tabanı, cinsiyet tahmini için diskriminant fonksiyon katsayısını sağlar (17).

Steyn ve İşcan'ın 97 erkek, 95 kadın, modern Yunan iskeletlerinden alınan ölçülerle yaptıkları diskriminant fonksiyon analizi sonucunda sakrumun yeterince dimorfik olmadığı (güvenilirlik oranı %60.9), artiküler pelvisin de benzer sonuçlar verdiği görülmüştür (61).

### **Uzun Kemikler:**

Uzun kemikler üzerinde cinsiyet tespitine dair pek çok çalışma yapılmıştır. Femur bunlar arasında uzunluğu ve anlamlı olan iriliği nedeniyle en kullanışlı olan kemiklerdendir. Thete, tüm uzun kemiklerin cinsiyet karakterleri ile önemli derecede örtüştüğünü belirtir. Ancak Brash çalışmalarında erkekte femurun maksimum uzunluğunun yaklaşık 459 mm, kadında sadece 426 mm olduğunu göstermiştir (17).

Pearson ve Bell (1917) tarafından verilen ortalama değerler erkek için 447 mm ve kadın için 409 mm'dir. Trokanterik oblik uzunluğu kullanılarak kadın için 390-405 mm, erkek için 430-450 mm gibi bir aralık önermişlerdir. Irk ve beslenme; bu tür ölçümleri etkilemektedir. Femur başı boyutunun cinsiyet ayrımı için daha iyi olduğu iddia edilmiştir. Pearson ve Bell tarafından vertikal çapının erkekte 45 mm'den daha geniş ve kadında 41 mm'den daha az olduğu belirtilmiştir. Ancak Maltby (1917), erkekte 43-56 mm, kadında 37-46 mm olarak bildirmiştir (17).

Murphy iskelet kalıntılarında femur başında %80.9-82.4 oranında (62), Purkait de femur başı üzerinde %92.1 doğrulukta cinsiyet tahmini yapmıştır (63). Femur başının bu kadar yüksek oranı vermesinin bir avantajı da kolay ulaşılabilmesi ve dayanıklı bir kemik olmasıdır. Femur başının dışında; kemik üzerinde anteroposterior ve transvers çap ile diafiz ve epifiz çevresinin ölçümü de yapılmıştır.

Femur ile beraber tibia da kullanıldığında sonuçlar çok daha başarılıdır. Steyn ve İşcan, 6 femur ve 7 tibia ölçüsü alarak yaptıkları çalışmada % 86-91 arasında bir doğrulukla cinsiyet tespiti yapmışlardır (64). Femur+tibia ölçümü kadınlarda %98 oranında cinsiyet tahminine imkan vermektedir (65). Sadece tibia ölçümleri ile her iki cinsiyet için %94.9-%98.3 aralığında iken, bu oran kadınlar için %100'e ulaşmaktadır (66).

Uzun kemikler kullanılarak yapılan cinsiyet tahmininde üst ekstremiteler de iyi sonuç vermektedir (67). Mall ve ark.larının 143 kişinin humerus, ulna ve radiuslarının herbirinden aldıkları 3'er ölçüyle yaptıkları değerlendirmeler sonucunda, toplam 9 ölçüden %94.9 güvenilirlikle cinsiyet tahmini yapılabilmıştır (68). Ayrıca Türk popülasyonunda yapılan çalışmalarda radius ve ulna %96 oranında cinsiyet tahminine imkan tanımıştır (69).

### **Vertebralar:**

Vertebralar üzerinde az sayıda çalışma olsa da cinsiyet tespitine yönelik güvenilir sonuçlar vermektedir. MacLaughlin ve Oldale tarafından yapılan çalışmada 12. torasik anterior transvers çap ve 11. torasik anteroposterior çap kullanıldığında cinsiyet tahmini %89 doğruluk oranında tespit edilmiştir (70). Wescott tarafından 2.

servikal vertebralar üzerinde sekiz ayrı ölçüm ile yapılan seksüel dimorfizm çalışmasında %83 doğruluk oranıyla cinsiyet tespit edilmiştir (71).

#### **Diğer Kemikler:**

Avrupa'da yapılan çalışmalarda, ayak iskeletini oluşturan elemanlardan talus ve kalkaneusun metrik ölçümleri ile bireyin cinsiyeti, boyu ve ırkının belirlenebildiği bildirilmiştir (23). Ayrıca cinsiyet tahmininde el kemiklerinden geliştirilen yöntemde metakarpaller ve parmak kemiklerinin ölçümlerinden yararlanılmıştır (22). Cinsiyet tahmininde en az kullanılan kemiklerden biri olan klavikula üzerinde Thieme ve Schull (1957), Lordanidis (1961), Jit ve Singh (1966), Singh ve Gangrade (1968)'in biyometrik çalışmaları bulunmaktadır (23).

### **2.7. STEREOLOJİ**

Stereoloji üç boyutlu cisimlerin hacim, yüzey alanı, sayı, uzunluk gibi şekilsel özellikleri hakkındaki sayısal verileri, iki boyutlu kesit düzlemlerini kullanarak elde etmeye çalışan bir bilim dalıdır. 1984 yılında Sterio tarafından stereolojik yöntemlerden disektör yöntemi bulunmuş ve önceki yöntemlere ek olarak daha tarafsız ve etkin sayım yöntemleri tanımlanmıştır (72, 73).

Stereolojik yöntemlerin en önemli özellikleri etkin, tarafsız ve kesin olmalarıdır. Etkin olma özelliği, en kısa zamanda en güvenilir sonuca götürmesidir. Tarafsızlık, hiçbir ön şarta bağlı kalmadan gerçek değerden sistematik sapma göstermemesidir. Verilen güvenlik sınırları içerisinde istatistiksel olarak gerçek değere en yakın sonuç vermesi ise kesin olma özelliğidir. Usulüne uygun şekilde uygulandığı takdirde stereolojik yöntemlerin nasıl yanıtılabileceği bilinmemektedir (74).

#### **2.7.1 Cavalieri Prensibi**

17.Yüzyılda yaşayan İtalyan matematikçi Bonaventura Cavalieri'nin geliştirdiği ve kendisinin adıyla anılan hacim hesaplama yöntemidir. Yöntem bugün stereolojide, değişik şekilli objelerin hacimlerinin hesaplanmasında kullanılan tarafsız bir prensip haline gelmiştir. Prensibin temeli, bilinen aralıklarla yapıdan sistematik rastgele olarak seçilen, kalınlığı belli ve eşit kesitlerin yüzeylerinden birinin alanını hesaplamak ve bu alanı, kesitin kalınlığı ile çarparak o kesitin hacmini bulduktan sonra, diğer kesitler için benzer şekilde elde edilmiş hacim değerlerini toplayıp, tüm yapının hacmini elde etmek şeklinde özetlenebilir. Kesitlerin alanının saptanması için her birinin üzerine "Noktalı alan sayım cetveli" adı verilen şeffaf bir ölçüm aracının rastlantısal olarak yerleştirilmesi ve sayılacak alan içerisinde kalan

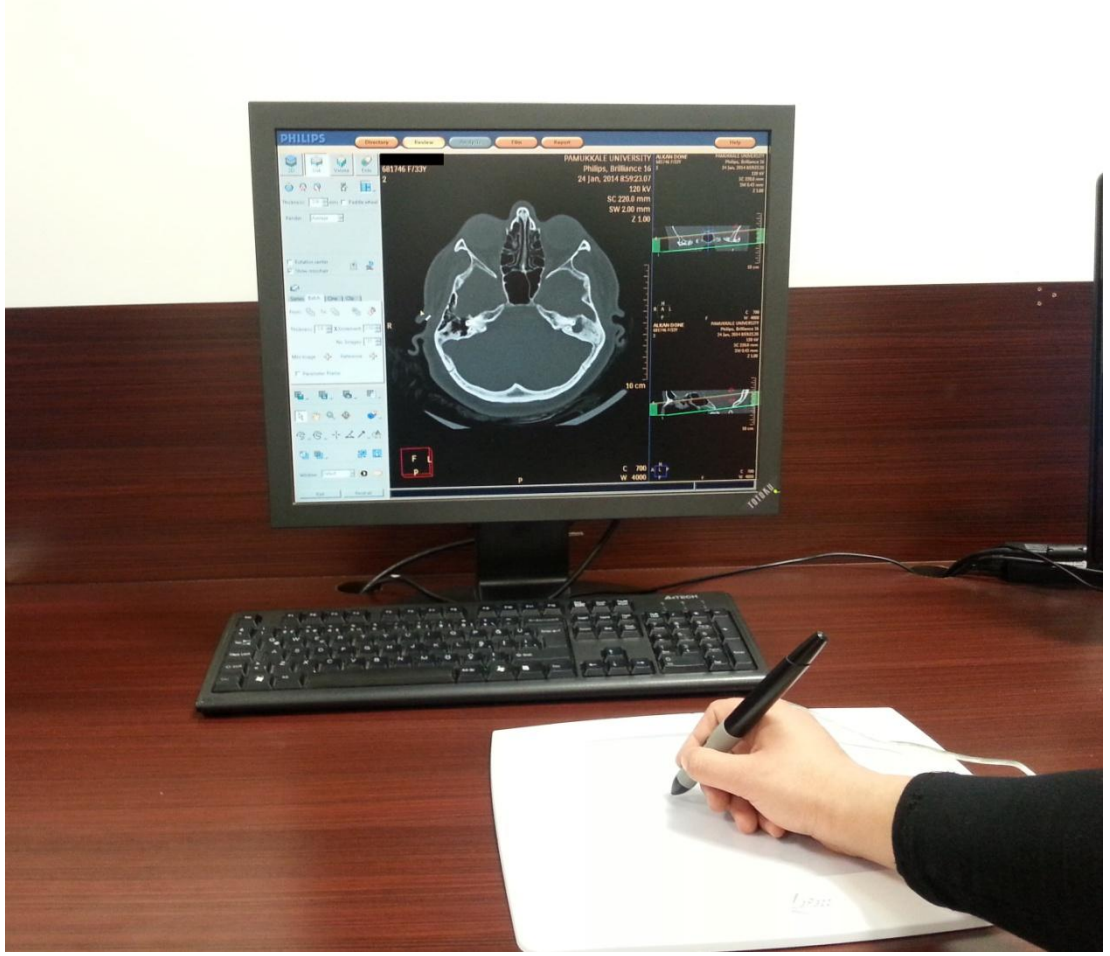
büyük ve küçük noktaların toplam sayısının belirlenmesi yöntemin temelini oluşturmaktadır. Belirlenen bu alan kesit kalınlığı ile çarpılarak o kesitin hacmi bulunacaktır. Bu yöntemin uygulama alanı her geçen gün genişlemektedir. Deneysel çalışmalarda ilgilenilen yapı ve organların hacimlerini hesaplamak için kullanılan bu yöntemin, son yıllarda hacim değerinin önemli olduğu klinik çalışmalarda da kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Cavaliari prensibi ile kesinlik ifade eden ve kişisel taraflılıktan uzak sayısal değerlere ulaşılır. Bu nedenle çalışma sonucunda elde edilen veri son derece güvenilir ve tarafsızdır (75-77).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada 01/09/2012-28/02/2014 tarihleri arasında Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalında çeşitli endikasyonlarla çekilmiş ve sonucu doğal olarak rapor edilmiş Temporal BT görüntülerinin tamamı kullanılmıştır. Evrenin tamamı alındığından örneklem seçimine gidilmemiştir. Çalışma farklı klinikler tarafından temporal BT istenen hastaların hastanemiz kayıtlarında mevcut görüntülerinin retrospektif değerlendirilmesi yoluyla yapıldığından ve kişilere herhangi bir ilave girişim yada ek ücretlendirme yapılmadığından, hastaların tek tek aydınlatılmış onamının alınmasına gerek duyulmamıştır.

Çalışma Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'nca 15/04/2014 tarihinde 60116787-020/22276 sayı ile verilen onay sonrasında başlatılmıştır.

Çalışmada kullanılan görüntülerin tamamı aynı 16 detektörlü ÇKBT cihazı (Brilliance CT 16 V2.00 Philips Medical Systems, Cleveland, OH) ile elde edilmiştir. Çalışmada elde edilen radyolojik görüntüler foramen magnumu içine alacak şekilde, aşağıda servikal 1-2'nci vertebralardan başlayarak, yukarıda kafa kubbe kemiklerine kadar uzanan aksial planda kesitler alınarak elde edilmiştir. Gerekli tüm ölçümler arşivdeki görüntülerin Radyoloji Anabilim Dalı standart çalışma istasyonuna (MxViewexp; release 4.01; Philips Medical Systems) tekrar yüklenerek sisteme ait likit kristal monitöre getirilmesi suretiyle yapılmıştır. Ölçüm sırasında el becerisine bağlı ölçüm hatalarını minimize etmek amacıyla grafik tablet (LapazzPen Tablet wp8060, China) kullanılmış ve ölçümlerin tamamı aynı araştırmacı tarafından tabletin pedi ve kalemi aracılığıyla maksimum hassasiyetle yapılmıştır (Şekil 8). Bahsi geçen bütün ölçümler kemik pencere kullanılarak yapılmıştır.



**Şekil 8.** Grafik tabletin pedi ve kalemi ile ölçüm yapılmıştır.

Yukarıda belirtilen tarih aralığında Temporal BT çekilmiş bulunan 689 olgu içinde doğal olarak rapor edilmeyenler yanında, 18 yaş ve altındakiler ile 65 yaş üzeri olanlar, kafatası bölgesinden operasyon geçirenler, konjenital anomali, kemik kırığı tespit edilen ya da teknik olarak ölçüme olanak sağlayamayacak derecede yetersiz olan görüntüler tarafımızca çalışma dışı bırakılmıştır. Toplam örneklem sayımız 126'sı kadın, 93'ü erkek olmak üzere toplam 219 kişiden oluşmaktadır.

Çalışmamızda foramen magnum ölçümleri (uzunluk, genişlik, çevre, alan) ile klivusun genişliği ve en dar yeri ölçümleri aksiyal kesitten yapılırken, klivus uzunluğu ölçümü ise sagittal kesitten yapılmıştır.

**BT görüntülerinde kullandığımız ölçüm parametreleri;**

**Foramen magnum uzunluğu (FMU):** Basion ve Opisthion arası mesafedir (Şekil 9, 11). Basion: Foramen magnum ön kenarını orta sagittal düzlemde kesen noktadır. Opisthion: Foramen magnum arka kenarını orta sagittal düzlemde kesen noktadır.



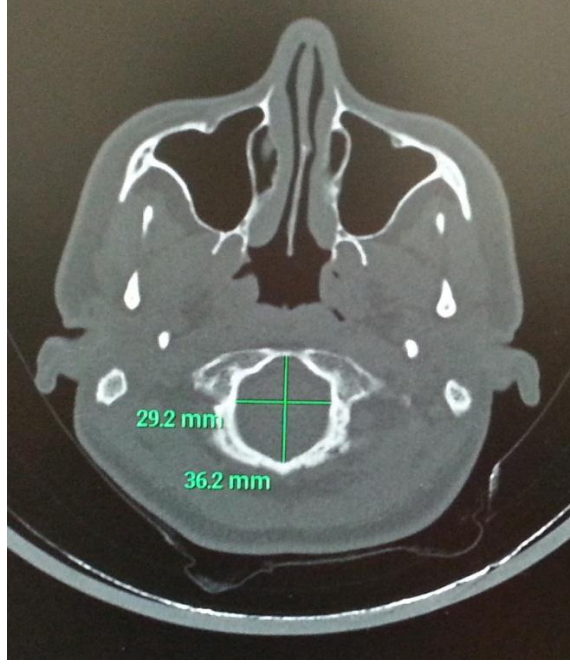


Şekil 9. Foramen magnum uzunluğu (mm).

**Foramen magnum genişliği (FMG):** Foramen magnumun en geniş lateral kurvaturları arasındaki mesafedir (Şekil 10, 11).

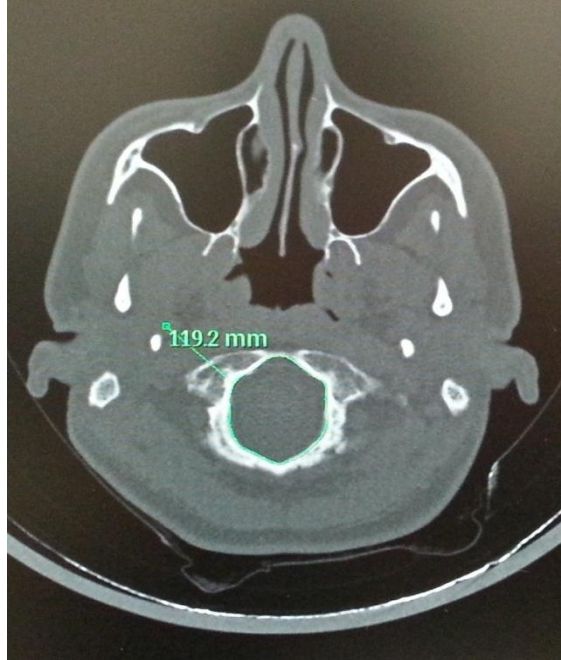


Şekil 10. Foramen magnum genişliği (mm).



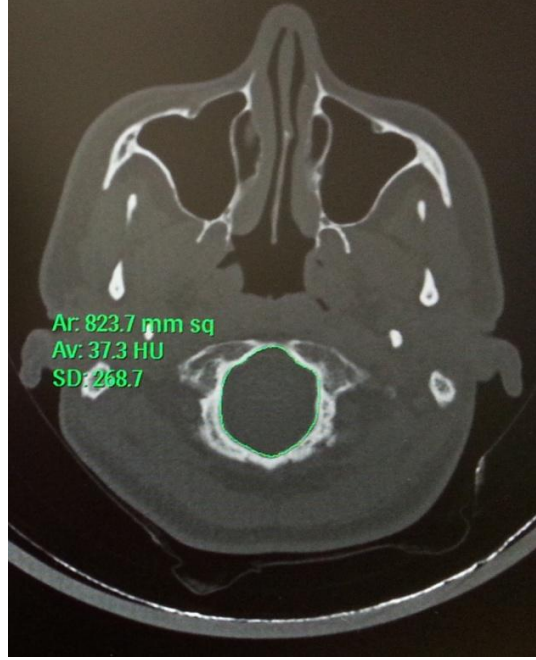
Şekil 11. Foramen magnum genişlik ve uzunluğu (mm).

**Foramen magnum çevresi (FMÇ):** BT yazılım sisteminin teknik özellikleri kullanılarak ve araştıracının grafik tablet kalemi aracılığıyla imleci foramen magnum kenarlarında çepeçevre sürüklemesiyle otomatik olarak ölçülmüştür (Şekil 12).



Şekil 12. Foramen magnum çevresi (mm).

**Foramen magnum alanı (FMA):** BT yazılım sisteminin teknik özellikleri kullanılarak ve araştırıcının grafik tablet kalemi aracılığıyla imleci foramen magnum kenarlarında çepeçevre sürüklemesi esnasında sistemin teknik özellikleri kullanılarak otomatik saptanmıştır (şekil 13).

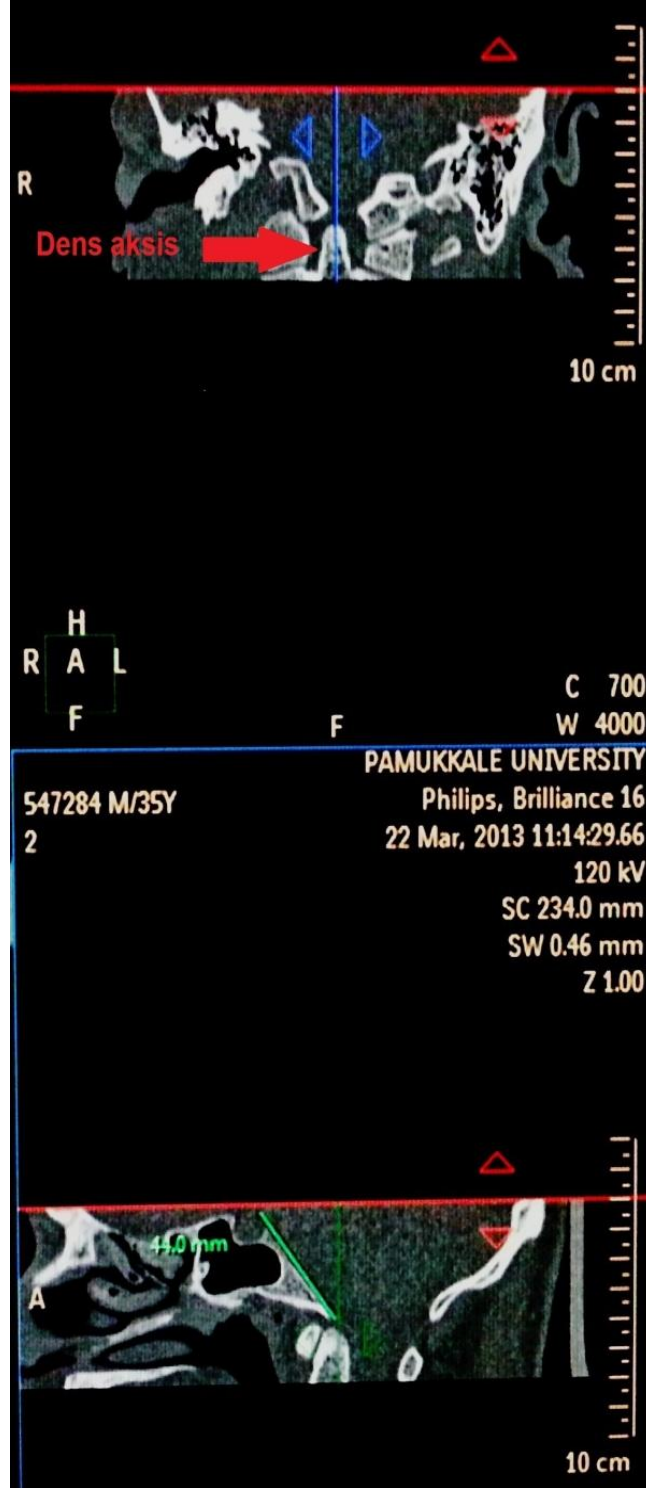


**şekil 13.** Foramen magnum alanı (mm<sup>2</sup>)

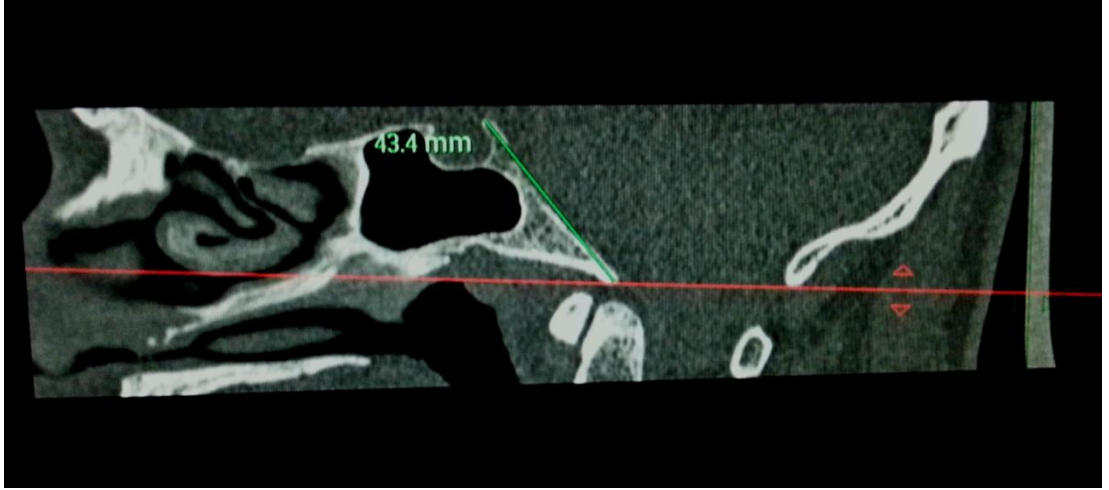
**Foramen magnum indeksi (FMI):** Foramen magnum uzunluğunun genişliğine bölümü ile hesaplanmıştır.

$$FMI = FMU / FMG$$

**Klivus uzunluğu (KU):** Görüntüde horizontal kesitte orta hat dens aksisin orta noktasına getirildikten sonra sagittal kesitte izlenen klivusun uzunluğu ölçülmüştür (şekil 14). Klivusun uzunluğu olarak da dorsum sella seviyesinden foramen magnum n kenarına kadar uzanan mesafe ölçülmüştür (şekil 15).



