T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ADLİ TIP ANABİLİM DALI

RADİOMİCS PROGRAMI KULLANILARAK 3D KRANİYAL BT GÖRÜNTÜLERİN, RADYOMORFOMETRİK VE YENİDEN YAPILANDIRMA YÖNTEMLERİYLE FRONTAL SİNÜSTEN CİNSİYET TAYİNİ: RETROSPEKTİF BİR ÇALIŞMA

Dr. Yasin ÇELEBİ

UZMANLIK TEZİ

BURSA-2022

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ADLİ TIP ANABİLİM DALI

RADİOMİCS PROGRAMI KULLANILARAK 3D KRANİYAL BT GÖRÜNTÜLERİN, RADYOMORFOMETRİK VE YENİDEN YAPILANDIRMA YÖNTEMLERİYLE FRONTAL SİNÜSTEN CİNSİYET TAYİNİ: RETROSPEKTİF BİR ÇALIŞMA

Dr. Yasin ÇELEBİ

UZMANLIK TEZİ

Danışman: Prof. Dr. Recep FEDAKAR

BURSA-2022

İÇİNDEKİLER

Özet..... ii
İngilizce Özet..... iv
Giriş..... 1
Frontal Sinüs Anatomisi..... 4
Frontal Sinüsün Gelişimi..... 12
Çalışmamızda Kullanılan Görünütüleme Yöntemi: MDBT..... 14
Radyomik Tanımı ve İş Akışının Adımları..... 16
Cinsel Dimorfik İskeletlere Genel Bakış..... 21
İskeletten DNA Analizi ile Cinsiyet Tayini..... 25
Literatürde Frontal Sinüsten Kimliklendirme ve Cinsiyet Tayini..... 27
Literatürde Frontal Sinüs Agenezisi..... 33
Literatürde Bimaksiller Maksimum Mesafeden Cinsiyet Tayini..... 34
Gereç ve Yöntem 37
Bulgular..... 44
Tartışma ve Sonuç..... 56
Kaynaklar..... 62
Ekler..... 80
Teşekkür..... 82
Özgeçmiş..... 84

ÖZET

Adli bilimler ve hukuk alanında cinsiyet tayini konusunda alternatif yöntemlerin kullanılması önemli bir ilgi alanıdır. Kalıtıma alternatif olarak gelişen teknoloji ve yazılımlar sayesinde cinsiyet tayininde 3 boyutlu bilgisayarlı tomografi cihazı ve beraberinde gelişen radyomik programların yaygınlığı artmaktadır. Frontal sinüsün polimorfik ve gelişimsel süreçteki individual yapısı, postmortem değişikliğe ve travmaya dayanıklılığı sayesinde cinsiyet ve adli kimliklendirme çalışmalarında dikkat çekmektedir. Çalışmamızda Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'na başvuran 20-65 yaş aralığında 565 hastanın 3D kraniyal bilgisayarlı tomografi görüntüleri kullanılmıştır. Radyomik programının özellikleri kullanılarak elde edilen veriler ile frontal sinüsten cinsiyet tayini amaçlanmıştır. Ayrıca frontal sinüs agenezi vakalarında da bimaksiller maksimum mesafenin cinsiyet tayininde kullanılabilirliği test edilmiştir.

3D Slicer programı kullanılarak frontal sinüsün otomatik segmentasyonu yapılarak radyomik özellikleri çıkartıldı. Frontal sinüs agenezisi olan vakalar için bimaksiller maksimum mesafe ölçüldü. Verilerin regresyon modeline göre analizinde; erkeklerin doğru tahmin oranı %75,4, kadınların %77,0 iken genel populasyonda %76.2 bulundu. Kadınlar ile erkeklerin "uzama, düzgünlük, ana eksen uzunluğu, maksimum 2D çaplı sütun, maksimum 2D çaplı satır, maksimum 2D çaplı dilim, maksimum 3D çap, ağ hacmi, küçük eksen uzunluğu, küresellik, yüzey alanı, yüzey hacim oranı, voksel hacmi ve bimaksiller maksimum mesafe" değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktadır ($p<0,05$). Ortalama değerlere göre kadınların "uzama ve yüzey hacim oranı" değerleri erkeklere göre daha yüksektir. Bununla birlikte erkeklerin "düzgünlük, ana eksen uzunluğu, maksimum 2D çaplı sütun, maksimum 2D çaplı satır, maksimum 2D çaplı dilim, maksimum 3D çap, ağ hacmi, küçük eksen uzunluğu, küresellik, yüzey alanı, voksel hacmi ve bimaksiller maksimum mesafe" değerleri kadınlara

göre daha yüksektir. Uzama, düzgünlük, ağ hacmi, voksel hacmi ve bimaksiller maksimum mesafe parametreleri cinsiyet tahmininde etkili olan değişkenlerdir ($p<0,05$). Katsayılar incelendiğinde “uzama ve ağ hacmi” değerlerinin yüksek olması kadın olma olasılığını artırırken; “düzgünlük, voksel hacmi ve bimaksiller maksimum mesafe” değerlerinin yüksek olması erkek olma olasılığını artırmaktadır. Sonuç olarak frontal sinüsün radyomik metoda göre cinsiyet tayininde; az veri ile nitelikli sonuçlar elde edilebilirliği, uygulanabilirliği, tekrarlanabilirliği, güvenirliliği test edilmiştir. Frontal sinüsün radyomik özellikleriyle cinsiyet tayini ve ekstra özellik çıkarımı sayesinde Adli Radyoloji alanındaki çalışmalara hız kazandıracaktır.

Anahtar kelimeler: Adli tıp, radyomik, cinsel dimorfizm, cinsiyet tayini, frontal sinus

SUMMARY

Frontal Sinus Gender Determination of 3D Cranial CT Images by Radiomorfometric and Reconstruction Methods Using Radiomics Program: A Retrospective Study

The use of alternative methods for gender determination in the field of forensic sciences and law is an important area of interest. Thanks to the developing technology and software as an alternative to heredity, the prevalence of 3D computed tomography device and radiomic programs developing with it in sex determination is increasing. The polymorphic and individual structure of the frontal sinus in the developmental process draws attention in gender and forensic identification studies thanks to its resistance to postmortem changes and trauma. In our study, 3D cranial computed tomography images of 565 patients aged 20-65 years who applied to Bursa Uludağ University Faculty of Medicine, Department of Radiology were used. It is aimed to determine gender from the frontal sinus with the data obtained by using the features of the radiomic program. In addition, the feasibility of bimaxillary maximum distance for sex determination was tested in cases of frontal sinus agenesis.

Radiomic features were extracted by automatic segmentation of the frontal sinus using the 3D Slicer program. Bimaxillary maximum distance was measured for cases with frontal sinus agenesis. In the analysis of the data according to the regression model; While the correct prediction rate was 75.4% for men and 77.0% for women, it was 76.2% in the general population. For women and men, “elongation, straightness, major axis length, maximum 2D diameter column, maximum 2D diameter row, maximum 2D diameter slice, maximum 3D diameter, mesh volume, minor axis length, sphericity, surface area, surface volume ratio, voxel volume, and There was a

statistically significant difference between bimaxillary maximum distance" values ($p<0.05$). According to the average values, the "elongation and surface volume ratio" values of women are higher than that of men. On the other hand, men's values of "smoothness, major axis length, maximum 2D diameter column, maximum 2D diameter row, maximum 2D diameter slice, maximum 3D diameter, mesh volume, minor axis length, sphericity, surface area, voxel volume, and bimaxillary maximum distance" values were compared to women. higher than. Elongation, smoothness, mesh volume, voxel volume and bimaxillary maximum distance parameters are the variables that are effective in estimating gender ($p<0.05$). When the coefficients are examined, the high elongation and mesh volume values increase the probability of being a woman; higher values of "smoothness, voxel volume and bimaxillary maximum distance" increase the probability of being male. As a result, in the sex determination of the frontal sinus according to the radiomic method; The availability, applicability, reproducibility and reliability of qualified results with little data were tested. It will accelerate the studies in the field of Forensic Radiology thanks to the radiomic features of the frontal sinus, sex determination and extra feature extraction.

Keyword: Forensic medicine, radiomics, sexual dimorphizm, sex estimation, frontal sinus

GİRİŞ

Bir bireyin kendine özgü özelliklerinin tümüne kimlik denir. Bu özelliklerden yola çıkarak kim olduğunun ortaya konulması ise kimliklendirmedir. İnsan yüzü dışarıdan bakıldığında hayvan yüzlerine oranla tek tip oluşu ya da bir diğerine benzerliği bakımından dikkat çekicidir. Oysa tıpkı parmak izi gibi insan yüzünün de belli başlı kişilik özellikleri bulunmaktadır. Bunlar duygusal tepkimeler sonunda belirginleşen biçimsel ve tinsel özelliklerdir. Kişinin kimliği bu ayrıntılarla özgünlük kazanır. Zeyfeoğlu ve Hancı'ya (1) göre adli tıp ve hukuk uygulamalarında iki tür kimlik tanımı yapılır. Adli kimlik bir kişinin nüfus kayıtlarındaki bilgilerden oluşan kimliğidir. Cinsiyet, doğum yeri, yılı, anne, baba ve kardeşlerle ilgili bilgiler başlıca öğeleridir. Tıbbi kimlik ise vücut özelliklerinin tümünün birlikte değerlendirilmesiyle ortaya çıkan bilgiler bütünüdür. Bir başka deyişle; kişinin görüntüsünün fotoğraf gibi tanımlanmasıdır (1). Tıbbi kimlik kişinin yüzünün eksiksiz betimlenmesi ilkesini içerir. Bu durum insan yüzünün en basit anlamıyla kabaca tanımlanmasına olanak sağlar (2).

Adli bilimler içinde değerlendirilen adli antropoloji iskeletleşmiş, yarı iskeletleşmiş, yanmış, parçalanmış, tanınması güç halde olan insan kalıntılarından kimlik tespit etmeye çalışır. Adli antropoloji afetler, terör saldırıları, uçak kazaları, savaş gibi kitle felaketlerinde kurbanların kimliklendirilmesinde anahtar role sahiptir (3). Ölenlerin kimlik tespiti hem sosyal hem de medikolegal nedenlerle son derece önemlidir. Cesetlerin tanımlanması sadece sosyal ve tıbbi amaç için değil, aynı zamanda dini nedenlerle de gereklidir. Cesetlerin gömülme şekli dini inanca göre değişir. Defin işlemi kimliklendirme tamamlanana kadar beklemede kalır (4). Adli antropoloji aynı zamanda elde edilen kanıtın tanımlanmasına, tür temsiline, postmortem intervalin belirlenmesine, cinsiyet tayinine, ölüm anındaki yaşı, boyu, tafonomik geçmişine, biyolojik özelliklerin tanınmasına, failin belirlenmesine yardımcı olur (5, 6).

İskelet kalıntılarından cinsiyet tahmini kimliklendirme sürecinin ilk aşamasıdır. Başarılı bir cinsiyet tahmini kimliği belirsiz cesetlerin biyolojik profili için bilgi toplanmasında araştırılması gereken birey sayısını yarıya düşürür (7). Adli antropologlar, kimliği belirsiz cesetlerin cinsiyetini belirlemek için yumuşak dokunun bozulma sürecindeki değişiklere göre yöntem belirlerler (8). Yeniden yüz yapılandırması tekniği ileri derecede şekil bozukluğu olan iskeletleşmiş cesetlerin kimliklendirilmesinde kullanılır. Çürümüş, iskeletleşmiş, parçalanmış cesetlerde dokuların değişen kimyasal modifikasyonu nedeniyle DNA örneklemesinde alternatif tekniklere ihtiyaç duyulmaktadır (9). DNA profiline alternatif olarak diş ve kemik gibi yapılar patlama veya yüksek sıcaklık gibi fiziksel etkenlere dayanıklı olması ve zaman içinde stabil kalması gibi özellikleri sayesinde kimliklendirmede kullanılabilir (10-12).

Antropolojide cinsiyet tayini yöntemleri metrik olmayan, metrik ve moleküler olarak sınıflandırılır (13). Metrik olmayan yöntemler iskelette cinsiyete göre farklılık gösteren özelliklerin (cinsel dimorfizm) görsel değerlendirilmesidir (7). Erkeklerde kafatası yapıları daha büyük ve sağlamdır. Kadınlar ise pedomorfik özelliklerin çoğunu koruma eğilimindedir (13). Pelvis cinsiyet tahmininde metrik olmayan yöntemlerle değerlendirilen bir kemiktir (7). Metrik olmayan yöntemlerde, osteolojik farklılıkları değerlendirmek ayrı bir uzmanlık gerektirmektedir. Bu yöntemle ortaya konan sonuçlar subjektif olup kişisel deneyime dayalı olduğundan çalışma sonuçlarında hata payında artışa neden olur. Görsel değerlendirme, incelenen iskeletin yapısal bütünlüğünün korunduğu durumlarda daha net sonuçlar verir (13).

Cinsiyet tayininde kullanılan metrik yöntemler osteolojik işaretleri dikkate alan, iskeletteki dimorfik yapıların boyutlarını çeşitli ölçüm teknikleriyle inceleyerek sonuçların istatistiksel analizine dayanan objektif çalışmalardır. Cinsiyet tayini için student t-testi, diskriminant fonksiyon analizi, lojistik regresyon analizi gibi istatisksel analizler kullanılmaktadır. Erkeklerde kadınlara oranla kafatası iskeletinin boyutsal

metrik farkı bu ölçümlerin güvenilirliğini sağlamaktadır. İskeletten cinsel dimorfizm değerlendirmenin doğru ve tarafsız bir yolu metrik yöntemdir ve bu yöntemin hassasiyeti seçilen iskelet bölgesine göre değişmektedir (7).

İskelet kalıntılarından cinsiyet tayininde moleküler yöntemler kullanmakta mümkündür. DNA, Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) kullanılarak amplifiye edilir. X ve Y kromozomları boyunca baz çiftleri, sayı farklılıkları için karşılaştırılır. Cinsiyetin belirlenmesinde amelogenin gibi cinsiyet kromozomları üzerindeki genler kullanılabilir. Bununla birlikte, nadir durumlarda, amelogenin genindeki mutasyonlar yanlış sonuçlara neden olabilir (7). Bu teknik oldukça güvenilir olmasına rağmen, zaman alıcı, karmaşık ve maliyetlidir. Bu yüzden cinsiyet tayininde adli antropologlar alternatif yöntemler deneyerek araştımalar yapmaktadır (13).

Cinsiyet tayininde çeşitli yöntemler gözden geçirildiğinde, cinsel dimorfizmde seçilen iskelet bölgelerine göre sonuçlar değişmektedir. Bu yöntemlerin çoğu, cinsel olarak dimorfik özellikler gösteren yetişkin iskeletler üzerinde gerçekleştirilir. Vücutta cinsiyete bağlı değişimlerin ergenlik döneminde seks hormonlarındaki artışa kadar ortaya çıkmaması nedeniyle, yetişkin olmayanların cinsiyetlendirilmesi son derece zordur. Bu nedenle 14 yaşından önce iskeletten cinsiyet tahmininin güvenilirliği azdır (7). Yapılan çalışmalarda yetişkinliğin sfeno-oksipital füzyonu ile frontal sinüsün şekil ve boyutunun stabil hale geldiği dönem olan 20 yaş civarı olduğu düşünülmektedir (14, 25).

Cesetlerin antropolojik ve radyografik metodlarla kimliklendirmesinde kafatası incelemesinin değerli olduğu kanıtlanmış olup frontal sinüs bu konuda ayrıca kullanılmaktadır (10, 15, 16). Frontal sinüsün benzersiz anatomik konfigürasyonu, kimliği belirsiz cesetlerin kimlendirmesine yardımcı olmaktadır. Frontal sinüsün morfolojik ve morfometrik yapısı karakteristik özelliklere sahiptir (17-19). Kirk ve ark. (20) yaptığı çalışmada, ante-mortem ve post-mortem radyografilerde frontal sinüsün eşleştirme yöntemiyle kullanılabileceğini, sonuçların yüksek doğrulukta olduğunu bildirmektedir.

Kafatasında özellikle supraorbital bölgenin cinsel dimorfik yapıda olması nedeniyle çalışmaların odak noktasıdır (21). Frontal sinüs ve supraorbital bölge travmaya karşı dirençli olup, parçalanmış cesetlerde iyi korunmuştur (22). “Annals of International Medical and Dental Research” dergisinde yayınlanan bir çalışmada, frontal sinüslerin kalın duvarlara sahip olması, yapısının dışbükeyliği, diploe aralığında bulunması sebebi ile bomba patlamaları gibi büyük felaketlerde bile bütünlüğünü koruduğu saptanmıştır (23). Patil ve arkadaşları (24) üç farklı gözlemciyle yaptığı radyografik bir çalışmada, kör teknikle eşleştirildiklerinde bile frontal sinüslerin bireyleri ayırt edici özelliğini bildirmektedir. Bu araştırma, frontal sinüs anatomisinin kimliklendirmede güvenilirliğini açıkça göstermektedir. Ayrıca frontal sinüs yapısının kafatası içinde korunaklı bir şekilde bulunduğu, birden fazla kafatası kırığı olduğunda bile hasara direndiği saptanmıştır.

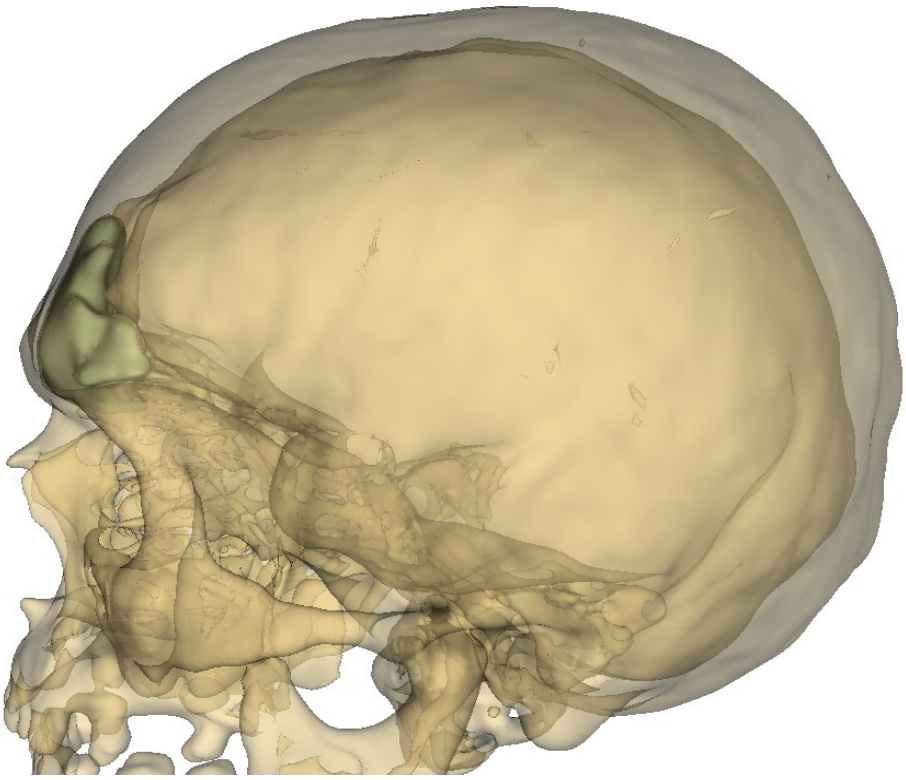
1. Frontal Sinüs Anatomisi

Paranazal sinüslerin tanımlanması milattan sonra ikinci yüzyılda anatomist Galen ile başladığı düşünülmektedir (26). Sinüslerin ayrıntılı tanımlamaları tarih boyunca değişmiş olup genellikle daha büyük eserlerde bahsedilmiştir. Bu bağlamda dikkate değer olanlar Da Vinci'nin maksiller sinüs hakkındaki tartışmaları ve Berengario Da Carpi'nin sfenoid sinüsle ilgili ilk tanımlamalarıdır (27, 28).

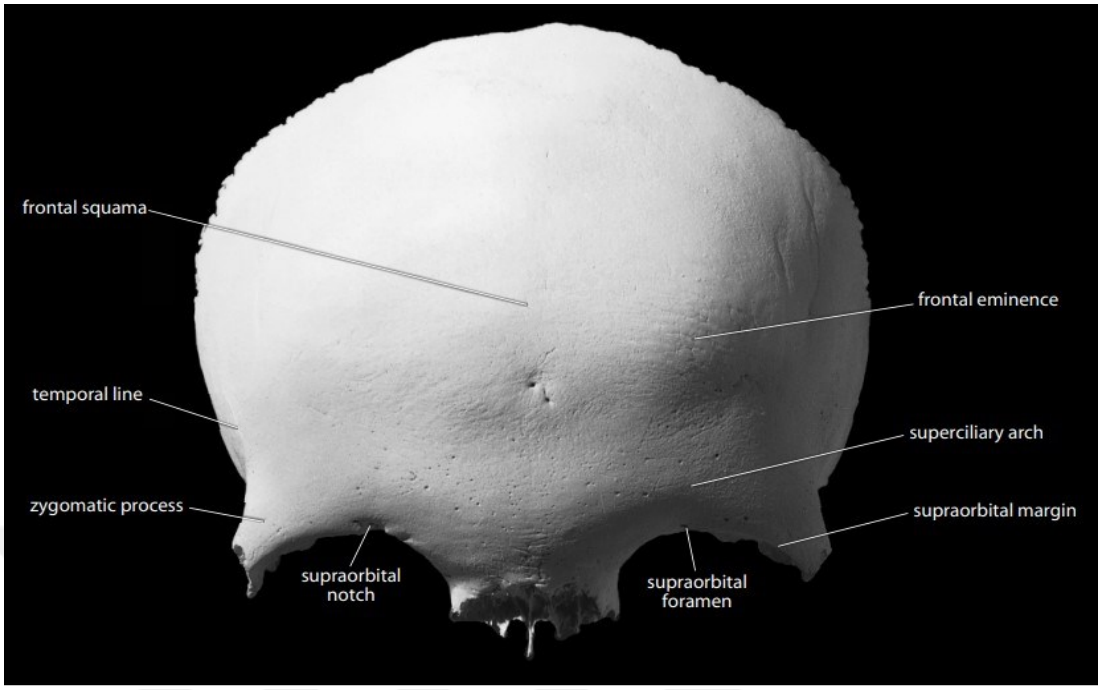
Fallopius ve Eustachius'un öğrencisi olan Hollandalı Volcher Coiter'in frontal sinüsü ilk tanımlayan kişidir (29). İlginç bir şekilde, Berengario Da Carpi, frontal kemik bölgesini “vücuda ağırlık vermeyecek şekilde dikkate değer iki laminadan oluşan bir boşluk” olarak tanımlamıştır (28). Aslında 1489'da Da Vinci, frontal sinüsün varlığını fark eden ve morfolojisini tanımlayan ilk kişi olabileceği savunulmaktadır (27,30).

19. yüzyılın sonlarında, Avusturyalı anatomist Emil Zuckerkandl paranazal sinüslerin ilk ayrıntılı, sistematik, anatomik ve patolojik tanımını yayınlamıştır (31, 32). Zuckerkandl'ın gözlemleri ve çizimleri günümüzdeki

bilgilerin çoğunun temelini oluşturmaktadır. Bu sebeple Zuckerkandl modern sinüs anatomisinin “babası” olarak kabul edilir (33, 34).

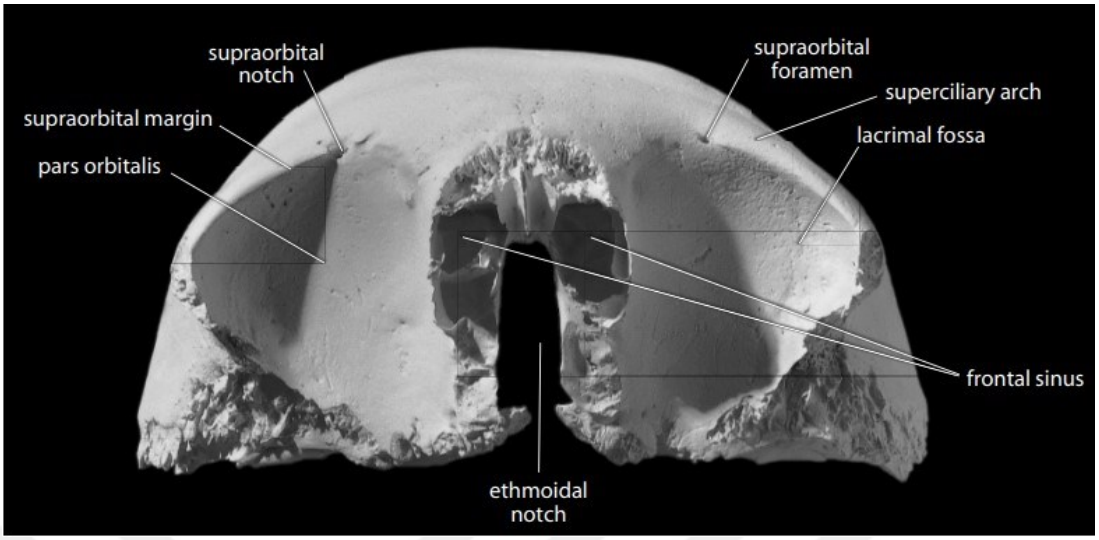


Şekil-1: Kafatasında lateralden 3D frontal sinüsün yerleşimi



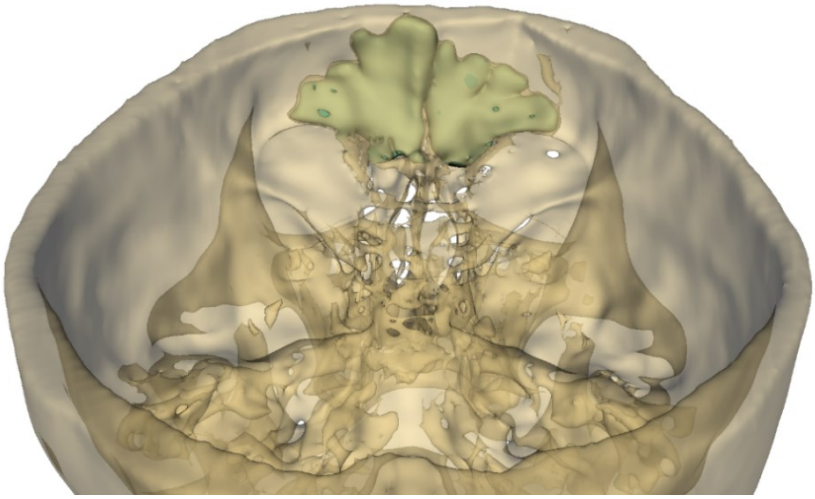
Şekil-2: Frontal kemiğin anteriordan görünümü (138)

Frontal kemik yüzün kemik çerçevesini ve ön kafa tabanını oluşturan kemiklerden biridir. Frontal kemik skuamöz, orbital ve nazal olarak üç bölümden oluşur. Skuamöz kısım en büyüğüdür ve alın iskeletini oluşturur. Dışarıdan bakıldığında skumöz kısımda frontal çıkıntı adı verilen iki çıkıntı ve içerisinde frontal sinüsler bulunur. Orbital kısım orbitanın çatısını ve etmoid, sfenoid kemiklerle birlikte ön kafa tabanını oluşturur. Nazal kısım ise nazal ve maksiller kemikleri birleştiren küçük bir kısımdır (35). Şekil 1, Şekil-2 (138) ve Şekil-3'te (138) frontal kemiğin ve frontal sinüsün ayrıntılı anatomisi gösterilmiştir.

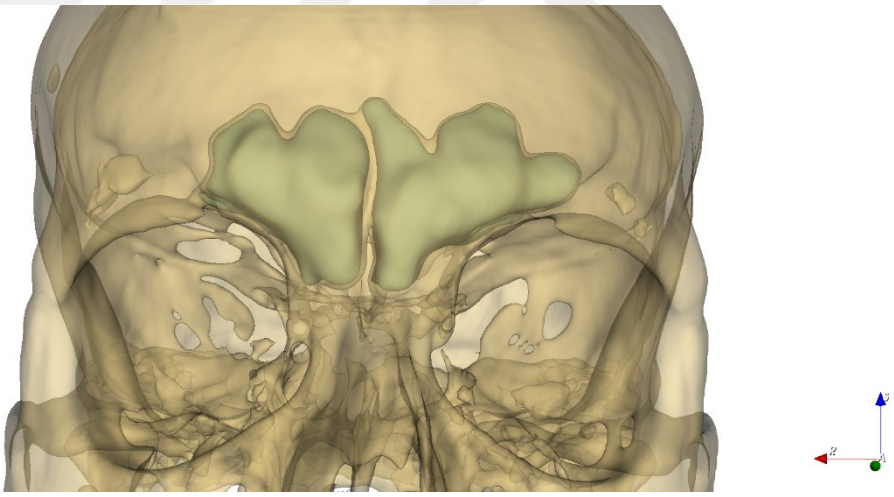


Şekil-3: Frontal kemiğin inferiordan görünümü (138)

Frontal kemik anatomik olarak sınıflandırıldığında dikey ve yatay, kesitsel bakıldığında ise diploe denilen internal, eksternal lamina ve trabeküler kısımdan oluşan yassı kemiktir. Frontal kemiğin dikey kısmı skuamozal kısımdır ve genellikle içinde iki adet frontal sinüs bulunur. Frontal kemiğin eksternal tabulası kalındır. İnternal tabula ise ince olup dura mater kranialis ile doğrudan temas halindedir. Frontal kemiğin yatay bölümü orbitanın süperior duvarını, burun boşluğunun çatısını ve ethmoid kemik ile birlikte fossa kranialis anteriorun zeminini oluşturur (36). Frontal sinüs ve frontal kemiğin anatomisini ve kafatasındaki pozisyonu daha net oluşturmak adına tarafımızca reformat üç boyutlu görüntüsü Şekil-1,4-6'da, frontal sinüs drenajını koronal kesitteki görüntüsü Şekil-7'de gösterilmiştir.



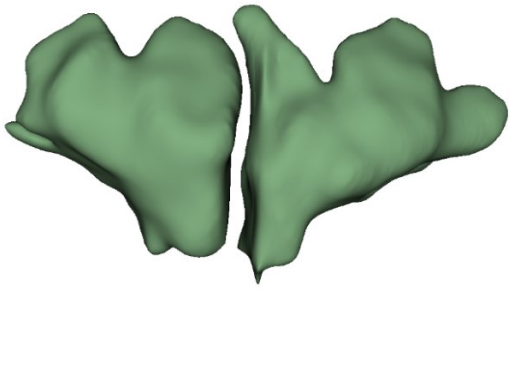
Şekil-4: 3D görüntülemede frontal kemiğin kafa tabanı ile ilişkisi ve frontal sinüs



Şekil-5: Kafatası 3D görüntüsünde frontal sinüsün anteriordan görünümü

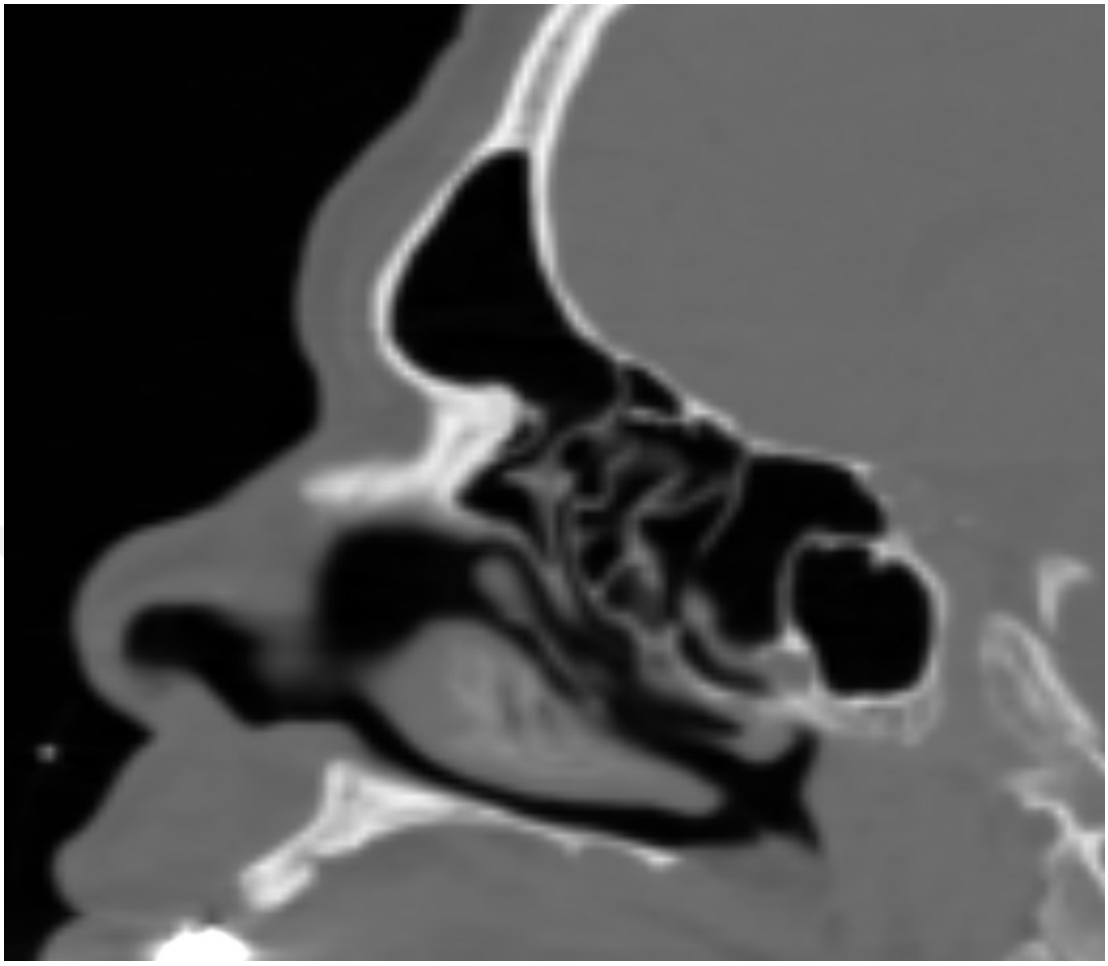
Frontal sinüsler tipik olarak, merkezi bir intersinüs septumu ile ayrılan ve değişken şekilde pnömatize olan genellikle çift, asimetrik, içi boş yapılardır (37, 38). Frontal sinüs, frontal kemiğin skuamöz kısmı içinde uzanan mukoperiosteum ile çevrili bir hava boşluğudur. Boyutsal olarak ageneziden nazal kısma, orbital kısma veya komşu kemiklere uzanan devasa sinüslere kadar farklı derecelerde pnömatizasyon gösterir. Ortalama olarak, frontal

sinüs 24,3 mm yüksekliğinde, 29,0 mm genişliğinde (orta hattan yan sınıra kadar) ve 16,8 mm derinliğindedir. Frontal sinüs, ön etmoidal kompleks ve orta meatustan geçen bir drenaj yolu ile burun boşluğuna bağlanır (35). Şekil-1, Şekil-4, Şekil-5 ve Şekil-6'da frontal sinüsün üç boyutlu görüntüsü ayrıntılı olarak gösterilmiştir.



Şekil-6: Frontal sinüsün 3D anteriordan görünümü

Drenaj yolu kum saati şeklinde daralan ve genişleyen kısımlardan oluşan ters piramidal yapıdaki frontal sinüsün tepesinde bulunur (32). Kum saatinin üst kısmı frontal infundibulum olup alt kısmı ise aşağı, arka ve medial yöne doğru daralan dik bir huni oluşturur (39). Kum saatinin daralan kısmı ise frontal sinüs ostiumu olup frontal infundibulumun en alt kısmında, frontal sinüsün posteromedialindedir (40, 41). Şekil-7'de bilgisayarlı tomografide koronal kesitte frontal sinüs drenajı gösterilmiştir.



Şekil-7: Kraniyal BT sagittal kesitte frontal sinüs drenaj yolu

Frontal resesin çıkış yolu, frontal sinüs tabanının posteromedial alt kısmında başlar ve daha sonra genişleyip buruna açılmadan önce huni şeklinde daralır ve böylece kum saati şeklinde bir boşluk oluşturur. Bu girintide duktal yapı yoktur, bu nedenle eski "nazofrontal kanal" terminolojisi hatalıdır ve kullanılmamalıdır. Maksiller ve sfenoid sinüslerin aksine, frontal sinüste gerçek tanımlanmış bir frontal ostium yoktur. Bunun yerine, kum saati şeklindeki frontal girintinin en dar kısmına ostium denir. Frontal sinüsü çevreleyen hava hücrelerinin boyutu ve sayısı, frontal girintinin şeklini ve genel çapını etkiler (42, 43, 45). Kuhn (42), bu hücreleri ayrıntılı olarak tanımlamıştır. Daha sonra Wormald ve ark. (44) tarafından değiştirilen ilk isimlendirme sistemi tanımlanmıştır. Daha yakın zamanlarda, Uluslararası

Frontal Sinüs Anatomisi Sınıflandırmasında (46) terminoloji ön, arka ve medial hücreler olarak basitleştirilmiştir (47).

Frontoetmoidal hava boşluklarının ilk anatomik-cerrahi sınıflandırması 1996'da Bent ve Kuhn tarafından önerilmiş ve 2005'te Wormald tarafından modifiye edilmiştir (42, 43) (Tablo-1).

Tablo- 1: Frontal sinüs aksesuar hücreleri (42, 43)

Frontal Sinüs Aksesuar Hücreleri	Açıklama
Agger nasi hücresi:	Koronal kesitte orta konka insersiyonunun önünde görülebilen en öndeki hücre. “Göz yaşı hücresi” ve “terminal girinti” terimleri tanımlanmamıştır.
Kuhn hücresi:	Maksiller kemiğin frontal çıkıntısının yakınında veya içinde ve agger nasi hücresinin üzerinde yer alan bir hücre grubu. 4 tip kuhn hücresi bulunur.
Tip 1 Kuhn hücresi:	Frontal sinüse çıkıntı yapmayan tek hücre
Tip 2 Kuhn hücresi:	Frontal sinüse çıkıntı yapmayan birden fazla hücre
Tip 3 Kuhn hücresi:	Kraniokaudal uzantısının yarısından daha azı için frontal sinüse çıkıntı yapan en az bir hücre
Tip 4 Kuhn hücresi:	Kraniokaudal uzantısının yarısından fazlası için frontal sinüse çıkıntı yapan en az bir hücre
Suprabullar hücre:	Etmoidal bullayı pnömatize eden ve frontal sinüs veya orbital çatıya doğru yuvarlanmayan en alt hava boşluğu üzerinde uzanan bir hücre
Supraorbital etmoid hücre:	Yörünge çatısına pnömatize olan suprabullar bir hücre
Frontal bullosa hücresi:	Frontal sinüse doğru çıkıntı yapan bir suprabullar hücre
İnterfrontal sinüs septal hücresi:	İnterfrontal sinüs septumun pnömatizasyonundan kaynaklanan hücre
Concha bullosa:	Orta konkanın pnömatizasyonundan kaynaklanan bir hücre veya girinti

Uzman endoskopik cerrahlardan oluşan bir komite, değiştirilmiş Bent ve Kuhn sınıflandırmasında bir takım iyileştirmeler yaparak Uluslararası Frontal Sinüs Anatomisi Sınıflandırmasını formüle etmiştir. Tip 1 ve 2 Kuhn hücreleri, "supra agger hücre" terimi altında, tip 3 ve 4 Kuhn hücreleri "supra agger frontal hücre" terimi altında gruplandırılmıştır. Frontal bullosa hücresi ve interfrontal sinüs septal hücresi, sırasıyla “supra bulla frontal hücre” ve

“frontal septal hücre” olarak yeniden adlandırılmıştır. Terracol ve Ardouin gelişim modeline göre supra agger frontal hücre, frontal septal hücre ve supra bulla frontal hücre sırasıyla orbital, nazal ve bullar hücrelerin frontal kemiği pnömatizasyonuyla oluşmaktadır (48).

2. Frontal Sinüsün Gelişimi

Paranazal sinüsler, pnömatize ettikleri kemiklere göre maksiller, etmoidal, sfenoidal ve frontal sinüs olarak isimlendirilir (49). Frontal sinüs diğer paranazal sinüslerin aksine, doğumda yoktur (25, 50-54). Doğumda yalnızca maksiller ve ethmoid sinüs bulunur. Bebeklerde maksiller sinüs derin olmayan bir keseyi andırırken, frontal, sfenoid sinüs kıkırdak veya kemikle henüz birleşmemiştir (56). Frontal sinüs, frontal resesin bulunduğu nazofrontal alanda oluşmaya başlayan ve gelişen son paranazal sinüstür (57, 58). Tablo 2’de paranazal sinüslerin embriyolojik gelişimi (59) gösterilmiştir.

Tablo- 2: Embriyolojik Gelişim Paterni (59)

Paranazal Sinüs	**Gestasyonel Gelişim**	**Doğum Sonrası İlk Tespiti**	**Büyüme Atakları**
Etmoid sinüs	Gestasyonun 3. Ayı	Doğumda mevcut	1 ile 4 yıl arasında ilk büyüme atağı; 4 ila 8 yıl arasında ikinci büyüme atağı
Frontal sinüs	Gestasyonun 4. Ayı	7-12 yaşlarında tespit edilir.	Yetişkin boyutuna 20 yaşında ulaşılır.
Maksiller sinüs	Gestasyonun 2. Ayı	Doğumda mevcuttur.	Doğum ile 3 yaş arasındaki ilk büyüme atağı; 7 ila 12 yaş arasında ikinci atak başlar
Sfenoid sinüs	Gestasyonun 3. Ayı	3-4 yaşlarında tespit edilir.	Yedinci yılda sinüs arkaya sella tursikaya doğru genişlemeye başlar.

Frontal sinüsler gelişim sırasında iki aşamalı bir süreçle pnömatize olur (49, 60-62). Birincil pnömatizasyon doğum öncesi gerçekleşir. Doğum sonrasında ikincil pnömatizasyonun tamamlanmasıyla da matür frontal

sinüsler oluşur. Primer pnömatizasyon, bitişik yapılarda genişleme olmaksızın kıkırdaklı nazal kapsülde interstisyel büyümeyle olur. Sekonder pnömatizasyon ise bitişik kemiklerin osteoklastlar tarafından rezorpsiyonu yoluyla meydana gelir (61, 62). Frontal sinüsün primer pnömatizayonu gestasyonun 4. ayında başlarken, sekonder pnömatizasyonu doğum sonrası 6 ay ile 2 yıl arasında meydana gelir (60, 63). Sekonder pnömatizasyonda frontal sinüs, glabellanın her iki tarafındaki orbitaların üzerinde iki küçük bezelye benzeri cep olarak oluşmaya başlar (64). Yaşamın ilk yılındaki frontal sinüsün pnömatizasyonu frontal kemiğin yatay plakasında başlarken, yaşamın ikinci yılının ikinci yarısında ise dikey plakasında görülmektedir (55). Frontal sinüs, yaşamın altıncı-sekizinci yılına kadar radyografik olarak görülmemektedir (65). Frontal sinüste ergenlik döneminde frontal kemik içerisinde hızlı bir şekilde yapısal şekillenme ve hacimsel artış görülmektedir (36). Frontal sinüs kadınlarda 16-20 yaş arasında ve erkeklerde ise 21-25 yaş arasında nihai büyümeyi tamamlamaktadır (66). Frontal sinüs gelişiminde kraniyofasiyal konfigürasyon, frontal kemiğin kalınlığı ve hormonal büyüme faktörleri, genetik ve etnik kökenin etkili olduğu düşünülmektedir (55).

Çok sayıda çalışmaya rağmen sinüs fonksiyonları hala tam olarak anlaşılamamıştır (67-69). Bazı araştırmacılar (70-73), sinüslerin belirli bir işleve hizmet etmek için hareket eden belirli bir mekanizmadan ziyade, diğer kemiklerdeki ve/veya yapılardaki değişikliklerin yapısal bir sonucu olarak ortaya çıkan biyolojik eğrilikler olduğunu düşünmektedir. Bazı araştırmacılar ise nasıl oluştuklarına bakılmaksızın, sinüslerin koku alma, solunum, termoregülasyon, nitrik oksit üretimi, ses rezonansı, kafatası ağırlığının azaltılması ve kraniyofasiyal biyomekanik etkisi gibi işlevlerinin olduğunu öne sürmektedir (49, 68, 69, 74-76, 185).

3. Çalışmamızda Kullanılan Görüntüleme Yöntemi: Multidedektör Bilgisayarlı Tomografi (MDBT)

Yaşayan bireylerde hastalıkların tanı ve teşhisinde kullanılan tıbbi görüntüleme cihazları, cesetlerde ise kimliklendirmede yardımcı olur (77). Paranazal sinüslerin görüntülenmesinde röntgen, ultrason, bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans kullanılır. Bilgisayarlı Tomografi (BT) çizgisel şekilde düşen x ışınlarının görüntüyü kesitler haline getirdiği X ışını tüpü ve dedektörün hastanın etrafında dönmesiyle görüntünün elde edildiği görüntüleme tekniğidir (78). Dönüş esnasında X ışınlarının oluşturduğu profil bilgisayar tarafından taranarak iki ya da üç boyutlu görüntü oluşturulur (79). Yüksek çözünürlüğe sahip, değişken kalınlıktaki görüntülerin elde edilmesini ve birkaç bölgenin eşzamanlı taranabilmesini sağlar. Kraniyal yapılardaki X ışınlarıyla görülemeyen ayrıntılar BT görüntüleri ile üç boyutlu şekilde gözlenebilir (80, 81). Bilgisayarlı tomografiler paranazal sinüsleri, maksillofasiyal bölgenin, nazal kavitenin, sino-nazal kavitelerin, kraniyofasiyal kemiklerin kemik varyasyonlarının, yumuşak dokunun, erozyon gibi anormalliklerin ve sinüzitin net şekilde görüntülenmesini sağlar (82-84). Bilgisayarlı tomografi frontal sinüs, frontal reses, unsinat proses, infundibulum, maksiller sinüs, maksiller sinüs açıklığı, frontal sinüsün dış duvarının incelenebilmesine olanak sağlar (82). Bilgisayarlı tomografiler görüntüler arasındaki küçük farklılıkları ayırt etmeye olanak sağlaması bakımından avantajlı, iyonlaştırıcı radyasyon yayması, yumuşak doku kontrastının düşük olduğu yerlerde düşük çözünürlüklü görüntü sağlaması yönleriyle dezavantajlıdır (79). Bizde çalışmamızda bir BT çeşidi olan MDBT kullandık.

Yüksek çözünürlüğe sahip üç boyutlu görüntüler elde edilmesini sağlayan gelişmiş bir radyolojik görüntüleme tekniği olan multidedektör bilgisayarlı tomografiler kemik oluşumlarının detaylı görüntülenmesini sağlar (85). Görüntüleri ayrı dilimler halinde yakalar. Kraniyum için genellikle doğru sonuçlar vermektedir. Frontal sinüsten cinsiyet tayininde MDBT kullanılarak

üç boyutlu görüntülerin oluşturulmasında maksimum verimlilik sağlar (86). Çok kesitli BT teknolojisinin ana komponenti, dedektör yapısıdır. Konvansiyonel helikal BT cihazlarında dedektör, tek sıra halinde dizilmiş dedektör elemanlarından oluşan tek boyutlu bir yapıdır. Multidedektör BT cihazlarında ise dedektör, çok sayıda dedektör sırasından oluşan iki boyutlu bir matriks yapısındadır. Bu şekilde farklı kalınlıkta dedektör elemanları içeren asimetrik dedektör dizaynlarının yanı sıra bazı sistemlerde dedektör 29 matriksli simetrik yapıdadır. Bu dedektör sıralarının farklı kombinasyonlarının seçilmesiyle değişik kesit kalınlıklarında multislice (çok kesitli) incelemeler yapılmaktadır. Multislice BT cihazlarında minimum kesit kalınlığını belirleyen unsur, en küçük dedektör elemanının Z eksenindeki genişliğidir. Bu değer bazı sistemlerde 0,5 mm, bazı sistemlerde 0,625 mm'dir. Z eksen çözünürlüğünü belirleyen başlıca etkenin kesit kalınlığı olduğu göz önünde bulundurulduğunda, günümüz multislice BT teknolojisi ile ulaşılan anizotropik voksel geometrisi sayesinde multiplanar reformasyonlar ve 3 boyutlu görüntüleme optimal görsel kesinliğe ulaşmıştır (89).

MDBT cihazlarında, konvansiyonel helikal cihazlardan farklı olarak dedektör sisteminden başka, ayrıca farklı görüntü rekonstrüksiyon algoritmaları da kullanılmaktadır. MDBT cihazlarında dedektör iki boyutlu olduğundan tüpten çıkan X-ışını hüzmesi de iki boyutlu olup koni şeklindedir. Konvansiyonel rekonstrüksiyon yöntemlerinin kullanılması durumunda, koni içinde belli bir açıyla dedektör elemanlarına gelen X-ışınları artefaktlara yol açabilir. Bu artefaktların giderilebilmesi için, MDBT cihazlarında, konvansiyonel helikal cihazlarda kullanılan 180 derece lineer interpolasyon algoritması değil, çok noktalı (multipoint) interpolasyon ile görüntüler rekonstrükte edilmektedir (87, 88).

MDBT teknolojisindeki gelişim, minimum kesit kalınlığında azalmayla ters orantılı seyretmiştir. Günümüzde MDBT cihazlarında minimum kesit kalınlığı 0,5-0,62 mm arasında değişmektedir. Daha ince kesit kalınlıkları uzaysal çözünürlüğü arttırmakta ve kısmi hacim etkisini azaltmaktadır. MDBT sayesinde bu denli ince kesit kalınlıkları ile birçok anatomik bölge

taranabilmekte, elde edilen izotropik görüntülerle yüksek kalitede reformat, multiprojeksiyon, volüm reformat ve 3 boyutlu rekonstrüksiyonlar yapılabilmektedir (89).

3. Radyomik Tanımı ve İş Akışının Adımları

Radyomik, tıbbi görüntüler anlamına gelen "radyo" ile çeşitli tıbbi durumları anlamamıza katkıda bulunan genomik ve proteomik gibi çeşitli alanları belirten "omik" kelimelerinin birleşiminden türetilen, radyoloji alanı için yeni bir kelimedir. Radyomik, tıbbi görüntülerden çok sayıda özelliğin çıkarılmasıdır (90).

Tipik radyomik analiz, piksel veya voksel dağılımı ve desenleri hakkında faydalı uzaysal bilgilere sahip olan boyut, şekil ve dokusal özelliklerin değerlendirilmesini içerir (90). Bu radyomik özellikler ayrıca, beyin (91, 92), hipofiz bezi (93, 94), akciğer (95), kalp (96), karaciğer (97), böbrek (98-101), adrenal (102-103) ve prostat (104) gibi çeşitli organlarda bireyselleştirilmiş tanı ve tedaviye destek sağlamak amacıyla istatistiksel modeller oluşturmada kullanılır.

Yapay zeka (AI), genel olarak gelişmiş hesaplama algoritmalarına dayalı olarak büyük miktarda veriden doğru şekilde çıkarımlar yapabilen bir sistem grubudur (105). Öğrenme, tıpkı insanlarda olduğu gibi makinelerin karmaşık algoritmları çözmesi için temel bir ihtiyaçtır. Bu nedenle AI, makine öğrenimi (ML) ve son zamanlarda çok popüler olan derin öğrenme algoritmalarını kapsayan genel bir kavramdır (90, 106, 107). AI kavramının tarihi 1950'lere kadar gitse de, hesaplama gücündeki gelişmeler nedeniyle 2000'den beri ivme kazanmıştır (108-110). Bugün AI teknolojisi, özellikle karmaşık tıbbi sorunları çözmek için sayısız veri analizi sağlar (106, 107, 110-113).

Konvansiyonel radyoloji pratiğinde, boyut ve hacim gibi birkaç ölçüm dışında, görüntüleme veri setleri genellikle görsel veya niteliksel olarak değerlendirilir. Bu yaklaşım, yalnızca gözlemciler arası değişkenliği içermekle

kalmaz, aynı zamanda tıbbi görüntülerde kullanılmayan çok büyük miktarda gizli veriyi barındırır. Tümörler histopatolojik olarak benzer özelliklere sahip olsa da, hastaların sağkalımı muhtemelen farklı olacaktır. Herhangi bir müdahale veya tedaviden önce hastaların prognozu tahmin edilebilseydi, hastaların yönetimi farklı olurdu. Buna aslında kişiselleştirilmiş tıp denir. Kişiselleştirilmiş tıpta, daha iyi sonuçlara ulaşmak için farklı alt tipte kliniği olan hastaların tanımlanması gerekir (114). Radyomikler bu hedeflere ulaşmanın nesnel bir yolu olarak kabul edilebilir. Radyomiklerin birincil amacı, geleneksel (90) veya ileri görüntüleme teknikleri (115, 116) ile tanı veya tedaviye karar vermede kullanılmak üzere anlamlı, gizli ve nesnel veriler çıkarmaktır.

Radyomik özelliklerin oluşturulması görüntü edinme, ön işleme, segmentasyon, özellik çıkarma ve veri işleme basamaklarından oluşmaktadır (90).

4.1. Görüntü Edinme Aşaması

Radyomikler bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme (MRI), pozitron emisyon tomografisi, X-ışını ve ultrasonografi gibi çeşitli görüntüleme tekniklerine uygulanabilir. Şu anda kullanımda olan çok çeşitli görüntü elde etme teknikleri vardır. Ayrıca, farklı platformlarda ihtiyaca göre çeşitli görüntü rekonstrüksiyon yöntemleri sunulmaktadır. Radyomiklerde görsel analizde farklı edinim ve görüntü işleme tekniklerinin kullanılması piksel veya voksel düzeyinde bir işlem olduğundan büyük bir etkiye sahiptir. Görüntü edinim tekniklerindeki farklılıklar, radyomiklerin en büyük problemlerinden biri olan bağımsız veri setlerinde tutarsız sonuçlara yol açabilir (118, 119). Gerçekçi bir bakış açısıyla, tüm görüntü alma protokollerini tek biçimli hale getirmenin mümkün olmadığını kabul etmeliyiz. Öte yandan, öncelikli hedef, farklı protokollerle elde edilen görüntülere bile uygulanabilen en kararlı ve doğru radyomik modelleri oluşturmak için en iyi tekniği bulmak olmalıdır. Bunun için her görüntüleme

yönteminin kendine has özellikleri göz önünde bulundurularak ele alınması gerekir (114).