**Şekil 14.** Orta hat dens aksisin orta noktasına getirildikten sonra sagittal kesitte izlenen klivusun uzunluğunun ölçülmesi.



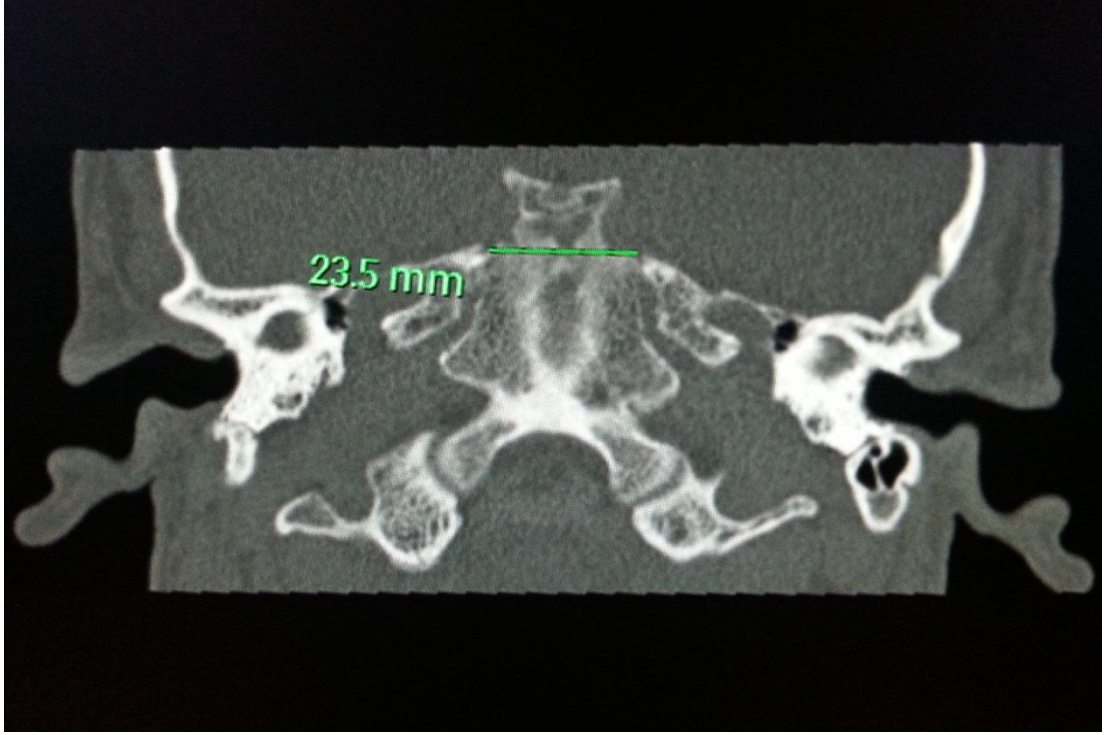
**Şekil 15.** Klivus uzunluğu (mm).

**Klivusun en dar yeri (KEDY):** Temporal kemikteki piramidlerin apisisleri seviyesinin hemen üzerindeki en dar yer ölçülmüştür (Şekil 16).



**Şekil 16.** Klivusun en dar yeri (mm).

**Klivusun genişliği (KG):** Temporal kemikteki piramidlerin apisisleri arasında kalan klivus uzunluğu ölçülmüştür (Şekil 17).

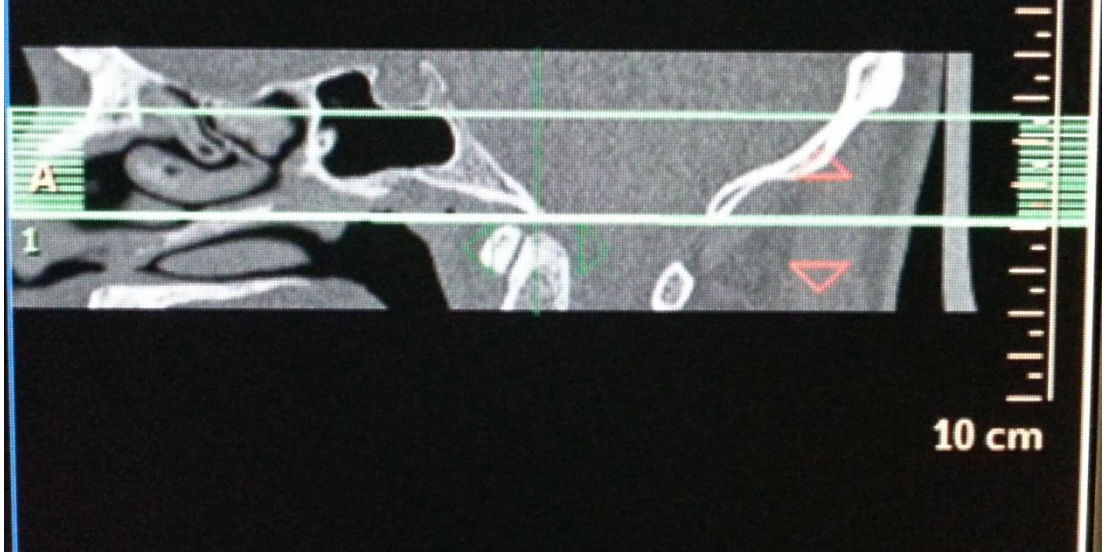


**Şekil 17.** Klivusun genişliği (mm).

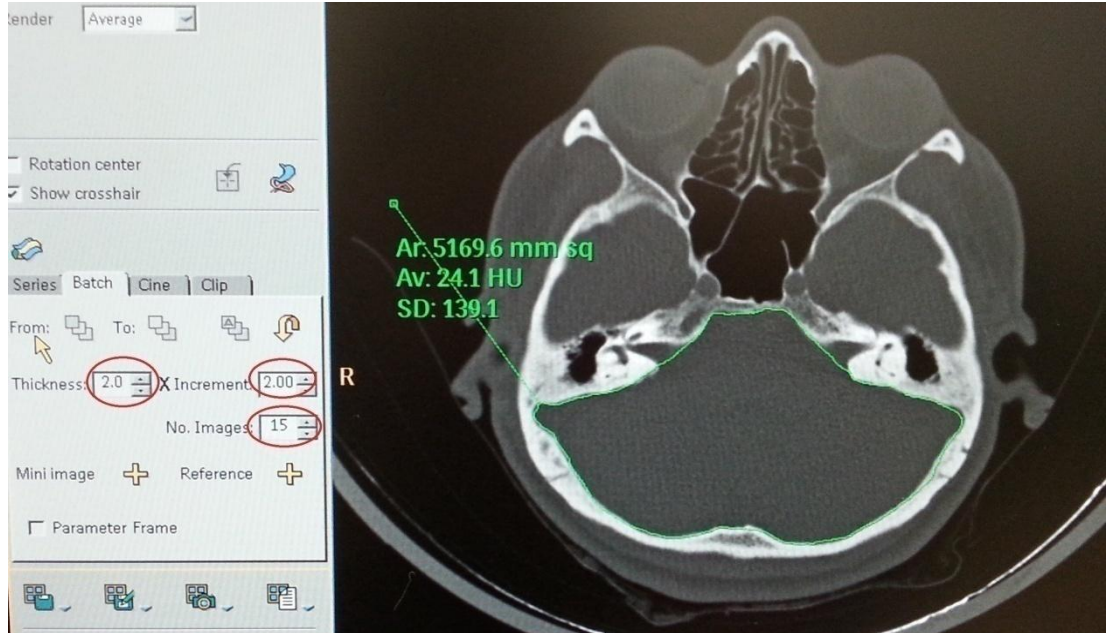
#### **Posterior Kranial Fossa Hacmi (PKFH):**

Çalışmamızda PKFH Cavalieri prensibine göre volüm ölçümü metoduyla yapılmıştır. Bu prensibin temeli bir objeden birbirine paralel ve belirli aralıklarla geçen her bir kesitin yüzey alanının hesaplanarak (A) kesit kalınlığı (t) çarpımı ile o kesitin hacmini bulduktan sonra diğer kesitler için benzer şekilde elde edilmiş hacim değerlerini toplayıp tüm yapının hacmini elde etmektir. Araştırmamızda kesit alanları hesaplanırken noktalı alan sayım cetvelinin görüntü üzerine rastlantısal olarak yerleştirilerek noktaların sayılması yoluna gidilmeyerek, mevcut yazılım sisteminin çevrelenen bölgeye ait verdiği alan değerleri baz alınmıştır. Çalışmamızda alt sınır kafatası tabanında McRane line seviyesi (foramen magnumun ön kenarından (basion) arka kenarına (opisthion) uzanan çizgi), üst sınır temporal kemiğin petröz parçasını görebildiğimiz en üst nokta olacak şekilde sınır aralıkları belirlenmiştir. Kesit kalınlığı 2 mm ve kesit aralığı 2 mm olarak ayarlandıktan sonra belirlediğimiz alt ve üst sınırlar cihaz tarafından otomatik olarak sınırlandırılmıştır ve bu şekilde hastadan hastaya değişen çok sayıda kesitler elde edilmiştir (Şekil 18, 19, 20). Buradan anlaşılacağı üzere bu aralıktaki tüm kesitler hesaplama dahil edilmiş ve böylelikle kesitler arasında örneklem yapma yoluna gidilmemiştir. Çalışmamızda en az elde edilen kesit sayısı 5, en çok elde edilen kesit sayısı 18'dir. Birbirine paralel

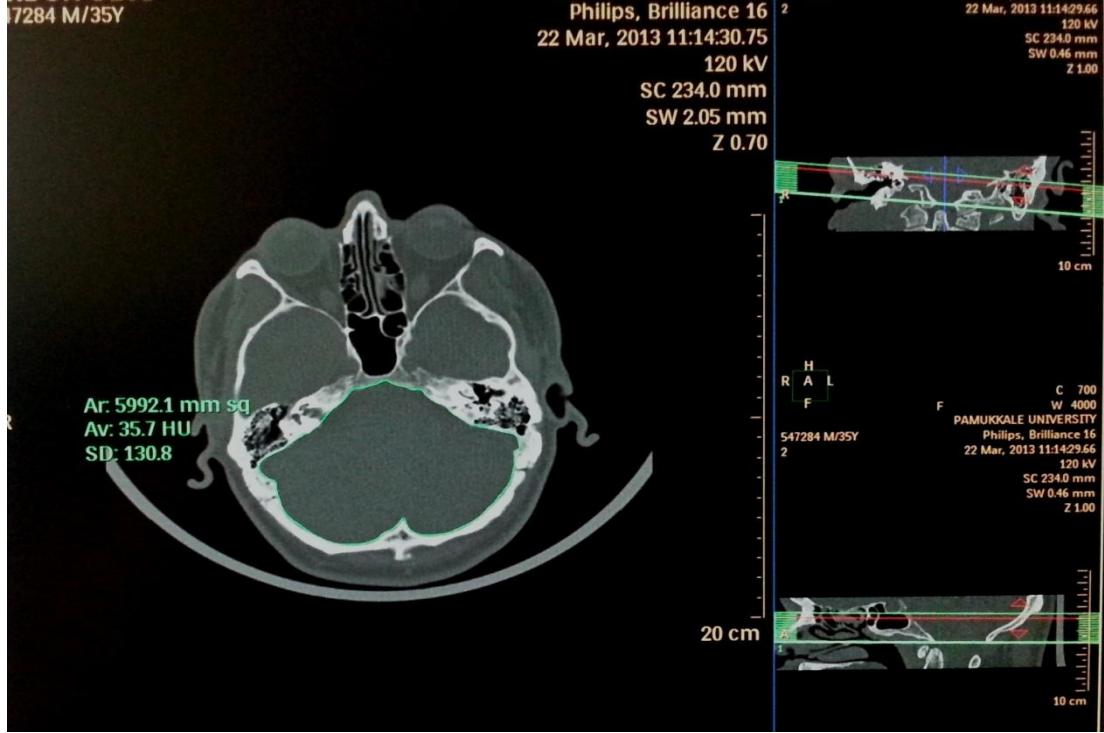
geçen her bir kesitin yüzey alanı ölçüldükten sonra elde edilen alan değerleri toplanıp kesit kalınlığı ile (2 mm) çarpılarak  $\text{mm}^3$  cinsinden ham volüm değerleri saptanmıştır. Foramen magnum seviyesindeki alan hesaba katılmamıştır. “ $\text{Mm}^3$ ” cinsinden elde edilen değerler  $\text{cm}^3$ 'e çevrilmiştir.



**Şekil 18.** PKF'nın sınırları cihazın otomatik programı sayesinde sınırlandırılmıştır.



**Şekil 19.** Kesit kalınlığı, kesitler arası mesafe ve kesit sayısı ile kesit yüzey alanının çizilerek alanın  $\text{mm}^2$  cinsinden gösterilmesi.



**Şekil 20.** PKF hacminin ölçüldüğü ekran görüntüsü.

Formülle göstererek hesaplama yapacak olursak;

$$\text{PKF hacmi} = t \times (a_1 + a_2 + \dots + a_n) \text{ mm}^3$$

Formüldeki  $(a_1 + a_2 + \dots + a_n)$  n sayıdaki kesitlerin yüzey alanlarını  $\text{mm}^2$  cinsinden, t ise n sayıdaki ardışık kesitlerin mm cinsinden kesit kalınlığını ifade etmektedir.

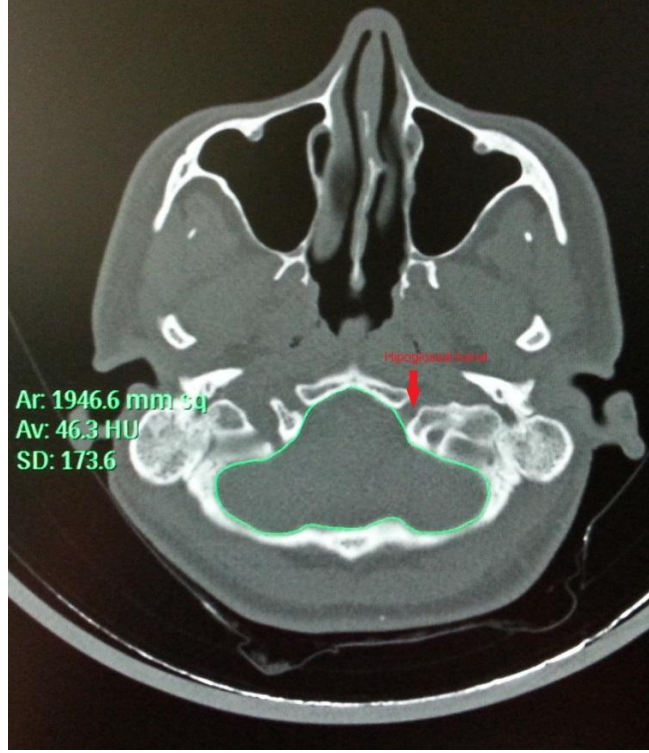
Örneğin; 36 yaşında bir kadına ait temporal BT'de kesit kalınlığı ve kesitler arası mesafe 2 mm olarak ayarlayıp PKF'nın sınırlarını belirlediğimiz zaman toplam 13 kesit elde edilmiştir. Formülde tüm verileri yerine koyacak olursak;

$$\text{PKFH} = 2 \times (914,3 + 1973,3 + 2705,0 + 3147,6 + 3631,8 + 4023,9 + 4323,4 + 4570,7 + 4794,8 + 4981,9 + 5186,4 + 5299,9 + 5386,1) = 101878,2 \text{ mm}^3 = \mathbf{101,8782 \text{ cm}^3}$$

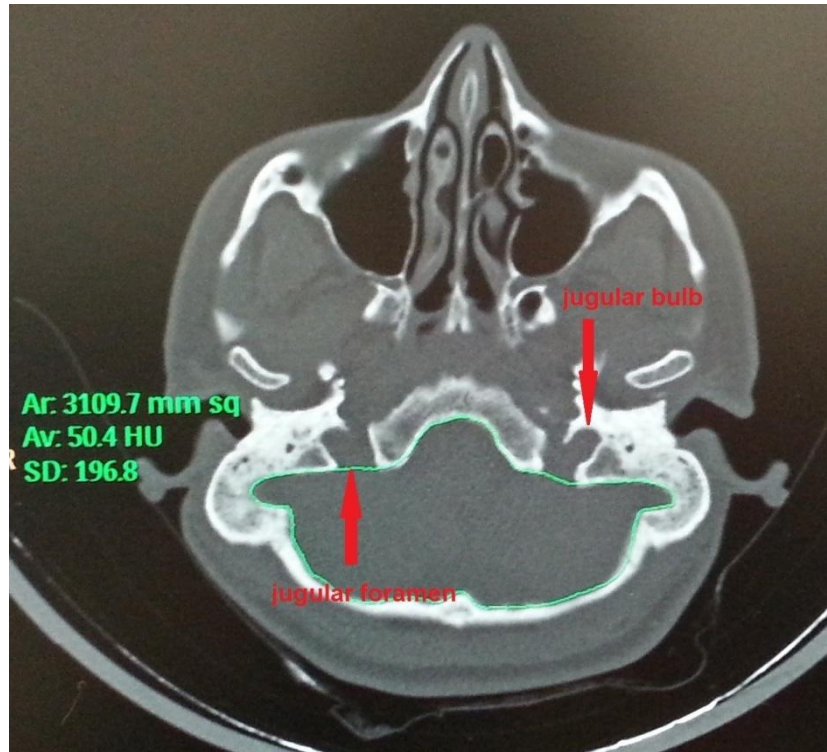
olarak hesaplanmıştır.

Alan ölçümleri esnasında hypoglossal kanal (şekil 21), jugular bulb ve jugular kanal (şekil 22) ile internal akustik kanal (şekil 23) PKF'nın internal ölçüm sınırları içinde olmadığı için çizim dışında bırakılmıştır.

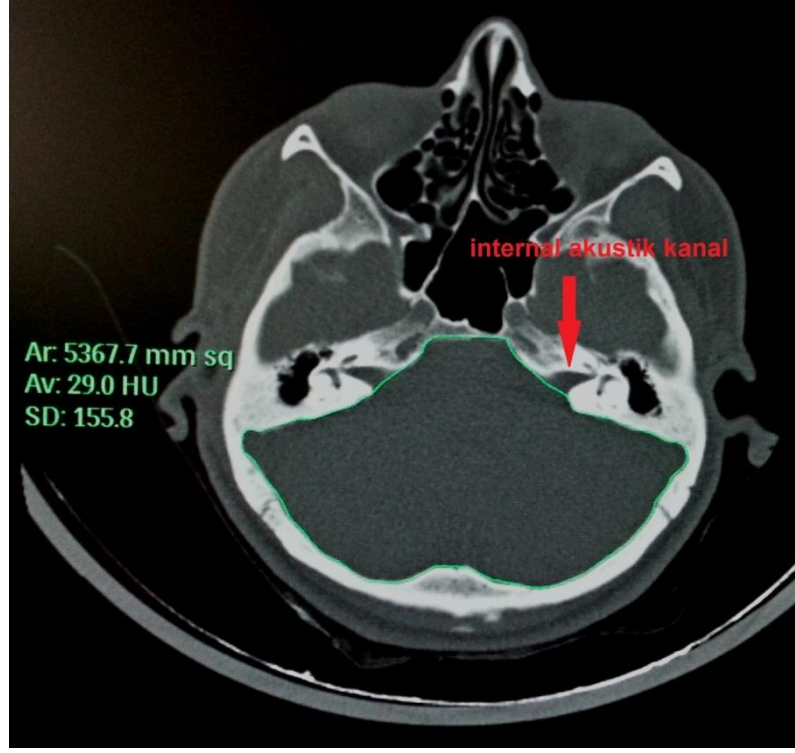




Şekil 21. Hypoglossal kanal ölçüm sınırları dışında bırakılmıştır.



Şekil 22. Jugular bulb ve jugular foramen ölçüm sınırları dışında bırakılmıştır.



**Şekil 23.** İnternal akustik kanal ölçüm sınırları dışında bırakılmıştır.

### İstatistik Analiz

Araştırmamızın bağımlı değişkeni cinsiyet, bağımsız değişkenleri ise foramen magnum uzunluğu, foramen magnum genişliği, foramen magnum çevresi, foramen magnum alanı, foramen magnum indeksi, klivus uzunluğu, klivusun genişliği, klivusun en dar yeri ve posterior kranial fossa hacmi'dir.

Araştırmaya dahil edilen kişilere ait verilerin kaydedildiği formdaki bilgiler Statistical Package for the Social Science (SPSS) for Windows 21 paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Cinsiyet grupları değerlerinin karşılaştırılmasında önemlilik testi olarak student t testi kullanılmıştır. Değerler n (%) ve ortalama±standart sapma olarak verilmiştir. İstatiksel analizlerin tümünde  $p < 0.05$  değeri anlamlı kabul edilmiştir.

Ayrıca BT görüntüleme yöntemiyle elde edilen ölçüm değerleriyle cinsiyet tahmini yapmak amacıyla, ölçüm değerlerinin kullanıldığı diskriminant fonksiyon analizi yapılmış, diskriminant fonksiyon analizine katılacak değişkenler yüksek korelasyona sahip bağımsız değişkenler arasından literatür taranarak ve deneme yapılarak belirlenmiştir. Uygun görülen parametreler analize dahil edilmiştir. Diskriminant fonksiyon analizinde Tablo 1'de yer alan varsayımların sağlanması gerekmektedir.

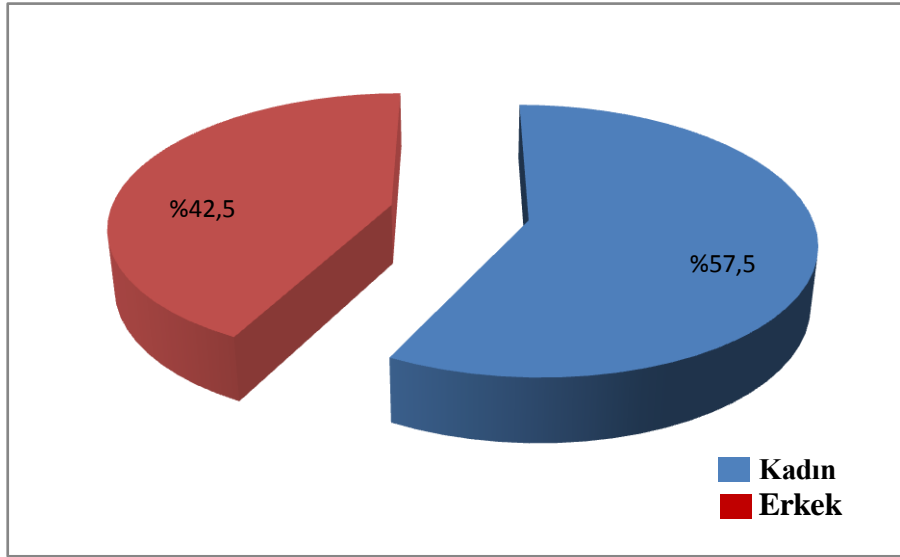
**Tablo 1.** Diskriminant fonksiyon analizi geçerlilik varsayımları

Diskriminant analiz için varsayımların sağlanması	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diskriminant analizinin en önemli varsayımları eşit kovaryans, çoklu bağlantı olmaması ve normal dağılım varsayımlarıdır.</li><li>• Box's M testinde anlamlı fark olmaması</li><li>• Korelasyon katsayısı yüksek olanlardan birisi alınır (<math>r &gt; 0.7</math>).</li><li>• Normal dağılıma uygun olması</li><li>• Özdeğerin 0.40'dan yüksek olması</li><li>• Korelasyon matrisinin yüksek olmaması</li><li>• Wilks' lambda p değerinin anlamlı olması</li></ul>
Açıklayıcılık	<ul style="list-style-type: none"><li>• Açıklayıcılık kanonik korelasyon karesi alınarak elde edilir.</li></ul>
Diskriminant skor	<ul style="list-style-type: none"><li>• Her bir ölçü ham katsayısı ile çarpılarak toplanır ve sonra da sabit eklenir.</li></ul>
Sectional point	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cinsiyete göre elde edilen sentroidlerin aritmetik ortalamasının alınması ile elde edilir</li></ul>

Cinsiyet tahmini için diskriminant fonksiyon analizi yanında lojistik regresyon analizi de denenmiştir. Bu amaçla çoklu lojistik regresyon analizi (backward) kullanılmış ve diskriminant fonksiyon analizine sokulan modellerin tümü çoklu lojistik regresyon analizi (backward) ile de test edilmiştir.

#### 4. BULGULAR

Bu çalışma; cinsiyeti ve yaşı bilinen 219 Temporal BT görüntüsü üzerinde yapılmıştır. Çalışmaya 18 yaşını doldurmuş olanlar ile 65 yaşını doldurmamış olanlar dahil edilmiştir. 219 olgunun 126'sı kadın, 93'ü erkektir (Şekil 24). Kadınların yaş ortalaması  $41.14 \pm 12.45$ , erkeklerin yaş ortalaması  $42.27 \pm 14.06$ 'dır.



Şekil 24. Olguların cinsiyete göre dağılımı

Yapılan ölçümlerin tanımlayıcı (descriptive) istatistik analizine göre erkeklerde foramen magnum uzunluğunun (FMU) minimum ve maksimum değeri sırasıyla 31.4 ve 43.5 mm; ortanca (medyan) değer 37.1'dir. Erkeklerde FMU'nun ortalaması ise  $37.02 \pm 2.29$  mm olarak tespit edilmiştir. Kadınlarda ise foramen magnum uzunluğunun minimum ve maksimum değeri sırasıyla 27.1 ve 41.2 mm; ortanca (medyan) değer 35.2 mm, ortalama ise  $35.29 \pm 2.47$  mm olarak tespit edilmiştir.

Erkeklerde foramen magnum genişliğinin (FMG) minimum ve maksimum değeri 24.7 mm ve 36.9 mm, ortanca değer 32.2 mm, ortalama değer ise  $32.48 \pm 2.43$  mm olarak saptanmıştır. Kadınlarda ise FMG'nin minimum ve maksimum değeri 23.9 ve 37.6 mm, ortanca değer 30.3 mm, ortalama değer ise  $30.31 \pm 2.09$  mm olarak bulunmuştur.

Erkeklerde foramen magnum çevresinin (FMÇ) minimum değeri 99.4 mm, maksimum değeri 131.6 mm'dir. Erkeklerde ortanca değer 116.2 mm, ortalama değer ise  $115.68 \pm 6.86$  mm olarak saptanmıştır. Kadınlarda ise FMÇ'nin minimum

değeri 79.4 mm, maksimum değeri 127.1 mm olarak tespit edilmiştir. Kadınlardaki ortanca değer 108.6 mm olup, ortalama değer ise  $108.71 \pm 7.25$  mm'dir.

Erkeklerde tespit edilen foramen magnum alanının (FMA) minimum ve maksimum değeri sırasıyla  $646.9$  mm<sup>2</sup> ve  $1176.9$  mm<sup>2</sup>, ortanca değer  $888$  mm<sup>2</sup>, ortalama ise  $885.97 \pm 102.74$  mm<sup>2</sup>'dir. Kadınlarda ise FMA'nın minimum ve maksimum değeri sırasıyla  $432$  mm<sup>2</sup> ve  $1033.4$  mm<sup>2</sup>, ortanca değer  $785.1$  mm<sup>2</sup>, ortalama ise  $782.92 \pm 95.92$  mm<sup>2</sup>'dir.

Sonuçta FM'un tüm ölçülerinin (uzunluk, genişlik, çevre ve alan) erkeklerde kadınlara göre anlamlı derecede daha yüksek olduğu saptanmıştır ( $p < 0.05$ ).

Çalışmamızda ölçülen bir başka bölge de klivustur. Klivusun uzunluğu (KU), genişliği (KG) ve en dar yeri (KEDY) ölçülmüştür. Erkeklerde KU'nun minimum değeri  $40.3$  mm ve maksimum değeri  $54.7$  mm, ortanca (medyan) değeri  $46.7$  mm, ortalaması ise  $46.64 \pm 3.07$  mm olarak saptanmıştır. Kadınlardaki KU'nun minimum değeri  $31.9$  mm ve maksimum değeri  $52.1$  mm, ortanca (medyan) değeri  $43.4$  mm olup, ortalaması ise  $43.17 \pm 3.33$  mm olarak tespit edilmiştir.

Erkeklerde KG'nin minimum ve maksimum değeri sırasıyla  $17.4$  mm ve  $29.4$  mm, ortanca değer  $23.8$  mm, ortalama ise  $23.91 \pm 2.3$  mm'dir. Kadınlarda ise KG'nin minimum ve maksimum değeri sırasıyla  $15.5$  mm ve  $29$  mm, ortanca değer  $23.2$  mm, ortalama ise  $23.09 \pm 1.99$  mm'dir.

Klivusun uzunluğu ve genişliği; erkeklerde kadınlara göre anlamlı derecede daha yüksek saptanmıştır ( $p < 0.05$ ). Ancak klivusun en dar yerinde erkek (ortalama:  $14.16 \pm 2.19$  mm) ve kadınlar (ortalama:  $14.2 \pm 2.06$  mm) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ( $p > 0.05$ ).

Çalışmamızda ölçülen bir başka parametre de posterior kranial fossa hacmidir (PKFH). Erkeklerde PKFH'nin minimum değeri  $60.7$  cm<sup>3</sup>, maksimum değeri  $182.09$  cm<sup>3</sup>; ortanca (medyan) değeri  $117.03$  cm<sup>3</sup> olup ortalama ise  $116.64 \pm 20.69$  cm<sup>3</sup>'dir. Kadınlarda ise PKFH'nin minimum değeri  $33.82$  cm<sup>3</sup>, maksimum değeri  $134.94$  cm<sup>3</sup>; ortanca (medyan) değeri  $96.3$  cm<sup>3</sup>, ortalama ise  $94.84 \pm 18.98$  cm<sup>3</sup>'dir. PKFH erkeklerde kadınlara göre anlamlı derecede daha geniş saptanmıştır ( $p < 0.05$ ).

Ayrıca çalışmamızda foramen magnum uzunluğunun genişliğine bölümü ile ortaya çıkan foramen magnum indeksi de (FMİ) hesaplanmıştır. Erkeklerde FMİ'nin minimum değeri  $0.96$ , maksimum değeri  $1.45$  olup ortanca değer  $1.13$ , ortalama ise  $1.13 \pm 0.08$  olarak tespit edilmiştir. Kadınlarda ise FMİ'nin minimum değeri  $1.01$ , maksimum değeri  $1.37$  olup, ortanca değer  $1.15$ , ortalama ise  $1.16 \pm 0.08$  olarak saptanmıştır. Kadınlarda FMİ ortalaması erkeklerden daha yüksek saptanmış olup

FMİ'nde cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ).

Çalışılan parametreler içerisinde KEDY'inde cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamış olup, diğer tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlılık mevcuttur. FMİ dışındaki tüm parametrelerin ortalama değeri erkeklerde kadınlara göre daha yüksek saptanmıştır. Ancak FMİ'nde ise kadınlarda ortalama değer daha yüksek, yani foramen magnum daha oval şekillidir.

Kadın ve erkeklerde FM, FMİ ve klivus ölçüleri ile posterior kranial fossa hacminin minimum-maksimum değerleri, ortanca (medyan) değer, ortalama ve standart deviasyonu ile karşılaştırmalı istatistikleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Yukarıdaki tüm bulgular; FM, FMİ, klivus, PKF gibi kranium yapılarının seksüel dimorfizm gösterdiği ve cinsiyet tahmininde kullanılabileceğini göstermiştir.

**Tablo 2.** FM, FMİ, Klivus ve Posterior Kranial Fossa Hacmi değerlerinin cinsiyetler arası karşılaştırılması.

		Cinsiyet	Ort $\pm$ S.S	Ortanca (medyan)	Min- Max	p
FM	Uzunluğu (mm)	K	35.29 $\pm$ 2.47	35.2	27.1 - 41.2	0.0001
		E	37.02 $\pm$ 2.29	37.1	31.4 - 43.5	
	Genişliği (mm)	K	30.31 $\pm$ 2.09	30.3	23.9 - 37.6	0.0001
		E	32.48 $\pm$ 2.43	32.2	24.7 - 36.9	
	Çevresi (mm)	K	108.71 $\pm$ 7.25	108.6	79.4 - 127.1	0.0001
		E	115.68 $\pm$ 6.86	116.2	99.4 - 131.6	
Alanı (mm <sup>2</sup> )	K	782.92 $\pm$ 95.92	785.1	432 - 1033.4	0.0001	
	E	885.97 $\pm$ 102.74	888	646.9 $\pm$ 1176.9		
Klivus	Uzunluğu (mm)	K	43.17 $\pm$ 3.33	43.4	31.9 - 52.1	0.0001
		E	46.64 $\pm$ 3.07	46.7	40.3 - 54.7	
	En dar yeri (mm)	K	14.2 $\pm$ 2.06	14.3	9 - 19.6	0.886
		E	14.16 $\pm$ 2.19	13.8	9 - 19.9	
	Genişliği (mm)	K	23.09 $\pm$ 1.99	23.2	15.5 - 29	0.005
		E	23.91 $\pm$ 2.3	23.8	17.4 - 29.4	
PKFH Hacmi (cm <sup>3</sup> )	K	94.84 $\pm$ 18.98	96.3	33.82 - 134.94	0.0001	
	E	116.64 $\pm$ 20.69	117.03	60.7 - 182.09		
FMİ		K	1.16 $\pm$ 0.08	1.15	1.01 - 1.37	0.045
		E	1.13 $\pm$ 0.08	1.13	0.96 - 1.45	
Yaş		K	41.14 $\pm$ 12.45	41	19 - 64	0.528
		E	42.27 $\pm$ 14.06	44	19 - 64	

Bağımsız değişkenlerin seçilebilmesi ve aralarındaki ilişkiye bakılması amacıyla pearson korelasyon değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler Tablo 3'de gösterilmektedir.

**Tablo 3.**Bağımsız değişkenlerin korelasyon katsayıları

		FMU*	FMG	FMÇ	FMA	KU	KEDY	KG	PKFH	FMI
FMU*	Pearson Korelasyon	1	0.938**	0.979**	0.982**	-0.931**	0.436**	0.452**	-0.686**	-0.780**
	p değeri		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
FMG	Pearson Korelasyon	0.938**	1	0.981**	0.986**	-0.811**	0.717**	0.680**	-0.877**	-0.948**
	p değeri	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
FMÇ	Pearson Korelasyon	0.979**	0.981**	1	0.997**	-0.908**	0.577**	0.623**	-0.768**	-0.878**
	p değeri	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
FMA	Pearson Korelasyon	0.982**	0.986**	0.997**	1	-0.886**	0.593**	0.590**	-0.795**	-0.883**
	p değeri	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
KU	Pearson Korelasyon	-0.931**	-0.811**	-0.908**	-0.886**	1	-0.206**	-0.444**	0.430**	0.616**
	p değeri	0.000	0.000	0.000	0.000		0.002	0.000	0.000	0.000
KEDY	Pearson Korelasyon	0.436**	0.717**	0.577**	0.593**	-0.206**	1	0.796**	-0.933**	-0.897**
	p değeri	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002		0.000	0.000	0.000
KG	Pearson Korelasyon	0.452**	0.680**	0.623**	0.590**	-0.444**	0.796**	1	-0.671**	-0.819**
	p değeri	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000
PKFH	Pearson Korelasyon	-0.686**	-0.877**	-0.768**	-0.795**	0.430**	-0.933**	-0.671**	1	0.954**
	p değeri	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000
FMI	Pearson Korelasyon	-0.780**	-0.948**	-0.878**	-0.883**	0.616**	-0.897**	-0.819**	0.954**	1
	p değeri	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

\*Foramen magnum

\*\* Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır (2-tailed).

Diskriminant analizinin optimal olabilmesi ve yanlış sınıflandırmayı asgarileştirilebilmesi amacıyla bazı varsayımların sağlanması gerekmektedir. Box's M testi sonucu gruplar kovaryans matrisi açısından eşittir ve anlamlı fark bulunmamaktadır ( $p=0.548$ ) (Tablo 4).

**Tablo 4.** Box's M test sonuçları

Box's M		9.021
F	Approx.	0.884
	DF 1	10
	DF 2	184921.451
	Sig.	0.548

Değişkenler arasında çoklu bağlantı problemi ve çok yüksek korelasyon bulunmamaktadır (Tablo 5).

**Tablo 5.** Korelasyon matrisi

		<b>FMA</b>	<b>KU</b>	<b>PKFH</b>	<b>FMI</b>
<b>Korelasyon</b>	<b>FMA</b>	1.000	0.163	0.306	-0.033
	<b>KU</b>	0.163	1.000	0.573	0.175
	<b>PKFH</b>	0.306	0.573	1.000	0.091
	<b>FMI</b>	-0.033	0.175	0.091	1.000

Değişkenler arasında FMI dışında diğer değişkenler normal dağılıma uymaktadır. Öz değer (Eigenvalue) 0.563 olarak bulunmuştur. Kanonikal korelasyon 0.597 olarak bulunmuştur (Tablo 6).

**Tablo 6.** Öz değer istatistiği

Fonksiyon	Öz değer	Varyans yüzdesi	Kanonikal korelasyon
1	0.563	100	0.597

Bağımlı değişkenimiz iki kategorili olduğu için tek fonksiyon hesaplanmıştır. DFA sonucu bulunan fonksiyonumuz anlamlıdır ( $p < 0.001$ ) (Tablo 7).

**Tablo 7.** Wilks' Lambda istatistiği

Fonksiyon testi	Wilks' Lambda	Ki-kare	df	p
1	0.644	94.705	4	<b>&lt;0.001</b>



FMA katsayısı 0.005; KU katsayısı 0.155; PKFH katsayısı 0.016; FMI katsayısı -3.430 ve sabit -8.897 olarak bulunmuştur (Tablo 8).

**Tablo 8.** Kanonikal diskriminant fonksiyon katsayıları\*

	<b>Fonksiyon1</b>
<b>FMA</b>	0.005
<b>KU</b>	0.155
<b>PKFH</b>	0.016
<b>FMI</b>	-3.430
<b>Sabit</b>	-8.897

\*Standardize edilmemiş katsayılar

Kanonikal diskriminant fonksiyon katsayılarından yararlanılarak “diskriminant skor” hesaplanmıştır. Fonksiyon 1’den diskriminant skor şöyle elde edilmiştir;

$$DF=(-8.897)+[ (FMA \times 0.005)+(FMI \times -3.43)+(KU \times 0.155)+(PKFH \times 0.016) ]$$

Sentroid, her bir cinsiyetin aldığı skorların ortalamasıdır. Cinsiyete göre elde edilen sentroidlerin aritmetik ortalaması ile cutt-off (*sectional point*) elde edilmiştir. DFA sonucunda kadın ve erkek sentroidleri sırasıyla -0.636 ve 0.862 olarak bulunmuştur (Tablo 9). Kestirim noktası kadın ve erkek sentroidlerin toplamının ortalaması olup 0.113 olarak hesaplanmıştır. DF skoru; *sectioning point*’ten daha küçük ya da değer negatif ise kadın, daha büyükse erkek olduğunu gösterir.

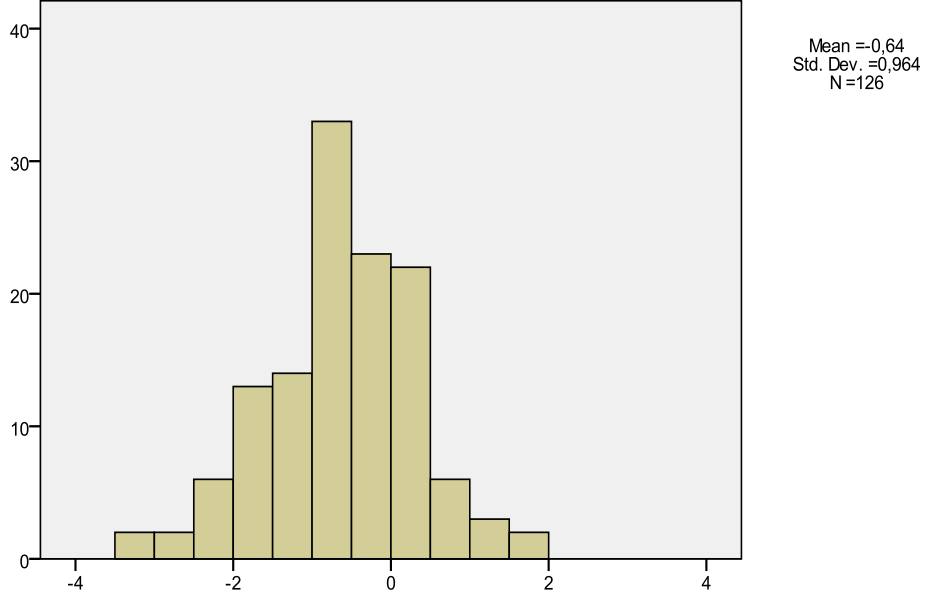
**Tablo 9.** Fonksiyonun grup sentroidleri

		<b>Sentroidler</b>
<b>Cinsiyet</b>	<b>Kadın</b>	-0.636
	<b>Erkek</b>	0.862

Kadınlarda diskriminant fonksiyon analizi ile elde edilen fonksiyon denklemi sonucu hesaplanan değerlerin ortalaması  $-0.64 \pm 0.9$ ’dur (Şekil 25). Erkeklerde hesaplanan değerlerin ortalaması ise  $0.86 \pm 1.0$ ’dır (Şekil 26).