4.2. Ön İşleme Aşaması

Radyomikler bazı görüntü parametrelerine bağımlıdır. Herhangi bir görüntüleme modalitesinde ele alınması gerekenlerin en önemlileri piksel veya voksellerin boyutu, gri seviyelerinin sayısı ve gri seviye değerlerinin aralığıdır (120, 121). Ek olarak, MR görüntülemede sinyal yoğunluğu düzensizliği giderilmelidir (122, 123). Bu bağımlılıklarla başa çıkmak için çok sayıda yöntem vardır. Gri seviye değerlerinin normalizasyonu için ± 3 sigma normalizasyonu en yaygın kullanılan yöntemdir (124). Piksel yeniden örnekleme, doğrusal ve kübik B-spline enterpolasyonu gibi çeşitli enterpolasyon yöntemleri kullanılarak yapılabilir (125). Farklı yazılım programları, örneğin sabit kutu boyutu ve sabit kutu numarası (184) gibi farklı ayrıklaştırma yöntemleri sunar. N3 ve N4 önyargı alanı düzeltme algoritmaları, sinyal yoğunluğu düzensizliğinden kaçınmak için yaygın olarak oluşturulmuş tekniklerdir (123). Bu ön işleme adımlarından bazıları radyomik yazılım programlarında yer almasına rağmen, gelişmiş radyolojik görüntüleme verilerinin ön işlemesi için Image J, MIPAV (Medikal Görüntü İşleme, Analiz ve Görselleştirme) ve 3D Slicer gibi birçok kullanıcı dostu açık kaynaklı aracın mevcut olduğu bilinmelidir (114).

4.3. Segmentasyon Aşaması

Radyomik özellikler çoğunlukla bölünmüş alanlardan veya hacimlerden çıkarıldığından, radyomiklerdeki en kritik adım segmentasyon işlemi olarak kabul edilir. Bazı tümörlerde belirsiz bir kontür olması nedeniyle segmentasyon süreci zordur. Manuel segmentasyon, uzmanlar tarafından yapılması şartıyla altın standart olarak kabul edilir. Öte yandan, manuel segmentasyon, gözlemci içi ve gözlemciler arası değişkenliğe (126) tabi olduğundan radyomik özelliklerin tekrarlanabilirliğini zorlaştırır. Bu değişkenliği önlemek için aktif kontur (yılan) (127), seviye kümesi (128), bölge tabanlı (129), grafik tabanlı (130) ve derin öğrenme tabanlı (131) gibi

otomatik ve yarı otomatik yöntemler tanımlanmıştır. Otomatik segmentasyon teknikleri nesnel olmasına rağmen, özellikle görüntülerde artefaktlar, gürültü ve ilgilenilen lezyonlar çok heterojen olduğunda hataya eğilimlidirler (114).

4.4. Radyomik Özelliklerini Çıkarma Aşaması

Agnostik veya semantik olmayan özellikleri kullanarak daha önce görülmemiş görüntü kalıplarını keşfetmek ve en ayırt edici olanlara göre sınıflandırma yapmak radyomik özelliğinin çıkarımı olarak tanımlanır. Modeller bağımsız veri setlerinde doğrulandığı sürece, özelliklerin bireysel anlamı ne olursa olsun radyomikler geçerli bir yaklaşım olabilir (114).

Radyomik özelliklerin iki kategorisi vardır. İlki, insan görüntü işleme uzmanları tarafından oluşturulan önceden tanımlanmış veya el yapımı özelliklerdir. Bunlara geleneksel özellikler de denir. Geleneksel radyomik özelliklerden bazıları Tablo 3'te (114) sunulmuştur. İkincisi, günümüzde popülerlik kazanan derin özelliklerdir. Bazı derin öğrenme algoritmaları, herhangi bir insan müdahalesine ihtiyaç duymadan, katmanları içindeki belirli bir görev için özellikleri kendileri seçer ve tasarlar (117). Bazı yeni çalışmalar, derin özelliklerin geleneksel özelliklere göre üstün olduğunu öne sürmüştür (132, 133). Çalışmamızda geleneksel radyomik özellikleri kullanılarak cinsiyet tayini yapıldı. Radyomik özelliklerin otomatik algoritmaları Tablo-4'te (183) ayrıntılı olarak tanımlanmıştır.

Tablo- 3: Geleneksel radyomik özelliklere örnekler (114)

Kategori	Radyomik Özellikleri
Boyut	Alan
	Hacim
	Ana eksen uzunluğu
	Küçük eksen uzunluğu
	En küçük eksen uzunluğu
	Maksimum 3D çap

	Maksimum 2D çaplı dilim
	Maksimum 2D çaplı satır
	Maksimum 2D çaplı sütun
	Yüzey alanı
Şekil	Uzama
	Düzgünlük
	Küresellik
	Küresel Orantısızlık
Birinci dereceden özellikler[a]	Enerji
	Entropi
	10. Yüzdelik
	90. Yüzdelik
	Çarpıklık
	Basıklık
İkinci dereceden özellikler[b]	Gri seviyede birlikte oluşum matrisi
	Gri seviyede çalışma uzunluğu matrisi
	Gri seviyede boyut bölgesi matrisi
Yüksek dereceden özellikler[c]	Otoregresif model
	Haar dalgacığı

a Birinci dereceden özellikler, segmentasyon içindeki yoğunluk dağılımını tanımlar.

b İkinci dereceden özellikler, pikseller veya vokseller arasındaki istatistiksel ilişkileri tanımlar.

c Yüksek dereceli özellikler genellikle üç veya daha fazla piksel veya voksel arasındaki ilişkileri dikkate alan matrislere dayanır.

Tablo- 4: Radyomik özelliklerin otomatik algoritmaları (183)

Radyomik Özellikleri	Otomatik Algoritma Yöntemleri-Açıklama
Ağ hacmi	$V_i = \frac{Oa_i \cdot (Ob_i \times Oc_i)}{6}$ (1) $V = \sum_{i=1}^{N_f} V_i$ (2)
Voksel hacmi	$V_{voxel} = \sum_{k=1}^{N_v} V_k$

Yüzey alanı	$A_i = \frac{1}{2}\lvert \mathrm{a}_i \mathrm{b}_i \times \mathrm{a}_i \mathrm{c}_i \rvert \ (1)$ $A = \sum_{i=1}^{N_t} A_i \ (2)$
Yüzey hacim oranı	$surface\ to\ volume\ ratio = \frac{A}{V}$
Uzama	$elongation = \sqrt{\frac{\lambda_{minor}}{\lambda_{major}}}$
Küresellik	$sphericity = \frac{\sqrt[3]{36\pi V^2}}{A}$
Küçük eksen uzunluğu	$minor\ axis = 4\sqrt{\lambda_{minor}}$
Ana eksen uzunluğu	$major\ axis = 4\sqrt{\lambda_{major}}$
En küçük eksen uzunluğu	$least\ axis = 4\sqrt{\lambda_{least}}$
Düzgünlük	$flatness = \sqrt{\frac{\lambda_{least}}{\lambda_{major}}}$
Maksimum 3D çap	Yüzeyi ağ köşeleri arasındaki en büyük ikili Öklid mesafesi olarak tanımlanır (Feret Çapı).
Maximum 2D çaplı dilim	Satır sütun (genellikle eksenel) düzlemde cisim yüzeyi örgü köşeleri arasındaki en büyük ikili Öklid mesafesidir.
Maximum 2D çaplı sütun	Sıra dilimi (genellikle koronal) düzlemindeki cisim yüzeyi örgü köşeleri arasındaki en büyük ikili öklid mesafesidir.
Maximum 2D çaplı satır	Sütun dilimi (genellikle sagital) düzlemindeki cisim yüzeyi örgü köşeleri arasındaki en büyük ikili Öklid mesafesidir.

4. Cinsel Dimorfik İskeletlere Genel Bakış

Osteolojik, paleodemografik ve paleoepidemiyolojik çalışmaların temel kaynağını oluşturan cinsiyet belirleme çalışmalarında görsel (morfolojik) ve metrik yöntemler kullanılmaktadır. Görsel yöntem erkek ve dişi bireyler arasındaki cinsel dimorfizmin gözlem yoluyla değerlendirilmesidir. Görsel yöntemlerde kraniyum, distal humerus ve pelvis değerlendirilen bölgelerdir. Görsel yöntemin avantajı çabuk sonuç vermesiyken dezavantajı

değerlendirmenin öznel olmasıdır. Metrik yöntem ise seçilen kemiklerin ölçümlerinin değerlendirilmesidir. Bu yöntem nesnel olduğundan yanılma payı azdır fakat doğru ölçümlerin yapılabilmesi için iskelet kalıntılarının tam olması gerekir (135).

Çocuklarda cinsiyet çalışmalarından kesin çıkarımlar yapmak oldukça güçtür. Fehling, fetal ve yenidoğan pelvisinde siyatik çentik ve pubis arasındaki farkları incelemiş, çocuklarda sakrumun belirleyici olabileceğini düşünmüştür. Erkek ve kız çocuklarda cinsiyeti belirleyebilmeye yardımcı olacak bazı temel farklılıklar gözlemlemiştir. Erkek çocuklarda kız çocuklara göre mandibula belirgindir. Kız çocuklarda dental ark parabolik, erkek çocuklarda U şeklindedir. Erkek çocuklarda gonion, mandibula ramusunun yüzeyinden çıkıntılı şekilde dışarı uzanır, kız çocuklarda mandibula ramusu ile gonion hemen hemen aynı seviyededir. Kız çocuklarda siyatik çentik erkek çocuklara kıyasla geniş açılıdır. Büyük siyatik çentik kız çocuklarda sığ, erkek çocuklarda belirgindir. İliak krista tepesindeki eğrilik erkek çocuklarda oldukça belirgindir. Mandibula ve iliak krista çocuk ve bebeklerde cinsiyeti güvenilir şekilde belirlemeye olanak sağlamaktadır (136).

Yetişkin bireylerde cinsiyet tayini için en uygun kemik pelvistir. Pelvis yoksa kraniyumdan faydalanılır. İkisinin de olmadığı durumlarda cinsiyeti tanımlamak zorlaşır. Bu durumda femur, humerus, sternum, metakarpal ve metatarsal kemikler gibi pek çok farklı kemikten yararlanılır. Cinsiyetin ayırt edilmesinde kraniyumdan %90, pelvisten %95, kraniyum ve pelvisten %98, uzun kemikler ve pelvisten %95, kraniyum ve uzun kemiklerden %90-95, sadece uzun kemiklerden %80-90 oranında sonuç elde etmek mümkündür (137).

Erkek kraniyumunun büyük, pürüzlü ve sert yapıda olması kadın kraniyumu ile arasındaki en temel farktır (138). İki cinsiyet arasındaki farklar frontal kemik, oksipital kemik, mandibula, apertura piriformis, zigomatik kemikler, supraorbital kenarlar, glabella, mastoid çıkıntılar, foramen magnum, basion-bregma genişliği ve dişler incelenerek ortaya konulabilir (139). Erkeklerde glabella, foramen magnum, temporal ve supraorbital sırtlar

belirgin; palatin kemik, mandibula, mastoid çıkıntı, oksipital kondiller, orbitalar, nazal kemik, paranazal sinüsler, kadınlara kıyasla büyüktür. Erkekte geniş ve büyük olan ramus yüksekliği, kadında küçük ve dardır. Erkeklerde kadınlara oranla apertura piriformis yüksek ve dar olup kenar boşlukları yuvarlak değil keskindir. Kadınlarda yüksek, geniş ve pürüzsüz olan alın, erkekte diktir (140). Erkeklerde arkus supersiliarisler kadınlara göre belirgin ve mastoid çıkıntı uzundur (141).

Erkeklerde mandibular ramus üzerinde çiğneme kaslarının tutundukları yerler fazla gelişmiştir. Bunun nedeni erkeklerin besinleri çiğnerken kadınlardan daha fazla kuvvet uygulamasıdır (142). Erkek mandibulası 'U', kadın mandibulası 'V' şeklindedir. Mandibulada bulunan processus alveolaris erkeklerde kadınlara göre büyüktür (143). Daha büyük kas kütlesine sahip olmanın bir sonucu olarak, erkeklerin belirgin ve dışa dönük gonion açısına sahiptirler. Erkeklerde ramus, kadınlara kıyasla derindir (138). Mandibuladan cinsiyet tayini araştırmaları yalnızca %69 ya da %57 oranında doğruluk payına ulaşılabileceğini ortaya koymuştur (144).

Erkek dişleri kadın dişlerine oranla büyüktür. Erkekte antegonial açı kadınlara kıyasla küçükken, antegonial derinlik büyüktür (145). Diğer dişlerle kıyaslandıklarında darbelere karşı en dayanıklı olan, büyük oranda cinsel dimorfizm gösteren, diş hastalıklarından en etkilenen dişler kanin dişleridir. Bu sebeple cinsiyet belirlemede yol gösterici olurlar (170). Alt kaninler üst kaninlere kıyasla, sol kaninler de sağ kaninlere kıyasla daha fazla dimorfizm sergiler (146). Erkek bireylerde maksiller 1. molarların bukkolingual ve mesiodistal çapları kadınlardan büyüktür (147). Erkeklerde dentin tabakası kadınlara kıyasla kalındır (148).

Sternumun kaudal kısmı gençlerde kıkırdak, yetişkinlerde kemikleşmiştir (149). Processus ksiphoideus yaşın ilerlemesiyle birlikte korpus sterni ile birleşir (138). Kadın ve erkek sternumu arasında belirgin farklar bulunur. Manubrial uzunluk, korpus sterninin uzunluğu, manubrial genişlik gibi sternal ölçüler cinsiyet tahmininde belirleyicidir. Erkek sternumu kadın sternumundan uzun, geniş ve kalındır (150). Kadın sternumu erkek

sternumuna kıyasla ince olduğundan kırılmaya yatkındır. Korpus sterni kadınlarda erkeklerden kısadır (138). Manubrium uzunluğu ise kadın ve erkekte eşittir (151).

Birinci vertebra (atlas) dairemsi şekli, ikinci vertebra (axis) odontoid çıkıntısı olması, yedinci vertebra ise inferior vertebral gövde yüzeyinin düz olması özellikleri ile diğerlerinden farklıdır. Şekillerinin benzersiz olması ve yüksek oranda dimorfizm göstermeleri nedeniyle bu vertebralar cinsiyet belirleme çalışmalarında yol gösterici olurlar. Marino(153) ilk servikal vertebra, Wescott (154), Marlow ve Pastor (155), Bethard ve Seet (156) ikinci servikal vertebra, Kibii ve ark. (157) yedinci servikal vertebra üzerinde çalışmış, ilk yedi servikalden cinsiyet belirlemenin güvenilir bir yöntem olduğu sonucuna ulaşmışlardır (152). Amaros ve ark. (182) ise 12. torakal vertebradan cinsiyetin belirlenebileceğini belirtmiştir.

Femur ve humerus kimyasal etkenlere karşı oldukça dayanıklı olduğundan cinsiyet tayininde belirleyicidirler. Humerustan cinsiyet, humerus maksimum uzunluğu, humerus başı vertikal çapı, fossa olecrani şekli, iç epikondiler genişliği ve trohlear uzantı ile belirlenebilir (158). Fossa olecrani kadınlarda ovalken erkeklerde üçgendir. Erkeklerde trohleanın medial kenarı, lateral kenardan uzunken, kadınlarda iki kenarın uzunlukları eşittir. Erkeklerde humerusun büyük tüberkülü kadınlara kıyasla belirgindir. Erkek humerusu distal epifizi dikdörtgen iken kadında kare şeklindedir. Erkeklerde lateral trohlea kadınlarınkine oranla geniş, humerus boyu uzun, kapitulum küçük, distal epifizler hacimlidir (159). Humerus başının vertikal çapı ve epikondiler genişliği erkeklerde kadınlara oranla fazladır (158).

Pelvis insan vücudundaki en dimorfik kemiktir. Bunun temeli modifikasyon ve evrimsel adaptasyona dayanır. Erkek bireylerde kalça kemiği yalnızca bipedalliğin getirisine göre şekil alırken kadın bireylerde aynı zamanda fetüsün doğum kanalından geçebilmesine göre şekillenmiştir (160). Erkek pelvisi kadın pelvisine kıyasla ağır ve sağlamdır, preauriküler oluk nadiren bulunur. Kadınlarda subpubik açı erkeklerden geniş, preauriküler oluk belirgin, pubis uzundur. Kadın pelvisinde, siyatik çentikler erkeklere

oranla geniştir (161, 162). Obturator foramen kadınlarda küçük ve üçgendir. İskiyon-pubis kolunun medial kısmı erkeklerde küntken, kadınlarda keskindir (162). Erkeklerde sakrum uzun-dar; kadınlarda kısa-geniştir (159).

Diğer uzun kemiklere kıyasla daha iyi korunması, ağırlık merkezi olması ve kas bağlanma noktaları bakımından zengin olması nedeniyle kafatası ve pelvisten sonra cinsiyet tayini için en uygun kemiklerden biri femurdur (163). Erkek ve kadın femurları arasında belirgin boyut farkı vardır. Bunun nedeni erkek bireylerin iskelet ağırlığının kadından fazla olması ve bu ağırlığın çoğunu femurun taşımasıdır (164). Uzun kemiklerin epifiz veya diyafiz çapları, uzunluklarına kıyasla daha iyi sonuçlar verebilmektedir. Humerusun distal epifizinin genişliği, radiusun sagital kafa çapı, femurun bikondiler genişliği ve tibianın proksimal epifiz genişliği en doğru sonuçları veren ölçümler olarak belirlenmiştir (165). Femur boyutlarının erkeklerde daha fazla olduğunu bildiren birçok çalışma vardır (163, 164, 166).

Erkek kalkaneusu kadın kalkaneusundan belirgin derecede büyüktür (167). Eklem yüzeyi sayısı, talus ve kalkaneusun genişlik, uzunluk ve yükseklikleri (168), tibianın trohlea uzunluğu, trohlea genişliği, tuber kalkanei açısı, tuber plantare açı ve anterior açı erkeklerde kadınlardan büyüktür (167). Murphy ve ark. (254) en doğru sonucun kalkaneus ve talusun maksimum uzunluğu ile belirlenebileceğini belirtirken, İntrona ve ark. (255) kalkaneusun çok fazla dimorfizm sergilediğini belirtmiştir (169).

5. **İskeletten DNA analizi ile Cinsiyet Tayini**

DNA beş karbonlu şeker, azotlu baz ve fosfat moleküllerinden ve çift sarmal şeklindeki iki polinükleotid zincirinden oluşan genetik materyaldir. DNA mitokondriyal (mtDNA) ve nükleer olmak üzere iki çeşittir. Nükleer DNA her bireyde farklı bir nükleotit sekansından oluştuğundan belirleyici rol üstlenir. Mitokondriyal DNA ise mitokondride bulunan çift sarmallı, dairesel kromozomdur. Nükleer DNA mtDNA'ya kıyasla daha çabuk bozulduğundan mtDNA analizi antropolojik araştırmalarda daha fazla tercih edilir (171). DNA

analizi bireylerin DNA profillerinin karşılaştırılmasıdır. Analiz için STR (kısa tandem tekrarı) ve mtDNA (mitokondriyal DNA) incelenmesi yollarına başvurulur (172). En yaygın cinsiyet belirleyici marker kısa tandem tekrar (STR) larıdır (173). Pek çok insan aynı DNA profiline sahip olduğundan STR'lerin bir bölümü değil, birkaç farklı STR analiz edilir (174).

Biyolojik cinsiyetin belirlenmesi X'e bağlı amelogenin geni ile Y kromozomu üzerindeki amelogenin psödojen arasında ayrım yapılmasına dayanır (181). Babadan aktarılan Y kromozomu lokuslarının incelenmesi (Y kromozomu STR'lerin analizi) erkek bireyin DNA'sının analizine imkân tanırken, yalnızca anneden tüm çocuklara aktarılan mitokondriyal DNA anne üst soyundan gelen bireylerle akrabalığın gözlenmesini sağlar (175).

DNA analizinde öncelikle DNA uzunluğunu belirlemek gerekir. DNA uzantısının kopyalarını elde etmek için polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) kullanılır (174). Polimeraz zincir reaksiyonu tekniği (PCR) ile birkaç molekülden, klonlamaya ihtiyaç duymadan sonuç alınabilmekte (176) ve bireyler akrabalarıyla karşılaştırılabilmektedir (172). DNA örnekleri saç, kirpik, kan, tükürük, vücut sıvıları, deri döküntüleri, kemik ve dişlerden elde edilebilir. (177). Kemiklerden ve dişlerden DNA elde edilmesi kitlesel felaketlerde ya da toplu gömülerde bireylerin cinsiyetlerinin ve kimliklerinin tanımlanmasında önemli bir belirteçtir.

Antik DNA çalışmaları günümüzde X ve Y kromozomlarındaki markerları kullanarak bireylerin cinsiyetinin belirlenmesine, toplu alanlardaki iskeletlerin birbirleriyle ilişkilerinin anlaşılmasına, genetik hastalıklarının belirlenmesine olanak sağlamaktadır (178).

Dişlerdeki sement tabakası ile temporal kemiğin petroz parçası DNA analizine olanak sağlayan en uygun noktalardır (179). Petroz parça, temporal kemiğin piramidi andıran ve kafatası tabanının oluşturan kısmıdır. İçerisinde sıvıyla dolu birbirine bağlı boşluklar bulunur. Petröz parça DNA açısından oldukça zengindir. Petroz parçanın tepesinde süngerimsi kemik bulunur. Bu noktadan alınan veriler DNA profili için karşılaştırılır (180). Gamba ve ark. (179) dişler ve petröz kemiklerden aldıkları DNA örneklerini karşılaştırmış,

petröz kemikteki DNA yoğunluğunun dişlerden 5,2 kat fazla olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

7. Litarütürde Frontal Sinüsten Kimliklendirme ve Cinsiyet Tayini

Frontal sinüs kullanılarak yapılan ilk kimliklendirme çalışması 1925'te Culbert ve Law tarafından 1927'de yayınlanmıştır (271). Bunu takiben, Atkins ve Potsaid (186), Murphy ve Gantner (272), Ubelaker (270), Jablonski ve Shum (267), Marlin ve ark. (187), Reichs ve Dorion (268), Haglund ve Fligner (188), Owsley (189), Quatrehomme ve ark. (190), Angyal ve Derczy (266), Phrabhakaran ve ark. (191) tüm yayınlanmış olgularında frontal sinüslerin kimliklendirmede kullanılabilirliğini teyit etmişlerdir. Bir çalışma dışında, morfolojik bir X-ışını karşılaştırması ile pozitif tanımlama elde edilmiştir. Reichs ve Dorion (268) ise antemortem-postmortem röntgenlerin üst düzey eşleştirmesi ile frontal sinüs özelliklerinin doğrusal metrik yöntemle ölçülmesi metoduyla olumlu bir tanımlama elde etmiştir.

Asherson ve ark. (269) yaptığı çalışmada, monozigotik ikizlerde bile frontal sinüs kalıplarınının farklı bulunduğunu belirlemiştir. Pozitif tanımlama oluşturmak için frontal sinüsler ile yapılan çalışmada, ante ve postmortem X ışınları kullanılarak eşleştirildiğinde frontal sinüsün benzersiz anatomik özellikler içerdiği saptanmıştır (269).

Metrik olmayan yöntem olan eşleştirmede yüksek başarı olmasına rağmen, frontal sinüsler üzerinde yapılan araştırmaların çoğu metrik analize odaklanmıştır. Christensen ve ark. (192) Eliptik Fourier analizini (EFA) kullanarak frontal sinüs özelliklerini karşılaştırmak için standartlaştırılmış bir yöntem oluşturmaya çalışmıştır. Sonuçlar frontal sinüslerin bireyselliği desteklemesine rağmen tekniğin uygulanabilirliğinin zor olduğu görülmüştür (192).

Kim ve ark. (264). 119 kadavranın Kraniyal BT görüntülemesinde frontal sinüsün üç boyutlu yeniden yapılandırılmasıyla metrik ve metrik olmayan parametler kullanılarak yapılan kimliklendirmede yeni bir bakış açısı oluşturmuştur. Kimliklendirmede üç boyutlu görüntüler sayısal kodlar ile tanımlanarak %98,2 oranında farklılık oluşturulmuştur (264).

Tatlısumak ve ark. (193) 2007 yılında 100 vaka ile yaptıkları çalışmada Kraniyal BT görüntüleri üzerinden uygulanan FSS metodolojisinin % 93 doğrulukla kimliklendirmede kullanılabilirliğini bildirmiştir. Konvansiyonel radyografilerde kullanılan bu sistemde F (frontal sinüsün varlığı veya yokluğu), S (intersinus ve intrasinus septum) ve S (taraklama) olarak basit özelliklerin baş harflerinin kısaltması olan FSS sistemini tomografide kullanarak farklı bir bakış açısı oluşturmuştur. Çalışmasında bilateral frontal sinüs agenezisine rastlamayıp, sağ tarafta %3, sol tarafta %1 olmak üzere tek taraflı toplam agenezi oranını %4 olarak tespit etmiştir (193).

Uthman ve ark. (281) 2010 yılında 90 Kraniyal BT ile FSS metodoloji kullanarak yaptığı çalışmada frontal sinüsten kimliklendirmede doğruluk oranını %85,9, bilateral agenezi sıklığını erkeklerde %0, kadınlarda %1,1, tek taraflı agenezi sıklığını kadınlarda daha fazla olmak üzere toplam %4,4 oranında tespit etmiştir.

Souza ve ark. (197) Kraniyal BT görüntülemesinde, frontal sinüs segmentasyonu ile kimliklendirmeyi %77,5 doğrulukla tahmin etmiştir. Kimliklendirmede BT incelemelerinde frontal sinüs segmentasyon yönteminin kullanılmasını ve antermortem kayıtların önemini bildirmiştir (197).

Kirk ve ark. (194) 2002 yılında Kanada'da yaptığı 39 vakalık çalışmada, antemortem-postmortem radyografileri eşleştirme ile frontal sinüsten kimlik tespitinde %87 doğruluğa ulaştığını ve frontal sinüs agenezi sıklığının %2,6 olduğunu bildirmiştir.

Frontal sinüs ile kimliklendirme çalışmaları incelendiğinde, bazı çalışmalarda radyografilerden eşleştirme metoduyla metrik olmayan yöntemler kullanılmıştır (186-191, 194, 266, 267, 270-272). Bazı çalışmalarda ise radyografilerden metrik yöntemlerle kimlikledirme çalışmaları yapılmıştır (192, 268). Bilgisayarlı tomografi kullanılarak yapılan frontal sinüsten kimliklendirme çalışmalarında metrik yöntemler ile farklı metodolojiler uygulayarak %78-98 doğruluk oranlarına ulaşılmıştır (193, 197, 281).

Sadece frontal sinüsün iki boyutlu ölçümlerini kullanan ve antemortem-postmortem görüntüleri karşılaştıran bu çalışmalara göre, sinüs BT

taramaları çok kesin veriler sağlamakta ve yeni bir araştırma alanı sunmaktadır. Antropolojik çalışmalarda radyografiden tomografiye geçiş görülmektedir. Çalışmalar, frontal sinüsün morfometrik incelemeleri için BT kullanımının antemortem-postmortem karşılaştırma için kolay ve güvenilir olduğunu göstermiştir (195, 259). Gibelli ve ark. (196) geçmişte kullanılan radyografiden eşleştirme metodunu ileri bir boyuta taşıyarak, bilgisayarlı tomografi taramalarına radyomik yazılım segmentasyon işlemi uygulayarak, frontal sinüsün üç boyutlu anatomik benzersizliğinin değerlendirildiği, yenilikçi 3D-3D üst üste binme metodu uygulamıştır. Bu metodolojik ve yenilikçi bakış açısı yüksek başarı oranlarıyla kimliklendirmede önerilmiştir (196).

Belaldavar ve ark. (282) 2014 yılında 300 radyografi ile Hindistanda yaptığı çalışmada, frontal sinüsten morfometrik verilere doğrusal ölçümlerle alan ekleyerek cinsiyet tayininde doğruluk oranını %64,6, bilateral agenezi sıklığını %2, tek taraflı agenezi sıklığını %2 oranında tespit etmiştir. Frontal sinüs agenezi sıklığı ise kadınlarda erkeklere göre daha fazla olup, sağ frontal sinüsün her iki cinsiyette de sol sinüsten daha büyük olduğunu bildirmiştir (282).

Camargo ve ark. (198) 2007 yılında, Brezilyalı 20-30 yaş arasındaki 50 kadın ve 50 erkek birey ile yaptığı çalışmada sağ ve sol frontal sinüs radyografilerinde maksimum yükseklik ve genişlik ölçümlerininin ortalama değerlerini erkeklerde kadınlara göre daha yüksek tespit etmiştir. Sol frontal sinüsün morfometrik verilerinin cinsiyeti belirlemek için en uygun değişken olduğu görülmüştür. En yüksek cinsiyet tahmini oranını ise %79,9 olarak tespit etmiştir (198).

Michel ve ark. (199) 2010 yılında Fransa'da 16-83 yaş aralığında 69 vaka ile yaptığı çalışmada Kraniyal BT taramalarının radyomik program kullanılarak frontal sinüs hacminden cinsiyet tayininde doğruluk oranını %72,5 bulmuştur. Cinsiyet tayininde toplam frontal sinüs hacminin en seçici belirteç olduğunu saptamıştır. Sağ ve sol frontal sinüs hacminin yaş ile korelasyon göstermediğini, toplam frontal sinüs hacmininin 7300 mm^3, erkeklerde 9548 mm^3, kadınlarda 7300mm^3 olduğunu tespit etmiştir.

Çalışmasında frontal sinüs agenezisine rastlamayıp, %1,4 bilateral olmak üzere toplamda %5,8 oranında hipoplazi (100 mm'den küçük sinüs hacmi) vakası bildirmiştir (199).

Akhlaghi ve ark. (200) İran'da yapılan çalışmasında Persli 20 yaş üstü yetişkinlerin 200 Paranazal Sinüs BT görüntülemesini incelenerek, frontal sinüsten cinsiyet tahmini çalışmasında, doğrusal metrik verilerle %61,3 oranında doğruluğa ulaştığını ve en seçici özelliğin frontal sinüs yüksekliği olduğunu bildirmiştir. Agenezi sıklığını bilateral %3,5, sağ,%7,5, sol %4,5 olarak tespit etmiştir (200).

Literatürde yaş ve cinsiyet tayini için Paranazal Sinüs BT ve CBCT hacim ölçümleri kullanılmıştır (199, 203-206, 208, 257, 258, 260, 261, 281). Kadavra üzerinden (202), iskeletleşmiş kafataslarından (201) ve MR görüntüleri (288) üzerinden frontal sinüs hacimsel analizleri yapılmıştır.

BT'nin insan kalıntılarının belirlenmesindeki güvenilirliği tartışılmıştır (203). Konuyla ilgili mevcut literatürün bir kısmı, belirli bir yazılım kullanarak tomografide hacim ölçüm doğruluğunu incelemek ve gerçek fiziksel hacim ile karşılaştırmayı amaçlamıştır. Kirmeier ve ark. (207) BT taramalarında paranasal sinüs hacmini değerlendirip, bunu önceden bilinen boyutlara sahip bir fantom yazılım ile hesaplanan fiziksel hacimle karşılaştırmıştır. BT volümetrik ölçüm prosedürünün hacim belirlemesi için güvenilir olduğu sonucuna varmıştır (207).

Wanzeler ve ark. (208) Brezilya Amazon'da 18 yaş üzeri 200 bireyin Kraniyal Tomografi taramasında, frontal, sfenoid ve maksiller sinüslerden radyomik programda elde ettiği volumetrik verilerle cinsiyet tayini çalışmasında doğruluk oranını %94,4 tespit etmiştir. Foramen magnumun doğrusal metrik ölçümleri eklendiğinde %100 doğruluk oranına ulaştığını bildirmiştir. Sadece frontal sinüs hacmi kullanılarak yapılan cinsiyet tayininde doğruluk oranını genelde %77,91, erkeklerde %73,75, kadınlarda %81,93 olduğunu bildirmiştir. Tek taraflı frontal sinüs ortalama hacmini erkeklerde 3,95 cm^3, kadınlarda 2,25 cm^3 olarak tespit etmiştir (208). Wanzeler ve ark. (208) yaptığı çalışmayla Brezilya Amazon nüfusundaki etnik ve ırksal

varyasyonun sinüs hacimlerine etkisini bildirirken, Kawarai ve ark. (209) nın yaptığı çalışmaya da katkıda bulunmuştur.

Cohen ve ark. (203) 2014 yılında Kafkasyada yaptığı 201 vakalık Kraniyal BT çalışmasında, frontal sinüs hacminin yaşa bağlı farkının bulunmadığını ancak erkeklerin kadınlardan önemli ölçüde daha büyük sinüs hacmine sahip ($p < 0.001$) olduğunu bildirmiştir. Çalışmasında 65 yaş altı bireylerde tek taraflı ortalama frontal sinüs hacmini 2,95 ± 2,30 cc, sağ: 2,69 ± 2,54 cc, sol: 3,19 ± 2,53 cc toplamda ise 7,09 ± 4,60 cc olarak tespit etmiştir. Toplam frontal sinüs hacminin erkeklerde 8,95 ± 5,94 cc, kadınlarda 5,60 ± 3,45 cc olduğunu bildirmiştir. %6,4 tek taraflı, %2,49 çift taraflı frontal sinüs agenezisi olanlar çalışmaya dahil edilmemiştir (203).

Emirzeoğlu ve ark. (259) 79 vakalık Kraniyal BT'de Cavalieri metodu ile yaptığı volumetrik çalışmada frontal sinüs hacmini 11,6 ± 0,8 cm^3, erkeklerde 7,5 ± 4,3 cm^3, kadınlarda 4,1 ± 2,9 cm^3 olarak tespit etmiştir. Erkek deneklerin paranazal sinüslerinin kadınlara göre %26,1 daha büyük olduğunu, paranazal sinüslerin hacimlerinin cinsiyetler arasında önemli ölçüde farklı ($p < 0.05$) olduğunu, yaş ile sinüs hacim arasında korelasyon olmadığını, maksilla-frontal sinüs kombinasyonunun yüksek korelasyon ve cinsel dimorfizm gösterdiğini bildirmiştir (259).

Kawari ve ark. (209) 1999 yılında 21-36 yaş arası 20 insan ve bir adet japon makağı ile yaptığı Kraniyal BT'de üç boyutlu yazılım (Allegro) ile volumetrik paranazal sinüs (maksilla, frontal, ethmoid, sfenoid) çalışmasında, frontal sinüs hacmini erkeklerde 11,6 ± 4,2 ml ve kadınlarda 4,6 ± 3,2 ml, ortalama 8,1 ± 5,1 olarak bildirmiştir. Çalışmasında erkeklerde kadınlara göre frontal sinüsün daha büyük olduğunu, sağ ve sol sinüsler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını saptamıştır. Paranazal sinüslerin hacmini nicel olarak ölçmek için bilgisayarlı rekonstrüksiyon uygulayarak içerisindeki karmaşık yapıları ölçmeyi mümkün kılan ilk çalışmalardan biri olduğunu bildirmiştir (209).

Parkı ve ark. (258) 0-25 yaş arası 260 vakalık Kraniyal BT üç boyutlu rekonstriksiyonla paranasal sinüslerin volümetrik çalışmasında; frontal

sinüslerin pnömatizasyonunun 2 yaşında başladığını, 6 ila 19 yaş arasında daha hızlı bir büyüdüğünü tespit etmiştir. Tam büyüme sonrası ortalama tek taraflı hacim 3,46 ± 0,78 cm^3 olarak ölçülmüş, vakaların %5,3'ünde frontal sinüs hipoplazisi (sinüs hipoplazisi ortalama sinüs hacminin %20 < olarak tanımlanmıştır) ve aplazisi görüldüğünü bildirmiştir (258).

Choi ve ark. (262) 130 Kraniyal BT de frontal sinüsü üç boyutlu olarak yeniden yapılandırmayla cinsiyet tayini çalışmasında alan, çevre, sınırlayıcı dikdörtgen, elips uyumu, dairesellik, en-boy oranı, yuvarlaklık, sağlamlık ve feret çapı ölçülerek lojistik regresyon modelinde cinsiyet tahmini doğruluk oranını %75,4 bulmuştur. Hacim parametresi eklendiğinde ise bu oranın %80'e çıktığını bildirmiştir. Çalışmasında 3 boyutlu görüntü üzerinde hesaplamalar yapmak için ikinci bir program (İmage J) kullanmıştır. Uyguladığı metodolojinin, iskelet kalıntılarının analizi sırasında güvenilir bir biyolojik profili belirlemenin alternatif bir yolu olarak kullanılabileceğini bildirmiştir (262).

Verma ve ark. (210) Coldwel radyografileri kullanılarak kare ızgaralar kullanan matematiksel bir yöntemle frontal sinüs alanı ve frontal sinüsten metrik ölçüler yaparak cinsiyet tahmininde %61 doğruluk oranına ulaşmıştır. Ortalama toplam frontal sinüs alanının 455 mm, sağ frontal sinüsün 230 mm, sol frontal sinüsün ise 265 mm olduğunu ve erkeklerde kadınlara göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir (210).

Yoshino ve ark. (277) 35 kafatası radyografisi ve Kontron adı verilen MOP Video Plan ile frontal sinüs alan ölçümü yapmıştır. Frontal sinüsü erkeklerde: 9,61mm kadınlarda; 7,2 mm olarak tespit edip, frontal sinüs agenezi oranını tek taraflı%14,3, çift taraflı %7,1 olarak tespit etmiştir (277).

Cossellu ve ark. (263) 150 Kraniyal BT taramasından frontal sinüsün üç boyutlu rekonstriksiyonu ile çalışmasında; kimliklendirmede 3D yazılım ile frontal sinüsten alan ve hacmin kullanabileceğinden bahsetmiştir.

8. Literatürde Frontal Sinüs Agenezisi

Frontal sinüs aplazi sıklığı farklı popülasyonlar arasında değişkendir (211, 213, 217, 218, 274, 279) Çiğnemenin mekanik etkileri ile frontal sinüs hacmi arasında doğrudan bir ilişki vardır (214, 219, 275). Metopik sütür varlığında frontal sinüsler küçük veya yoktur (214-216).

Assiri ve ark. (280) 2019 yılında Suudi Arabistan'da 226 erkek, 223 kadının paranazal sinüs bilgisayarlı tomografisini kullanarak frontal sinüs aplazi sıklığını değerlendirdiği çalışmasında, bilateral agenezi sıklığını %3,34 bulup, erkeklerdeki insidansın kadınlara göre hafif yüksek (Erkek: %3,53; Kadın: %3,13) görüldüğünü bildirmiştir. Tek taraflı agenezi sıklığı ise %6,4 olup, sağ ve sol agenezinin kadınlardaki insidansını erkeklere göre daha yüksek tespit etmiştir. Çalışmanın genelinde frontal sinüs agenezi görülme sıklığı yüksekten düşüğe göre; sağ, bilateral, sol agenezi şeklinde sıralanmaktadır. Sağ frontal sinüs agenezisi sola göre dört kat daha sık görülmüştür (280).

Lee ve ark. (220) 2008 yılında Amerika Birleşik Devletlerinde 150 bireyin maksillofasiyal tomografilerinden preoperatif işlemlerde frontal sinüs anatomisini, varyasyonlarını belirlemek adına yaptığı çalışmasında, tek taraflı frontal sinüs agenezisini kadınlarda görmediğini erkeklerde %4 oranınında olduğunu tespit etmiştir.

Butaric ve ark. (278) 2020 yılında farklı popülasyonlardan (Afrika, Kuzey Kutbu, Asyalı, Avrupalı ve Okyanusyalı) oluşan 772 yetişkin kafatasının bilgisayarlı tomografi ve 3D Slicer radyomik yazılımı kullanarak frontal sinüs aplazi sıklığını araştırmıştır. Bilateral aplazi sıklığını %6,38, solda %4,03, sağda %4,68 olmak üzere tek taraflı aplazi sıklığını ise %8,72 olarak bildirmiştir. Cinsiyet farklılıkları açısından, kadınların tek taraflı aplazi sıklığı daha yüksek çıkmıştır. Bilateral aplazi sıklığı ise erkeklerde kadınlara göre hafif yüksek bildirilmiştir. Fisher's Exact testlerini kullanarak tek ve iki taraflı aplazi ile cinsiyet arasında anlamlı farklılıklar olmadığını saptamıştır (278).

Aydınoğlu ve ark. (211) Türkiye'de 2003 yılında, 15 yaş üzeri 1200 (610 erkek, 590 kadın) bireyin paranazal sinüs tomografisinde frontal sinüs agenezi sıklığını değerlendirdiği çalışmasında, frontal sinüsün bilateral agenezi sıklığı %3.8 iken bu oran erkeklerde %1,3 kadınlarda %5,1 bulunmuştur. Sağ frontal sinüs agenezisi insidansı erkeklerde %0,8 kadınlarda %2,0 sol agenezi sıklığı ise erkeklerde %1,1 kadınlarda %0,9 olarak tespit edilmiştir (211).

Çakur ve ark. (221) 2008-2010 yılında Türkiye'de 190 erkek, 220 kadın ile Dental Hacimsel Tomografi'den frontal sinüs aplazi sıklığı değerlendirmesinde; bilateral frontal sinüs agenezi sıklığını %0,73, tek taraflı agenezi sıklığını ise %1,22 olarak bildirmiştir. Tek taraflı frontal sinüs agenezi sıklığı sağda %0,73, solda %0,49 olarak bulunmuştur. Cinsiyetler açısından değerlendirildiğinde kadınlarda bilateral ve sol, erkeklerde sağ taraflı frontal sinüs agenezi görülme insidansı yüksek bulunmuştur (221).

Schuller (286), erişkinlerde radyografide frontal sinüslerin bilateral yokluğunu %5, tek taraflı yokluğunu ise %1 olarak bildirmiştir.

Yoshino ve ark. (277) Japon yetişkin kafatasları üzerinde yaptığı bir çalışmada, erkeklerde bilateral sinüs yokluğunu %4,8, tek taraflı sinüs yokluğunu %14,3 (%9.5 sağ, %4,8 sol), kadınlarda ise %7,1 (%7,1 sağ, %0,0 sol) olarak bildirmiştir.

Nowak ve Mehls (212), yetişkinlerde frontal sinüsün tek taraflı agenezi sıklığını %7.4, sağ tarafta %4.2, sol tarafta %3.2 (erkeklerin %3.6'sında ve kadınların %2.8'inde) olarak bulmuştur.

9. Bimaksiller Maksimum Mesafeden Cinsiyet Tayini Literatür İncelemesi

Paranazal sinüslerin değerlendirilmesi için altın standart olarak BT önerilmiştir (222, 223). Kafataslarının BT görüntülemesi ile ölçülen maksiller sinüs boyutlarının birbiriyle uyumlu olduğu bildirilmiştir (230). Maksiller sinüs boyutlarından cinsiyet belirleme, tam boyutuna ulaşana kadar güvenilir değildir (213, 224). Bu sorunun üstesinden gelmek için çalışmaya 20 yaş

üzeri erişkin hastalar dahil edilmiştir. Ayrıca, maksillada bir veya birden fazla diş kaybı olan hastalar dışlanmıştır (225). Havas ve ark. (226) diş kaybı ile maksiller sinüs boyutlarının arttığını bildirmiştir. Preadolesan bireylerin kemikleri, ikincil cinsel özellikler östrojen ve androjenin etkisi ile yeniden şekillendirilene kadar cinsiyet tayininde kullanılması önerilmemektedir (227).

Maksiller sinüsün antropometrik özellikleri cinsiyet belirlemede önemli faktörlerden biridir (231). Etnik köken insan iskeletini şekillendiren bir faktör olduğundan, cinsiyet belirlemede antropometrik endekslerin duyarlılığı ve özgüllüğü farklı etnik gruplara göre değiştiği bildirilmiştir (232). Bazı çalışmalarda maksiller sinüsten morfometrik ölçümler cinsiyet tahmininde kullanılmıştır (228, 229, 233-236, 257, 261). Fernandes ve ark. (227) maksiller sinüs verilerine sefalometrik ölçümleri ekleyerek cinsiyet tahmininde farklı bir bakış açısı oluşturmuştur.

Uthman ve ark. (234) 88 tomografi görüntüsü ile yaptığı maksiller sinüs çalışmasında sadece en seçici parametre olan bimaksiller maksimum mesafe kullanarak %60,2 doğrulukla cinsiyeti tespit etmiştir. Benzer şekilde Aklaghi ve ark. (233) yaptığı çalışmada bimaksiller maksimum mesafenin cinsiyet tahmininde en seçici parametre olduğunu ve tek parametre ile %65,6 doğruluğa ulaştığını bildirmiştir.

Akhlaghi ve ark. (233) İran'da, 2014-2015 yılları arasında 20 yaş üzeri 114 erkek, 114 kadının paranazal tomografilerinden maksiller sinüsün doğrusal metrikler kullanılarak yapılan cinsiyet tayini çalışmasında, doğruluk oranını %65,6 bulmuştur. Ayrıca maksimum bimaksiller mesafenin ortalama değerini erkeklerde 79,3 mm, kadınlarda 83,38 mm olarak bildirmiştir. Cinsiyet tahmininde en yüksek doğruluk oranının 20-34 yaş grubunda (%74,3) gözlendiği, ancak yaşın artmasıyla doğruluğun azaldığı bildirilmiştir (233).

Uthman ve ark. (234) 2011 yılında Irakta 20-49 yaş aralığında olan 88 bireyin (43 erkek ve 45 kadın) paranazal tomografilerinden maskiller sinüsün doğrusal metrik ölçümleriyle cinsiyet tayini çalışmasında; maksiller sinüs yükselik, uzunluk, genişlik ve bimaksiller maksimum mesafesi ölçümüyle

%73,9 doğruluk oranı tespit etmiştir. Sadece bimaksiller maksimum mesafeden cinsiyet tayininde ise kadınlarda %62,2 erkeklerde %58,1 her iki cinste %60,2 başarı elde edilmiştir. Ortalama bimaksiller maksimum mesafe erkeklerde 82,4 mm kadınlarda 77,9 mm olarak tespit edilmiştir. Bilgisayarlı tomografide maksiller sinüs boyutları yüksek hız ve doğrulukla değerlendirildiğinden cinsel dimorfizm ve adli kimliklendirmede kullanılabileceğini bildirmiştir (234).

Gomes ve ark. (228) 2018 yılında Brezilyada 45 erkek ve 49 kadının paranazal tomografilerinde maksiller sinüsün doğrusal metrik ve volumetrik ölçümle cinsiyet tayini çalışmasında % 84 doğruluğa ulaşmıştır. Maksiller sinüs boyutunun erkeklerde daha büyük olduğunu ($p < 0.05$), her iki cins içinde sağ ve sol taraflar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığını bildirmiştir. Bimaksiller maksimum mesafe ortalama erkeklerde 88,3 mm, kadınlarda 83,0 mm olarak saptanırken, 85 mm ve üzeri değerlerde cinsiyet tahmininin doğruluk oranı %73,4 saptanmıştır (228).

Çalışmamızın amacı frontal sinüsün üç boyutlu bilgisayarlı tomografi görüntülerinin cinsiyet tayininde yararlılığını tanımlamak, Bursa bölgesinde frontal sinüs agenezi sıklığı hakkında görüş sunmak, frontal sinüs agenezisi olan vakalarda ise bimaksiller maksimum mesafenin cinsiyet tayininde kullanılabilirliğini araştırmak ve geleneksel yöntemlerin yerine ileri teknik analizler (radyomik metodu) kullanarak adli radyoloji, adli antropoloji, adli tıp alanlarına katkı sağlamaktır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından çalışmamız onaylandı. Helsinki Bildirgesi (Finlandiya) tarafından belirlenen etik standartlara uygun şekilde yürütüldü. 26 Mayıs 2021 tarih, 2021-6/36 no.lu etik kurul kararı Ek-1'de sunuldu.

Bursa Uludağ Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Hastanesine 01.01.2020-11.02.2021 tarihler arasında başvuran, yaşları 20 ile 65 arasında değişen, 565 bireyin (285 kadın, 280 erkek) Kraniyal BT taramaları, Radyoloji Anabilim Dalı arşivindeki veri tabanı kullanılarak gözlemci eşliğinde usulüne uygun seçildi. Tomografi görüntülerinden elde edilen veriler anonimleştirilerek kişisel verilerin korunmasına özen gösterildi. İki boyutlu tomografi görüntüleri radyomik yazılımı (3D Slicer) eşliğinde semi-otomatik segmentasyon yapılarak frontal sinüs boşluğu üç boyutlu hale çevrildi. Radyomik yazılımın üç boyutlu görseller üzerinde otomatik algoritmalar uygulayan yapay zekası sayesinde radyomik özellikleri çıkartılıp cinsiyet tayini için istatiksel analizde kullanıldı.

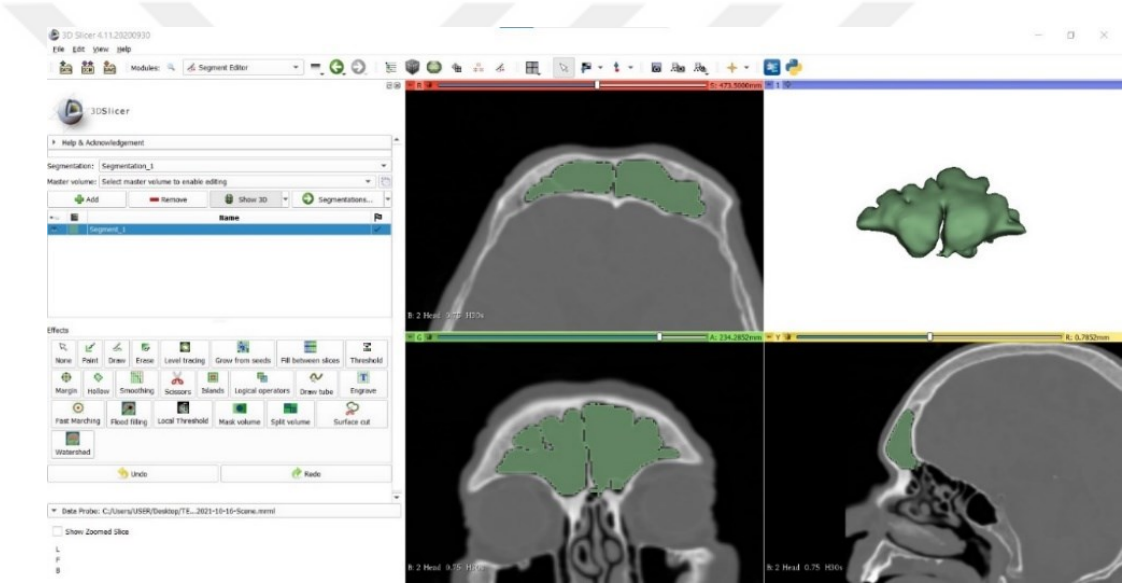
Kraniyofasiyal anomali, ortodontik tedavi ve ortognatik cerrahi, frontal sinüs enfeksiyonu, tümör, travma ve cerrahi girişim öyküsü bulunanlar, kemik metabolizmasını etkileyen ilaç kullanım öyküsü olanlar, sistemik, endokrin, metabolik, kalıtsal hastalığı bulunanlar ve 18 yaş altı ile 65 yaş üstü bireyler çalışmaya dahil edilmedi.

Tüm bu incelemeler Siemens Somatom Definition AS 128 Kesitli Multidedektör Bilgisayarlı Tomografi (MDBT) cihazından (120 kV(kilovoltage), pitch 1.0, kolimasyon 0.6, artış 1.0, B50f, Erlangen, Almanya) elde edilen görüntüler kullanılarak yapıldı.

Üç boyutlu rekonstrüksiyonlar, Dell bilgisayarda (Intel(R) Core(TM) i7-10750H CPU @ 2.60GHz, 2.59 GHz, 64 bit işletim sistemi, x64 tabanlı işlemci, 16 GB takılı RAM, 8 GB RTX 2070+ ekran kartı, 1 TB SSD), 3D Slicer (4.11.20) radyomik yazılımı kullanılarak elde edildi.

DICOM formatındaki iki boyutlu görüntüler radyomik yazılım programına (3D Slicer (4.11.20)) aktarıldı. Hasta verileri incelenirken numaralandırma ile kişisel veriler gizlendi.

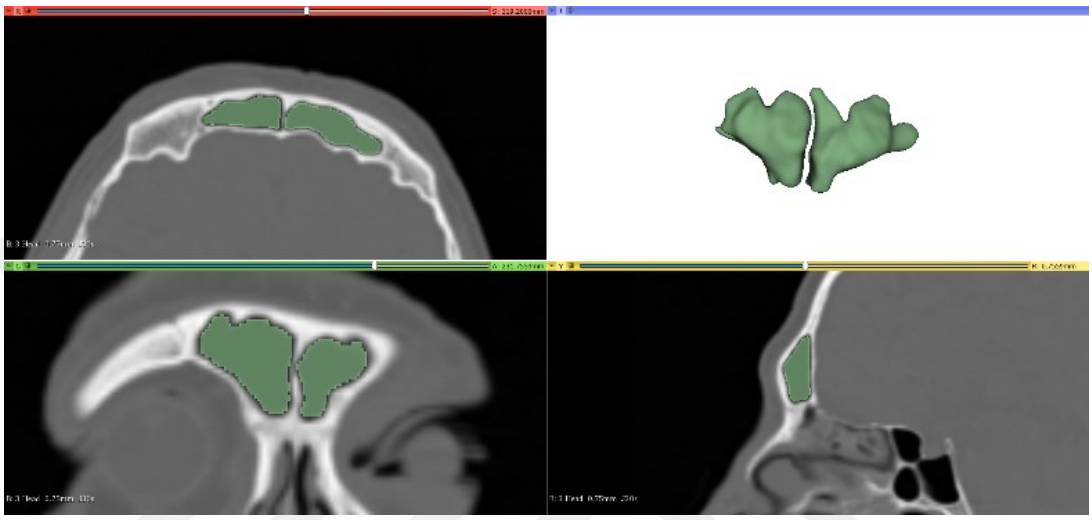
Frontal sinüsün radyomik özelliklerini çıkartmak için, içindeki hava boşluğunun sınırlarının belirlenip, seçilerek segmentasyonunun yapılması gerekir. Segmentasyon yapılmadan önce frontal sinüs anatomisine ve aksesuar hücrelere dikkat edildi. Frankfort yatay düzlemine paralel çizilen, burun ve alt hava yolu ile bağlantısından önce sinüsün en dar bölgesinden geçen çizgi, sinüsün taban çizgisi olarak seçilerek segmentler belirlendi.