### Canonical Discriminant Function 1

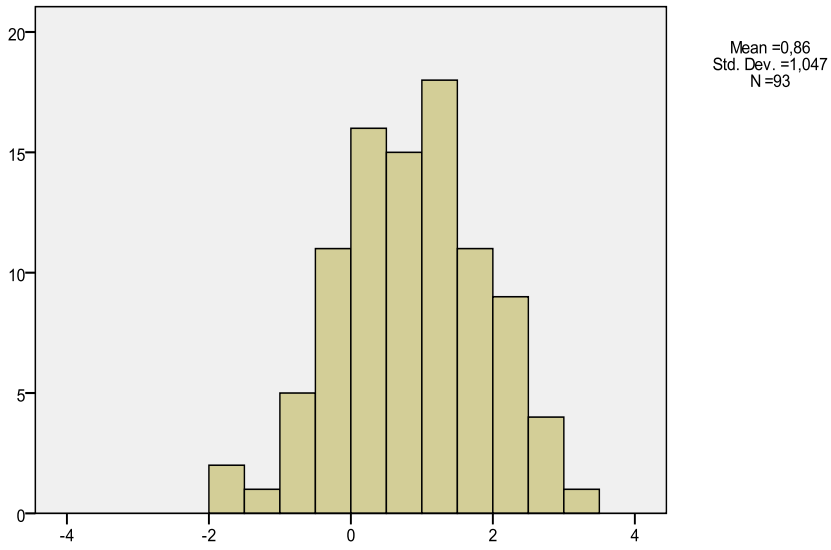
cinsiyet = kadın



Şekil 25. Kadınların fonksiyon denklemine göre sonuç değerleri

### Canonical Discriminant Function 1

cinsiyet = erkek



Şekil 26. Erkeklerin fonksiyon denklemine göre sonuç değerleri

Diskriminant fonksiyonu analizi tek ve çok değişkenli uygulanmıştır. Her iki yaklaşım içinde doğruluk ve tutarlılık (accuracy, agreement) hem crude (kaba) hem de gerçek (kappa) olarak hesaplanmıştır.

Tek değişkenli analizlerde cinsiyet tahmininin doğruluğu %58.4-%72.1 arasında değişmektedir. En yüksek tahmin doğruluğu %72.1 ile PKFH'den ve en az doğruluk ise %58.4 ile FMI'den elde edilmiştir.

Cinsiyet belirleme için yapılan çok değişkenli diskriminant fonksiyon analizine FMA, KU, PKFH, FMI, KEDY ve KG değişkenlerinden oluşan model sokulmuştur. FMA tercihi, en yüksek doğruluk oranı ve FM ile ilgili ölçümlerin kendi aralarında yüksek korelasyonu nedenleriyle. FM ölçümlerindeki yüksek korelasyon nedeniyle FMA dışındaki ölçümlerde modele sokularak alternatif modeller denenmiştir, bununla birlikte FMA'nın bulunduğu modeldeki doğruluk yüzdesine erişilememiştir.

Cinsiyet tahmininde kadınlarda erkeklere göre daha iyi tahmin sonuçları elde edilmiştir. Kadınlarda doğru tahmin oranı %88.9; erkeklerde doğru tahmin oranı %71.0'dir. Orijinal örneklerin doğruluk oranını göstermek için "leave one out classification" prosedürü uygulanmıştır ve çapraz doğrulama ile "one" oluşturulmuştur. Çapraz doğrulama sonucunda bu oranlar sırasıyla %87.3 ve %71.0 olmuştur. Modelin cinsiyet belirleme doğruluğu her iki cinsiyet için %81.3 olarak tespit edilmiştir. Bulunan sonucun çapraz doğrulaması sonucu her iki cinsiyet için tahmin doğruluğu %80.4 olarak bulunmuştur (Tablo 10).

**Tablo 10.** Sınıflandırma sonuçları<sup>a,b</sup>

		Tahmini cinsiyet		Toplam
		kadın	erkek	
Gerçek cinsiyet	kadın	112 (88.9)	14 (11.1)	126(100)
	erkek	27 (29.0)	66 (71.0)	93(100)
Gerçek cinsiyet <sup>c</sup>	kadın	110(87.3)	16 (12.7)	126(100)
	erkek	27 (29.0)	66 (71.0)	93(100)

a. Her iki cinsiyet için doğru sınıflandırma yüzdesi % 81.3' tür.

b. Çapraz kontrol sonucu doğru sınıflandırma oranı % 80.4' tür.

c. Cross-validated

Cinsiyet belirleme için diskriminant fonksiyon analizi yerine lojistik regresyon analizi de denenmiştir. Bu amaçla çoklu lojistik regresyon analizi (backward) kullanılmıştır. Diskriminant fonksiyon analizine sokulan modellerin tümü çoklu lojistik regresyon analizi (backward) ile de test edilmiştir. Yine FMA, KU, PKFH, FMİ, KEDY ve KG değişkenlerinden oluşan model ile doğruluğu yüksek sonuçlar alınmıştır. Analiz sonucunda anlamlı bulunan değişkenler Tablo 11 'de gösterilmiştir.

**Tablo 11.** Değişkenlerin lojistik regresyon sonuçları

	<b>B</b>	<b>S.E</b>	<b>Wald</b>	<b>df</b>	<b>p</b>
<b>FMA</b>	0.008	0.002	15.671	1	0.001
<b>KU</b>	0.249	0.073	11.703	1	0.001
<b>PKFH</b>	0.26	0.012	4.970	1	0.026
<b>FMİ</b>	-4.911	2.232	4.872	1	0.028
<b>Sabit</b>	-15.017	3.809	15.545	1	0.001

Elde edilen sonuçlara göre cinsiyet belirleme için fonksiyon denklemi aşağıdadır:

$$F = (-15.017) + [(0.008 \times FMA) + (0.249 \times KU) + (0.26 \times PKFH) + (-4.911 \times FMİ)]$$

Bu regresyon modelinde cut-off değeri 0.5 olarak kabul edilmiştir. Fonksiyon denklem sonucu cut-off değerinden daha küçük ya da değer negatif ise kadın; daha büyükse erkek olduğunu gösterir.

Bu denkleme göre her olgu için hangi cinsiyet olduğu belirlenmiş ve doğruluğu analiz ile test edilmiştir. Regresyon denklemine göre 126 kadının, 110'u (%87.3'ü); 93 erkeğin 66'sı (%71'i) doğru tahmin edilmiştir. Cinsiyet tahminindeki toplam uyum (crude) ise %80.4'dür (Tablo 12).

Hem DFA'nde hem de lojistik regresyon analizinde elde edilen kappa (gerçek tutarlılık) değeri % 60.1 olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 12.** Lojistik regresyon analizi sınıflandırma sonuçları

		Tahmini cinsiyet		Toplam
		kadın	erkek	
Gerçek cinsiyet	kadın	110(87.3)	16(12.7)	126(100)
	erkek	27(29.0)	66(71.0)	93(100)

\*Her iki cinsiyet için doğru sınıflandırma yüzdesi % 80.4' tür.

## 5. TARTIŞMA

İskelet kalıntılarında cinsiyet belirleme adli antropolojinin çok eski ve temel problemlerinden birisi olup, bu konu bilinmeyen, çürümüş, bozulmuş ve iskeletleşmiş cesetlerde kimliklendirmenin vazgeçilmez parçasıdır. Adli olayların çoğunda, iskeletin tamamının olmayışı cinsiyet tahminini büyük ölçüde zorlaştırmaktadır. Patlamalar, savaşlar, uçak kazaları vs. kitle afetlerinde olduğu gibi parçalanmış iskelet kalıntılarında ulaşıldığı zaman bu süreç daha da karmaşık olmaktadır. İskelet üzerinden cinsiyet belirlemek için çok sayıda morfolojik ve morfometrik metodlar mevcuttur.

Cinsiyet tahmini; adli tıpta, medikolegal olaylarda ve adli antropolojide kullanılmaktadır. Cinsiyet tahmininde başlıca iki yaklaşım vardır. İlki; şeklin görsel değerlendirilmesine ya da cinsel dimorfik özelliklerinin göreceli oranına dayanır. İkincisi; metrik yaklaşımdır. Metrik yaklaşım daha objektiftir ve daha az gözlemcinin deneyimine bağlıdır. Tekrarlanabilirliği yüksektir ve istatistiksel analize daha fazla bağlıdır. Ancak teşhis edilebilir ve kesin osteometrik işaretlere bağımlıdır.

İskelet kalıntılarında cinsiyet belirlemede kafatası önemli bir rol oynar. Cinsiyet belirlemede pelvisten sonra ikinci en iyi bölge kafatasıdır (78). Kafatasının tamamını incelemeye imkan bulunmadığı hallerde cinsiyet tahmini oldukça güçleşmektedir. Bundan dolayı kafatasının farklı bölgelerinden cinsiyet tahmini için standartlar belirlemeye ihtiyaç vardır. Oksipital kemiğin bazal bölgesi, kafatasının diğer bölgelerine göre fiziksel şartlara daha dayanıklıdır. Bunun sebebi oksipital kemiği kaplayan yumuşak dokuların çok olması, bu bölgedeki kafatası kalınlığı ve nispeten iyi korunmuş anatomik pozisyona bağlıdır. Böylece şiddetli travmalarda bile kafatasının bu bölgesi yüksek olasılıkla korunmuş olabilir. Bu nedenle oksipital kemik parçalanmış kalıntıların kimliklendirilmesinde yararlı ipuçları sağlayabilir (35).

Çalışmamızda; şuana dek cinsiyet tahmini üzerinde çalışılmış olan kafatasındaki posterior kranial fossanın anatomik olarak önemli bir kısmını oluşturan, merkezi ve derin yerleşimli foramen magnum (FM) ölçüleri (uzunluk, genişlik, çevre, alan) ile bunlara ek olarak daha önce çalışılmamış olan klivus ve daha az çalışılmış olan FM indeks ile posterior kranial fossa hacminin morfometrik farklılıkları saptanarak, iskelet bütünlüğünün olmadığı durumlarda dahi bireylerin cinsiyetlerinin belirlenebilmesi sağlanmaya çalışılmıştır.

## 5.1. FORAMEN MAGNUM

Birçok çalışma; klinik, ortopedik, nöroşirürjikal ve adli öneminden dolayı FM'un morfometrik analizine odaklanmıştır (79). Geçmişte FM'dan cinsiyet tahmini üzerindeki çalışmalar farklı metodolojik ve istatistiksel analizler kullanılarak İngiliz (35), Orta Avrupa (80), Türk (41, 81) ve Hindistan (39, 43, 82, 83) popülasyonu üzerinde yürütülmüştür.

FM'un cinsiyet tahmininde kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında ölçümler genellikle kuru kafatası üzerinden, az sayıda BBT ve daha az sayıda da 3 boyutlu BBT üzerinden yapılmış olup, bir çalışmada da virtopsi (84) ve otopsi (78) esnasında ölçümler alınmıştır. Bizim çalışmamızda ise canlı olguların temporal BT görüntüleri üzerinden ölçümler yapılmıştır. Foramen magnum uzunluğu ve genişliği ile ilgili yapılan tüm çalışmalarda FM uzunluğu basion ile opisthion arası mesafe, genişliği de foramen magnumun en geniş yeri olarak tahmin edilmiştir.

Teixeria olasılıkla 20. yy'ın ikinci yarısında FM ölçülerine dayanarak cinsiyet tahmini üzerindeki araştırmalarını yayınlayan ilk araştırmacılardan biridir (35). 1982 yılında Teixeria, mezardan çıkarılan 40 iskelet üzerinde foramen magnum ölçülerini kullanarak cinsiyet belirlenmesi üzerine ilk çalışmasını yayınlamıştır. Teixera'nın çalışması küçük bir örneğe dayandırılmıştır. Teixera tarafından, erkekte FM alan ortalaması 964 mm<sup>2</sup>, kadında ise 806 mm<sup>2</sup> olarak tespit edilmiş olup, 3 erkek değerinin kadın ortalama değerinin altında kaldığı, ancak hiçbir kadın değerinin erkek ortalamasının üzerinde olmadığı saptanmıştır (40). Bu çalışmada FM alanından elde edilen sonuçlar mevcut çalışmamızdaki sonuçlardan daha yüksektir. Bu farklılıkların anatomik ve radyografik metodlar arası farklılıktan ya da Teixera'nın az sayıda örnek üzerinde çalışmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür.

Holland, 1986 yılında fragmente ve deforme olmuş kafatasında cinsiyet belirlemek için kafatabanını kullanmıştır. İlk çalışmada 100 kafatasında 9 parametre belirlemiştir. Bu parametreler arasında FM'un uzunluk ve genişliği de mevcuttur. Örnekler eşit miktarda ırk ve cinsiyete bölünmüştür. Ölçümler vernier kayıcı kaliper ile yapılmıştır. FM uzunluğu beyaz kadınlarda 34.7 mm, siyah kadınlarda 34.6 mm, beyaz erkeklerde 38.0, siyah erkeklerde 37.1 mm olarak saptanmıştır. FM genişliği beyaz kadınlarda 30.4 mm, siyah kadınlarda 28.4 mm, beyaz erkeklerde 31.8, siyah erkeklerde 31.1 mm olarak tespit edilmiştir. Sonuçlara bakıldığında siyah ve beyaz erkeklerde FM'un uzunluk ve genişliği birbirine oldukça yakındır. Beyaz ve siyah kadınlarda ise uzunluk değerleri birbirine yakın iken, genişlik siyah kadınlarda beyaz

kadınlara göre daha azdır (85). Bu çalışmada bizim çalışma sonuçlarımıza oldukça yakın değerler elde edildiği görülmektedir. Çalışmamızdaki FM genişliği beyaz kadınlardaki FM genişliği ile uyumlu saptanmıştır.

Bizim çalışmamızdan farklı olarak, foramen magnum ölçülerinden cinsiyet tahmin edilebilirliğini doğrulamak amacıyla Deshmukh ve Devershi tarafından 2006 yılında Hindistan'da cinsiyetleri bilinen, kuru, deformitesi olmayan ve tamamen kemikleşmiş 74 tane (34 kadın, 40 erkek) kafatası üzerinde 16 parametre ölçülmüştür. Bu parametreler arasında bizim çalışmamızda da kullanılan foramen magnum uzunluğu ve genişliği de mevcuttur. Ölçümler kaliper yardımı ile yapılmıştır. Kadınlarda foramen magnum uzunluk ortalaması  $34\pm 2.05$  mm, erkeklerde  $34\pm 3.09$  mm, kadınlarda foramen magnumun genişlik ortalaması  $28\pm 2.09$  mm, erkeklerde  $29\pm 1.97$  mm olarak saptanmıştır ( $p>0.05$ ). Cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı belirtilmiştir (43). Çalışmamızda elde ettiğimiz foramen magnum uzunluk ve genişliğinin erkeklerde kadınlardan anlamlı derecede daha yüksek olması bu çalışmadan farklılık göstermektedir. Bu çalışmada bizim çalışmamızdan farklı olarak cinsiyetler arası anlamlı fark saptanmaması, ölçülen kafatası sayısının az olması ve radyografi kullanılmayıp kuru kafatası üzerinde çalışılmasına ve irksal farklılığa bağlı olabileceği düşünülmüştür.

Yine Hindistan'da 2013 yılında Kanchan ve ark.ları tarafından yapılan bir başka çalışmada 69 erkek, 49 kadın olmak üzere toplam 118 deforme olmayan kuru kafatası kullanılmıştır. Foramen magnum uzunluk ve genişlik ölçümleri vernier kaliper kullanılarak ölçülmüştür. Ayrıca foramen magnum alanı Radinsky ve Texeira formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Radinsky formülüne göre hesaplanan FM alan ortalaması kadınlarda  $706.93\pm 95.02$  mm<sup>2</sup>, erkeklerde  $744.33\pm 101.43$  mm<sup>2</sup>; Texeira formülüne göre ise kadınlarda  $717.92\pm 94.84$  mm<sup>2</sup>, erkeklerde  $755.46\pm 103.38$  mm<sup>2</sup> olarak saptanmıştır. Sonuç olarak foramen magnum uzunluk, genişlik ve alanı erkeklerde kadınlardan daha geniştir. Ancak sadece foramen magnum alanında cinsiyetler arası istatistiksel olarak anlamlılık saptanmış olup, uzunluk ve genişlikte anlamlılık saptanmamıştır (50). Bizim çalışmamızda ise kadın ve erkeklerde FM alanının sayısal olarak daha yüksek saptanmış olması ve FM'un tüm ölçülerinin istatistiksel olarak anlamlı bulunması bu çalışmadan farklılık göstermektedir.

Gruber ve ark.ları tarafından Orta Avrupa'daki kuru kafataslarında yapılan çalışmada FM ölçülerinde (FMU ve FMG) hiçbir seksüel dimorfizm bulunmamıştır. Tarafımızca bu durumun ölçümler küçük bir örnek grubunda alındığı için meydana gelmiş olabileceği düşünülmüştür (80). Kenya'da 202 (138 erkek, 64 kadın) kuru



kafatasında kaliper ile FM'un ölçüleri alınmıştır. Ortalama FM uzunluğu  $3.85 \pm 0.65$  cm (erkek için 4.00 cm ve kadın için 3.4 cm,  $p=0.191$ ) ve FM genişliği  $3.50 \pm 0.7$  cm (erkek için 3.8 cm ve kadın için 2.80 cm,  $p= 0.220$ ) olarak tespit edilmiştir (86). Gruber ve ark.larının (80) yaptığı çalışma sonucu ile benzer olarak kadın ve erkekler arasında FM uzunluk ve genişliği arasında fark olduğu tespit edilmiş, ancak istatistiksel olarak anlamlılık saptanmamıştır.

Çalışmamızdan farklı olarak Ukoha ve ark.ları tarafından Nijeryalı 100 kuru kafatası (90 erkek ve 10 kadın) üzerinde FM'da seksüel dimorfizm varlığını belirlemek için Dijital Vernier Kaliper yardımıyla FM'un uzunluk ve genişliği ölçülmüştür. Rotal (Alan=  $\frac{1}{4} \times \pi \times \text{genişlik} \times \text{yükseklik}$ ) ve Teixeira (Alan=  $\pi \times [(\text{uzunluk} \times \text{genişlik})/4]^2$ ) formülüne göre çevre ve alan hesaplanmıştır. Sonuç olarak FM uzunluğunda her iki cinsiyet arasında anlamlı farklılık saptanmıştır. Ancak FM genişliğinde erkek ve kadınlarda anlamlı farklılık saptanmamıştır (46).

Manoel ve ark.ları tarafından Brezilyalı insanların kafatasından cinsiyet tahmini için FM ölçüleri alınmıştır. Ölçümler kuru kafatası üzerinden kaliper yardımıyla yapılmıştır. Çalışmada 215 insan kafatası (139 erkek, 76 kadın) kullanılmıştır. Yapılan ANOVA ve Tukey testleri, FM genişliğinin cinsiyeti etkilediğini göstermektedir. FM genişliği erkeklerde ( $30.3 \pm 0.2$ ) kadınlardan ( $29.4 \pm 0.23$ ) daha yüksek saptanmıştır, ancak uzunlukta fark saptanmamıştır. Sonuç olarak FM genişliğinin morfometrik metodu, cinsiyetler arası morfolojik farklılıkları belirlemek için kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (42).

Babu ve ark.larının FM'dan cinsiyet belirlemeye yönelik ilk çalışmalarını otopside elde ettikleri ölçümler üzerinden yaptıkları görülmüştür ve literatürde karşılaştığımız otopsi esnasında yapılan tek çalışmadır. Güney Hindistan'da yapılan bu çalışmada otopsi yapılan 146 erkek ve 84 kadın kafatası üzerinden FM uzunluğu ve genişliği kaliper kullanılarak ölçülmüştür. FM alanı, Radinsky'nin formülüne (Alan =  $\frac{1}{4} \times w \times h \times \frac{22}{7}$ ) göre hesaplanmıştır. Sonuçta; erkeklerde ortalama FM uzunluk, genişlik ve alanı sırasıyla 36.40 mm, 32.93 mm ve 939.50 mm<sup>2</sup>dir. Kadınlarda ortalamaya bakıldığında uzunluk 31.62 mm, genişlik 28.32 mm ve alan 700.5 mm<sup>2</sup> olarak tespit edilmiştir. Ölçümler karşılaştırıldığında erkeklerde kadınlara göre anlamlı derecede yükseklik saptanmış, cinsiyet belirleme doğruluğunun en fazla FM alanı, ardından uzunluk ve genişlik ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. FM morfometrisi cinsiyet ayırımında önemli bir parametre olabileceği kanaatine varılmıştır (78).

Yine Babu ve ark.larının Hintliler üzerinde yaptığı bir başka çalışmada, 90 erişkin (50 erkek, 40 kadın) kuru kafatasının Vernier Kaliper yardımıyla FM uzunluk ve genişlikleri ölçülmüştür. FM alanı ise Teixeira ve Radinsky formülleri kullanılarak hesaplanmıştır. FM'un uzunluk, genişlik ve alanı; erkeklerde kadınlardan daha yüksek saptanmıştır. FM'un uzunluğu, genişliği ve alanında cinsiyet farklılıkları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Teixeira formülü kullanılarak hesaplanan alan, Radinsky formülü kullanılarak hesaplanan alandan anlamlı derecede daha yüksek saptanmıştır. FM'un uzunluğu, genişliği ve alanı erkeklerde sırasıyla; 35.69 mm, 28.91 mm, 811.67 (R) mm<sup>2</sup>, 821.36 (T) mm<sup>2</sup>, kadınlarda sırasıyla 32.57 mm, 28.19 mm, 722.66 (R) mm<sup>2</sup>, 727.31 (T) mm<sup>2</sup> olarak saptanmıştır (39). Sonuçlar bizim çalışmamızla karşılaştırıldığında uzunluk ve genişlik değerlerinin her iki cinsiyette de bizim sonuçlardan daha az saptandığı görülmüştür. Bununla beraber FM alanında bizim sonuçlarımıza yakın değerler bulunmuş olup özellikle Teixeira formülüne göre hesaplanan alan değeri çalışma sonuçlarımıza daha yakın tespit edilmiştir.