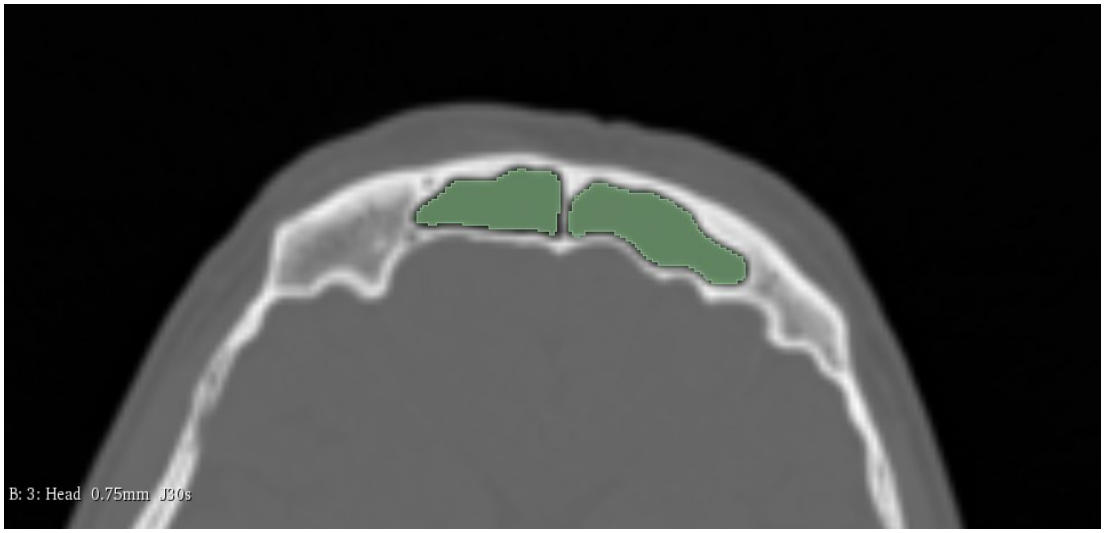
Şekil-8: Frontal sinüsün 3D Slicer programında ön işleme, segmentasyon aşaması ve "Segment Editor" sekmesininin alt sekmeleri

Frontal sinüs boşluklarının seçiminde "Segment editor" ana sekmesinde bulunan "threshould (eşik değer)" alt sekmesindeki değerler belirlendi. Frontal sinüs segmentasyonu yapılmadan önce eşik değerler minimum (-1024), maksimum (-440) HU (Hounsfield Birimi) olarak seçildi. Segmentasyonda sinüs boşluğunun sınırlarını belirlemek için "Segment Editor" ana sekmenin içinde bulunan "Level tracing" yöntemi kullanıldı (Şekil-8). Bu yöntem sinüs boşluğundaki sınırları otomatik kontür seçme metoduyla

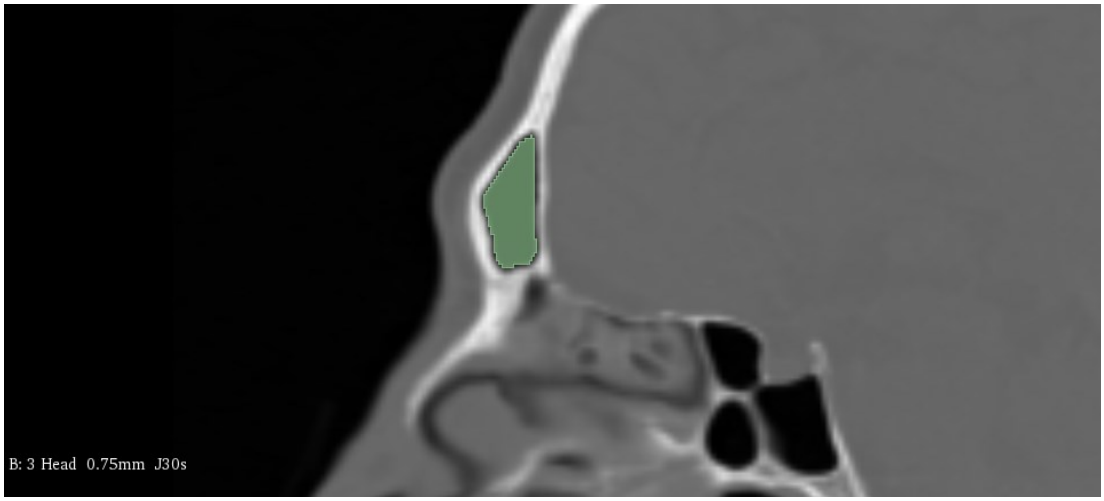
belirlemektedir. Seçilen bölgeler, frontal sinüs anatomisinin sınırlarına ve aksesuar hücrelere dikkat edilerek üç eksende tekrardan değerlendirildi (Şekil 9-11). Kullandığımız bu yöntem semi-otomatik segmentasyon yöntemidir.



Şekil-9: Frontal sinüsün üç eksende segmentasyonu ve 3D görüntüsü



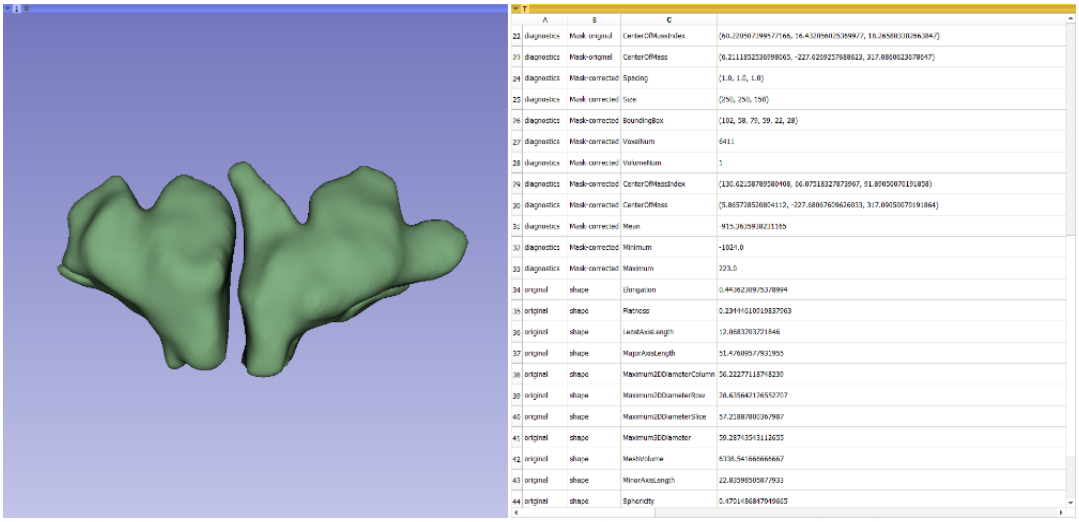
Şekil-10: Koronal kesitte frontal sinüs segmentasyonu



Şekil-11: Aksiyel kesitte frontal sinüs segmentasyonu

Segmentasyon işlemi tamamlandıktan sonra “Show 3D” sekmesiyle iki boyutlu görüntü üç boyutlu formata çevrildi. Üç boyutlu format görüntülerinin kalibrasyonu için “Resample Scalar Volüme” sekmesinde “Spacing: 1,1,1” şeklinde girilip lineer interpolasyon seçimi yapılarak voksel boyutları kalibre edildi. Radyomik özellikler çıkartılmadan önce yapılan bu işlem sayesinde verilerin karşılaştırılabilirlik, tekrarlanabilirlik ve güvenilirlikleri sağlanmış oldu.

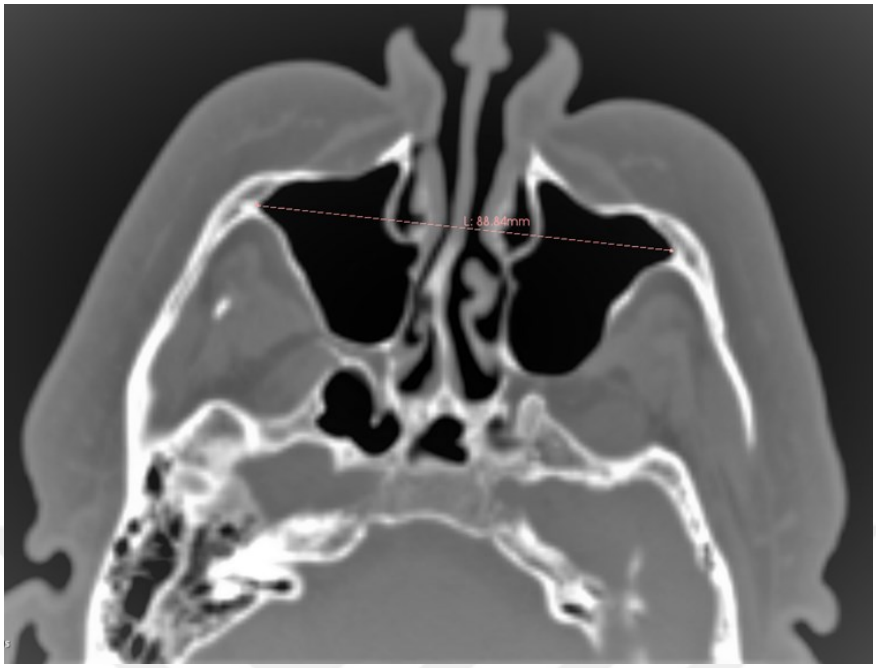
En son aşamada ise üç boyutlu görüntü “Radiomics” ana sekmesinde “Shape, Shape 2D” alt sekmesi seçilerek radyomik özellikleri çıkartıldı (Şekil-12). Çıkarılan radyomik özellikler Tablo-3 ve Tablo-4’de ayrıntılı olarak gösterildi. Bu özellikler otomatik algoritma ve yapay zeka sayesinde elde edildi. 3D Slicer tarafından hesaplanan radyomik özellikler “milimetre (mm), milimetrekare (mm^2), milimetreküp (mm^3)” cinsinde idi.



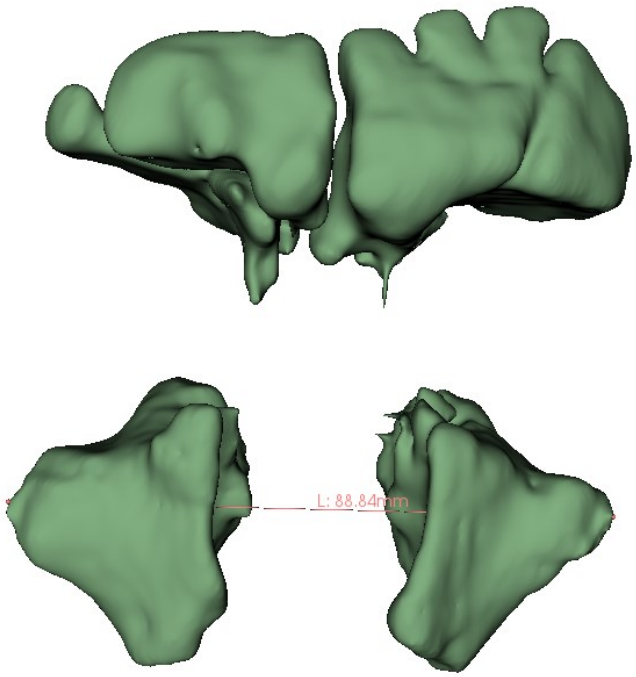
	A	B	C	
22	diagnostics	Mask original	CenterOfMassIndex	(60.220507399577166, 16.432056025359977, 18.265803302863847)
23	diagnostics	Mask-original	CenterOfMass	(6.211185253699865, -227.62092576080623, 317.0800023678047)
24	diagnostics	Mask-corrected	Spacing	(1.0, 1.0, 1.0)
25	diagnostics	Mask-corrected	Size	(250, 250, 150)
26	diagnostics	Mask-corrected	BoundingBox	(102, 38, 79, 39, 22, 28)
27	diagnostics	Mask-corrected	VoxelNum	6411
28	diagnostics	Mask-corrected	VolumeNum	1
29	diagnostics	Mask-corrected	CenterOfMassIndex	(130.62159780580408, 66.07518327873067, 91.80050070191858)
30	diagnostics	Mask-corrected	CenterOfMass	(5.865728520864112, -227.68067609676833, 317.0005007019186)
31	diagnostics	Mask-corrected	Mean	915.3639388211165
32	diagnostics	Mask-corrected	Minimum	-1024.0
33	diagnostics	Mask-corrected	Maximum	223.0
34	original	shape	Elongation	0.4436230955378994
35	original	shape	Flatness	0.2344410010837063
36	original	shape	LeastAxisLength	12.0683203221846
37	original	shape	MajorAxisLength	51.47689577931955
38	original	shape	Maximum2DDiameterColumn	56.22277118798239
39	original	shape	Maximum2DDiameterRow	28.635642126552707
40	original	shape	Maximum2DDiameterSlice	57.21887800367987
41	original	shape	Maximum3DDiameter	59.28743543112655
42	original	shape	MeshVolume	6338.541666666667
43	original	shape	MinorAxisLength	22.81598650877933
44	original	shape	Sphericity	0.4701486847949605

Şekil- 12: Frontal sinüsün 3D reformat görüntüsü ve radyomik özellikleri

Tek ve çift taraflı frontal sinüs agenezisi olan vakalarda ise cinsiyet tahmininde kullanılmak üzere aynı programda maksiller sinüs koronal kesitte bimaksiller maksimum mesafe doğrusal metrik analiz yöntemiyle ölçülüp kaydedildi (Şekil-13). Bu mesafe sağ ve sol sinüs duvarlarının en dış kenarları arasındaki eksenel maksimum toplam genişliktir. Ölçümün doğruluğu üç boyutlu görüntü üzerinde teyit edildi (Şekil-14). Maksiller sinüsler yukarıda tariflenen dışlama kriterlerine uygun şekilde seçildi. Toplam 565 birey içerisinde tespit edilen en az tek taraflı frontal sinüs agenezisi olan 27 birey çalışmada ayrı şekilde değerlendirildi.



Şekil-13: Bimaksiller maksimum mesafenin koronal kesitte ölçümü



Şekil-14: Bimaksiller maksimum mesafenin ve frontal sinüsün 3D reformat görüntüsü

Çıkarılan parametreler istatistiksel analiz için Microsoft Office Excel kullanılarak excel (xls.) formatında kaydedildi. İstatistiksel hesaplamalar IBM SPSS Statistics 23 yazılımında, logistik regresyon analiziyle gerçektirildi.

Gözlemci içi güvenilirliği test etmek için, 30 Kraniyal BT taramasından oluşan rastgele bir örneklemin her biri iki haftalık aralıklarla iki kez yeniden incelendi. Gözlemci içi ve arası güvenilirlik açısından anlamlı bir fark saptanmadı. İntraclass korelasyon katsayısı testi (ICC), doğrusal ve radyomik özelliklerin sonuçları açısından her iki gözlemci için de ($ICC > 0.990$, $s < 0.0001$) mükemmel bir gözlemci içi tekrarlanabilirlik ortaya koydu.

BULGULAR

1. Tanımlayıcı İstatiksel Analizlerin Sonuçları

Çalışmamızda bilateral frontal sinüsü bulunan 537 bireyin parametreleri kullanıldı. Analizde kullanılan parametrelerin cinsiyete göre karşılaştırılması Tablo-5'de sunuldu.

Tablo- 5: Cinsiyet gruplarının karşılaştırılması

		n	Ort.	ss	t	p
Yaş	Erkek	268	45,72	10,29	1,594	0,112
	Kadın	269	44,35	9,69		
Uzama	Erkek	268	0,5403	0,12	-4,317	**0,000***
	Kadın	269	0,5876	0,14		
Düzgünlük	Erkek	268	0,2888	0,05	5,379	**0,000***
	Kadın	269	0,2649	0,05		
En küçük eksen uzunluğu	Erkek	268	16,29	4,8259	-0,919	0,358
	Kadın	269	12,89	4,7214		
Ana eksen uzunluğu	Erkek	268	56,53	13,88	7,801	**0,000***
	Kadın	269	47,78	12,06		
Maximum 2D çaplı sütun	Erkek	268	60,45	15,11	7,810	**0,000***
	Kadın	269	50,67	13,90		
Maximum 2D çaplı satır	Erkek	268	37,60	7,95	5,939	**0,000***
	Kadın	269	33,32	8,75		
Maximum 2D çaplı dilim	Erkek	268	61,57	15,74	7,341	**0,000***
	Kadın	269	51,59	15,75		
Maximum 3D çap	Erkek	268	63,25	15,00	7,225	**0,000***
	Kadın	269	53,85	15,17		
Ağ hacmi	Erkek	268	11101,64	6824,09	10,560	**0,000***
	Kadın	269	5932,15	4209,68		
Küçük eksen uzunluğu	Erkek	268	29,53	5,51	5,172	**0,000***
	Kadın	269	27,08	5,45		
Küresellik	Erkek	268	0,4449	0,05	2,622	**0,009***

	Kadın	269	0,4346	0,04		
Yüzey alanı	Erkek	268	5378,90	2584,41	9,251	**0,000***
	Kadın	269	3577,36	1870,36		
Yüzey hacim oranı	Erkek	268	0,5338	0,13	-11,399	**0,000***
	Kadın	269	0,6872	0,18		
Voksel hacmi	Erkek	268	11193,23	6851,24	10,557	**0,000***
	Kadın	269	6002,86	4232,28		
Bimaksiller mesafe	Erkek	268	82,94	7,72	6,590	**0,000***
	Kadın	269	78,78	6,89		

*p<0,05

Analiz sonuçlarına göre kadınlar ile erkeklerin “uzama, düzgünlük, ana eksen uzunluğu, maksimum 2D çaplı sütun, maksimum 2D çaplı satır, maksimum 2D çaplı dilim, maksimum 3D çap, ağ hacmi, küçük eksen uzunluğu, küresellik, yüzey alanı, yüzey hacim oranı, voksel hacmi ve bimaksiller maksimum mesafe” değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (p<0,05)(Tablo-5).

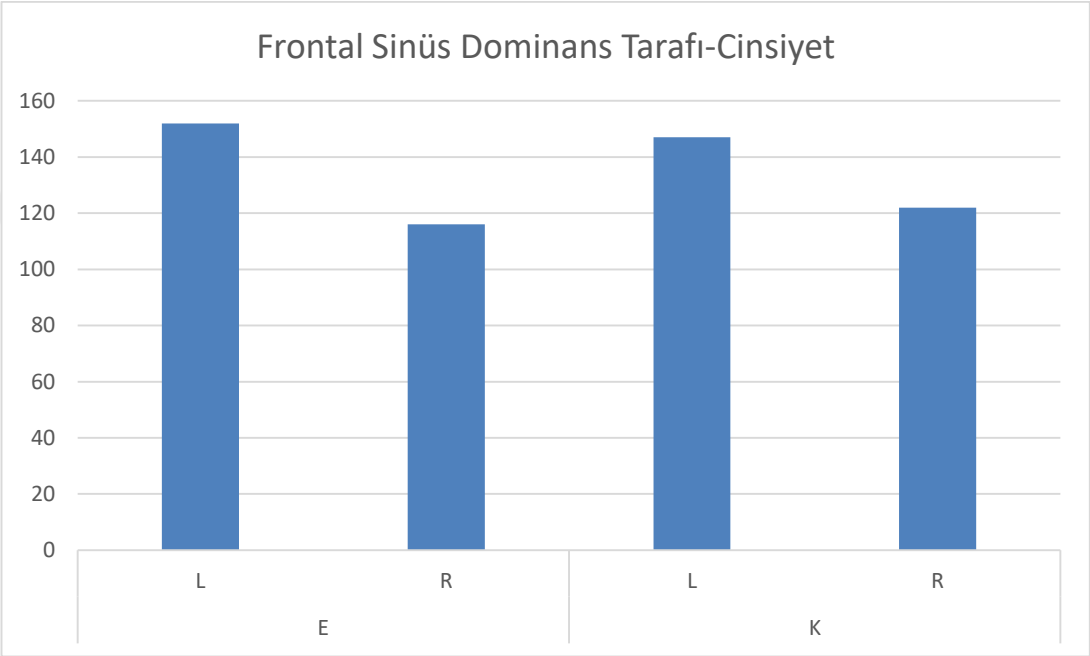
Ortalama değerlere göre kadınların “uzama ve yüzey hacim oranı” değerleri erkeklere göre daha yüksektir. Bununla birlikte erkeklerin “düzgünlük, ana eksen uzunluğu, maksimum 2D çaplı sütun, maksimum 2D çaplı satır, maksimum 2D çaplı dilim, maksimum 3D çap, ağ hacmi, küçük eksen uzunluğu, küresellik, yüzey alanı, voksel hacmi ve bimaksiller maksimum mesafe” değerleri kadınlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo-5).

Tablo- 6: Cinsiyet ile dominans ilişkisi

		Erkek		**Kadın**		**Ki Kare Testi**	
		n	**%**	**n**	**%**	X^2	**p**
Dominansi	Sol	152	56,7	147	54,6	**0,233**	**0,629**
	Sağ	116	43,3	122	45,4		

Dominansi kavramı radyografilerde metrik olmayan şekilde belirlenmesine karşın bu çalışmada hacimsel farklar göz önünde tutularak

yapılmıştır. Cinsiyet tahmininde frontal sinüs sağ-sol taraf dominansisinin istatiksel anlamlılığı test edilmiştir. Yapılan analiz sonucuna göre cinsiyet ile dominansi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadı (Tablo-6) ($p>0,05$). Frontal sinüsün dominansisinin cinsiyete göre dağılımı Şekil-15'de ayrıntılı şekilde gösterilmiştir.



Şekil-15. Frontal sinüs dominansinin cinsiyete göre dağılımı

2. Lojistik Regresyon Analizi Sonuçları

Cinsiyet tahmin modelinin belirlenmesi için 2 farklı yaklaşım ile lojistik regresyon analizi yapılmıştır. Birinci analizde enter yöntemi seçilerek tüm değişkenler tek seferde modele eklenmiş ve sonuçlar elde edilmiştir. İkinci analizde Backward Stepwise (Wald) yöntemiyle seçilen tüm değişkenler modelden elenerek belirlenmiştir.

2.1. Enter Metodu

Yapılan analizde erkekler 0, kadınlar 1 kodu ile tanımlanmıştır.

Tablo- 7: Modelin anlamlılık testi

		X^2	sd	p
Adım 1	Adım	221,416	17	0,000
	Block	221,416	17	0,000
	Model	221,416	17	0,000

Enter yöntemi ile yapılan analizde tüm değişkenler tek seferde modele dahil edilmiştir. Modelin anlamlılığı test edilmiş ve ki kare istatistiği ile anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Buna göre kurulan regresyon modeli anlamlıdır (Tablo-7).

Tablo- 8: Modelin açıklama oranı

Adım 1	-2 LL	Cox & Snell R^2	Nagelkerke R^2
	523,022	0,338	0,451

Model için Cox & Snell R^2 değeri 0,338 ve Nagelkerke R^2 0,451 olarak hesaplanmıştır. Buna göre modelin açıklama oranı yüksek bulunmuştur (Tablo-8).

Tablo-9: Modelin Tahmin Başarı Oranı

Gözlenen			Tahmin		
			Cinsiyet		Doğru Tahmin Yüzdesi
			Erkek	Kadın	
Adım 1	Cinsiyet	Erkek	202	66	75,4
		Kadın	62	207	77,0
	Genel Yüzde				76,2

Çalışmada cinsiyet dağılımında homojenite sağlanmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre regresyon modelinde cinsiyet tahmin doğruluk oranı erkeklerde %75,4; kadınlarda %77,0, her iki cins için %76,2 bulundu (Tablo-9).

Tablo-10: Regresyon analizi sonuçları

	Katsayı	sh	Wald	sd	p	Risk Katsayısı
Yaş	-0,018	0,011	2,626	1	0,105	0,982
Uzama	9,679	4,033	5,759	1	**0,016***	15979,143
Düzgünlük	-23,428	10,404	5,070	1	**0,024***	0,000
En küçük eksen uzunluğu	0,433	0,221	3,847	1	**0,050***	1,542
Ana eksen uzunluğu	-0,049	0,059	0,694	1	0,405	0,952
Maksimum 2D çaplı sütun	0,045	0,035	1,679	1	0,195	1,046
Maksimum 2D çaplı satır	0,002	0,034	0,005	1	0,942	1,002
Maksimum 2D çaplı dilim	-0,013	0,043	0,094	1	0,759	0,987
Maksimum 3D çap	0,040	0,055	0,521	1	0,470	1,040
Ağ hacmi	0,022	0,007	10,270	1	**0,001***	1,022
Küçük eksen uzunluğu	-0,130	0,099	1,707	1	0,191	0,878
Küresellik	-8,361	8,113	1,062	1	0,303	0,000
Yüzey alanı	0,001	0,001	1,142	1	0,285	1,001
Yüzey hacim oranı	3,217	1,869	2,961	1	0,085	24,945
Voksel hacmi	-0,022	0,007	10,603	1	**0,001***	0,978
Bimaksiller maks. mesafe	-0,063	0,016	16,174	1	**0,000***	0,938
Dominansi(Sol)	-0,081	0,220	0,134	1	0,715	0,923
Sabit	7,334	6,997	1,099	1	0,295	1531,483

***p<0,05**

Analiz sonucuna göre “uzama, düzgünlük, en küçük eksen uzunluğu, ağ hacmi, voksel hacmi ve bimaksiller maksimum mesafe” değişkenleri cinsiyet tahmininde etkili olan değişkenlerdir ($p<0,05$). Katsayılar incelendiğinde “uzama, en küçük eksen uzunluğu ve ağ hacmi” değerlerinin yüksek olması kadın olma olasılığını artırırken; “düzgünlük, voksel hacmi ve bimaksiller maksimum mesafe” değerlerinin yüksek olması erkek olma olasılığını artırmaktadır (Tablo-10).

Buna göre kurulan regresyon modeli: **“**Cinsiyet= 9,679 x Uzama - 23,428 x Düzgünlük + 0,433 x En küçük eksen uzunluğu + 0,022 x Ağ hacmi - 0,022 x Voksel hacmi - 0,063 x Bimaksiller maksimum mesafe” şeklinde ifade edildi.

2.2. Backward Stepwise (Wald) Yöntemi

Yapılan analizde erkekler 0, kadınlar 1 kodu ile tanımlanmıştır.

Tablo-11: Modelin anlamlılık testi

		X^2	sd	p
Adım 1	Adım	221,416	17	0,000*
	Block	221,416	17	0,000*
	Model	221,416	17	0,000*
Adım 11	Adım	-1,296	1	0,255
	Block	209,492	7	0,000*
	Model	209,492	7	0,000*

*p<0,05

Backward Stepwise (Wald) yönteminde tüm değişkenler modele dahil edilip eleme yöntemi ile belirlenmiştir. Analiz sonucunda 11 adımda model tamamlanmıştır. Modelin anlamlılığı test edilmiş ve ki kare istatistiği ile anlamlı bulunmuştur (p<0,05). Buna göre kurulan regresyon modeli anlamlıdır (Tablo-11).

Tablo-12: Modelin açıklama oranı

Adım	-2 LL	Cox & Snell R^2	Nagelkerke R^2
1	523,022	0,338	0,451
11	534,946	0,323	0,431

Model 1 için Cox & Snell R^2 değeri 0,338 ve Nagelkerke R^2 0,451; Model 3 için Cox & Snell R^2 değeri 0,323 ve Nagelkerke R^2 0,431 olarak tespit edildi. Hesaplanan bu değerlere göre modelin açıklama oranı yüksek bulundu (Tablo-12).

Tablo-13: Modelin Tahmin Başarı Oranı

			Cinsiyet		Doğru Tahmin Yüzdesi
			Erkek	Kadın	
Adım 1	Cinsiyet	Erkek	202	66	75,4
		Kadın	62	207	77,0
	Genel Yüzde				76,2
Adım 11	Cinsiyet	Erkek	200	68	74,6
		Kadın	68	201	74,7
	Genel Yüzde				74,7

Yapılan analiz sonuçlarına göre regresyon modeli 1'e göre doğru tahmin oranı erkeklerde %75,4; kadınlarda %77, her iki cins için %76,2 bulunmuştur. Regresyon modeli 11'e göre doğru tahmin oranı erkeklerde %74,6, kadınlarda %74,7, her iki cins için %74,7 bulunmuştur (Tablo-13).