Güney Hindistan'da yapılan başka çalışmalarda da FM uzunluk ve genişliğinin erkek kafatasında kadın kafatasından daha yüksek olduğu saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Güney Hindistanlı insan kafatasının FM'unda anlamlı seksüel dimorfizm mevcut olduğu belirtilmiştir (52, 53). Güney Hindistan'da elde edilen bu değerler bizim çalışmamızdaki değerlerimizden oldukça az olduğu görülmüştür.

Galdemes ve ark.ları tarafından 211 (144 erkek, 71 kadın) insan kuru kafatası üzerinden yaş ve cinsiyeti belirlemek amacıyla FM uzunluk ve genişliği analiz edilmiştir. Ölçümler dijital kaliper yardımı ile yapılmıştır. Anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak kabul edilmiştir. Tüm değerler erkeklerde istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek saptanmıştır. Foramen magnum uzunluk ortalaması erkeklerde  $36.5 \pm 2.6$  mm, kadınlarda  $35.6 \pm 2.5$  mm; erkeklerde foramen magnumun genişlik ortalaması  $30.6 \pm 2.5$  mm, kadınlarda  $29.5 \pm 1.9$  mm olarak saptanmıştır ( $p < 0.05$ ). Bu sonuçlar Jain ve ark.larının yaptıkları çalışma sonuçları ile benzerdir (44). FM uzunluğu sayısal değer olarak bizim çalışma sonuçlarımıza yakın olmakla birlikte, FM genişliği bizim çalışmamızda daha yüksek saptanmıştır.

Gapert ve ark.ları 18. ve 19. yy'dan kalan iskelet koleksiyonunda 158 (82 erkek, 76 Kadın) yetişkin kafatasında FM'da cinsiyet farklılığı araştırılmıştır. Dijital kayıcı kaliper yardımıyla FM uzunluk, genişlik ve çevresi ölçülmüştür. FM alanı ise Rotal ve Teixeira formülleri ile hesaplanmış, cinsiyet farklılıklarını analiz etmek için tek ve çok değişkenli diskriminant fonksiyon analizi kullanılmıştır. Erkek FM

uzunluk  $35.91 \pm 2.41$ , kadında  $34.71 \pm 1.91$ 'dir. FM genişliği erkekte  $30.5 \pm 1.77$ , kadında  $29.36 \pm 1.96$  olarak tespit edilmiştir. Kayıcı kaliper yardımıyla ölçülen FM çevresi erkekte  $99.07 \pm 5.97$ , kadında  $95.65 \pm 5.36$ 'dır. Rortal formülüne göre hesaplanan FM alanı erkekte  $862.41 \pm 94.79$ , kadında  $801.78 \pm 85.43$  olarak tespit edilmiştir. Teixeira formülüne göre hesaplanan FM alanı erkekte  $868.95 \pm 96.36$ , kadında  $808.14 \pm 85.40$  olarak saptanmıştır. Tüm bulgularda istatistiksel olarak anlamlılık saptanmıştır (35).

Natsis ve ark.ları 143 Yunan erişkin kuru kafatasında FM genişlik ve uzunluk ölçüleri dijital kayıcı kaliper yardımıyla ölçülmüştür. Ortalama FM uzunluğu erkekte  $36.20 \pm 3.39$ , kadında  $34.79 \pm 2.39$ ; FM genişliği erkekte  $30.92 \pm 3.15$ , kadında  $29.61 \pm 2.08$  olarak saptanmıştır. Her iki değer erkeklerde kadınlara göre anlamlı derecede yüksek saptanmıştır ( $p < 0.001$ ). Elde edilen değerler bizim çalışmamızla karşılaştırıldığında kadın ve erkek FM uzunluk ortalamalarının bizim sonuçlarımıza yakın olduğu, ancak her iki cinsiyette FM genişliğinin bizim çalışma sonuçlarımızdan daha az olduğu saptanmıştır (79).

Sangvichien ve ark.ları tarafından Taylandlı 101 (66 erkek, 35 kadın) kuru kafatası üzerinde FM uzunluk ve genişliği ölçülmüş, sonrasında uzunluk genişliğe bölünerek FM indeksi hesaplanmıştır. Cinsiyetler arası karşılaştırma t-testi kullanılarak yapılmış ve p değeri 0.05 olarak kabul edilmiştir. FM uzunluğu erkekte  $32.42 \pm 3.10$  (minimum:23, maksimum: 39), kadında  $31.06 \pm 2.66$  (minimum:27, maksimum: 39) olarak saptanmıştır. FM genişliği erkekte  $27.04 \pm 2.22$  (minimum:21.5, maksimum:32), kadında  $25.83 \pm 1.88$  (minimum:21, maksimum: 30) olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada ölçülen FM uzunluk ve genişlikte cinsiyetler arası anlamlı fark saptanmıştır. Bizim çalışma sonuçlarımızla karşılaştırıldığında bizim değerlerimizin Taylandlılardan oldukça yüksek olduğu görülmüştür (59).

Literatürde aynı anda hem kuru kafatası hem de BT üzerinde yapılan sadece bir çalışmaya rastlanmıştır. Shepur ve ark.ları 150 kuru kafatası ve yaşayan 30 kişinin BT görüntüleri üzerinde çalışmıştır. Kuru kafatasında FM ölçüleri vernier kaliper ile ölçülmüş ve FM alanı formülle hesaplanmıştır. BT görüntülerinde ise FM çap ve alanı otomatik olarak ölçülmüştür. Sonuçta kuru kafatasında erkeklerde FM'un ortalama uzunluğu 33.4 mm ve kadında 33.1 mm; BT görüntüleme metodunda erkekte 38.5 mm ve kadında 35.2 mm'dir. FM'un ortalama genişliği erkek kuru kafatasında 28.5 mm ve kadında 27.3 mm; BT görüntüleme metodunda erkekte 29.1 mm ve kadında 27.6 mm'dir. Hem kuru kafatasında hem de BT görüntüleri üzerinden yapılan ölçümlerde erkek kafatasında FM'un uzunluk, genişlik

ve alanı kadın kafatasından daha büyük saptanmıştır (87). BT görüntüleri üzerinden yapılan ölçüm sonuçları bizim çalışma sonuçlarımızla benzerdir.

Medikal literatürde 3 boyutlu BT kullanarak cinsiyet tahmini yapılan az sayıda çalışmaya rastlanmıştır (48, 54, 87). Sukumar ve Yadav yaptıkları çalışmada, foramen magnumun bilgisayarlı tomografide 3 boyutlu osteometrik verilerine dayalı cinsiyet belirleme metodu üzerine çalışmışlardır. Bu çalışma için 54 hasta (32 erkek ve 22 kadın) bireyin foramen magnumun anterior-posterior çap ve transvers çap ölçümlerini bilgisayarlı tomografide 3 boyut oluşturarak almışlardır. Foramen magnum ölçüm değerleri kadın ve erkek arasında farklılık gösterip göstermediği yönünden değerlendirilmiştir. Foramen magnumun uzunluk ( $35.18 \pm 2.84$  mm >  $31.77 \pm 2.05$  mm) ve genişliğinin ( $29.53 \pm 2.76$  mm >  $26.31 \pm 1.15$  mm) erkeklerde kadınlara göre anlamlı derecede daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (88). Aynı şekilde bizim çalışmamızda da erkeklerde kadınlara göre anlamlı derecede yükseklik saptanmış olmakla birlikte, bizim çalışmamızdaki sayısal değerler daha yüksek olarak bulunmuştur. Bu değerler arasındaki farkın ırktan ve üç boyutlu görüntüleme ile iki boyutlu görüntüleme arasındaki farktan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca Gopalrao ve ark.larının da BT üzerinde yaptıkları ölçümlerde benzer sonuçlara ulaşmış oldukları görülmüştür (89).

Çalışmamıza en yakın bulunan değerler Burdan ve ark.ları tarafından yapılmış olan, yaşları 20-30 arasında değişen 312 kişinin (142 erkek, 171 kadın) 3D BT görüntüleri kullanılarak foramen magnumun morfolojisinin değerlendirildiği çalışmada elde edilmiştir. Erkeklerde ortalama FM uzunluğu  $37.06 \pm 3.07$ , kadında  $35.47 \pm 2.60$ ; genişlik erkekte  $32.98 \pm 2.78$ , kadında  $30.95 \pm 2.71$ ; FM alanı erkekte  $877.40 \pm 131.64$ , kadında  $781.57 \pm 93.74$  olarak tespit edilmiştir. FM uzunluğu, genişliği ve alanı erkeklerde kadınlara göre anlamlı derecede daha yüksek saptanmış ve FM uzunluk ve genişliği arasında anlamlı pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Anlamlı korelasyon FM'un genişlik ve alanı için bildirilmiştir (48).

Çalışmamıza yakın değerler bulunan bir başka çalışma da; Murshed ve ark.ları tarafından BBT'si çekilmiş, yaşları 18-80 arasında değişen 110 (57 erkek, 53 kadın) kişi üzerinde yapılan çalışmadır. BBT'de FM uzunluğu ve genişliği ölçülmüş, ayrıca FM alanı sistem tarafından otomatik olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bulgular göstermiştir ki FM'un uzunluk, genişlik ve alanı anlamlı derecede erkeklerde kadınlardan daha büyük bulunmuştur ( $p < 0.001$ ). FM uzunluk ortalaması kadında  $34.6 \pm 3.16$  mm ve erkekte  $37.2 \pm 3.43$  mm; FM genişliği kadında  $29.3 \pm 2.19$  mm,

erkeklerde  $31.6 \pm 2.99$  mm olarak saptanmıştır. FM alanı ise erkeklerde  $931.7 \pm 144.29$  mm<sup>2</sup>, kadınlarda  $795.0 \pm 99.32$  mm<sup>2</sup> olarak tespit edilmiştir (49).

Ayrıca Şili'de yapılan bir başka çalışmada da BT üzerinden FM'un morfometrik değerleri (uzunluk, genişlik, alan) belirlenmiş ve FM'un cinsiyet ve Mapuçe etnik kökeni arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Özellikle FM uzunluk ve genişliği bizim çalışma sonuçlarımıza oldukça yakın bulunmuştur (90).

Uthman ve ark.ları tarafından kadında FM uzunluğu  $32.9 \pm 2$  mm ve erkeklerde  $34.9 \pm 2$  mm; FM genişliği kadında  $27.3 \pm 2.2$  mm ve erkeklerde  $29.5 \pm 2.5$  mm olarak tespit edilmiştir. Uthman ve ark.ları tarafından yapılan çalışmada FM çevresi erkeklerde  $99.3 \pm 6.2$  mm, kadında  $92.6 \pm 6.5$  mm olarak bildirilmiştir. Uthman ve arkadaşlarının çalışmasında FM çevre ve alanı en iyi ayırıcı parametre olarak tespit edilmiş, cinsiyet dimorfizminde çevrenin doğruluk oranı %67, alanınki ise % 69.3 olarak tespit edilmiştir. Çok değişkenli analiz kullanılarak erkeklerde FM ölçüleri % 90.7, kadınlarda FM ölçüsü % 73.3 doğru olarak saptanmıştır. Pearson's korelasyonuna göre, tüm parametreler her bir diğeri ile anlamlı korelasyona sahiptir. En güçlü korelasyon erkek ve kadınlar için FM çevresi ile FM alanı arasında ve ayrıca FM uzunluğu ile FM çevresi arasındadır. En zayıf korelasyon ise FM genişliği ve FM uzunluğu arasındadır (51).

Radhakrishnan ve ark.ları yaşları 18-80 yaş arasında değişen 250 normal kişinin BBT görüntüleri üzerinden FM uzunluk ve genişlik ölçülerini almışlardır. Elde edilen bulgular göstermiştir ki; FM uzunluk, genişlik ve alanı erkeklerde kadınlara göre anlamlı derecede daha yüksek saptanmıştır ( $p < 0.001$ ). Erkeklerde FM uzunluğu  $36.46 \pm 3.43$ , kadında  $34.99 \pm 3.2$ ; erkeklerde FM genişliği  $30.5 \pm 2.94$ , kadında  $28.99 \pm 2.53$ ; FM alanı erkeklerde  $791.57 \pm 131.27$ , kadında  $736.81 \pm 130.57$  olarak saptanmıştır. Her iki cinsiyette FM uzunluğunda bizim çalışma sonuçlarımıza yakın değerler elde edilmiş olup FM genişlik ve alanı ise her iki cinsiyette bizim çalışmamızdaki değerlere göre daha az saptanmıştır (91).

Bilimsel literatürde sadece bir çalışmada virtopsi üzerinden kimliklendirme yapıldığı görülmektedir. Schröder ve ark.ları tarafından 128 erkek ve 97 kadın bireyin sanal olarak kafatasları incelenmiştir. Veri setleri virtopsi projesi esnasında elde edilmiştir. Daha önceden cinsiyeti ve boy uzunluğu bilinen vakalar, ölçüm yapan kişi tarafından bilinmemektedir. Sanal bir kafatası Volume Rendering fonksiyonu ile 3-D'de oluşturulmuş ve lateral olarak Frankfurt düzleminde hizalandıktan sonra, kafatası kapağı tipik otopsi esnasında kullanılan açılış şeklini taklit ederek sanal olarak açılmıştır. Sonrasında kafatası 90 derece izleyiciye doğru

döndürülmüş ve kafatası tabanında intrakranial ölçümler alınmıştır. Toplamda kafatası açıklığına dayanan 15 tane ölçüm yapılmıştır. Tek parametre olarak bakıldığında ortalama değerde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gösteren cinsiyet ile tüm özellikler arasında güçlü bir korelasyon mevcuttur. FM genişliği için en yüksek korelasyon bulunmuştur. Ortalama değer; kadınlar için 29 mm (s = 2 mm, Min = 25 mm, Max = 34 mm) erkekler için 32 mm (s = 2 mm, min erkeklerde = 27 mm, Max = 39 mm) olarak tespit edilmiştir. Çalışmada incelenen örneklerde %78.2 doğrulukta cinsiyet belirlenmiştir. Veri sonuçlarına göre; FM cinsiyet belirlemede anlamlı bulunmuştur (84).

Literatüre bakıldığında Türk kafatası üzerinde de FM'un cinsiyet dimorfizminde kullanılıp kullanılmayacağına yönelik çalışmalar mevcuttur. Ancak bu çalışmalarda tartışılmalı sonuçlar vardır (41, 54, 92). Uysal ve ark.ları tarafından 3 boyutlu BT'de Türklere ait 100 hasta (48 erkek, 52 kadın) üzerinden oksipital kondil uzunluk, genişlik, FM uzunluk ve genişliği ölçülmüş, sonuçlar Fisher'in linear diskriminant fonksiyon analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Oksipital kondil uzunluk ve genişliği ile FM genişliği (ortalama: erkekler için 30.8 mm ve kadınlar için 28.9 mm) ( $p < 0.001$ ) ölçülmüştür ve %81 doğruluk ile her iki cinsiyette istatistiksel olarak farklılık bulunmuştur (54). Elde edilen sonuçlara bakıldığında FM uzunluğunda anlamlı fark saptanmaması çalışmamızla uyumlu değildir. FM genişliğinde anlamlı fark saptanması çalışmamızla benzerlik göstermektedir, ancak sayısal değerler çalışmamızdan daha düşüktür.

Günay ve ark.ları (1998) tarafından ilk yapılan çalışmada 121 erkek, 25 kadın olmak üzere 146 kafatasında kumpas (sliding caliper) yardımı ile FM'un en uzun ve en kısa çapı ölçülerek ortalaması dairenin çapı olarak kabul edilip alanı hesaplanmıştır. Erkeklerde FM alanının aritmetik ortalaması  $922.11 \pm 121.99 \text{ mm}^2$  (mod: 854.87, medyan: 918.17, minimum: 655.64, maksimum: 1284.25  $\text{mm}^2$ ), kadınlarda foramen magnum alan ortalaması  $821.19 \pm 127.42 \text{ mm}^2$  (mod: 769.06, medyan: 801.33, minimum: 604.50, maksimum: 1157.53  $\text{mm}^2$ ) olarak tespit edilmiştir (21). Günay ve ark.ları daha sonra çalışılan olgu sayısı artırılarak FM alanı üzerinde yeni bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada Türklere ait 219 kafatası (170 erkek, 39 kadın) üzerinden FM'un en uzun ve en kısa çapları kaliper ile ölçülmüştür. Hesaplama için yarıçap olarak uzunluk ve genişlik değerlerinin yarısının ortalaması kullanılarak alan hesaplanmıştır. Çalışmamızla uyumlu olarak FM alanının cinsiyetler arası anlamlı farklılık gösterdiği belirtilmiştir (erkeklerde  $909.91 \pm 126.02 \text{ mm}^2$ , kadında  $819.01 \pm 117.24 \text{ mm}^2$ ,  $p < 0.001$ ). Ancak, FM alanı ile cinsiyet

arasındaki korelasyon katsayısı 0.27'dir. Bu çok düşük korelasyon katsayısı nedeniyle diskriminant analizi yapılamadığı belirtilmiştir. Sonuçta FM alan ortalaması kadında erkeklere göre daha az bulunmuştur. Ancak, FM alanının cinsiyet belirlenmesi için çok yararlı bir gösterge olmadığı ve sadece bazı durumlarda destekleyici bir bulgu olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (41).

Yine Türkler üzerinde İlgüy ve ark.ları tarafından yapılan bir başka çalışmada 3 boyutlu BT üzerinden aksiyel kesitler elde edilmiştir. Yaşları 18-85 arasında değişen 161 hasta (66 erkek, 95 kadın) üzerinden foramen magnum (uzunluk, genişlik, çevre) ve mandibula ölçümleri alınmıştır. Aksiyel kesit kalınlığı 5 mm'dir. Kadında ortalama FM uzunluğu  $35.62 \pm 2.43$ , erkekte  $37.79 \pm 2.25$ ; genişlik kadında  $31.09 \pm 2.36$ , erkekte  $32.69 \pm 2.29$ ; FM çevresi kadında  $102.21 \pm 6.88$ , erkekte  $108.10 \pm 7.11$  olarak tespit edilmiştir. FM ve mandibula ölçümleri için doğruluk oranı % 83.2'dir. Olguların % 87.4'ünde kadın ve % 77.3'ünde erkekler doğru olarak kimliklendirilmiştir. Sadece FM uzunluğu cinsiyet belirlenmesinde son bir gösterge olarak gösterilmiştir. Diğer FM ölçümleri cinsiyet dimorfizmi için değerli olduğu görülmemiştir. Bu sonuçların, Uthman (51) ve Uysal (54)'in çalışmalarıyla uyumlu olmadığı, bunun nedeni olarak çalışılan örneklerde FM üzerinde yapılan ek ölçümler nedeniyle olabileceği belirtilmiştir (92).

Sonuç olarak; BBT ve 3 boyutlu BT üzerinde yapılan çalışma sonuçları, bizim çalışmamıza en yakın sayısal değerleri vermektedir (48, 49, 54, 90, 92). Özellikle kuru kafatası üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilen veriler bizim çalışmamızdaki değerlerden oldukça düşük olarak saptanmıştır (35, 39, 43, 53, 83, 87, 91). Gruber ve ark.larının kuru kafatasında yaptıkları çalışma sonucunda elde edilen değerler çalışmamıza oldukça yakındır, ancak bu çalışmada cinsiyetler arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır (80). Sadece Gopalrao, Uthman ve Sukumar ve ark.larının BBT ve 3DBT üzerinde yaptıkları çalışma sonuçları bizim çalışma sonuçlarımızdan oldukça düşüktür (51, 88, 89). Aynı zamanda Schröder ve ark.ları virtopsi üzerinde yaptıkları çalışmada sadece FM genişliği çalışılmış olup elde edilen değerler bizim değerlerimize oldukça yakındır (84). FM çevresi üzerinde yapılan çalışmalar arasında en yüksek sayısal değerler bizim çalışmamızda tespit edilmiştir. FM alanının değerlendirildiği Burdan, Esteban, Shepur (BT sonuçları) ile Gapert ve ark.larına (Teixeria formülüne göre hesaplanan alan) ait çalışmalarda bulunan değerler bizim çalışma değerlerimize oldukça yakındır (35, 48, 87, 90).

Çalışmamızda Türk kafatasındaki FM uzunluğu erkekteki ( $37.02 \pm 2.29$ ) ve kadındaki ( $35.29 \pm 2.47$ ) değerler; Güney Nijerya erkek ( $36,26 \pm 2,39$  mm) ve kadın

kafatasından (34.39±8.85 mm) [Osunwoke ve ark. 2012]; Brezilya erkek kafatasından (35.7±0.29 mm) ve kadın kafatasından (35.1±0.33 mm) [Manoel ve ark.2009], İngiliz erkek popülasyonundan (35.91±2.41 mm) ve İngiliz kadın popülasyonundan (34.71±1.91mm) [Gapert ve ark.(2008)], İspanyol kadın kafatasından (34.30±0.0 mm) [Herrera 1987], Hintli erkek (35.5±2.8mm) ve kadın (32.0±2.8mm) [Routal ve ark.1984] kafatasından daha yüksek tespit edilmiştir.

Bu çalışmamızda FM genişliği için erkek (32.48±2.43) ve kadında (30.31±2.09) elde edilen değerler; Güney Nijerya erkek (30,09±2,58 mm) ve kadın (28,16±1,99 mm) kafatasındaki FM genişliğinden [Osunwoke ve ark. 2012], Brezilya erkek (30.3±0.20) ve kadın kafatasından (29.4±0.23) [Manoel ve ark.(2009)], Hintli erkek (29.6±1.9) ve kadın kafatasından (27.1±1.6) [Routal ve ark.(1984)], İspanyol erkek (31.1±0.3) ve kadın (29.6±0.3) [Herrera (1987)] ile İngiliz erkek (30.51±1.77) ve kadın (29.36±1.96) popülasyonundan [Gapert ve ark. (2008)] daha geniş saptanmıştır. Çalışmamızdaki FM uzunluğumuz, Shuper ve ark. (BT üzerinde yaptığı ölçüm: E: 38.5 mm, K:35.2 mm) ile Esteban ve ark.larının (E: 37.4 mm, K:35.6 mm) yaptıkları çalışma sonuçlarından daha az saptanmıştır.