Tablo-14: Regresyon analizi sonuçları

	Katsayı	**sh**	**Wald**	**sd**	**p**	**Risk Katsayısı**
Uzama	3,483	1,218	8,177	1	**0,004***	32,566
Maksimum 2D çaplı sütun	0,075	0,025	9,308	1	**0,002***	1,078
Ağ hacmi	0,020	0,007	8,925	1	**0,003***	1,020
Yüzey alanı	0,001	0,000	9,039	1	**0,003***	1,001
Yüzey hacim oranı	5,274	1,375	14,711	1	**0,000***	195,188
Voksel hacmi	-0,021	0,007	9,360	1	**0,002***	0,979
Bimaksiller mesafe	-0,066	0,016	18,045	1	**0,000***	0,936
Sabit	-2,458	2,134	1,328	1	0,249	0,086

*p<0,05

Analiz sonucuna göre "uzama, maksimum 2D çaplı sütun, ağ hacmi, yüzey alanı, yüzey hacim oranı, voksel hacmi ve bimaksiller maksimum mesafe" değişkenleri cinsiyet tahmininde etkili olan değişkenlerdir (p<0,05)(Tablo-14).

Katsayılar incelendiğinde "uzama, maksimum 2D çaplı sütun, ağ hacmi, yüzey alanı, yüzey hacim oranı" değerlerinin yüksek olması kadın

olma olasılığını artırırken; “voksel hacmi ve bimaksiller maksimum mesafe” değerlerinin yüksek olması erkek olma olasılığını artırmaktadır.

Buna göre kurulan regresyon modeli: **“**Cinsiyet = 3,483 x Uzama + 0,075 x Maksimum 2D çaplı sütun + 0,020 x Ağ hacmi + 0,001 x Yüzey alanı + 5,274 x Yüzey hacim oranı - 0,021 x Voksel hacmi -0,066 x Bimaksiller maksimum mesafe” şeklinde ifade edildi.

Tablo-15: Modelin tahmin başarı oranı

Gözlenen		Tahmin		
		Cinsiyet		Doğru Tahmin Yüzdesi
		Erkek	Kadın	
Cinsiyet	Erkek	195	73	72,63
	Kadın	69	200	74,17
Genel Yüzde				73,4

Çalışmada cinsiyet dağılımında homojenite sağlanmıştır. Sadece frontal sinüs değişkenleri kullanılarak değerlendirildiğinde ise Tablo-15’te ayrıntılı olarak sunulmuştur. Yapılan analiz sonuçlarına göre regresyon modelinde doğru tahmin oranı erkeklerde %72,63 kadınlarda %74,17 her iki cins için %73,4 olarak bulunmuştur.

3. Frontal Sinüs Agenezisi ve Bimaksiller Maksimum Mesafe Değerinin Tanımlayıcı İstatistiksel Analiz Sonuçları

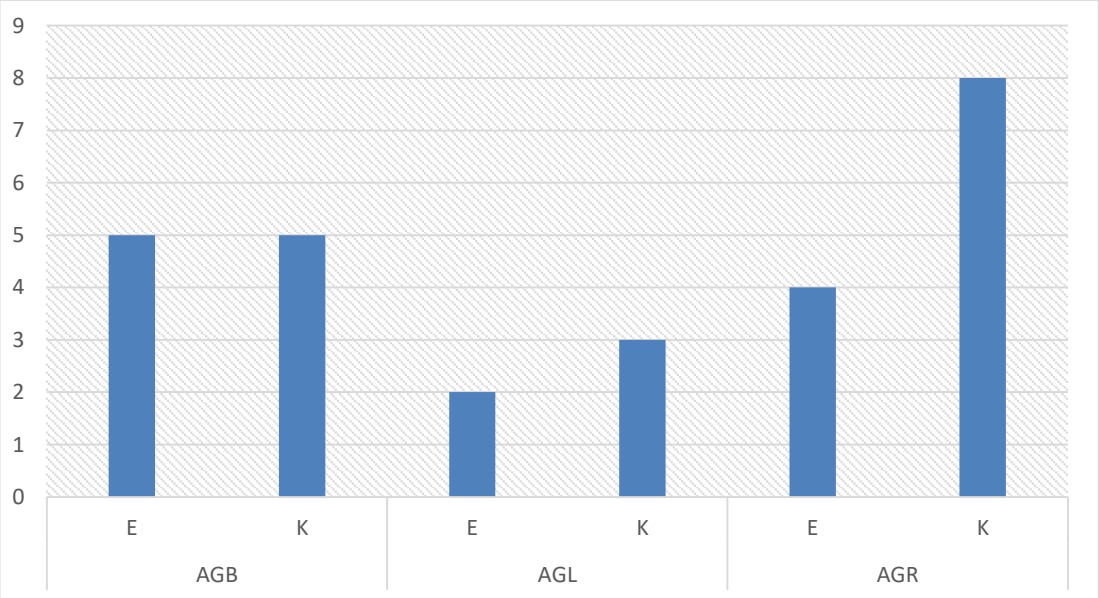
Araştırmamızda frontal sinüs agenezi sıklığı Bursa bölgesinde değerlendirildi. Frontal sinüs agenezisi olan bireylerin çalışmalarda kapsam dışı bırakılmasının yerine alternatif parametrik verilerle cinsiyet tayininde ayrı bir bakış açısı sunmayı planladık.

Frontal sinüs agenezi oranları Tablo-16’da gösterilmiş olup toplam 565 vaka frontal sinüs agenezisi açısından değenlendirildi. Tek taraflı agenezi sıklığı %3, bilateral agenezi sıklığı %1,77 olarak saptanmıştır. Frontal sinüs

agenezi görülme sıklığı yüksekten düşüğe doğru sağ, bilateral ve sol şeklinde bulundu (Şekil-16).

Tablo-16: Çalışamızda tespit edilen frontal sinüs yokluğu sıklıkları

Cinsiyet	N	Frontal Sinüs Agenezi			
		Bilateral (%)	Unilateral		
			Sağ	Sol	Total
Erkek	280	5 (% 1,79)	4 (% 1,43)	2 (%0,71)	6 (% 2,14)
Kadın	285	5 (% 1,75)	8 (% 2,81)	3 (%1,05)	11(%3,86)
Total	565	10 (%1,77)	12 (% 2,12)	5 (% 0,88)	17 (% 3)



Şekil-16: Frontal sinüs agenesinin tarafa ve cinsiyete göre dağılımı

Frontal sinüs varlığı AGB(bilateral frontal sinüs agenezi), AGL(sol frontal sinüs agenezi), AGR(Sağ frontal sinüs agenezi) ve B (bilateral frontal

sinüsü bulunanlar) şeklinde ifade edildi. Gruplara göre bimaksiller maksimum mesafe değerleri istatistiksel açıdan değerlendirildi.

Tablo-17: Frontal sinüsün agenezi açısından bimaksiller maksimum mesafe değerinin tanımlayıcı istatistiği

		n	Ort.	ss	t	p
Bimaksiller maksimum mesafe	Erkek	279	82,6079	7,95	6,467	0,000*
	Kadın	285	78,4987	7,11		
Bimaksiller maksimum mesafe	B	537	80,8523	7,59827	4,424	0,000*
	Diğer (AGB+AGL+AGR)	27	74,1507	9,20038		

*p<0,05

Analiz sonuçlarına göre erkekler ile kadınlar arasında bimaksiller maksimum mesafe açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p<0,05). Ortalama değerlere göre erkeklerin bimaksiller maksimum mesafe değerleri daha yüksektir (Tablo-17).

Frontal sinüste B olan grup ile AGB, AGL ya da AGR'den biri olan grup arasında bimaksiller maksimum mesafe açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p<0,05). Ortalama değerlere göre B olan grubun bimaksiller maksimum mesafe değerleri daha yüksektir.

4. Bimaksiller Maksimum Mesafenin Cinsiyet Tayininde Lojistik Regresyon Analiz Sonuçları

Yapılan analizde erkekler 0, kadınlar 1 kodu ile tanımlandı. Enter metodu kullanıldı.

Tablo-18: Modelin Anlamlılık Testi

		X^2	sd	p
Adım 1	Adım	40,618	2	0,000
	Block	40,618	2	0,000
	Model	40,618	2	0,000

Enter yöntemi ile yapılan analizde tüm değişkenler tek seferde modele dahil edilmiştir. Modelin anlamlılığı test edilmiş ve ki kare istatistiği ile anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Buna göre kurulan regresyon modeli anlamlıdır (Tablo-18).

Tablo-19: Modelin Açıklama Oranı

Adım	-2 LL	Cox & Snell R^2	Nagelkerke R^2
1	741,188	0,069	0,093

Model için Cox & Snell R^2 değeri 0,069 ve Nagelkerke R^2 0,093 olarak tespit edildi. Hesaplanan bu değerlere göre modelin açıklama oranı düşük bulundu (Tablo-19).

Tablo-20: Modelin tahmin başarı oranı

Gözlenen			Tahmin		
			Cinsiyet		Doğru Tahmin Yüzdesi
			Erkek	Kadın	
Adım 1	Cinsiyet	Erkek	164	115	58,8
		Kadın	109	176	61,8
	Genel Yüzde				60,3

Yapılan analiz sonuçlarına göre regresyon modelinde doğru tahmin oranı erkeklerde %58,8 kadınlarda %61,8 her iki cins için %60 bulundu (Tablo-20).

Tablo- 21: Regresyon analizi sonuçları

	Katsayı	**sh**	**Wald**	**sd**	**p**	**Risk Katsayısı**
Bimaksiller maksimum mesafe	-0,073	0,012	36,000	1	0,000*	0,930
Frontal sinüs bölgesi(1)	0,073	0,425	0,029	1	0,864	1,076
Sabit	5,834	1,005	33,676	1	0,000*	341,732

*p<0,05

Analiz sonucuna göre bimaksiller maksimum mesafe değişkeni cinsiyet tahmininde etkili olan değişkendir ($p<0,05$). Katsayı incelendiğinde bimaksiller maksimum mesafe değerinin yüksek olması erkek olma olasılığını artırmaktadır (Tablo-21). Buna göre kurulan regresyon modeli: “Cinsiyet= 5,834 – 0,073x Bimaksiller maksimum mesafe” şeklinde ifade edildi.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bilgisayarlı tomografi ile birlikte radyomik yazılım kullanılarak frontal sinüsten biyometrik tanımlama ve cinsiyet tayini ile ilgili yapılan çalışmalar yenidir. Çalışmamızda frontal sinüsten cinsiyet tayininde yüksek açıklayıcı güce sahip 3D görüntü analizi ve radyomik özelliklerin yapay zekası sayesinde hızlı, güvenilir, tekrarlanabilir yeni bir metodoloji uygulandı.

Teknolojinin gelişmesiyle, Adli Bilimlerde frontal sinüsten cinsiyet tayini çalışmalarında röntgen yerine tomografi kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde ise üç boyutlu yeniden yapılandırma yöntemleri kullanılan, yapay zekaya sahip radyomik yazılımları ile ileri düzey araştırmalar yapılabilir. Kullanılan değişkenler birinci dereceden radyomik boyut ve şekil özellikleri olup, otomatik algoritma ile yapay zeka tabanlı olması sebebiyle insan hatasını azaltarak standardizasyon sağlamıştır.

Frontal sinüsten cinsiyet tayini, görüntüleme tekniklerine göre değerlendirildiğinde; radyografilerde %64,6-%79,9 bilgisayarlı tomografide %61-%94 aralığında doğruluk oranları tespit edilmektedir (198-200, 208, 262, 282). Çalışmamızda kullanılan görüntüleme teknikleri ve uygulanan yöntemler farklı olmasına rağmen, frontal sinüsten cinsiyet tayininde doğruluk oranı %73,4 olup, bimaksiller maksimum mesafenin eklenmesiyle bu oran %76,2'e çıkmıştır. Bu sonuç diğer çalışmalardaki oranlarla yakın olmakla birlikte üç boyutlu görüntülerin uygulanabilirliği, tekrarlanabilirliği, güvenirliliği ve kullanılan parametrelerdeki özgünlüğü açısından orijinal bir çalışmadır. Literatürde frontal sinüsten cinsiyet tayinindeki doğruluk oranlarının farklı olması, etnik değişkenler, metodolojik ve istatistiksel analizlerin, radyografik tekniklerin ve örnek boyutların farklı olmasından kaynaklanmıştır.

Diğer çalışmalarda (210, 263-265, 277) cinsiyet tayininde frontal sinüsün sadece boyut, alan ve hacim parametreleri kullanılırken yaptığımız çalışmada "uzama (elongation), düzgünlük (flatness), en küçük eksen uzunluğu (Least Axis Length), ana eksen uzunluğu (major axis length),

maksimum 2D çaplı sütun (maximum 2D diameter column), maksimum 2D çaplı satır (maximum 2D diameter row), maksimum 2D çaplı dilim (maximum 2D diameter slice), maksimum 3D çap (maximum 3D diameter), ağ hacmi (mesh volume), küçük eksen uzunluğu(minor axis length), küresellik (sphericity), yüzey alanı (surface area), yüzey hacim oranı (surface volüme ratio), voksel hacmi (voxel volüme)" parametreleri kullanıldı. Cinsiyet tahmininde "uzama, maksimum 2D çaplı sütun, ağ hacmi, yüzey alanı, yüzey hacim oranı, voksel hacmi ve bimaksiller maksimum mesafe" değerleri anlamlı olan değişkenlerdir ($p<0,05$). Lojistik regresyon analizinde katsayılar incelendiğinde "uzama, maksimum 2D çaplı sütun, ağ hacmi, yüzey alanı, yüzey hacim oranı" değerlerinin yüksek olması kadın olma olasılığını artırırken; "voksel hacmi ve bimaksiller maksimum mesafe" değerlerinin yüksek olması erkek olma olasılığını artırmaktadır. Çalışmamızda cinsiyet tayininde radyomik özellikli değişkenler kullanılması sebebiyle yapılacak çalışmalara öncülük edecektir.

Çalışmamızda kullanılan 3D Slicer yazılımı, yeni görüntüleme tabanlı biyobelirteçlerin araştırılması ve geliştirilmesi için bir platform olmasının yanında, görüntüleme verilerinin çok yönlü görselleştirilmesi, araştırılması ve nicel analizi için çok çeşitli özellikler sunmaktadır. 3D Slicer programı, görüntü analiz araçlarının işbirliğine dayalı gelişimiyle, segmentasyon teknikleri ve yüzey modelleri gibi çeşitli veri öğelerini kullanarak, üç boyutlu görüntüler üzerinden hesaplama ve radyomik özellik çıkarımını kolaylaştırmaktadır. 3D Slicer 3D görüntü tabanlı herhangi bir proje için güçlü, hızlı, sezgisel ve kullanıcı dostu bir yazılımdır.

Tretiakow ve ark. (253), konik açılı bilgisayarlı tomografi ile paranazal sinüs çalışmasında 3D Slicer yazılımı kullanarak ileri düzey 3 boyutlu modelleme oluşturmuştur. Çalışmasında hesaplamalı akışkanlar dinamiği metodu kullanıldığından fonksiyonel anatominin görselleştirmesine katkıda bulunmuştur. Ayrıca 3D Slicer yazılımının volümetrik çalışmalarda hava yollarının segmentasyonu ve ileri akış uygulamasının kullanılmasıyla yeni bir bakış açısı gelişmiştir. 3D Slicer programınında frontal sinüs segmentasyonu

ve radyomik özelliklerinin sonuçlarında gözlemciler arasında anlamlı bir fark bulunmadığı, tekrarlanabilirlik açısından güvenilir olduğu bildirilmiştir (253).

Choi ve ark. (262) yaptığı çalışmada birebir benzer olmamakla birlikte frontal sinüsten elde edilen “çevre, alan, sınırlayıcı alan, kaplanan alan, elip sığdırma, dairesellik, görüntü oranı, yuvarlaklık, katılık” parametrilerini kullanmıştır. Frontal sinüsü segmentleyerek oluşturduğu görüntü üzerinden ikinci bir program kullanarak ölçümler yapmıştır (262). İki program kullanılması ve verilerin elde ediliş yönteminin farklı olmasından dolayı çalışmamızla etkin bir karşılaştırma yapılamadı. Uyguladığı metodoloji çalışmamıza benzemekle birlikte; parametre farklılıkları mevcuttur. Buna rağmen çalışmamızda tespit edilen cinsiyet tahmini doğruluk oranı bu çalışmaya yakın tespit edildi (262). Hesaplamada otomatik algoritma kullanılması, tek programda (3D Slicer) daha kısa sürede işlem yapılabilmesi açısından çalışmamız daha hızlı, güvenilir ve kullanışlıdır.

Bazı çalışmalarda radyografide frontal sinüsün alanı kare ızgara (210), kontron-mop video plan (277) gibi metodlarla elde edilmiştir. Çalışmamızda da alan parametresi kullanılmasına rağmen kullanılan görüntüleme tekniği ve uygulan metodun farklı olması sebebiyle diğer çalışmalarla (210, 277) etkin karşılaştırılma yapılamadı.

Çalışmamızda toplam frontal sinüs hacmi erkeklerde kadınlara göre daha büyük boyutta saptanmış olup, cinsiyete göre ortalama hacim değerleri diğer çalışmalarla uyumlu çıkmıştır (195, 203, 206, 208, 209, 213, 245, 258, 259, 281). Sadece Michel ve ark. (199) yaptığı çalışmada frontal sinüs ortalama hacmi çalışmamıza göre yüksek saptanmıştır. Bu sonuçlardaki farklılıklar, erkeklerde kadınlara göre glabellanın daha belirgin ve kafatası boyutunun daha büyük olmasıyla açıklanabilir. Frontal sinüs hacminin cinsiyet tayininde belirleyici bir faktör olduğu saptandı.

Literatürde frontal sinüs 3D görüntü rekonstrüksiyonunu kullanan birkaç morfometrik çalışma mevcuttur (199, 209, 242, 243). Bu konuda kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulsa da, 3D yeniden yapılandırma yöntemi sanal antropolojinin önemli bir parçasıdır. Nitel ve nicel morfolojik analiz

potansiyeli her geçen gün önemli ölçüde artmaktadır (45). Adli Bilimlerde, "klasik" antropolojik yöntemlerin sorunları çözmedeki yeterliliği tartışılırken, üç boyutlu yeni yöntemlerin kullanıldığı ileri düzey çalışmaların yaygınlaşması beklenmektedir. Şu anda, paranazal sinüslerin üç boyutlu görüntü rekonstrüksiyonu radyolojide sıklıkla kullanılmaktadır. Frontal sinüsün 3D reformat görüntülerinin 2D ölçümlerden daha güvenilir veriler sağlamaktadır.

Geleneksel röntgende koronal düzlemde veriler elde edilirken, BT taramasında sinüs derinliği, alanı ve hacmi de değerlendirilir. Son birkaç yılda kullanımını artan koni açılı ve çok dilimli bilgisayarlı tomografide eskiye göre radyasyon dozu azalmıştır (238, 245). Kraniyofasiyal anatominin 3D görüntülemesi, boyut, şekil ve hacimsel farklılıkların ayrıntılı analizini sağlamaktadır (241).

Bazı araştırmacılar sol frontal sinüsün sağdan daha büyük olduğunu bildirmektedir (195, 213). Ponde ve ark. (213), 100 kafatası üzerinde yaptığı çalışmada erkeklerde sol frontal sinüsün daha büyük olduğu sonucuna varmıştır. Tatlısumak ve ark. (195) Paranazal BT'de yaptığı çalışmada, sol tarafın her iki cinste de daha büyük olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda ise erkek ve kadında sol frontal sinüs daha büyük bulundu.

Yapılan çalışmalarda sağ ve sol frontal sinüs hacmi arasında istatistiksel analizlerde anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (209, 240, 259). Çalışmamızda da benzer sonuca varıldı. Ayrıca çalışmamızda diğer çalışmalarla (195, 209, 213, 240) uyumlu olarak sağ ve sol frontal sinüs hacimsel dominansinin cinsiyet tahmininde etkisinin olmadığı tespit edildi ($p>0,05$). Bu yüzden çalışmamızda toplam frontal sinüs hacmi kullanıldı.

Çalışmamızda frontal sinüs agenezi sıklığı tek taraflı %3, izole sağ tarafta % 2,12, izole sol tarafta %0,88, erkeklerde %2,14, kadınlarda %3,86 olarak tespit edildi. Tek taraflı frontal sinüs yokluğu insidansı kadınlarda erkeklere göre yüksek bulundu (Tablo-16).

Çalışmamızda frontal sinüs bilateral agenezi sıklığı %1,77 olup erkeklerde bu oran % 1,79, kadınlarda % 1,75 olarak tespit edildi. Ayrıca etnik popülasyona göre frontal sinüs agenezi sıklıkları Butaric ve ark. (278) yaptığı çalışmayla ile karşılaştırıldığında Avrupa ile uyumlu çıktı. Çalışmamızdaki frontal sinüs agenezi sıklıkları Schuller ve ark.'ın (286)

yaptığı çalışma verileriyle uyumlu çıkmakla birlikte diğer çalışmalarla (211, 212, 220, 221, 277, 280) uyumlu çıkmadı. Bursa bölgesinin Avrasya kuşağında olması ve Avrupadan gelen göçmen nüfusunun fazlalığı nedeniyle frontal sinüs agenezi sıklığının Avrupa bölgesiyle uyumlu olduğu düşünülmektedir.

Cinsiyet belirlemede frontal sinüsün önemi bugüne kadar birçok çalışmada ayrıntılı gösterilmiştir (193, 194, 198, 273, 281-283). Paranazal sinüslerin yokluğu nadir olmakla birlikte en sık frontal sinüste görülmektedir (252). Çeşitli popülasyonlarda frontal sinüsün bilateral agenezi sıklığı %3-%10, tek taraflı agenezi sıklığı ise %0,8 ile %7,4 arasında değişmektedir (217, 221, 276). Bu farklılığın nedeni "yaş, cinsiyet, hormonlar, kraniyofasiyal konfigürasyon, çevresel iklim koşulları, etnik köken, genetik ve lokal inflamasyonlarla" açıklanmaktadır. Bu faktörlerin frontal sinüs konfigürasyonununda anormal gelişim ve ageneziye neden olduğu düşünülmektedir (217, 221, 239, 247, 274, 275).

Çalışmamızda Raoof ve ark. (237) çalışmasının aksine, Tatlısumak ve ark. (195) ve Uthman ve ark. (281) çalışmasına benzer olarak frontal sinüsün tek taraflı agenezi sıklığı, bilateral agenezi sıklığından daha yüksek bulundu. Bu durumun görüntüleme teknikleri ile bağlantılı olabileceği, X-ışını frontal sinüs agenezi sayısını artırabileceği düşünülmüştür (246). Frontal sinüs pnömatizasyonu düşük olgularda aplazi ve hipoplazi ayırımında X-ışını kullanılması yanlış sonuçlara neden olduğu bildirilmiştir (190, 243-246, 284).

Çalışmamızda sadece bimaksiller maksimum mesafe kullanılarak yapılan cinsiyet tahmini analizinde erkeklerde %58,8 kadınlarda %61,8 genelde %60,3 doğruluk oranı tespit edildi. Frontal sinüsten elde edilen radyomik veriler kullanılarak yapılan cinsiyet tahmininde doğruluk oranı %73,4 iken, bimaksiller maksimum mesafe verileriyle birlikte değerlendirildiğinde bu oran %76,2'ye çıktı. Frontal sinüs agenezisi olanların cinsiyet tahmininde bimaksiller maksimum mesafe anlamlı olup değerinin artmasıyla erkek olma ihtimali artmaktadır ($p<0,05$).

Çalışmamızda elde edilen bimaksiller maksimum mesafenin cinsiyete göre ortalama değerleri ile cinsiyet tahminindeki doğruluk oranları diğer çalışmalarda (228, 232-234) elde edilen değerler ile uyumlu bulunmuştur. Gomes ve ark. (228) yaptığı çalışmasında maksiller sinüs hacminden cinsiyet tahmini oranı çalışmamıza göre yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda maksiller sinüsten cinsiyet tahmini oranının düşük olmasının nedeni, üç boyutlu görüntülerden elde edilen verilerin doğrusal metrik verilere göre cinsiyet tahmininde daha etkili olmasıdır.

Çalışmamızda ölçülen bimaksiller maksimum mesafe değerleri diğer çalışmalar (227, 234, 235, 248-250, 256, 257, 287) ile uyumlu olup maksiller sinüslerin erkeklerde kadınlara göre daha geniş olduğu görüldü. Bu durum erkeklerde kadınlara göre kafatası ve yüz boyutunun daha büyük olmasıyla açıklanabilir.

Literatürde cinsiyet tahminiyle ilgili sonuçların çeşitliliği antropometrik özelliklerin popülasyona özgü varyasyonu ile açıklanmaktadır (251). Bununla birlikte, çalışmalarda standart metodolojiler kullanılmadığından, popülasyonlar arasındaki antropometrik farklılıklar tam olarak çözülememiştir. Popülasyona özgü özellikler dışında sonuçlardaki farklılıklara neden olan faktörler arasında; örneklem büyüklüğü, bireylerin yaş aralığı, görüntüleme çeşidi, ölçümlerin yapılma şekli, kullanılan farklı istatistiksel analiz ve modellerle ilgili metodolojik farklılıklar sayılabilir (228).

Frontal sinüsten cinsiyet tayininde başarılı bir şekilde kullandığımız üç boyutlu görüntülerin elde edildiği radyomik yöntem, ileride yapılacak yapay zeka tabanlı Adli Bilimler alanındaki çalışmalara öncülük etmiştir. Ayrıca frontal sinüs agenezisi olan vakalarda maksiller sinüsten doğrusal metrik verilerle elde edilen bimaksiller maksimum mesafenin cinsiyet tayininde kullanılabilirliği ile ilgili ilk çalışmalardandır. Bu konuda farklı bir bakış açısı oluşturmakla birlikte, gelecekte yapılacak olan çalışmaların da önünü açmıştır. Popülasyonu daha iyi temsil etmek için daha büyük örneklemle çalışmaya ihtiyaç vardır. Farklı popülasyonları içeren çalışmaların, önerilen modeli kullanmasıyla evrensel olarak doğrulama sağlanabilir.