**Tablo 13. Çeşitli çalışmalardaki foramen magnum ölçümlerinin (ortalama) karşılaştırılması.**

		Uzunluk		Genişlik		Çevre		Alan	
		E	K	E	K	E	K	E	K
BT	Bizim çalışmamız	37.02±2	35.29±2	32.48±2	30.31±2.09	115.68±6	108.71±7	885.97±1	782.9 2±9
	Shepur ve ark.(87)	38.5	35.2	29.1	27.6	-	-	862.0	758.0
	Murshed ve ark. (49)	37.2±3,43	34.6±3,16	31.6±2.99	29.3±2.19			931.7±144	795±99
	Uthman ve ark. (51)	34.9±2	32.9±2	29.5±2.5	27.3±2.2	99.3± 6.2	92.6± 6.5	-	-
	İlgü ve ark. (92)	37.79	35.62	32.69	31.09	108.1	102.2	-	-
	Radhakrishnan ve ark. (91)	36.46± 3.43	34.99±3.2	30.5±2.94	28.99±2.53	-	-	791.57± 131.27	736.81± 130.57
	Gopalrao ve ark. (89)	33.90	32.35	28.05	26.88±2.96	-	-	-	-
	Erdil ve ark. (96)	36.95	34.41	30.75	29.98±2.78	-	-	-	-
	Esteban ve ark. (90)	37.4±3.3	35.6 ±3	31.9±2.6	30.1±2.4	-	-	877±125	798±115
3D BT	Sukumar (88)	35.18±2.8	31.77±2.1	29.53±276	26.31±1.15	-	-	-	-
	Uysal ve ark. (54)	-	-	30.8	28.9	-	-	-	-
	Burdan ve ark. (48)	37.06± 3. 07	35.47± 2	32.98± 2	30.95± 2	-	-	877.40±13	781.57± 93



Tablo 13 (Devam). Çeşitli çalışmalardaki foramen magnum ölçümlerinin (ortalama) karşılaştırılması.

		Uzunluk		Genişlik		Çevre		Alan	
		E	K	E	K	E	K	E	K
KURU KAFATASI	Routal ve ark. (82)	35.5	32.0	29.6	27.1	-	-	819.00 (R)	771.00 (R)
	Sayee ve ark. (83)	34.2	33.5	28.5	28.0	-	-	-	-
	Deshmukh ve ark. (43)	34.0	34.0	29.0	28.0	-	-	-	-
	Gapert ve ark. (35)	35.91	34.71	30.51	29.36	99.07	95.65	783.82 (R) 862.41 (T)	730.28 (R) 801.78 (T)
	Gunay & Altinkok (41)	-	-	-	-	-	-	909.91 (T)	819.01 (T)
	Teixeira (40)	-	-	-	-	-	-	963.73 (T)	805.65 (T)
	Babu ve ark. (39)	35.69	32.57	28.91	28.19	-	-	811.67 (R) 821.36 (T)	722.66 (R) 727.31 (T)
	Shepur ve ark.(87)	33.4	33.1	28.5	27.3	-	-	748.60±97 .80 (R)	711.10±97 .7 (R)
	Ghule ve ark. (93)	35.68	34.92	30.33	29.46	-	-	-	-
	Manoel ve ark. (42)	-	-	30.3	29.4	-	-	-	-
	Shanthy ve Lokanadham (94)	37.1	33.8	32	30.4	-	-	-	-
	Yadav ve Goswami (95)	35.22	33.1±2.03	27.6	26.71	-	-	-	-
	Galdames ve ark. (44)	36.5	35.6	30.6	29.5	-	-	-	-
	Jain ve ark. (47)	36.9±02	32.9±03	31.5	29.5	-	-	-	-
	Natsis ve ark. (79)	36.20	34.79	30.92	29.61	-	-	-	-
	Radhakrishna ve ark. (52)	34.04	31.72	28.63	26.59	-	-	-	-
	Santhosh ve ark. (53)	34.37	33.80	28.98	27.60	-	-	-	-
Gruber ve ark. (80)	37.1	35.8	32.4	31.0	-	-	-	-	
OTOPSI	Babu ve ark. (78)	36.40	31.62	32.93	28.32	-	-	939.50 (R)	700.5 (R)
VİRTOPSI	Schröder ve ark. (84)	-	-	32	29	-	-	-	-

Uzunluk= Anteroposterior çap (mm), Genişlik=Transvers çap (mm) , Alan= alan (mm<sup>2</sup>), (R) - Radinsky'nin formülü, (T)- Teixeira'nın formülü.

## 5.2. FORAMEN MAGNUM İNDEKSİ

Literatürde foramen magnum uzunluğunu foramen magnum genişliğine bölerek hesaplanan foramen magnum indeksi çoğunlukla FM şeklini belirlemek amacıyla kullanılmış olup cinsiyet tahmini için kullanılmamıştır.

Chethan ve ark.ları tarafından yapılan çalışmada 53 kuru insan kafatası üzerinde FM incelenerek uzunluk ve genişliği ölçülmüş ve ortalama FM indeksi hesaplanmıştır. Ortalama FM indeksi 1.2±0.1 bulunmuştur. Ancak FM indeksi cinsiyetler arası dimorfizmi değerlendirmek için değil, FM şeklini belirlemede

kullanılabilir olup olmadığı yönünden değerlendirilmiştir (97). Literatürde bu amaçla yapılan başka çalışmalara da rastlanmaktadır (58, 91). Yine bu amaçla yapılan bir başka çalışmada Radhakrishnan ve ark.ları BBT'si çekilmiş 250 normal insan FM'unun anteroposterior çapını transvers çapına bölerek FM indeksini hesaplamıştır. Ortalama FM indeksi erkeklerde 1.2 mm, kadınlarda 1.21 mm olarak tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda ise FM indeksi erkeklerde  $1.13 \pm 0.08$ , kadında  $1.16 \pm 0.08$  olarak tespit edilmiş olup bizim çalışmamızın FMİ değerleri bu çalışmaya göre daha az saptanmıştır. Çalışmamızla benzer olarak FMİ kadınlarda erkeklerden daha yüksek saptanmıştır. Ancak bu çalışmada istatistiksel anlamlılıktan bahsedilmemiştir (91).

Radhika tarafından yapılan çalışmada ise 150 yetişkin insan kuru kafatasında FM ile ilişkili 18 parametre ve oksipital kondil ölçülmüştür. Ayrıca FM şeklini belirlemek amacıyla FMİ hesaplanmıştır.  $FMİ > 1.2$  ise FM şeklinin ovoid olduğu gösterilmiştir. FMİ'nin ortalaması  $1.20 \pm 0.10$ , median değeri 1.20, minimum değeri 1.00, maksimum değeri 1.71 olarak saptanmıştır. Ancak kadın ve erkeklerin ayrı ölçümleri yapılmamıştır (98). Kızılkant ve ark. hipoglossal kanal, oksipital kondil ve FM'un morfometrisi 59 kuru kafatası üzerinde çalışılmıştır ve ortalama FMİ 1.2 olarak bildirilmiştir (99).

### 5.3. KLIVUS

Cinsiyet tahmini ile ilgili yapılan çalışmalarda foramen magnum ölçümlerinin oldukça çok kullanıldığı görülmüştür. Ancak yayınlarda cinsiyet tahminine yönelik klivus ölçümlerinin değerlendirildiği herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Klivus, kafatası tabanında foramen magnum'un hemen önündeki kemik yapıdır, Latince "aşağıya doğru eğimli yüzey" anlamına gelmektedir (11). Von Sommerring (1791), klivusu 'eğim ya da meyil' anlamında kullanmıştır. Blumenbachii (1807) ve Virchow (1857) tarafından klivus, iç kafatası tabanında FM ile dorsum sella arasında şekilde tarif edilmiştir (6).

Lang ve Issing (1989) tarafından cerrahi amaçlı klivusa transoral, transpalatal yaklaşım için yaptıkları çalışmada, yetişkinlerde klivus uzunluğunun ortalama 45 mm olduğu tespit edilmiştir (56).

Krmpotic-Nemanic J. ve ark.ları tarafından yapılan bir başka çalışmada, yaşları 3-80 arasında değişen 77 kuru kafatasında klivusun ölçümleri (uzunluk, en geniş ve en dar çapı) alınmıştır. Ancak yaş grupları arasında karşılaştırma yapılmış olup, cinsiyetler arasında karşılaştırma yapılmamıştır. Klivus uzunluğu ve klivusun

en geniş yeri için bizim çalışmamızla aynı anatomik bölgelerin ölçümü alınmış olup, sadece en dar yeri 'piramid apsislerin hemen üst düzeyi' olarak tarif edilmiştir. Sonuç olarak çalışmada 26-60 yaş arası erkeklerde klivus uzunluğu  $39.7 \pm 4.1$  mm, kadınlarda ise  $36.6 \pm 4.2$  mm; en dar yeri erkeklerde  $13.6 \pm 4.3$  mm, kadınlarda  $12.4 \pm 2.3$  mm; en geniş yeri erkeklerde  $24.1 \pm 3.2$  mm, kadınlarda  $27 \pm 6.4$  mm olarak saptanmıştır (10). Çalışma sonuçlarımız karşılaştırıldığında bizim çalışmamızdaki erkek ( $46.64 \pm 3.07$  mm) ve kadın ( $43.17 \pm 3.33$ ) klivus uzunluk değerleri bu çalışmadaki sonuçlardan oldukça yüksektir. Ancak çalışmamızdaki erkek ( $23.91 \pm 2.3$  mm) ve kadınlardaki ( $23.09 \pm 1.99$  mm) klivus genişlik değerleri bu çalışma değerlerinden daha az saptanmıştır. Bu farklılığın bahsi geçen çalışmaya çocuk yaş grubunun dahil edilmiş olmasına ve çalışmada kullanılan anatomik ve radyografik metodlar arası farklılıklara bağlı olabileceği düşünülmüştür.

Boari ve ark.ları tarafından yapılan çalışmada maksiller cerrahiye yaklaşım amaçlı 6 kadavra kafatasında klivusun ölçümleri alınmıştır. Çalışmada ortalama klivus uzunluğu  $37.7 \pm 3.9$  mm, minimum klivus uzunluğu 34 mm, maksimum klivus uzunluğu ise 43 mm olarak tespit edilmiştir (100). Çalışmamızdaki ortalama kadın değeri 43.17 mm olup, bu değer mevcut çalışmadaki maksimum KU'dan bile daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Çalışmamız başlatılmadan önce Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'nın 15/04/2014 tarihli toplantısında onay alınmış olup, bu tarihte literatürde henüz cinsiyet tahmininde klivusun kullanıldığına yönelik herhangi bir çalışma yayınlanmamıştır. Jehan ve Kumar tarafından klivus ölçülerinin cinsiyetler arası karşılaştırılmasına yönelik çalışması ise çalışmamızın verileri toplandıktan çok sonra, Eylül 2014 tarihinde yayınlanmıştır. Jehan ve Kumar (Eylül 2014) tarafından yapılan çalışmada yaşları 13-70 arasında değişen 276 (140 erkek, 136 kadın) kişinin BT görüntülerinde klivusun uzunluk ve genişliği ölçülmüştür. Klivus uzunluk ve genişliği erkeklerde kadınlardan anlamlı derecede daha yüksek saptanmıştır ( $p < 0.0001$ ). Ortalama klivus uzunluğu erkeklerde  $45.98 \pm 3.02$ , kadınlarda ise  $43.91 \pm 2.47$  mm olarak saptanmıştır. Bizim çalışmamızda ise erkeklerde klivus uzunluğu  $46.64 \pm 3.07$  ve kadınlarda ise  $43.17 \pm 3.33$  mm olarak saptanmıştır. Bizim çalışmamızdaki erkek ortalaması bu çalışmadaki ortalamadan  $0.66 \pm 0.05$  daha yüksek iken, kadın ortalamamız ise hemen hemen aynıdır. Bu çalışmadaki ortalama klivus genişliği erkeklerde  $29.81 \pm 3.82$  mm, kadınlarda ise  $26.47 \pm 2.38$  mm olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda ise FM genişliği erkeklerde  $23.91 \pm 2.3$  mm, kadınlarda ise  $23.09 \pm 1.99$  mm olarak tespit edilmiştir. Klivus

uzunluğu bizim çalışmamızda olduğu gibi dorsum sellanın en üst noktasından FM'un ön kenarına kadar olan uzunluk olarak tarif edilmiştir. Ancak FM genişliği olarak klivusun alt bölümünün FM'un ön kenarına komşu olan sağ ve sol yan kenarlar arası uzanan mesafe ölçülmüştür. Ancak bizim çalışmamızda ise FM genişliği olarak klivus üst bölümündeki piramis apisisler arası mesafe ölçülmüştür. Genişlikler arasındaki farklılığın ölçülen yerlerin farklı olmasına bağlı olduğu düşünülmüştür. (101).

Burkart ve ark.larının (2009) klivusa transnazal endoskopik yaklaşımda klivusun anatomik sınırlarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada 97 hastanın BT görüntüleri kullanılmıştır. Kadın ve erkek görüntülerinde anatomik farklılıklar analiz edilmiştir. Klivus uzunluk ortalaması erkeklerde 28 mm, kadınlarda 27 mm olduğu ve çalışmamızdan farklı olarak sonuçların istatistiksel olarak anlamsız olduğu ( $p=0.13$ ) tespit edilmiştir (102). Bulunan değerlere bakıldığı zaman çalışmamızdaki kadın (43.17 mm) ve erkek (46.64 mm) değerlerinin oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Mevcut çalışmada yaş aralığı belirtilmemiş olup sonuçlar arasında bu kadar çok fark olmasının sebebi olarak bizim çalışmamızda 18-65 yaş arası dağılım gösteren olgular üzerinde çalışılmışken, bahsi geçen bu çalışmada ise kuvvetle muhtemel küçük yaş grubunun da çalışmaya dahil edilmiş olmasına bağlanmıştır.

#### **5.4. POSTERİOR KRANİAL FOSSA HACMİ**

Posterior kranial fossa sfenoid, temporal, paryetal ve oksipital kemiklerden oluşur ve kafatabanının en derin ve en büyük fossasıdır. Ön sınırını ortada dorsum sella, korpus sfenoidale'nin arka yüzü, yanlarda ise margo süperior partis petrosae oluşturur (3).

Cavalieri prensibi ise etkili ve tarafsız bir stereoloji metodudur ve çalışmamızda posterior kranial fossa hacmini belirlemek için kullanılmıştır. Çalışmamızda posterior kranial fossa hacmi (PKFH) erkeklerde ( $116.64 \pm 20.69 \text{ cm}^3$ ) kadınlardan ( $94.84 \pm 18.98 \text{ cm}^3$ ) anlamlı derecede daha geniş saptanmıştır ( $p < 0.05$ ).

Daha önce Pamukkale Üniversitesi Adli Tıp Anabilim Dalından Kurtuluş ve ark.ları tarafından yapılan çalışmada 10 sağlıklı bireyin BBT'sindeki aksiyel kesitler üzerinden ölçülen posterior kranial fossa hacminin erkeklerde kadınlara göre anlamlı derecede fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada da bizim çalışmamızda olduğu gibi Cavalieri prensibi kullanılmıştır (57). Çalışmamızda ise olgu sayısı çok daha fazla olup, benzer şekilde temporal BT'deki aksiyel kesitler üzerinden Cavalieri prensibi uygulanarak PKFH hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar bu çalışma

sonuçları ile uyumludur. Bu çalışma dışında literatürde PKF hacminde cinsiyet dimorfizmini belirlemek amacıyla yapılan başka bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Literatüre bakıldığında PKF'nin morfometrik analizi genellikle MR kullanılarak Chiari Malformasyon hastalığının kliniği için yapıldığı görülmüştür (103-110).

Literatürde Kanodia ve ark.ları tarafından yapılan çalışmada posterior kranial fossanın patofizyolojisini belirlemek amacıyla PKFH'ni ölçtükleri görülmüştür. Hindistan'da yapılan bu çalışmada; yaşları 16 ile 89 arasında değişen 100 normal BT ve 100 kuru kafatası üzerinde PKFH iki metod ile hesaplanmıştır. İlk metotta hacim,  $abc/2$  (a= PF yüksekliği, b=FM uzunluk, c=FM genişlik) formülüyle hesaplanmıştır. İkinci metotta BT görüntüleme tekniği kullanılarak PKFH ölçülmüştür. Bağımsız t testi ve ANOVA testi kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi  $p<0.05$  olarak belirlenmiştir. Ortalama PKFH metot 1'e göre  $157.88\pm 27.94$  cm<sup>3</sup> ve metot 2'ye göre  $159.58\pm 25.73$  olarak tespit edilmiştir. Metotlar arası istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır. PKFH erkeklerde kadınlardan daha geniş saptanmıştır. Metod 1'e göre erkeklerde PKF hacmi  $162.88\pm 27.68$  cm<sup>3</sup>, kadınlarda  $148.99$  cm<sup>3</sup> ( $p=0.016$ ); metod 2'ye göre erkeklerde  $165.68\pm 27.16$  cm<sup>3</sup>, kadınlarda  $148.73\pm 18.86$  cm<sup>3</sup> ( $p<0.0001$ ) olarak tespit edilmiştir (111). Her iki metoda göre de bu değerler çalışma değerlerimizden oldukça yüksektir. Bunun nedeni olarak bahsi geçen çalışmada PKF üst seviyesi olarak dorsum sellanın en üst düzeyinin belirlenmiş olmasının söz konusu olabileceği düşünülmüştür.

Lirng ve ark.ları; Tayvan'da MR görüntüleri üzerinden PKF'nin yaş ve cinsiyetle ilişkisini değerlendirmek için yaptıkları çalışmada, yaşları 24-82 arasında değişen 24 erkek ve 28 kadının PKF hacimleri ölçülmüştür. Ortalama PKFH erkeklerde  $200.7\pm 14.9$  cm<sup>3</sup>, kadınlarda  $178.5\pm 13.8$  cm<sup>3</sup> olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır ( $p<0.001$ ). Erkeklerde minimum değer  $177.7$ cm<sup>3</sup>; maksimum değer  $229.3$  cm<sup>3</sup>; kadınlarda ise minimum değer  $153.6$  cm<sup>3</sup>, maksimum değer ise  $209.8$  cm<sup>3</sup> olarak tespit edilmiştir (112). Çalışmamızda ise erkeklerde minimum değer  $60.7$  cm<sup>3</sup> ve maksimum değer  $182.09$  cm<sup>3</sup> olup kadınlarda minimum değer  $33.82$  cm<sup>3</sup>, maksimum değer ise  $134.94$  cm<sup>3</sup> olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde edilen kadın ve erkek ortalaması, minimum-maksimum değerler bu çalışmadan oldukça azdır. Bu durum görüntüleme tekniklerinin farklı olması ve MR görüntülenmesi ile PKF'nin tamamının ölçülebilmesine bağlanmıştır.

Vurdem ve ark.larının yaptıkları çalışmada intrakranial patolojisi olmayan 25 yetişkin birey ile Chiari Malformasyon hastalarının PKF hacimleri karşılaştırılmıştır.

MR görüntüleri üzerinden PKFH ölçülmüştür. Kontrol grubunda yaş ortalaması 40 olan 12 kadının PKFH  $157.54 \pm 15.23 \text{ cm}^3$ ; yaş ortalaması 38 olan 13 erkeğin ise PKFH  $172.98 \pm 20.36 \text{ cm}^3$  olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızdaki kadın ( $94.84 \pm 18.98 \text{ cm}^3$ ) ve erkek ( $116.64 \pm 20.69 \text{ cm}^3$ ) değerleri ile bu çalışmadaki değerler arasında bu kadar fazla farkın olması MR görüntüleri üzerindeki sagittal kesitlerden PKF hacminin tamamının ölçülebilmesi ancak temporal BT görüntüleri üzerindeki aksiyel kesitlerde ise PKF hacminin tamamının ölçümünün yapılamamasından kaynaklandığı düşünülmüştür (104).

Son olarak çalışmamızda; tanımlayıcı istatistiğin yanı sıra diskriminant fonksiyon analizi ile lojistik regresyon analizi de kullanılmıştır. Diskriminant fonksiyon analizi sonucunda elde edilen denklem şöyledir;

$$DF = (-8,897) + [ (0.005 \times FMA) + (-3.43 \times FMİ) + (0.155 \times KU) + (0.016 \times PKFH) ]$$

Bu denklem sonucuna göre her iki cinsiyet için doğru sınıflandırma yüzdesi %81.3, kadınlar için %88.9; erkekler için ise %71.0'dir. Çalışmamızda cinsiyet tahmininde kadınlarda erkeklere göre daha iyi tahmin sonuçları elde edilmiştir. Sonuçlarımızla uyumlu olarak İlgüy ve ark. tarafından da kadınlarda erkeklere göre daha yüksek doğruluk oranı tespit edilmiştir (92).

Çalışmamızda cinsiyet tahmini için diskriminant fonksiyon analizi yanısıra çoklu lojistik regresyon analizi de (backward) kullanılmıştır. Bu amaçla diskriminant fonksiyon analizine sokulan modellerin tümü çoklu lojistik regresyon analizi (backward) ile de test edilmiştir. Regresyon analizi sonucunda elde edilen cinsiyet tahmini için fonksiyon denklemi aşağıdadır:

$$F = (-15.017) + [(0.008 \times FMA) + (0.249 \times KU) + (0.26 \times PKFH) + (-4.911 \times FMİ)]$$

Bu regresyon denklemine göre kadınların %87.3'ü; erkeklerin %71'i doğru tahmin edilmiştir. Cinsiyet tahminindeki toplam uyum (crude) ise %80.4'dür. Çalışma sonuçlarımız göstermiştir ki diskriminant fonksiyon analizi ile çoklu lojistik regresyon analizi sonuçları oldukça birbirine yakındır. Hem DFA de hem de lojistik regresyon analizinde kadınların doğru tahmin oranı erkek tahmin oranından daha yüksek tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak kadın kafatasına benzeyen erkek kafatası sayısının, erkek kafatasına benzeyen kadın kafatasından daha fazla olmasına bağlanmıştır.

Diskriminant fonksiyon analizi 1963 yılında Giles ve Elliot tarafından Fisher'in kafatasından cinsiyet belirlemek için kullanılmıştır. Çalışmalarındaki doğruluk oranı siyah ve beyaz insanlarda %82 ve %89 olduğu bildirilmiştir (35). Siyahi insanlardaki doğruluk oranı bizim çalışmamızdaki doğruluk oranına (%81.3) oldukça yakın iken; beyaz insanlarda tespit edilen değerler bizim çalışma değerlerimizden oldukça yüksektir.

Yine diskriminant fonksiyon analizi kullanılarak Fin kafatasında Kajanoja erkek cinsiyetini %79.4 ve kadın cinsiyetini %79.1, tümünün doğruluk oranını ise %79.5 olarak tespit etmiştir (35). Bizim çalışmamızdaki erkek cinsiyetini belirleme doğruluk oranı (%71) bu çalışma değerlerinden azdır. Ancak kadın cinsiyetini tahmin etme doğruluk oranı ise çalışmamızda (%88.9) Fin kafatasına göre oldukça yüksektir. Yine çalışmamızdaki toplam doğruluk oranı (%81.3) bu çalışmadaki doğruluk oranından %1.8 kadar daha fazla tespit edilmiştir.

Henke insan kafatasının 2 ve 8 değişkeni arasında kullanılan diskriminant fonksiyon analizi ile cinsiyet belirlemeyi %88 doğrulukta başarmıştır (35). Routal ve ark. FM bölgesinden cinsiyet tahmininde %100'e kadar doğruluk olduğunu iddia etmiştir (35). Holland esas örnek grubunda %71 ve %90, kontrol grubunda %70-85 arasında skorlamıştır. Ancak kendisi diskriminant fonksiyon analizini değil regresyon denklemlerini kullanmıştır (35). Westcott ve Moore-Jansen, Holland'ın metodunu kullanarak kafatasının %76'sını doğru şekilde sınıflandırmıştır. Ancak hesaplamalarında diskriminant fonksiyon analizini kullanmıştır (35). Singh ve ark. sadece FM'u analiz etmiştir ve diskriminant fonksiyon analizine dayanan cinsiyet tahmin doğruluğu %66 ve %70 arasında değişmektedir (113). Bizim çalışmamızdaki doğruluk oranı (%81.3) Routal ve ark. ile Henke ve ark.'nın yaptıkları çalışma sonuçlarındaki doğruluk oranına göre daha düşük iken, Westcott ve Moore-Jansen ile Singh ve ark. tarafından yapılan çalışma sonuçlarından daha fazla olduğu saptanmıştır.

Çalışmamızda olduğu gibi Gapert ve ark.ları da yaptığı çalışmada hem diskriminant fonksiyon analizi, hem de regresyon denklemini kullanmıştır. Bu çalışmada FMG+FMÇ+FMA için *sectioning point* -0.012, erkek sentroid 0.313, kadın sentroid -0.337'dir. Bu fonksiyon için beklenen doğru sınıflama (çapraz doğrulama hariç) erkekler için %68.3'dür. Bu çalışmada diskriminant fonksiyon analizi kullanılarak tüm olguların %70.3'ünde doğru cinsiyet tahmin edilmiştir. Bu çalışma sonucunda kranial örneklerde, diskriminant fonksiyon değişkenlerin kombinasyonu kullanıldığı zaman erkek ve kadınlar hemen hemen eşit derecede iyi

sınıflandırılırken, çalışmamızda ise kadınların erkeklere göre daha iyi sınıflandırılabilirliği gösterilmiştir. Çalışmamızda diskriminant fonksiyon analizi sonucunda FMA+FMİ+KU+PKFH için *sectioning point* (kestirim noktası) 0.113; kadın ve erkek sentroidleri sırasıyla -0.636 ve 0.862 olarak hesaplanmıştır. Erkekler için doğru sınıflama %71, tüm olgularda ise %81.3 olarak tespit edilmiştir. Gapert ve ark.ları tek değişkenli analizlerde cinsiyet tahmini için en güvenilir değişken FMG (tüm doğruluk %65.8), bunu takiben Teixeira'nın alanı (%65.2) ve FMÇ (%64.6) olarak tespit etmiş olup; çalışmamızda ise en yüksek tahmin doğruluğu %72.1 ile PKFH'den ve en az doğruluk ise %58.4 ile FMİ'den elde edilmiştir (35).

Günay ve ark.ları tarafından yapılan çalışmada FMA kullanılarak iskeletin kadına mı yoksa erkeğe mi ait olduğunu kestirebilmek amacıyla yapılan diskriminant analiz sonucunda bir denklem elde edilmiştir. Bu denklem sonucuna göre her iki cinsiyet için doğruluk oranı %64.38'dir. Olguların elde edilen diskriminant fonksiyonu ile sağlama yapıldığında, tahmin edilen cinsiyetleri ile gerçek cinsiyetlerinin karşılaştırılmasında toplam 121 erkek olgunun 78'i (%64.5), toplam 25 kadın olgunun da 16'sı (%64.0) doğru tahmin edilmiştir (21). Bizim çalışmamızda ise çapraz doğrulama sonrasında doğru tahmin oranı hem toplamda (%80.4) hem de ayrı ayrı erkek (%71.0) ve kadınlarda (%87.3) bu çalışma sonuçlarından daha yüksek saptanmıştır. Bizim çalışmamızda elde edilen toplamdaki doğruluk oranı ile kadınlardaki doğruluk oranından daha düşük olan Teixeira'nın çalışması olduğu görülmüştür. Teixeira'nın verileri kullanılarak araştırmacılar tarafından yapılan diskriminant fonksiyon analizine göre bu oran hem erkeklerde hem de kadınlarda %75 olarak tespit edilmiştir. Ancak bizim çalışmamızda erkek olduğunu doğru tahmin etme oranı Teixeira'ninkinden daha düşük saptanmıştır (21).

Jain ve ark. tarafından yapılan çalışmada 140 kuru kafatası üzerinde FMU, FMG, FMİ ve FMA ölçülerek istatistik analiz olarak stepwise, tek değişkenli (univariate) ve çok değişkenli (multivariate) diskriminant fonksiyon analizi kullanılmıştır. Tüm parametreler için spesifik diskriminant fonksiyon formülü hesaplanmıştır. Orijinal örneklerin doğruluk oranını göstermek için "*leave one out classification*" prosedürü uygulanmıştır ve çapraz doğrulama yapılmıştır. Sonuçta; tek değişkenlerin temelinde, cinsiyet sınıflandırılmasının doğruluğu %57.9'dan %75.7'ye ulaşmıştır. En yüksek doğruluk %75.7 ile FMG'den ve en az doğruluk ise %57.9 ile FMİ'den elde edilmiştir. Süreç içinde FMG seçilmiştir ve tüm doğruluğu %75.7 olarak verilmiştir. Bu çalışma ile benzer şekilde çalışmamızda da tek değişkenli analizlerde cinsiyet tahmin doğruluğu %58.4-%72.1 arasında



değişmektedir. Bu çalışmadan farklı olarak en yüksek tahmin doğruluğu %72.1 ile PKFH'den elde edilmiştir; bu çalışma ile uyumlu olarak en az doğruluk ise %58.4 ile FMİ'den elde edilmiştir. Jain'in çalışmasında cinsiyet belirleme doğruluk yüzdeleri neredeyse tüm 3 fonksiyon için aynıdır. Orjinal ortalama doğruluk yüzdeleri fonksiyon 1'de (%76.4), aynı doğruluk yüzdelerine sahip olan fonksiyon 2 ve fonksiyon 3'ten (%75.7) daha yüksektir (113). Bizim çalışmamızda elde edilen fonksiyonun doğruluk yüzdesi daha yüksek olup % 81.3 olarak tespit edilmiştir.

Ukoha ve ark.ları da yaptıkları çalışmada FMU, FMG ve FMÇ için tek ve çok değişkenli diskriminant fonksiyon analizini kullanmışlardır. Çalışma sonuçları bizim çalışmamızda olduğu gibi erkek ve kadın kafatasları arasında istatistiksel anlamlı farklılık olduğunu göstermiştir. Kullanılan *sectioning point* (kestirim noktası) (0.036) DF'dan türemiştir. Değer *sectioning point'ten* yüksekse erkek (0.594), az ise kadın (-0.522) olabileceğini düşündürmüştür (46). Bizim çalışmamızdaki kestirim noktası ise 0.113 olarak hesaplanmıştır.

İlgüy ve ark.nın yaptığı çalışma sonucunda FM ve mandibular ölçümlerinin diskriminant analizi göstermiştir ki; özdeğer (eigenvalue) 0.951 (0.208; >0.40 olduğu zaman kabul edilebilir) ve Wilk's lambda=0.513 ( $p<0.01$ )'dür. Çapraz doğrulanmış grupların tüm öngörülen doğruluk yüzdesi FM ve mandibula ölçümleri için %83.2 olduğu bulunmuştur. Çapraz doğrulama, olguların %77.3'ünde erkeği, %87.4'ünde kadını doğru tanımlayabilmiştir. Çalışmamızda ise öz değer (Eigenvalue) 0.563 ve Wilk's lambda 0.644 olarak bulunmuştur. Çapraz doğrulama sonucunda FMA, FMİ, KU ve PKFH için bu oranlar sırasıyla kadında %87.3 ve erkekte %71.0 olmuştur. Bulunan sonucun çapraz doğrulaması yapıldığında her iki cinsiyet için tahmin doğruluğu %80.4 olarak saptanmıştır. İlgüy ve ark. (92) ile Uysal ve ark. (54)'nın çalışma sonuçları bizim çalışma sonuçlarımız ile uyumlu iken Uthman ve ark.nın sonuçları (51) ile uyumlu değildir. Bu durumun nedeni olarak çalışılan örneklerde FM üzerinde yapılan ek ölçümlerden kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Galdemes ve ark. Brezilya kafatasındaki FM ölçülerinde seksüel dimorfizm varlığını belirlemek ve bir diskriminant fonksiyon oluşturmak amacıyla yaptıkları çalışmada; erkek ve kadın kafatası arasında ayırım yeteneğini belirlemek için Fisher linear diskriminant fonksiyon analizi kullanılmıştır. Diskriminant fonksiyon analizi göstermiştir ki tüm test edilmiş linear ölçümler, düşük bir ayırıcı güce (Wilks'l=0.953; kanonikal korelasyon=0.216) sahiptir ve analiz edilmiş değişkenlerle, incelenmiş olguların sadece %66.5'i doğru sınıflandırılabilmiştir (44). Çalışmamızda ise Wilk's Lambda 0.644 olarak tespit edilmiş olup, kanonikal korelasyon 0.597 olarak

bulunmuştur. Bu çalışmadan farklı olarak çalışmamızda modelin cinsiyet belirleme doğruluğu her iki cinsiyet için % 81.3 gibi yüksek bir değer tespit edilmiştir.

Uthman ve ark.nın yaptıkları çalışmada çoklu regresyon analizi kullanılarak FM ölçüleri (FMU, FMG, FMÇ ve FMA) cinsiyet ayırma analizine tabi tutulmuştur. Elde edilen ölçüm değerlerini yerine koyma modeliyle cinsiyet tahmini için bir denklem elde edilmiştir. Bu denklem, erkek (eğer diskriminant skor  $>0.018$ ) ya da kadın (eğer diskriminant skor  $<0.018$ ) her ikisi için bilinmeyen kafatası sınıflandırmasında kullanışlı olduğu saptanmıştır. Çoklu regresyon formülü kullanılarak ve değişkenlere (cinsiyet) bir değer verilerek (kadın=0 ve erkek=1), farklı formüllerden diskriminant fonksiyon skorları elde edilmiştir. FMA (Wilk's lambda=0.799 ve genel doğruluk=%69.3) en iyi ayırt edici parametre olarak bulunmuş olup bunu takip eden diğer parametre FMÇ (Wilk's lambda=0.781 ve genel doğruluk= %67) olarak saptanmıştır. FM boyutları çok değişkenli analiz kullanılarak değerlendirildiğinde erkeklerin %90.7 ve kadınların %73.3'ü doğru olarak cinsiyetleri belirlenmiştir. Regresyon modeli ile tüm FM ölçümleri cinsiyet (%81.8) için en yüksek genel sınıflandırma doğruluğu vermiştir (51).

Çalışmamızda diskriminant fonksiyon analizine sokulan modellerin tümü çoklu lojistik regresyon analizi (backward) ile de test edilmiştir. Yine FMA, KU, PKFH, FMİ, KEDY ve KG değişkenlerinden oluşan model ile doğruluğu yüksek sonuçlar alınmıştır. Değerler çalışmamızdaki regresyon denklem sonuçları ile karşılaştırıldığında her iki cinsiyet için çalışmamızdaki doğruluk yüzdesi (%80.4) ile bu çalışmadaki yüzdeler birbirine yakın olarak saptanmıştır. Ancak çalışmamızdaki erkek doğru tahmin oranı (%71) Uthman ve ark.'nın doğru tahmin oranından %19.7 kadar daha az iken, çalışmamızdaki kadın doğruluk oranı (%87.3) ise %14 daha çok saptanmıştır. Ayrıca bu çalışmadan farklı olarak çalışmamızda kadınlarda erkeklere göre daha iyi tahmin sonuçları elde edilmiştir. Bu farklılığın sebebinin çalışmamızda FM'a ek olarak yapılan ölçümler olabileceği düşünülmüştür.

Deshmukh ve Devershi tarafından, cinsiyeti bilinen 74 yetişkin insan kuru kafatasında 16 parametre kullanılarak cinsel dimorfizm çalışılmıştır. Bu 16 parametre içerisinde FM ölçüleri de yer almaktadır. Çok değişkenli diskriminant analiz kullanılarak, erkek kafatasının %90'ı ve kadın kafatasının %82.29'u, toplam olarak da %87.84'ünün doğru olarak cinsiyeti belirlenmiştir (43). Çalışmamızla karşılaştırıldığı zaman bu çalışmadaki erkek doğruluk oranı çalışmamızdan %19 daha fazla iken, kadın doğruluk oranı çalışmamızdan %6.61 daha azdır. Bu farklılığın sebebinin ölçüm metotlarının (kuru kafatası üzerinden doğrudan yapılan

ölçüm ile radyolojik ölçüm) farklı olmasından ve bu çalışmada ölçülen parametrelerin çalışmamıza göre sayıca daha çok olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Dayal ve ark. tarafından geleneksel antropometrik ölçümler, (14 kranial ve 6 mandibular ölçüm) siyah Güney Afrikalılara ait 120 kuru kafatasının cinsiyetini belirlemek için kullanılmıştır. Diskriminant fonksiyon analizi uygulaması sonucunda %80 ve %85 arasında ortalama doğruluk olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlar bizim çalışma sonuçlarımız ile benzerdir (51).

Uysal ve ark. tarafından 3DBT kullanılarak üç boyutlu görüntüler üzerinden kafatası üzerinde FMU ve FMG de içeren yedi parametre ölçülmüştür ve cinsiyet tahminindeki doğruluk oranı üzerinde çalışılmıştır. Bu amaçla Fisher'in linear diskriminant fonksiyonu kullanılmıştır. Sonuçta erkek ve kadın için ayrı ayrı fonksiyon denklemleri elde edilmiştir. Denklemlerde üç ölçüm (FMG, sağ kondil uzunluk ve genişliği) yerine konulduğu zaman cinsiyet belirleme doğruluk oranı %81 olarak tespit edilmiştir (54). Bu sonuçlar mevcut çalışma sonucumuz ile (%81.3) hemen hemen aynıdır.

Çalışmamızdan elde edilen sonuçların genel olarak tıbbi literatürdeki diğer çalışmalara ait sonuçlarla yüksek derecede uyumluluk ya da açıklanabilir/izah edilebilir farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Ancak çalışmamızda ele alınan parametreler arasında klivus ve posterior kranial fossa hacminin de yer alması yanında, verilerin istatistik analizi sırasında doğruluk-kesinlik-tutarlılık (accuracy, agreement) oranlarının hem kaba (crude) hem de gerçek (kappa) olarak hesaplanmış olması önemli bir fark oluşturmaktadır.

## 6. SONUÇLAR

Yapılan t-testi sonuçlarına göre;

- ✓ FMU, FMG, FMÇ ve FMA ortalama değerleri erkeklerde kadınlardan anlamlı derecede daha yüksek saptanmıştır ( $p<0.05$ ).
- ✓ Klivusun uzunluğu ve genişliği de erkeklerde kadınlara göre anlamlı derecede daha yüksek saptanmıştır ( $p<0.05$ ).
- ✓ Ancak klivusun en dar yerinde; erkek ve kadınlar arasında anlamlı fark saptanmamıştır.
- ✓ Posterior kranial fossa hacmi erkeklerde ( $116.64\pm 20.69 \text{ cm}^3$ ) kadınlardan ( $94.84\pm 18.98 \text{ cm}^3$ ) anlamlı derecede daha geniş saptanmıştır ( $p<0.05$ ).
- ✓ Çalışmamızda foramen magnum uzunluk/genişlik oranı (foramen magnum indeksi) hesaplanmıştır ve kadınlarda ( $1.16\pm 0.08$ ) erkeklere ( $1.13\pm 0.08$ ) göre anlamlı derecede daha yüksek saptanmıştır.

Yapılan diskriminant fonksiyon analizine göre;

- ✓ Diskriminant fonksiyon analizi sonucu bulunan fonksiyonumuz anlamlıdır ( $p<0.001$ ).
- ✓ FMA katsayısı 0.005; KU katsayısı 0.155; PKFH katsayısı 0.016; FMİ katsayısı -3.430 ve sabit -8.897 olarak bulunmuştur.
- ✓ Kanonikal diskriminant fonksiyon katsayılarından yararlanılarak "diskriminant skor" hesaplanmıştır.

$$DF = (-8.897) + [(FMA \times 0.005) + (-3.43 \times FMİ) + (0.155 \times KU) + (0.016 \times PKFH)]$$

- ✓ Diskriminant fonksiyon analizi sonucunda kadın ve erkek sentroidleri sırasıyla -0.636 ve 0.862 olarak bulunmuştur.
- ✓ Kestirim noktası (*sectioning point*) kadın ve erkek sentroidlerin toplamının ortalaması olup 0.113 olarak hesaplanmıştır.
- ✓ DF skoru, kestirim noktası (*sectioning point*)'ndan daha küçük ya da değer negatif olması kadın ( $<0.113$ ); daha büyükse erkek ( $>0.113$ ) olduğunu gösterir.

- ✓ Tek değişkenli analizlerde cinsiyet tahmininin doğruluğu %58.4-%72.1 arasında değişmektedir.
- ✓ En yüksek tahmin doğruluğu %72.1 ile posterior kranial fossa hacminden ve en az doğruluk ise %58.4 ile FM indeksinden elde edilmiştir.
- ✓ Çok değişkenli analizlerde kadınlarda doğru tahmin oranı % 88.9; erkeklerde doğru tahmin oranı %71.0, her iki cinsiyet için ise % 81.3 olarak tespit edilmiş olup cinsiyet tahmininde kadınlarda erkeklere göre daha iyi tahmin sonuçları elde edilmiştir.
- ✓ Orijinal örneklerin doğruluk oranını göstermek için “*leave one out classification*” prosedürü uygulanmıştır ve çapraz doğrulama sonucunda bu oranlar kadında % 87.3 ve erkekte %71.0, her iki cinsiyet için ise tahmin doğruluğu %80.4 olarak bulunmuştur.
- ✓ Cinsiyet belirleme için diskriminant fonksiyon analizi yerine lojistik regresyon analizi de kullanılmıştır.
- ✓ Elde edilen sonuçlara göre cinsiyet belirlemek için regresyon analiz fonksiyon denklemi şöyledir:

$$F = -15.017 + [(0.008 \times FMA) + (0.249 \times CU) + (0.26 \times PKFH) + (-4.911 \times FMI)]$$

- ✓ Regresyon denklemine göre 126 kadının, 110'u (%87.3'ü); 93 erkeğin 66'sı (%71'i) doğru tahmin edilmiştir. Cinsiyet tahminindeki toplam uyum (crude) ise %80.4'dür.
- ✓ Hem DFA'nde hem de lojistik regresyon analizinde elde edilen kappa (gerçek tutarlılık) değeri % 60.1 olarak tespit edilmiştir.

Sonuç olarak elde edilen tüm bulgulara göre; foramen magnum, klivus ve posterior kranial fossa gibi kranium yapılarının cinsel dimorfik olduğu ve cinsiyet tahmininde kullanılabileceği gibi, adli olgulardan elde edilen değerler tariflediğimiz denklemlere uygulanarak da cinsiyetin yüksek doğruluk oranlarıyla tahmin edilebileceği gösterilmiştir.