KAYNAKLAR

1. Zeyfeoğlu Y, Hancı İH. İnsanlarda Kimlik Tespiti. STED 2001; 10(10):375.
2. Taylor KT. Forensic Art and Illustration. USA: CRC Press; 2001.
3. Byers SN. İntroduction to Forensic Anthropology. New York: Routledge Press, 2017.
4. Emirzeoglu M, Sahin B, Bilgic S, et al. Volumetric evaluation of the paranasal sinuses in normal subjects using computer tomography images: a stereological study Auris Nasus Larynx, 2007;34:191-5.
5. Blau S, Ubelaker DH. Handbook of Forensic Anthropology and Archeology. World Archaeological Congress Research Handbooks in Archeology. New York: Routledge; 2016.
6. Stewart TD. What the bones tell. Reprinted in Lab. Dig. 1951; 14(12):5-8.
7. Christensen AM, Passalacqua NV, Bartelink EJ. Forensic Anthropology Current Methods and Practice. San Diego, California: Elsevier Academic Press; 2014.
8. Bidmos M, Gibbon V, Štrkalj G. Recent advances in sex christensendetermination of human skeletal remains in South Africa. South Africa Journal of Science 2010; 106(11/12): 29-34.
9. Franklin D, Swift L, Flavel A. "Virtual anthropology" and radiographic imaging in the forensic medical sciences. Egypt J Forensic Sci. 2016; 6:31-43.
10. Gascho D, Philipp H, Flach PM, Thali MJ, Kottner S. Standardized medical image registration for radiological identification of decedents based on paranasal sinuses. J Forensic Legal Med. 2018; 54:96-101.
11. Suman JL, Jaisanghar N, Elangovan S, et al. Configuration of frontal sinuses: A forensic perspective. J. Pharm. Bioallied Sci. 2016; 8:90-5.
12. Sinnatamby CC. Regional and Applied. In: Sinnatamby CC eds. Last's Anatomy 12th edition. London: Churchill Livingstone Elsevier; 2011:375-77.
13. Krishan K, Chatterjee P, Kanchan T, et al. A review of sex estimation techniques during examination if skeletal remains in forensic anthropology casework. Forensic Science International 2016; 261:165e1-e8.
14. Enlow D, Hans M. Essentials of Facial Growth. Philadelphia, Pennsylvania: W.H. Saunders Company; 1996.
15. Marsya G, Oscandar F, Sasmita IS. Overview of frontal sinus antereo posterior size using lateral cephalometric radiographs and chronological age as forensic identification. Padjadjaran J. Dentistry 2017; 29:113-7.
16. Moore K, Ross A. Frontal sinus development and juvenile age estimation. Anat. Rec. 2017; 300:1609-17.
17. Nethan ST, Sinha S, Chandra S. Frontal Sinus Dimensions: An Aid in Gender Determination. Acta Sci Dental Sci. 2018; 2:2-6.

18. Soman BA, Sujatha GP, Lingappa A. Morphometric evaluation of the frontal sinus in relation to age and gender in subjects residing in Davangere, Karnataka. J Forensic Dent Sci. 2016; 8:57-61.
19. Pandeshwar P, Kumar NN, Shastry SP, Ananthaswamy A, Markande A. Sexual dimorphism of radiomorphological features of frontal sinus. Int J Forensic Odontol. 2017; 2:46-50.
20. Kirk N, Wood R, Goldstein M. Skeletal Identification Using the Frontal Sinus Region: A Retrospective Study of 39 Cases. J. Forensic Sci. 2002; 47:318-23.
21. Nowaczewska W, Kuzminski K, Biecek P. Morphological Relatationship Between the Cranial and Supraorbital Regions in Homo sapiens. American Journal of Physical Anthropology, 2014; 156(1):110-24.
22. Akhlaghi M, Bakhtavar K, Moarefdoost J, Kamali A, Rafeifar S. Frontal sinus parameters in computed tomography and sex determination. Legal Medicine,2016; 19:22-7.
23. Chaudhary S, Singh U. Uniqueness of frontal sinus as tool for personal identification in forensic odontology. Ann Int Med Dent Res. 2016; 2:7-9.
24. Patil N, Karjodkar FR, Sontakke S, Sansare K, Salvi R. Uniqueness of radiographic patterns of the frontal sinus for personal identification. Imaging Sci. Dent. 2012; 42:213-7.
25. Tabor Z, Karpisz D, Wojnar L, Kowalski P. An automatic recognition of the frontal sinus in x-ray images of skull. IEEE Trans. Biomed. Eng. 2009; 56:361-8.
26. Blanton PL and Biggs NL. Eighteen hundred years of controversy: the paranasal sinuses. Am. J. Anat. 1969; 124:135-48.
27. Da Vinci L. Quaderni d'anatomia I-VI. Fogli della Royal Library. 1621:1911-6.
28. Da Carpi Berengario G. Isagogae breves perlucide ac uberime in anatomiam humani corporis a communi medicorum academia usitatam Bonoiae. per B. :Hectoris; 1522.
29. Libersa C, Laude M, and Libersa JC. The pneumatization of the accessory cavities of the nasal fossae during growth. Anat. Clin. 1981; 2:265-73.
30. Imperatori CJ. Leonardo Da Vinci's contribution to laryngology, rhinology and phonetics. Ann Otol Rhinol Otolaryngol 1941; 50:979-94.
31. Zuckerkandl E. Normale und pathologische Anatomie der Nasenhöhle und ihrere pneumatischen Anhänge. Anatomie der Nasenscheidewand, Bd. II. Wien: Braumüller; 1892.
32. Zuckerkandl E. Die Siebbeinmuscheln des Menschen. Anat. Anz. 1892; 7:13-25.
33. Stammberger H. History of rhinology: anatomy of the paranasal sinuses. Rhinology 1989; 27:197-210.
34. Lawson W. The intranasal ethmoidectomy: evolution and an assessment of the procedure. Laryngoscope 1994; 104:1-49.

35. Lang J. Clinical anatomy of the nose, nasal cavity and paranasal sinuses. New York: Thieme Medical Publisher; 1989: 62-71.
36. Lawson W. Frontal sinus. In Blitzer A, Lawson W, Friedman WH. Surgery of the Paranasal Sinuses. Philadelphia: WB Saunders; 1985.
37. Lang J. Clinical Anatomy of the Nose, Nasal Cavity and Paranasal Sinuses. New York: Thieme Medical Publishers; 1989.
38. Milosslawski M. Die sinus frontales. Cited in Lang J. Clinical Anatomy of the Nose, Nasal Cavity and Paranasal Sinuses. New York: Thieme Medical Publishers; 1989.
39. Schaeffer JP. The Nose, Paranasal Sinuses, Nasolacrimal Passageways, and Olfactory Organ in Man. Philadelphia: Blakiston; 1920.
40. Zeifer B. Update on sinonasal imaging anatomy and inflammatory disease. Neuroimaging Clin. North. Am. 1998; 8:607414.
41. Stammberger H, Kennedv DW. Paranasal sinuses: Anatomic terminologv and nomenclare. The anatomic terminology group. Ann. Otol. Rhinol. Laryngoll 1995; 67:7-16.
42. Kuhn F. Chronic frontal sinusitis: the endoscopic frontal recess approach. Oper Tech Otolaryngol Head Neck Surg. 1996; 7:222-9.
43. Wormald PJ. Surgery of the frontal recess and frontal sinus. Rhinology. 2005; 43:82-5.
44. Wormald PJ. Surgery of the frontal recess and frontal sinus. Rhinology. 2005; 43(2):82-5.
45. Kuhn FA. Chronic frontal sinusitis: the endoscopic frontal recess approach. Oper Tech Otolaryngol Head Neck Surg. 1996; 7(3):222-9.
46. Wormald PJ, Hoseman W, Weber RK, et al. The international frontal sinus anatomy classification (IFAC) and classification of the extent of endoscopic frontal sinus surgery (EFSS). Int Forum Allergy Rhinol. 2016; 6(7):677-96.
47. Bent JP, Cuiltysiller C, Kuhn FA. The frontal cell as a cause of frontal sinus obstruction. Am J Rhinol. 1994; 8(4):185-91.
48. Wormald PJ, Hoseman W, Callejas C. The international frontal sinus anatomy classification (IFAC) and classification of the extent of endoscopic frontal sinus surgery (EFSS). Int Forum Allergy Rhinol. 2016; 6:677-96.
49. Rae TC, Koppe T. Holes in the head: evolutionary interpretations of the paranasal sinuses in catarrhines Evol. Anthropol. 2004; 13:211-23.
50. Enlow DH, Hans MG. Essentials of facial growth. Philadelphia: Saunders; 1996.
51. Standring S. Gray's Anatomy: The basis of clinical practice. Edinburgh: Churchill Livingstone/Elsevier; 2008.
52. Ponde JM, Metzger P, Amaral G, et al. Anatomic variations of the frontal sinus. Minim Invasive Neurosurg 2003; 46:29-32.
53. Tatlısumak E, Ovali GY, Asirdizer M et al. CT study of Morphometry of Frontal Sinus. Clinical Anatomy 2008; 21(4):287-93.
54. Da Silva RF, Prado FB, Caputo IGC, et al. The forensic importance of frontal sinus radiographs. J. Forensic Leg. Med 2009; 16:18-23.

55. Shapiro R, Schorr S. A consideration of the systemic factors that influence frontal sinus pneumatization. Invest Radiol 1980; 15:191-202.
56. Maroldi BA. CT and MR Anatomy of Paranasal Sinuses: Key Elements. Imaging in Treatment Planning for Sinonasal Diseases. Brescia: Springer; 2004.
57. Van Alyea OE. Frontal cells: An anatomic study of these cells with consideration of their clinical significance. Arch. Otolaryngol 1941; 34:11-23.
58. Scuderi AJ, Harnsberger HR, and Boyer RS. Pneumatization of the paranasal sinuses: normal features of importance to the accurate interpretation of CT scans and MR Images. AJR Am. J. Roentgenol 1993; 160:1101-4.
59. Van Alyea OE. Nasal sinuses: an anatomic and clinical consideration, 2nd ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1951.
60. Sperber GH. Craniofacial Development. Hamilton: BC Decker Inc. ; 2001.
61. Smith TD, Rossie JB, Cooper GM, Mooney MP, Siegel MI. Secondary pneumatization of the maxillary sinus in callitrichid primates: insights from immunohistochemistry and bone cell distribution. Anat. Rec. 2005; 285:677-89.
62. Rossie JB. Ontogeny and homology of the paranasal sinuses in Platyrrhini (Mammalia: Primates) J. Morphol. 2006; 267:1-40.
63. Scheuer L, Black S. Developmental Juvenile Osteology Elsevier Academic Press: San Diego; 2000.
64. Gagliardi A, Winning T, Kaidonis J, Hughes T, Townsend G. Association of frontal sinus development with somatic and skeletal maturation in aboriginal australians: A longitudinal study. 2004; 55:39-52.
65. Ruf S, Pancherez H. Development of the frontal sinus in relation to somatic and skeletal maturity. A cephalometric roentgenographic study at puberty. European Journal of Orthodontics 1996; 18(5):491-7.
66. Karakas S, Kavakli A. Morphometric examination of the paranasal sinuses and mastoid air cells using computed tomography. Ann Saudi Med. 2005; 25(1): 41-5.
67. Seidler H, Falk D, Stringer C, et al. A comparative study of stereolithographically modelled skulls of Petralona and Broken Hill: implications for future studies of middle Pleistocene hominid evolution J. Hum. Evol. 1997; 33:691-703.
68. Laitman JT. Harnessing the hallowed hollows of the head: the mysterious world of the paranasal sinuses. Anat. Rec. 2008; 291:1346-49.
69. Márquez S. The paranasal sinuses: the last frontier in craniofacial biology. Anat. Rec. 2008; 291:1350-61.
70. Enlow DH. The Human Face: An Account of the Postnatal Growth and Development of the Craniofacial Skeleton. Hoeber Medical Division: Harper and Row; 1968.

71. Higgin PO, Bastir M, Kupczik K. Shaping the human face. Intl. Cong. Ser. 2006; 1296: 55-73.
72. Zollikofer CPE, De León MSP, Schmitz RW, Stringer CB. New insights into mid-late Pleistocene fossil hominin paranasal sinus morphology. Anat. Rec. 2008; 291:1506-16.
73. Zollikofer CPE, Weissmann JD. A morphogenetic model of cranial pneumatization based on the invasive tissue hypothesis. Anat. Rec., 2008; 291:1446-54.
74. Blaney SPA. Why paranasal sinuses?. J. Laryngol.1990; 104:690-3.
75. Bookstein K, Schafer H, Prossinger H, et al. Comparing frontal cranial profiles in archaic and modern Homo by morphometric analysis. Anat. Rec. 1999; 257:217-24.
76. Lundberg JO. Nitric oxide and the paranasal sinuses Anat. Rec. 2008; 291:1479-84.
77. Tarani S, Kamakshi S, Naik V, Sodhi A. Forensic Radiology: An Emerging Science. Journal of Advanced Clinical & Research Insights 2016; 4:59-63.
78. Kaya T, Adapınar B, Özkan R. Temel Radyoloji Tekniği Bursa: Güneş &Nobel Yayınları; 1997.
79. Kasban H, Elbendary M, Salama DH. A Comparative Study of Medical Imaging Techniques. International Journal of Information Science and Intelligent System 2015; 4(2):37-58.
80. Petersson A, Gröndahl HG, Suomalainen A. Computed Tomography in Oral and Maxillofacial Radiology. Den Norske Tannlegeforenings 2009; 119:86-93.
81. El-Kelany RSA. Age and Sex İdentification Using frontal Sinus Prints on Computed Tomography Scans in a Sample of Egyptian Population. Doctoral Dissertation: Tanta University Faculty of Medicine; 2003.
82. Zinreich SJ. Imaging of chronic sinusitis in adults: X-ray, computed tomography, and magnetic resonance imaging. J. Allergy Clin. Immunol. 1992; 90:445-51.
83. Garza CR. Analysis of Frontal and Maxillary Sinus Dimensions by Computed Tomography scans for Sex Determination. Master's Thesis, Ohio State University Faculty of Medicine, Ohio; 2017.
84. Ukisu R, Hashizume N, Fukuhara R et al. CT and MR İmaging of Paranasal Sinus. European Society of Radiology, 2013:1-5.
85. Gökçe C, Cicekcibaşı AE, Yılmaz MT, Kıresi D. The Morphometric Analysis of the Important Bone Structures on Skull Base in Living Individuals with Multidetector Computed Tomography. İnternational Journal of Morphology 2014; 32(3):812-21.
86. Demiralp KO, Orhan K, Şebnem E, et al. Comparison of Cone Beam Computed Tomography and ultrasonography with two types of probes in the detection of opaque and non-opaque foreign bodies. Med Ultrason 2018; 20(4):467-74.
87. Flohr T, Ohnesorge B. Heart rate adaptive optimization of spatial and temporal resolution for electrocardiogram-gated multislice spiral CT of the heart. J Comput Assist Tomogr 2001; 25:907-23.

88. Hu H, He HD, Foley WD, Fox SH. Four multidetector-row helical CT: image quality and volume coverage speed. Radiology 2000; 215:55-62.
89. Katada K. Half-second, half millimeter real time multislice helical CT: CT diagnosis using Aquillon. Medical Review 1999; 68:31-8.
90. Gillies RJ, Kinahan PE, Hricak H. Radiomics: images are more than pictures, they are data. Radiology 2016; 278:563-77.
91. Su C, Jiang J, Zhang S. Radiomics based on multicontrast MRI can precisely differentiate among glioma subtypes and predict tumour proliferative behaviour. Eur Radiol 2019; 29:1986-96.
92. Wang Q, Li Q, Mi R. Radiomics nomogram building from multiparametric MRI to predict grade in patients with glioma: a cohort study. J Magn Reson Imaging 2019; 49:825-33.
93. Kocak B, Durmaz ES, Kadioglu P. Predicting response to somatostatin analogues in acromegaly: machine learning-based high-dimensional quantitative texture analysis on T2-weighted MRI. Eur Radiol. 2019; 29:2731-9.
94. Zeynalova A, Kocak B, Durmaz ES. Preoperative evaluation of tumour consistency in pituitary macroadenomas: a machine learning based histogram analysis on conventional T2 weighted MRI. Neuroradiology 2019; 61:767-74.
95. Yang L, Yang J, Zhou X. Development of a radiomics nomogram based on the 2D and 3D CT features to predict the survival of non-small cell lung cancer patients. Eur Radiol. 2019; 29:2196-206.
96. Mannil M, von Spiczak J, Muehlematter UJ, et al. Texture analysis of myocardial infarction in CT: Comparison with visual analysis and impact of iterative reconstruction. Eur J Radiol. 2019; 113:245-50.
97. Peng J, Zhang J, Zhang Q, et al. A radiomics nomogram for preoperative prediction of microvascular invasion risk in hepatitis B virus-related hepatocellular carcinoma. Diagn Interv. Radiol. 2018; 24:121-7.
98. Kocak B, Durmaz ES, Ates E, Kaya OK, Kilickesmez O. Unenhanced CT texture analysis of clear cell renal cell carcinomas: a machine learning-based study for predicting histopathologic nuclear grade. AJR Am. J. Roentgenol 2019:1-8.
99. Kocak B, Yardimci AH, Bektas CT, et al. Textural differences between renal cell carcinoma subtypes: Machine learning-based quantitative computed tomography texture analysis with independent external validation. Eur J Radiol. 2018; 107:149-57.
100. Kocak B, Durmaz ES, Ates E, Ulusan MB. Radiogenomics in clear cell renal cell carcinoma: machine learning-based high-dimensional quantitative CT texture analysis in predicting PBRM1 mutation status. AJR Am J Roentgenol 2019; 212:55-63.
101. Bektas CT, Kocak B, Yardimci AH. Clear cell renal cell carcinoma: machine learning-based quantitative computed tomography texture analysis for prediction of fuhrman nuclear grade. Eur Radiol. 2019; 29:1153-63.

102. Ho LM, Samei E, Mazurowski MA. Can texture analysis be used to distinguish benign from malignant adrenal nodules on unenhanced CT, contrast-enhanced CT, or In-phase and opposed-phase MRI? AJR Am J Roentgenol. 2019; 212:554-61.
103. Shi B, Zhang GMY, Xu M, Jin ZY, Sun H. Distinguishing metastases from benign adrenal masses: what can CT texture analysis do? Acta Radiol. 2019; 60(11):1553-61.
104. Min X, Li M, Dong D. Multi-parametric MRI-based radiomics signature for discriminating between clinically significant and insignificant prostate cancer: Cross-validation of a machine learning method. Eur J. Radiol. 2019; 115:16-21.
105. Thrall JH, Li X, Li Q. Artificial intelligence and machine learning in radiology: opportunities, challenges, pitfalls, and criteria for success. J Am Coll Radiol. 2018; 15(3):504-8.
106. Chartrand G, Cheng PM, Vorontsov E. Deep learning: a primer for radiologists. Radiographics 2017; 37:2113-31.
107. Erickson BJ, Korfiatis P, Akkus Z, Kline TL. Machine learning for medical imaging. Radiographics 2017; 37:505-15.
108. Arimura H, Soufi M, Kamezawa H, Ninomiya K, Yamada M. Radiomics with artificial intelligence for precision medicine in radiation therapy. J Radiat Res. 2019; 60:150-7.
109. Kononenko I. Machine learning for medical diagnosis: history, state of the art and perspective. Artif Intell Med. 2001; 23:89-109.
110. Auffermann WF, Gozansky EK, Tridandapani S. Artificial intelligence in cardiothoracic radiology. AJR Am J Roentgenol 2019; 19:1-5.
111. Harmon SA, Tuncer S, Sanford T, Choyke PL, Türkbey B. Artificial intelligence at the intersection of pathology and radiology in prostate cancer. Diagn. Interv. Radiol. 2019; 25:183-8.
112. Le EPV, Wang Y, Huang Y, et al. Artificial intelligence in breast imaging. Clin Radiol. 2019; 74:357-66.
113. Bi WL, Hosny A, Schabath MB. Artificial intelligence in cancer imaging: Clinical challenges and applications. CA Cancer J. Clin. 2019; 69:127-57.
114. Koçak B, Durmaz EŞ, Ateş E, Kılıçkesmez Ö. Radiomics with artificial intelligence: a practical guide for beginners. Diagn Interv Radiol. 2019 ;25(6):485-95.
115. Harry VN, Semple SI, Parkin DE, Gilbert FJ. Use of new imaging techniques to predict tumour response to therapy. Lancet Oncol. 2010; 11:92-102.
116. Atri M. New technologies and directed agents for applications of cancer imaging. J Clin Oncol. 2006; 24:3299-308.
117. Le CY, Bengio Y, Hinton G. Deep learning. Nature. 2015; 521:436-44.
118. Varghese BA, Cen SY, Hwang DH, Duddalwar VA. Texture analysis of imaging: what radiologists need to know. AJR Am. J. Roentgenol 2019; 212:520-8.

119. Buckler AJ, Bresolin L, Dunnick NR, Sullivan DC. A collaborative enterprise for multi-stakeholder participation in the advancement of quantitative imaging. Radiology 2011; 258:906-14.
120. Shafiq Ul, Hassan M, Zhang GG, Latifi K. Intrinsic dependencies of CT radiomic features on voxel size and number of gray levels. Med Phys. 2017; 44:1050-62.
121. Shafiq-Ul, Hassan M, Latifi K, Zhang G, Ullah G, Gillies R, Moros E. Voxel size and gray level normalization of CT radiomic features in lung cancer. Sci. Rep. 2018; 8:105-45.
122. Sled JG, Zijdenbos AP, Evans AC. A nonparametric method for automatic correction of intensity nonuniformity in MRI data. IEEE Trans Med Imaging. 1998; 17:87-97.
123. Tustison NJ, Avants BB, Cook PA. N4ITK: improved N3 bias correction. IEEE Trans Med Imaging. 2010; 29:1310-20.
124. Collewet G, Strzelecki M, Mariette F. Influence of MRI acquisition protocols and image intensity normalization methods on texture classification. Magn Reson Imaging 2004; 22:81-91.
125. Parker J, Kenyon RV, Troxel DE. Comparison of interpolating methods for image resampling. IEEE Trans. Med. Imaging 1983; 2:31-9.
126. Kocak B, Durmaz ES, Kaya OK, Ates E, Kilickesmez O. Reliability of single-slice-based 2D CT texture analysis of renal masses: influence of intra- and interobserver manual segmentation variability on radiomic feature reproducibility. AJR Am J Roentgenol. 2019:1-7.
127. Kass M, Witkin A, Terzopoulos D. Snakes: Active contour models. Int. J. Comput. Vis. 1988; 1:321-31.
128. Suzuki K, Epstein ML, Kohlbrenner R. CT liver volumetry using geodesic active contour segmentation with a level-set algorithm. 2010 Conference Proceedings; SPIE Medical Imaging; San Diego:CA.; 2010:7624.
129. Peng J, Hu P, Lu F, et al. 3D liver segmentation using multiple region appearances and graph cuts. Med Phys. 2015; 42:6840-52.
130. Wu W, Zhou Z, Wu S, Zhang Y. Automatic liver segmentation on volumetric CT images using supervoxel-based graph cuts. Comput Math Methods Med. 2016; 2016:9093721.
131. Pereira S, Pinto A, Alves V, Silva CA. Brain tumor segmentation using convolutional neural networks in MRI images. IEEE Trans Med Imaging. 2016; 35:1240-51.
132. Ypsilantis PP, Siddique M, Sohn HM. Predicting response to neoadjuvant chemotherapy with PET imaging using convolutional neural networks. Plos One 2015; 10:0137036.
133. Li Z, Wang Y, Yu J, Guo Y, Cao W. Deep learning based radiomics (DLR) and its usage in noninvasive IDH1 prediction for low grade glioma. Sci. Rep. 2017; 7:5467.
134. Zwanenburg A, Leger S, Vallières M, Löck S. Image biomarker standardisation initiative-feature definitions. Radyomics Futures pyradiomics 2016: 13-76.

135. Morgan JA. Sex Determination Using the Petrous Portion of the Temporal Bone: A Validation Study of Three Cranial Techniques Using Computed Tomography (CT) Scans. Master's Thesis, University of Manitabo, Faculty of Education, Canada; 2009.
136. Schutkowski H. Sex Determination of Infant and Juvenile Skeletons: I.Morphognostic Features. American Journal of Physical Anthropology 1993; 90:199-205.
137. Şahiner Y, Yalçın H. Erkek ve Bayanlarda Kafatası Kemiğinden Geometrik Morfometri Metoduyla Cinsiyet Tayini ve Ramus Flexure. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi 2007; 2(4):134-42.
138. White TD, Black MT, Folkens PA. Human Osteology, Third Edition Elsevier Academic Press; 2011.
139. Lalwani M, Yadav J, Dubey BP. Sex Identification from Cranial Capacity of Adult Human Skulls. Journal of Indian Academy of Forensic Medicine, 2012; 34(2):128-32.
140. Krogman WM. The Human Skeleton in Forensic Medicine. Springfield: Charles C.Thomas. 1962;114-22.
141. Singh PK, Tamrakar D, Karki S, Menezes RG. Determination of Sex from the Foramen Magnum using 3D CT: A Nepalese Study. Kathmandu University Medical Journal 2017; 57(1):61-5.
142. Dereli AK, Zeybek V, Sagtas E, et al. Sex determination with morphological characteristics of the skull by using 3D modeling techniques in computerized tomography. Forensic Sci Med Pathol. 2018; 14(4):450-9.
143. Patel RA, Chaudhary AR, Dudhia BB, et al. Mandibular Canine İndex: A Study for Gender Determination in Gandhinagar Population. Journal of Forensic Dental Sciences,2018; 9(3):135-43.
144. Loth SR, Henneberg M. Sexually Dimorphic Mandibular Morphology in the First. American Journal of Physical Anthropology, 2001; 115:179-80.
145. Srivastava RK, Kumar A, Ali I, et al. Determination of Age and Sex and Identification of Deceased Person by Forensic Procedures. Universal Research Journal of Dentistry, 2014; 4(3):153-6.
146. Pathol N. Age Estimation Using Third Molar Development. The Malaysian Journal of Pathology 1995; 17(1):33-4.
147. Mujıb ABR, Tarıgoppula Rkvn, Kulkarnı PG, BS A. Gender Determination Using Diagonal Measurements of Maxillary Molar and Canine Teeth in Davangere Population. Journal of Clinical and Diagnostic Research, 2014; 8(11):141-4.
148. Sonika V, Harshaminder K, Mandhushankari GS, Kennath AS. Sexual Dimorphism in the Permanent Maxillary First Molar: A Study of the Haryana Population (Indiana). J Forensic Odontostomatol 2011; 29(1):37-43.
149. Neuhuber W, Lyer S, Alexiou C, Buder T. Anatomy and Blood Supply. Deutschland: Springer-Verlag gmbh; 2017.
150. Selthofer R, Nikolic V, Mrcela T, et al. Morphometric Analysis of the Sternum. Coll. Antropol, 2015; 1:44.

151. Ekizoğlu O, Hocaoğlu E, İnci E, et al. Sex Estimation From Sternal Measurements Using Multidetector Computed Tomography. Medicine 2014; 93(27):1-5.
152. Rozendall A.S. Estimating Sex from the Seven Cervical Vertebrae: An Analysis of White European Skeletal Populations. Nova Scotia: Andrew Stephan Rozendaal; 2016.
153. Marino EA. Sex estimation using the first cervical vertebra. Am J Phys Anthropol 1995; 97:127-33.
154. Wescott DJ. Sex variation in the second cervical vertebra. J Forensic Sci. 2000; 45(2):462-6.
155. Marlow EJ, Pastor RF. Sex determination using the second cervical vertebra-A test of the method. J Forensic Sci. 2011; 56(1):165-9.
156. Bethard JD, Seet BL. Sex determination from the second cervical vertebra: a test of Wescott's method on a modern American sample. J Forensic Sci. 2013; 58(1):101-3.
157. Kibii JM, Pan R, Tobias P. Morphometric variations of the 7th cervical vertebrae of Zulu, White, and Colored South Africans Clin. Anat. 2010; 23(4):399-406
158. Tellioglu AM, Karakas S. Humerus'tan Morfometrik Yöntemlerle Cinsiyet Tayini. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 2013; 27(2):75-9.
159. Vance VL, Steyn M. Geometric Morphometric Assessment of Sexually Dimorphic Characteristics of the Distal Humerus. Homo: internationale Zeitschrift fur die vergleichende Forschung am Menschen, 2013; 64(5):1-10.
160. Schmitt A, Cunha E, Pinheiro J. Forensic Anthropology and Medicine. New Jersey: Humana; 2006.
161. Salim Z. Accuracy and Reliability in Sex Determination Using the Os Coxa: A Comparison of Metric v.s Phenice Method. Master's Thesis, University of Houston, Faculty of Arts and Sciences, 2012: 6-15.
162. Mcginnes MB. Sex Determination by Discriminant Function Analysis of Native American Crania from Florida and Georgia. Master's Thesis. University of Florida; 2007.
163. Monum T, Prasitwattanseree S, Das S, Siriphimolwat P, Mahakkanukrauh P. Sex Estimation by Femur in Modern Thai Population. Clinical Therapeutics, 2017; 168(3):203-7.
164. Ozer I, Katayama K. Sex Determination Using the Femur in an Ancient Japanese Population. Collegium Antropologicum, 2008; 32(1):67-72.
165. Sakaue K. Sexual Determination of Long Bones in Recent Japanese. Anthropological Science 2003; 112: 75-81.
166. Soni G, Dhall U, Chhabra S. Determination of Sex From Femur: Discriminant Analysis. Journal of the Anatomical Society of India, 2010; 59(2):216-21.
167. Uzuner MB, Geneci F, Ocak M, et al. Sex Determination from the Radiographic Measurements of Calcaneus. An İnternational Journal of Experimental and Clinical Anatomy 2016; 10(3):200-4.