## 7. KAYNAKLAR

- 1- İmamoğlu Ö, Karapirli M, Akboyun N. Diş örneklerinden DNA elde edilme metotlarının karşılaştırılması ve adli bilimler açısından değerlendirilmesi. J For Med 2012; 1: 38-49.
- 2- İlhan S. Alışkanlıklara ve mesleki uygulamalara bağlı dişlerde meydana gelen değişikliklerin kimliklendirmede kullanımı (Tıpta Uzmanlık Tezi). İzmir: Ege Üniversitesi; 2012.
- 3- Arıncı K, Elhan A. Anatomi 1. Cilt. Ankara: Güneş Kitabevi 2006; 30-74.
- 4- Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM. Tıp Fakóltesi Öęrencileri için Gray's Anatomi. Yıldırım M, Çev. Ed, Ankara: Güneř Tıp Kitabevi, 2007: 777-8.
- 5- Ozan H. Ozan Anatomi. Ankara: Klinisyen Tıp Kitabevleri, 2005: 46.
- 6- Köksel T, Crockard HA. "Klivus" through the eyes of the transoral surgeon. Turkish Neurosurgery 1990; 1: 146-50.
- 7- Hofmann E, Prescher A. The clivus: anatomy, normal variants and imaging pathology. Clinical Neuroradiology 2012; 22(2): 123-39.
- 8- Chaljub G, Fleet RV, Guinto FC, Crow WN, Martinez C, Kumar R. MR imaging of clival and paraclival lesions. American Journal of Roentgenology 1992; 159(5): 1069-74.
- 9- Morales Deza ES, Santamarta E, Saiz Ayala A, Murias E, Vega Valdes P. The Clivus Lesions: Crossroads Of Skull Base Oviedo/ES. ECR Congress; Oviedo: Spain; 2014. P. C-1617.
- 10- Krmpotic-Nemanic J, Vinter I, Kelovizć Z, Marusić A. Postnatal changes of the clivus. Ann Anat 2005; 187(3): 277-80.
- 11- Jinkins R. Atlas of neuroradiologic embryology, anatomy and variants. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2000.
- 12- Putz R, Pabst R. Sobotta İnsan Anatomisi Atlası. 1. cilt. Elhan A, Çev. Ed, Almanya: Elsevier Urban & Fischer Yayınevi, 2006.
- 13- Tuncel E. Radyolojide temel yöntemler. Bursa: Klinik Radyoloji 1994: 3-5.

- 14- Sertel S. Birinci servikal vertebrada foramen transversariumlar arası mesafeden cinsiyet tayininin radyo-anatomik olarak incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Bolu: Abant İzzet Baysal Üniversitesi; 2010.
- 15- Valvassori GE, Mafee MF, Carter BL. Baş ve Boyun Radyolojisi. Akan H, Çev. Ed, 1. Baskı, Stuttgart-New York: MN Medikal & Nobel Tıp Kitabevi, 2008: 104-15.
- 16- Oyar O, Gülsoy UK. Tıbbi Görüntüleme Fiziği. Isparta: SDÜ Tıp Fakültesi, 2003; 266.
- 17- Knight B, Saukko PJ. The establishment of identify of human remains. Knight's Forensic Pathology. 3rd Ed. London: Edward Arnold 2004: 106-8.
- 18- Şahiner Y, Yalçın H. Erkek ve bayanlarda kafatası kemiğinden geometrik morfometri metoduyla cinsiyet tayini ve ramus flexure. Atatürk Üniversitesi Vet Bil Derg 2007; 2(4): 134-42.
- 19- Özer İ, Sağır M, Sevim A, Güleç E. İki ortaçağ toplumunda cinsiyet kriterlerinin istatistiksel ve morfolojik açıdan incelenmesi. Adli Tıp Bülteni 2001; 1(6).
- 20- Ünlütürk Ö, İşcan MY. Tanınabilir vertebralardan cinsiyet tayini. Adli Tıp Bülteni 2013; 18(1): 4-13.
- 21- Günay Y, Altinkök M, Çağdır S, Sarı H. Foramen magnum alanının cinsiyet saptanmasında kullanılabilirliği. Adli Tıp Bülteni 1998; 2(3): 41-5.
- 22- Çöloğlu AS, İşcan MY. Adli Osteoloji, 1.Baskı, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü, 1998.
- 23- Zeybek FG. Ayak ölçümlerinden yararlanarak cinsiyet tespiti ve boy tahmininin yapılması (Yüksek Lisans Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi; 2007.
- 24- Parlakgörür M, Kayaaltı Z. İskeletimizdeki konuşan şifreler. Ankara Üniversitesi, Adli Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- 25- Loth SR, İşcan MY. Anthropology/Sex determination. In: Siegel J, Saukko P, Knupfer G, editors. Encyclopedia of Forensic Sciences. London: Academic Press, 2000. p 252-61.
- 26- İşcan MY. Forensic anthropology of sex and body size. Forensic Sci Int. 2005; 147: 107-12.
- 27- Kutun H. Kol ve bacak kemiklerindeki cinsiyet kriterleri: Tepecik toplumu üzerinde bir inceleme (Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Ankara Üniversitesi; 2008.
- 28- Adams DC, Slice DE, Rohlf FJ. Geometric morphometrics: ten years of progress following the revolution. Italian J Zoo 2004; 71: 5–16.
- 29- Ünlütürk Ö. Vertebralarda metrik varyasyon (Doktora Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi; 2008.

- 30- Steyn M, İşcan MY. Sexual dimorphism in the crania and mandibles of South African whites. *Forensic Sci Int*. 1998; 98(1-2): 9-16.
- 31- Kranioti EF, İşcan MY, Michalodimitrakis M. Craniometric analysis of the modern Cretan population. *Forensic Sci Int*. 2008; 180(2-3): 110.
- 32- Franklin D, O'Higgins P, Oxnard CE, Dadour I. Discriminant function sexing of the mandible of indigenous South Africans. *Forensic Sci Int*. 2008; 179(1): 84.
- 33- Walker PL. Sexing skulls using discriminant function analysis of visually assessed traits. *American Journal of Physical Anthropology* 2008; 136: 39-50.
- 34- Celbis O, İşcan MY, Soysal Z, Çağdır AS. Sexual diagnosis of the glabellar region. *Leg Med* 2001; 3(3): 162-70.
- 35- Gapert R, Black S, Last J. Sex determination from the foramen magnum: discriminant function analysis in an eighteenth and nineteenth century British sample. *Int J Legal Med* 2009; 123: 25–33.
- 36- Teke HY, Duran S, Cantürk N, Cantürk G. Determination of gender by measuring the size of the maxillary sinuses in computerized tomography scans. *Surg Radiol Anat* 2007; 29: 9-13.
- 37- De Paiva LA, Segre M. Sexing the human skull through the mastoid process. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo* 2003; 581(1): 15-20.
- 38- Kemkes A, Göbel T. Metric assessment of the "mastoid triangle" for sex determination: A validation study. *J Forensic Sci* 2006; 51(5): 985-9.
- 39- Raghavendra Babu YP, Kanchan T, Attiku Y, Dixit PN, Kotian MS. Sex estimation from foramen magnum dimensions in an Indian population. *Journal of Forensic and Legal Medicine* 2012; 19(3): 162-7.
- 40- Teixeira WRG. Sex identification utilizing the size of the foramen magnum. *Am J Forensic Med Pathol* 1982; 3: 203–6.
- 41- Günay Y, Altinkök M. The value of the size of foramen magnum in sex determination. *Journal of Clinical Forensic Medicine* 2000; 7: 147–9.
- 42- Manoel C, Prado FB, Caria PHF, Groppo FC. Morphometric analysis of the foramen magnum in human skulls of Brazilian individuals: its relation to gender. *Braz J Morphol Sci* 2009; 26(2): 104-8.
- 43- Deshmukh AG, Devershi DB. Comparison of cranial sex determination by univariate and multivariate analysis. *J Anat Soc India* 2006; 55(2): 48-51.
- 44- Galdames ICS, Russo PP, Matamala DAZ, Smith RL. Sexual dimorphism in the foramen magnum dimensions. *Int J Morphol* 2009; 27(1): 21-3.



- 45- Osunwoke EA, Oladipo GS, Gwunireama IU, Ngaokere JO. Morphometric analysis of the foramen magnum and jugular foramen in adult skulls in southern Nigerian population. *Am J Sci Ind Res* 2012; 3(6): 446-8.
- 46- Ukoha U, Egwu OA, Okafor IJ, Anyabolu AE, Ndukwe GU, Okpala I. Sexual dimorphism in the foramen magnum of Nigerian adult. *Int J Biol Med Res* 2011; 2(4): 878 – 81.
- 47- Jain SK, Choudhary AK, Mishra P. Morphometric evaluation of foramen magnum for sex determination in a documented North Indian sample. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences* 2013; 42(2): 8093-98.
- 48- Burdan F, Szumiło J, Walocha J, Klepacz L, Madej B, Dworzański W, Klepacz R, et al. Morphology of the foramen magnum in young Eastern European adults. *Folia Morphol* 2012; 71(4): 205-16.
- 49- Murshed KA, Çiçekcibaşı AE, Tuncer I. Morphometric evaluation of the foramen magnum and variations in its shape: a study on computerized tomographic images of normal adults. *Turk J Med Sci* 2003; 33: 301-6.
- 50- Kanchan T, Gupta A, Krishan K. Craniometric analysis of foramen magnum for estimation of sex. *International Journal of Medical, Health, Pharmaceutical and Biomedical Engineering* 2013; 7(7): 166-8.
- 51- Uthman AT, Al-Rawi NH, Al-Timimi JF. Evaluation of foramen magnum in gender determination using helical CT scanning. *Dentomaxillofacial Radiology* 2012; 41: 197–202.
- 52- Radhakrishna SK, Shivarama CH, Ramakrishna A, Bhagya B. Morphometric analysis of foramen magnum for sex determination in South Indian population. *Nitte University Journal of Health Science* 2012; 2(1): 20-2.
- 53- Santhosh CS, Vishwanathan KG, Ashok Gupta, Siddesh RC, Tejas J. Morphometry of the foramen magnum: an important tool in sex determination. *Journal of Medical and Health Sciences* 2013; 2(4): 88-91.
- 54- Uysal S, Gokharman D, Kacar M, Tuncbilek I, Kosar U. Estimation of sex by 3D CT measurements of the foramen magnum. *J Forensic Sci* 2005; 50(6): 1310–4.
- 55- Howale DS, Bathija A, Gupta S, Pandit DP. Correlation between cranial index and foramen magnum index in human dried skulls. *Global Journal for Research Analysis* 2014; 3(1): 3-6.
- 56- Lang J, Issing P. The measurements of the clivus, the foramina on the external base of the skull and the superior vertebrae. *Anat Anz* 1989; 169: 7–23.

- 57- Kurtuluş A, Acar K, Boz B, Yağci B. Using the estimation of sex of the posterior cranial fossa volume on the cavalieri principle on computed tomography images. The 12th biennial scientific meeting of the international association for craniofacial identification; İstanbul: Türkiye; 1-4 Kasım 2006.
- 58- Muthukumar N, Swaminathan R, Venkatesh G, Bhanumathy SP. A morphometric analysis of the foramen magnum region as it relates to the transcondylar approach. *Acta Neurochirurgica* 2005; 147: 889–95.
- 59- Sangvichien S, Boonkaew K, Chuncharunee A, Komoltri C. Sex determination in Thai skulls by using craniometry: multiple logistic regression analysis. *Siriraj Med J* 2007; 59: 216-21.
- 60- Isaac B. Biometry of the posterior border of the human hip bone: normal values and their use in sex determination. *J Anat Soc India* 2002; 51(1): 43-6.
- 61- Steyn M, İşcan MY. Metric sex determination from the pelvis in modern Greeks. *Forensic Sci Int* 2008; 179(1-2): 86-91.
- 62- Murphy AM. The femoral head: Sex assessment of prehistoric New Zealand Polynesian skeletal remains. *Forensic Sci Int* 2005; 154(2-3): 210-3.
- 63- Purkait R. Sex determination from femoral head measurements: a new approach. *Leg Med* 2003; 5(1): 347-50.
- 64- Steyn M, İşcan MY. Sex determination from the femur and tibia in South African whites. *Forensic Sci Int* 1997; 90(1-2): 111-9.
- 65- İşcan MY, Miller-Shaivitz P. Determination of sex from the tibia. *Am J Phys Anthropol* 1984; 64(1): 53-7.
- 66- González-Reimers E, Velasco-Vázquez J, Arnay-de-la-Rosa M, Santolaria-Fernández F. Sex determination by discriminant function analysis of lateral cranial form of the right tibia in the prehispanic population of the Canary Islands. *Forensic Sci Int* 2000; 108: 165-72.
- 67- Holman DJ, Bennett KA. Determination of sex from arm bone measurements. *Am J Phys Anthropol* 1991; 84: 421-6.
- 68- Mall G, Hubig M, Buttner A, Kuznik J, Penning R, Graw M. Sex determination and estimation of stature from the long bones of the arm. *Forensic Sci Int* 2001; 117(1-2): 23-30.
- 69- Celbiş O, Ağrıtmış H. Estimation of stature and determination of sex from radial and ulnar bone lengths in a Turkish corpse sample. *Forensic Sci Int* 2006; 158(2-3): 135-9.

- 70- MacLaughlin SM, Oldale KN. Vertebral body diameters and sex prediction. *Ann Hum Biol* 1992; 19(3): 285-92.
- 71- Wescott DJ. Sex variation in the second cervical vertebra. *J Forensic Sci* 2000; 45(2): 462-6.
- 72- Sterio DC. The unbiased estimation of number and sizes of arbitrary particles using the disector. *Journal of Microscopy* 1984; 134(2): 127-136.
- 73- Gundersen HJG, Bendtsen TF, Korbo L, Marcussen N, Moller A, Nielsen K, Nyengaard IR, et al. Some new simple and efficient stereological methods and their use in pathological research and diagnosis. *APMIS* 1988; 96: 379-394.
- 74- Kurtuluş A. Sıçanlarda elektrik akımına bağlı hipokampal hasarın stereolojik yöntemlerle değerlendirilmesi (Tıpta Uzmanlık Tezi). Denizli: Pamukkale Üniversitesi; 2005.
- 75- Nyengaard JR. Stereologic methods and their application in kidney. *J Am Soc Nephrol* 1999; 10: 1100-23.
- 76- Acer N, Turgut M. Stereological estimation of brain volume and surface area from MR images in neurostereology unbiased stereology of neural systems, Ed Peter R Mouton, Wiley Blackwell 2014, USA.
- 77- Odacı E, Bahadır A, Yıldırım Ş, Şahin B, Canan S, Baş O ve ark. Cavalieri Prensipli Kullanılarak Bilgisayarlı Tomografi ve Manyetik Rezonans Görüntüleri Üzerinden Hacim Hesaplanması ve Klinik Kullanımı. *Türkiye Klinikleri J Med Sci* 2005; 25(3): 421-8.
- 78- Babu Raghavendra YP, Manjunath S, Kumar MTS. Determination of sex by foramen magnum morphometry in South Indian Population. *Indian Journal of Forensic Medicine and Pathology* 2011; 4(1).
- 79- Natsis K, Piagkou M, Skotsimara G, Piagkos G, Skandalakis P. A morphometric anatomical and comparative study of the foramen magnum region in a Greek population. *Surg Radiol Anat* 2013; 35(10): 925-34.
- 80- Gruber P, Henneberg M, Boni T, Ruhli FJ. Variability of human foramen magnum size. *Anat Rec (Hoboken)* 2009; 292: 1713-9.
- 81- Selma URM, Gokharman D, Kacar M, Tuncbilek I, Kosar U. Estimation of sex by 3D CT measurements of the foramen magnum. *J Forensic Sci* 2005; 50: 1310-4.
- 82- Routal RR, Pal GP, Bhagawat SS, Tamankar BP. Metrical studies with sexual dimorphism in foramen magnum of human crania. *J Anat Soc India* 1984; 33: 85-89.

- 83- Sayee R, Janakiram S, Thomas IM. Foramen magnum measurements of crania from Karnataka. *J Anat Soc India* 1987; 36: 87–89.
- 84- Schröder L, Ramsthaler F, Österhelweg L, Ross S, Thali M, et al. Gender and Body Height Determination Through The Intracranial Measurement Of Skull Apertures – An Investigation Within The Digital Forensic Osteology Project. XXI Congress of The International Academy Of Legal Medicine (IALM) 2011; İstanbul. P.D44.
- 85- Holland TD. Sex determination of fragmentary crania by analysis of the cranial base. *American Journal Of Physical Anthropology* 1986; 70: 203-8.
- 86- Loyal P, Ongeti K, Pulei A, Mandela P, Ogeng'o J. Gender related patterns in the shape and dimensions of the foramen magnum in an adult Kenyan population. *Anatomy Journal of Africa* 2013; 2(2): 138-41.
- 87- Shepur MP, Magi M, Nanjundappa B, Havaladar PP, Gogi P, Saheb SH. Morphometric analysis of foramen magnum. *Int J Anat Res* 2014; 2(1): 249-55.
- 88- Sukumar S, Yadav S. 3D reconstruction computer tomography of foramen magnum and fronto nasal junction for sex determination in South Indian population. *Int J Pharm Bio Sci* 2012; 3(4): 615-9.
- 89- Gopalrao SR, Solanke P, Ugale M, Balsurkar S. Computed tomographic scan study of morphometry of foramen magnum. *Int J Cur Res Rev* 2013; 5(19): 41-8.
- 90- Esteban Espinoza G, Carlos Ayala P, Leandro Ortega B, Erika Collipal L, Hector Silva M. Tomographic morphometry of the foramen magnum and its relation to sex and Mapuche ethnicity. *Revista Anacem* 2011; 5(1): 28-31.
- 91- Radhakrishnan P, Gupta C, Kumar S, D'souza AS. A morphometric analysis of the foramen magnum and variations in its shape: a computerized tomographic study. *Novel Science International Journal of Medical Science* 2012; 1(9-10): 281-5.
- 92- İlgüy D, İlgüy M, Ersan N, Dölekoğlu S, Fişekçioğlu E. Measurements of the foramen magnum and mandible in relation to sex using CBCT. *J Forensic Sci* 2014; 59(3): 601-5.
- 93- Ghule SB, Mahajan AA. Sexual dimorphism in foramen magnum and mastoid process. *International Journal of Recent Trends in Science And Technology* 2014; 12(1): 56-9.
- 94- Shanathi CH, Lokanadham S. Morphometric study on foramen magnum of human skulls. *Medicine Science* 2013; 2(4): 792-8.
- 95- Yadav Y, Goswami P. A study of length and width of foramen magnum in North India. *International Journal of Science and Research* 2014; 3(6): 371-2.

- 96- Erdil FH, Sabancıoğulları V, Çimen M, Işık O. Morphometric analysis of the foramen magnum by computed tomography. *Erciyes Tıp Dergisi* 2010; 32(3): 167-70.
- 97- Chethan P, Prakash KG, Murlimanju BV, Prashanth KU, Prabhu LV, Saralaya VV, et al. Morphological analysis and morphometry of the foramen magnum: an anatomical investigation. *Turkish Neurosurgery* 2012; 22(4): 416-9.
- 98- Radhika PM. Morphometric Analysis of Foramen Magnum and Occipital Condyles in Human Skull (Doktora Tezi). Bangalore, Rajiv Gandhi University of Health Sciences, 2012.
- 99- Kizilkanat ED, Boyan N, Soames R, Oguz O. Morphometry of the Hypoglossal Canal, Occipital Condyle and Foramen Magnum. *Neurosurgery Quarterly* 2006; 16(3): 121-5.
- 100- Boari N, Roberti F, Biglioli F, Caputy AJ, Mortini P. Quantification of clival and paraclival exposure in the Le Fort I transmaxillary transpterygoid approach: a microanatomical study. *J Neurosurg* 2010; 113: 1011–8.
- 101- Jehan M, Kumar R. Sexual dimorphism of klivus dimension by computed tomography scan. *Indian Journal of Applied Research* 2014; 9(4): 379-81.
- 102- Burkart CM, Theodosopoulos PV, Zimmer LA. Transnasal approach to the klivus: a radiographic anatomical study. *The Laryngoscope* 2009; 119(9): 1672-8.
- 103- Bagci AM, Lee SH, Nagornaya N, Green BA, Alperin N. Automated posterior cranial fossa volumetry by MRI: applications to Chiari malformation type I. *Am J Neuroradiol* 2013; 34(9): 1758-63.
- 104- Vurdem ÜE, Acer N, Ertekin T, Savranlar A, İnci MF. Analysis of the volumes of the posterior cranial fossa, cerebellum, and herniated tonsils using the stereological methods in patients with chiari type I malformation. *Scientific World Journal* 2012; 2012: 616934.
- 105- Urbizu A, Poca MA, Vidal X, Rovira A, Sahuquillo J, Macaya A. MRI-based morphometric analysis of posterior cranial fossa in the diagnosis of chiari malformation type I. *J Neuroimaging* 2014; 24(3): 250-6.
- 106- Sekula RF, Jannetta PJ, Casey KF, Marchan EM, Sekula LK, McCrady CS. Dimensions of the posterior fossa in patients symptomatic for Chiari I malformation but without cerebellar tonsillar descent. *Cerebrospinal Fluid Res* 2005; 2: 11.
- 107- Milhorat TH, Nishikawa M, Kula RW, Dlugacz YD. Mechanisms of cerebellar tonsil herniation in patients with Chiari malformations as guide to clinical management. *Acta Neurochir (Wien)* 2010; 152(7): 1117-27.

108- Tubbs RS, Wellons JC, Smyth MD, Bartolucci AA, Blount JP, Oakes WJ, Grabb PA. Children with growth hormone deficiency and Chiari I malformation: a morphometric analysis of the posterior cranial fossa. *Pediatr Neurosurg* 2003; 38: 324–8.

109- Alperin N, Lee S, Monette D, Bagci A, Ertl-Wagner B, Sekula R. Automated volumetric measurements of posterior cranial fossa by MRI: applications to chiari I malformation. *Proc Intl Soc Mag Reson Med* 2011; 19: 2588.

110- Furtado SV, Reddy K, Hegde AS. Posterior fossa morphometry in symptomatic pediatric and adult Chiari I malformation. *J Clin Neurosci* 2009; 16(11): 1449-54.

111- Kanodia G, Parihar V, Yadav YR, Bhatele PR, Sharma D. Morphometric analysis of posterior fossa and foramen magnum. *J Neurosci Rural Pract* 2012; 3(3): 261-6.

112- Lirng JF, Fuh JL, Chen YY, Wang SJ. Posterior cranial fossa crowdedness is related to age and sex: an magnetic resonance volumetric study. *Acta Radiol* 2005; 46(7): 737-42.

113- Jain D, Jasuja OP, Nath S. Evaluation of foramen magnum in sex determination from human crania by using discriminant function analysis. *Ei Mednifico Journal* 2014; 2(2).