168. Silva AM. Sex Assessment Using the Calcaneus and Talus. Anthropologia Portuguesa, 1995; 13:107-19.
169. Harris SM. Sexual Dimorphism in Tarsals: Implications for Sex Determination. Master Thesis, North Carolina State University 2009; 5-36.
170. Kaushal S, Patnaik VVG, Agnihotri G. Mandibular Canines in Sex Determination. J. Anat. Soc. India. 2003; 52(2):119-24
171. Hebda L. DNA Isolation and Analysis from Skeletal Remains: Evaluating the Utility of Soil DNA Extraction Kıts. Forensic Sciences Master Thesis; 2013:1-3.
172. Alonso A, Andelinoviç S, Martin P, et al. DNA Typing from Skeletal Remains: Evaluation of Multiplex and Megaplex STR Systems on DNA Isolated from Bone and Teeth Samples Profiles in DNA 2001; 42:3-8.
173. Butler E, Li R. Genetic Markers for Sex İdentification in Forensic DNA Analysis. Journal of Forensic Investigation 2014; 2(3):1-3.
174. The Royal Society. Forensic DNA Analysis: a Primer for Courts. London: RSE; 2017.
175. Gill P, Sparkes R, Tully G. DNA Profiling in Forensic Science. Encyclopedia of Life Sciences, 2001:1-7.
176. Parducci L, Bennett K. Ancient DNA. Bioscience, 2005; 2(2):2-15.
177. Samsuwan J, Somboonchokepısal T, Akaraputtıporn T, et al. A Method for Extracting DNA from Hard Tissues for Use in Forensic İdentification. Biomedical Reports 2018; 9:433-8.
178. Singh A, Nagar M, Kumar A. An Anthropometric Study of the Humerus in Adults. Research and Reviews: Journal of Medical and Health Sciences 2014; 2(3):77-8.
179. Hansen HB, Damgaard PB, Margaryan A, et al. Comparing Ancient DNA Preservation in Petrous Bone and Tooth Cementum. Plos One 2017; 27:1-18.
180. Pinhasi R, Fernandes DM, Sirak K, Cheronet O. Isolating the Human Cochlea to Generate Bone Powder for Ancient DNA Analysis. Nature Protocols 2019; 1:1-2.
181. Skoglund P, Stora J, Götherstöm A, Jakobsson M. Accurate Sex İdentification of Ancient Human Remains Using DNA Shotgun Sequencing. Journal of Archaeological Science 2013; 40:4477-82.
182. Amores A, Botella MC, Aleman I. Sexual dimorphism in the 7th cervical and 12th thoracic vertebrae from a Mediterranean population. J. Forensic Sci. 2014; 59(2):301-5.
183. Zwanenburg A, Leger S, Vallières M, Löck S. Image biomarker standardisation initiative-feature definitions. Radiomic Futures-pyradiomics; 2016.
184. Duron L, Balvay D, Perre SV. Gray-level discretization impacts reproducible MRI radiomics texture features. Plos One 2019; 14:e0213459.
185. Tillier A.M. La pneumatization du massif cranio-facial chez les hommes actuels et fossiles Bull. Mém. Soc. Anthropol. Paris, 1977: 177-89.

186. Atkins L, Potsaid MS. Roentgenographic identification of human remains. JAMA 1978; 240:2307-8.
187. Marlin DC, Clark MA, Standish SM. Identification of human remains by comparison of frontal sinus radiographs: a series of four cases. J Forensic Sci 1991; 36:1765-72.
188. Haglund WD, Fligner CL. Confirmation of human identification using computerized tomography (CT). J Forensic Sci 1993; 38:708-12.
189. Owsley DW. Identification of the fragmentary, burned remains of two U.S. journalists seven years after their disappearance in Guatemala. J. Forensic Sci.1993; 38(6):1372-82.
190. Quatrehomme G, Fronty P, Sapanet M, Grevin G, Bailet P. Identification by frontal sinus pattern in forensic anthropology. Forensic Sci Int 1996; 83(2):147-53.
191. Phrabhakaran N, Naidu MDK, Subramaniam K. Anatomical variability of the frontal sinuses and their application in forensic identification. Clin Anat 1999; 12:16-9.
192. Christensen AM. Testing the reliability of frontal sinuses in positive identification. J Forensic Sci 2005; 50(1):1-5.
193. Tatlısumak E, Yilmaz OG, Aslan A, Asirdizer M, Zeyfeoglu Y, Tarhan S. Identification of unknown bodies by using CT images of frontal sinüs. Forensic Sci. Int. 2007; 166:42-8.
194. Kirk NJ, Wood RE, Goldstein M. Skeletal identification using the frontal sinüs region: a retrospective study of 39 cases, J. Forensic Sci. 2002; 47:318-23.
195. Tatlisumak E, Ovali GY, Asirdizer M, et al. CT study on morphometry of frontal sinus, Clin. Anat. 2008; 21:287-93.
196. Gibelli D, Cellina M, Cappella A, et al. An innovative 3D-3D superimposition for assessing anatomical uniqueness of frontal sinuses through segmentation on CT scans. Int. J. Legal Med. 2019; 133(4):1159-65.
197. Souza JR, Marana AN, Weber SAT. Automatic frontal sinus recognition in computed tomography images for person identification. Forensic Sci Int. 2018; 286:252-64.
198. Camargo JR, Daruge E, Prado FB, et al. The frontal sinus morphology in radiographs of Brazilian subjects; its forensic importance. Braz. J. Morphol. Sci. 2007; 24:239-43.
199. Michel J, Paganelli A, Varoquaux A, et al. Determination of sex: interest of frontal sinus 3D reconstructions. J. Forensic Sci. 2015; 60:269-73.
200. Akhlaghi M, Bakhtavar K, Moarefdoost J, Kamali A, Rafeifar S. Frontal sinus parameters in computed tomography and sex determination. Leg Med (Tokyo). 2016; 19:22-7.
201. Anagnostopoulou S, Venieratos D, Spyropoulos N. Classification of human maxillar sinuses according to their geometric features. Anat. Anz. 1991; 173:121-30.

202. Uchida Y, Goto M, Katsuki T, Akiyoshi T. A cadaveric study of maxillary sinus size as aid in bone grafting of the maxillary sinus floor. J Oral Maxillofac Surg. 1998; 56:1158-63.
203. Cohen O, Warman M, Fried M, et al. Volumetric analysis the maxillary, sphenoid and frontal sinuses: comparative computerized tomography-based study. Auris Nasus Larynx 2018; 45(1):96-102.
204. Sharma SK, Jehan M, Kumar A. Measurements of maxillary sinus volume and dimensions by computed tomography scan for gender determination. J. Anat. Soc. India 2014; 63(1):36-42.
205. Oliveira JM, Alonso MB, Fuziy A. Volumetric study of sphenoid sinuses: anatomical analysis in helical computed tomography. Surg. Radiol. Anat. 2017; 39(4):367-74.
206. Gibelli D, Cellina M, Gibelli S, et al. Volumetric assessment of sphenoid sinuses through segmentation on CT scan. Surg. Radiol. Anat. 2018; 40(2):193-8
207. Kirmeier R, Arnetzl C, Robl T, et al. Reproducibility of volumetric measurements on maxillary sinuses. Int. J. Oral Maxillofac. Surg. 2011; 40(2):195-9.
208. Wanzeler AMV, Alves JSM, Ayres L, et al. Sex estimation using paranasal sinus discriminant analysis: a new approach via cone beam computerized tomography volume analysis. Int J Legal Med. 2019; 133(6):1977-84.
209. Kawarai Y, Fukushima K, Ogawa T. Volume quantification of healthy paranasal cavity by three-dimensional CT imaging. Acta. Otolaryngol Suppl. 1999; 540:45-9.
210. S. Verma, V.G. Mahima, K. Patil. Radiomorphometric analysis of frontal sinüs for sex determination. J. Forensic Dent. Sci. 2014; 6: 177-82.
211. Aydinlioglu A, Kavakli A, Erdem S. Absence of frontal sinus in Turkish individuals. Yonsei Med. J. 2003; 44:215-8.
212. Nowak R, Mehls G. Die aplasien der sinus maxillares und frontales unter besenderer Berucksichtigung der pneumatisation bei spalttragern. Anat. Anz. 1977; 142: 441-50.
213. Pondé JM, Metzger P, Amaral G, Machado M, Prandini M. Anatomic variations of the frontal sinus. Minim. Invasive Neurosurg. 2003; 46(1):29-32.
214. Som PM, Curtin HD. Head and neck imaging. Anatomy and Physiology, 4th ed. St. Louis: Mosby; 2003:98-100.
215. Dodd G, Jing B. Radiology of the Nose, Paranasal Sinuses and Nasopharynx. Baltimore: Williams & Wilkins; 1977:59-65.
216. Hollinshead W. The nose and paranasal sinuses. In: Hollinshead W, editor. Anatomy for Surgeons. New York: Hoeber-Harper:1954; 229-81.
217. Kountakis S, Senior B, Draf W. The frontal sinus. Heidelberg: Springer-Verlag; 2005.
218. Shah RK, Dhingra JK, Carter BL. Paranasal sinus development: a radiographic study. Laryngoscope. 2003; 113:205-9.

219. Goss C. Gray's Anatomy of the Human Body, 27th ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1963.
220. M.K. Lee, O. Sakai, J.H. Spiegel, CT measurement of the frontal sinüs gender differences and implications for frontal cranioplasty, J. Craniomaxillofac. Surg. 2010; 38:494-500.
221. Cakur B, Sumbullu MA, Durna NB. Aplasia and agenesis of the frontal sinus in Turkish individuals: a retrospective study using dental volumetric tomography. Int. J. Med. Sci. 2011; 8(3):278-82.
222. Lenza M, Lenza MO, Dalstra M, Melsen B, Cattaneo P. An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study. Orthod. Craniofac. Res. 2010; 13(2):96-105.
223. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. J. Can. Dent. Assoc. 2006; 72(1):75-80.
224. Biggerstaff RH. Craniofacial characteristics as determinants of age, sex and race in forensic dentistry. Dent. Clin. North. Am. 1977; 21(1):85-97.
225. White SC, Pharoah MJ. Oral radiology: principles and interpretation. St. Louis MO: Elsevier Health Sciences; 2014.
226. Havas TE, Motbey JA, Gullane PJ. Prevalence of incidental abnormalities on computed tomographic scans of the paranasal sinuses. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 1988; 114(8):856-9.
227. Fernandes CL. Volumetric analysis of maxillary sinuses of Zulu and European crania by helical, multislice computed tomography J.Laryngol Otol. 2004; 118(11):877-81.
228. Farias Gomes A, de Oliveira Gamba T, Yamasaki MC, et al. Development and validation of a formula based on maxillary sinus measurements as a tool for sex estimation: a cone beam computed tomography study. Int J Legal Med. 2019; 133(4):1241-9.
229. Przystańska A, Rewekant A, Sroka A, et al. Sexual dimorphism of maxillary sinuses in children and adolescents - A retrospective CT study. Ann. Anat. 2020; 229:151437.
230. Ariji Y, Ariji E, Yoshiura K, Kanda S. Computed tomographic indices for maxillary sinus size in comparison with the sinus volume Dentomaxillofac. Radiol. 1996; 25:19-26.
231. Akhlaghi M, Afshar SH, Barouni F, Taghadosinejad Z, Tofighi MHG. General Forensic Medicine and Toxicology (second ed.), Tehran: Medical Science publication; 2006.
232. Akhlaghi M, Allahyari PV, Mehdizadeh F. Sexing based on measurements of the femoral head parameters on pelvic radiographs J. Forensic Leg. Med. 2014; 23:70-5.
233. Akhlaghi M, Bakhtavar K, Kamali A, et al. The diagnostic value of anthropometric indices of maxillary sinuses for sex determination using CT-scan images in Iranian adults: A cross-sectional study J. Forensic Leg. Med. 2017; 49:94-100.

234. Uthman AT, Al-Rawi NH, Al-Naaimi AS, Al-Timimi JF. Evaluation of maxillary sinus dimensions in gender determination using helical CT scanning Journal Forensic Sci. 2011; 56(2):403-8.
235. Teke HY, Duran S, Canturk N, Canturk G. Determination of gender by measuring the size of the maxillary sinuses in computerized tomography scans. Surg. Radiol. Anat. 2007; 29(1):9-13.
236. Amin MF, Hassan EI. Sex identification in Egyptian population using Multidetector Computed Tomography of the maxillary sinüs J. Forensic Leg. Med. 2012; 19(2):65-9.
237. Raoof TM, Saeed KA, Mahmood KA. Anatomical variation of frontal sinuses evaluated by CT scan in relation to age and sex in Sulaimani city, JSMC 2013; 3:33-45.
238. Kapila S, Conley RS, Harrell WE. The current status of cone beam computed tomography imaging in orthodontics. Dentomaxillofac. Rad. 2011; 40:24-34.
239. Koertvelyessy T. Relationships between the frontal sinus and climatic conditions: a skeletal approach to cold adaptation. Am. J. Phys. Anthropol. 1972; 37:161-72.
240. Sanchez FJM, Escuredo JAA, Rey ASD, Montoya MS. Morphometric study of the paranasal sinuses in normal and pathological conditions Acta Otolaryngol 2000; 120:273-8.
241. Stratemann SA, Huang JC, Maki K, et al. Evaluating the mandible with cone-beam computed tomography. Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop. 2010; 137:58-70.
242. Thomas L, Pallanch JF. Three-dimensional CT reconstruction and virtual endoscopic study of the ostial orientations of the frontal recess. Am. J. Rhinol. Allergy 2010; 24(5):378-84.
243. Jun BC, Song SW, Kim BG. A comparative analysis of intranasal volume and olfactory function using a three-dimensional reconstruction of paranasal sinus computed tomography, with a focus on the airway around the turbinates. Eur Arch Otorhinolaryngol 2010; 267(9):1389-95.
244. Christensen AM. The impact of Daubert: implications for testimony and research in forensic anthropology (and the use of frontal sinuses in personal identification). J Forensic Sci. 2004; 49(3):427-30.
245. Besana JL, Rogers TL. Personal identification using the frontal sinus. J. Forensic Sci. 2010; 55(3):584-9.
246. Fatua C, Puisorub M, Rotaruc M, Truta AM. Morphometric evaluation of the frontal sinus in relation to age. Trutad. Ann. Anat. 2006; 188:275-80.
247. Spaeth J, Krugelstein U, Schlondorf G. The paranasal sinuses in CT-imaging: development from birth to age 25. Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol. 1997; 39:25-40.
248. Sahlstrand-Johnson P, Jannert M, Strömbeck A, Abul-Kasim K. Computed tomography measurements of different dimensions of maxillary and frontal sinuses. BMC Med. Imaging 2011; 11(1):8.

249. Szilvssy J. New methods about the intraserial analysis of excavation areas. Mitt Berliner Ges. Anthrop. Ethnol. Urgesc. 1986; 7:49-62.
250. Kim HJ, Yoon HR, Kim KD, et al. Personal computer based three dimensional reconstruction and simultion of maxillary sinus. Surg. Radiol Anat. 2002; 24:393-9.
251. Iscan MY. Forensic anthropology of sex and body size. Forensic Sci. Int. 2015; 147:107-12.
252. Danesh-Sani SA, Bavandi R, Esmaili M. Frontal sinus agenesis using computed tomography, J. Craniofac. Surg. 2011; 22:48-51.
253. Tretiakow D, Tesch K, Meyer-Szary J, Markiet K, Skorek A. Three-dimensional modeling and automatic analysis of the human nasal cavity and paranasal sinuses using the computational fluid dynamics method. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2021; 278(5):1443-53.
254. Murphy AM. The articular surfaces of the hindfoot: sex assessment of prehistoric New Zealand Polynesian skeletal remains. Forensic Sci. Int. 2005; 151(1):19-22.
255. Introna FJ, Di Vella G, Campobasso CP, Dragone M. Sex determination by discriminant analysis of calcanei measurements. J. Forensic Sci. 1997; 42(4):725-8.
256. Sarment D, Christensen AM. The use of cone beam computed tomography in forensic radiology. J. Forensic Rad. Imag. 2014; 2(4):173-81.
257. Ekizoglu O, Inci E, Hocaoglu E, Sayin I, Kayhan FT, Can IO. The use of maxillary sinus dimensions in gender determination: a thin-slice multidetector computed tomography assisted morphometric study. J. Craniomaxillofac. Surg. 2014; 25(3):957-60.
258. Park IH, Song JS, Choi H, et al. Volumetric study in the development of paranasal sinuses by CT imaging in Asian: a pilot study. Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol 2010; 74(12):1347-50.
259. Emirzeoglu M, Sahin B, Bilgic S, et al. Volumetric evaluation of the paranasal sinuses in normal subjects using computer tomography images: a stereological study. Auris Nasus Larynx 2007; 34:191-5.
260. Sidhu R, Chandra S, Devi P, et al. Forensic importance of maxillary sinus in gender determination: a morphometric analysis from Western Uttar Pradesh, India. Eur. J. Gen. Dent. 2014; 3(1):53-6.
261. Paknahad M, Shahidi S, Zarei Z. Sexual dimorphism of maxillary sinus dimensions using cone-beam computed tomography. J. Forensic Sci. 2017; 62(2):395-8.
262. Choi IGG, Duailibi-Neto EF, Beaini TL, et al. The Frontal Sinus Cavity Exhibits Sexual Dimorphism in 3D Cone-beam CT Images and can be Used for Sex Determination. J. Forensic Sci. 2018; 63(3):692-8.
263. Cossellu G, De Luca S, Biagi R, et al. Reliability of frontal sinus by cone beam-computed tomography (CBCT) for individual identification. Radiol Med. 2015; 120(12):1130-6.
264. Kim DI, Lee UY, Park SO, Kwak DS, Han SH. Identification using frontal sinus by three-dimensional reconstruction from computed tomography. J. Forensic Sci. 2013; 58(1):5-12.

265. Cameriere R, Ferrante L, Molleson T, Brown B. Frontal sinus accuracy in identification as measured by false positives in kin groups. J. Forensic Sci. 2008; 53(6):1280-2.
266. Angyal M, Derczy K. Personal identification on the basis of antemortem and postmortem radiographs. Journal Forensic Sci. 1998; 43:1089-93.
267. Jablonski NG, Shum BS. Identification of unknown human remains by comparison of antemortem and postmortem radiographs. Forensic Sci. Int. 1989; 42:221-30.
268. Reichs KJ, Dorion RBJ. The use of computerized axial tomography scans in the comparison of frontal sinus configurations. Canad. Soc. Forensic Sci. J. 1992; 25:1-16.
269. Asherson N. Identification by frontal sinus prints. London: Lewis HK; 1965.
270. Ubelaker DH. Positive identification from the radiographic comparison of frontal sinus patterns. Springfield, IL: Thomas CC. 1984:399-411.
271. Culbert WL, Law FL. Identification by comparison of roentgenograms of nasal accessory sinuses and mastoid processes. JAMA 1927; 88:1634-6.
272. Murphy WA, Gantner GE. Radiologic examination of anatomic parts and skeletonized remains. J. Forensic Sci. 1982; 27:9-18.
273. Da Silva RF, Prado FB, Caputo IG, et al. The forensic importance of frontal sinus radiographs. J. Forensic Leg. Med. 2009; 16:18-23.
274. Ozgursoy OB, Comert A, Yorulmaz I, et al. Hidden unilateral agenesis of the frontal sinus: human cadaver study of a potential surgical pitfall, Am. J. Otolaryngol. 2010; 31:231-4.
275. Shapiro R, Schorr S. A consideration of the systemic factors that influence frontal sinus pneumatization. Invest. Radiol. 1980; 15:191-202.
276. Harris AMP, Wood RE, Nortje CJ, Thomas CJ. Gender and ethnic differences of the radiographic image of the frontal region. J. Forensic Odontostomatol. 1987; 5:51-7.
277. Yoshino M, Miyasaka S, Sato H, Seta S. Classification system of frontal sinus patterns by radiography, its application to identification of unknown skeletal remains. Forensic Sci. Int. 1987; 34(4):289-99.
278. Butaric LN, Jones GC, Garvin HM. Revisiting global patterns of frontal sinus aplasia utilizing computed tomography. Forensic Sci. Int. 2020; 315:110458.
279. Harris AMP, Wood RE, Nortje CJ, Thomas CJ. The frontal sinus: Forensic fingerprint? A pilot study. J Forensic Odontostomatol. 1987; 5:9-15.
280. Assiri KS, Alroqi AS. Frequency of the frontal sinus aplasia among Saudi Arabian population. A single-center retrospective case review. Saudi Med. J. 2021; 42(2):228-31.
281. Uthman AT, Al-Rawi NH, Al-Naaimi AS, Tawfeeq AS, Suhail EH. Evaluation of frontal sinus and skull measurements using spiral CT

scanning: an aid in unknown person identification. Forensic Sci. Int. 2010; 197(124):1-7.
282. Belaldavar C, Kotrashetti VS, Hallikerimath SR, Kale AD. Assessment of frontal sinus dimensions to determine sexual dimorphism among Indian adults. J. Forensic Dent. Sci. 2014; 6:25-30.
283. Tatlısumak E, Asirdizer M, Yavuz MS. Usability of CT images of frontal sinüs in forensic personal identification, InTech, 2011; 257-68.
284. Cox M, Malcolm M, Fairgrieve SI. A new digital method for the objective comparison of frontal sinuses for identification. J. Forensic Sci. 2009; 54(4):761-72.
285. Weber GW, Schaefer K, Prossinger H, et al. Virtual anthropology: the digital evolution in anthropological sciences. J Physiol. Anthropol. Appl. Human Sci. 2001; 20(2):69-80.
286. Schuller A. Note on the identification of skulls by X-ray pictures of the frontal sinuses. Med. J. 1943; 1:554-6.
287. Fernandes CL. Forensic ethnic identification of crania: the role of the maxillary sinus new approach. Am. J. Forensic Med. Pathol. 2004; 25(4):302-13.
288. Bargbrouth G, Prior JO, Lepori D, et al. Paranasal sinuses in children: size evaluation of maxillary, sphenoid and frontal sinuses by magnetic resonance imaging and proposal of volume index percentile curves. Eur. Radiol. 2002; 12:1451-8.

EKLER

Ek 1.a Etik kurulu onayı 1. Sayfası.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	**Retrospektif Çekilen 3D Kraniyal BT ile Elde Edilen Görüntülerin Radiomics Programı (3D Slicer) Kullanılarak Radyomorfometrik ve Yeniden Yapılandırma Yöntemleriyle Frontal Sinüsten Cinsiyet Tayini**

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu 2011-KAEK-26
	AÇIK ADRESİ	Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Rektörlük Binası Kat.1 Görükle Kampüsü Nilüfer/ Bursa
	TELEFON	0.224. 295 00 20
	FAKS	0.224. 295 00 29
	E-POSTA	uukaek@uludag.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof.Dr.Recep Fedakar			
	SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı			
	YARDIMCI ARAŞTIRMACININ UNVANI/ADI/SOYADI	-Araş.Gör.Dr.Yasin Çelebi -Doç.Dr.Gökhan Gökalp, Uzm.Dr.Rifat Özpar, Araş.Gör.Dr.Muhammed Fırat Öztepe			
	YARDIMCI ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	-Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı -Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	ARAŞTIRMANIN TÜRÜ	Retrospektif araştırma			
	ARAŞTIRMANIN YAPILIŞ AMACI	Uzmanlık tez çalışması			
	ARAŞTIRMANIN BAŞLAMA TARİHİ/ SÜRESİ	28.05.2021 / 12 ay			
	GÖNÜLLÜ/DOSYA SAYISI	600			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐

	Belge Adı	**Tarihi**	**Dili**
DEĞERLENDİRİLEN İLGİLİ BELGELER	GİRİŞİMSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR İÇİN BAŞVURU FORMU	22.04.2021	Türkçe

	Belge Adı		**Açıklama**
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	ARAŞTIRMA BÜTÇE FORMU	☒	Tarih: 19.02.2021
	ARAŞTIRICILAR İÇİN TAAHHÜTNAME FORMU	☒	Tarih: 22.04.2021
	PROSPEKTİF ÖZELLİKLİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMA TAAHHÜTNAMESİ	☐	
	IKU klavuzunun okunduğuna dair taahhütname	☐	
	SONUÇ ÖZET RAPORU	☐	
	DİĞER:	☒	Araştırma ilk başvuru ön yazısı *(Etik kurulumuza iletildiği tarih: 28.04.2021)*, sorumlu araştırmacı özgeçmişi, araştırıcılar tarafından imzalanmış Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi, literatür

Ek 1.b Etik kurulu onayı 2. Sayfası.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	**Retrospektif Çekilen 3D Kraniyal BT ile Elde Edilen Görüntülerin Radiomics Programı (3D Slicer) Kullanılarak Radyomorfometrik ve Yeniden Yapılandırma Yöntemleriyle Frontal Sinüsten Cinsiyet Tayini**

KARAR BİLGİLERİ	**Karar No: 2021-6/36** **Tarih: 26 Mayıs 2021** Yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelendi. 1-Araştırmanın başvurusu dosyasında belirtilen merkezde gerçekleştirilmesinin uygun olduğuna, 2-Araştırmanın başlama tarihinin bildirilmesi ve araştırma tamamlandığında özet bir sonuç raporunun hazırlanarak kurulumuza iletilmesine, 3-Araştırma protokolünde ve başvuru formunda yapılacak tüm değişiklikler için Etik Kuruldan izin alınması gerektiğinin sorumlu araştırıcılara iletilmesine toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI/ADI SOYADI	Prof.Dr.Mustafa HACIMUSTAFAOĞLU

ÜYELER

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile İlişki		Katılım *		İmza
Prof.Dr.Mustafa HACIMUSTAFAOĞLU Başkan	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	Bursa UÜ.Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	[redacted]
Prof.Dr.Elif BAŞAĞAN MOĞOL Başkan Yardımcısı	Anesteziyoloji	Bursa UÜ.Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Prof.Dr.M.Sertaç YILMAZ Üye	Farmakoloji	Bursa UÜ.Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji AD	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Prof.Dr.Hilal ÖZKAN Üye	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	Bursa UÜ.Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD Yenidoğan BD	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Prof.Dr.Hasan ARI Üye	Kardiyoloji	Bursa Yüksek İhtisas EAH Kardiyoloji Kliniği	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☐	H ☒	
Doç.Dr.Alpaslan TÜRKKAN Üye	Halk Sağlığı	Bursa UÜ. Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Doç.Dr.Kağan HUYSAL Üye	Biyokimya	Bursa Yüksek İhtisas EAH Biyokimya	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☐	H ☒	
Doç.Dr.Özen ÖZ GÜL Üye	İç Hastalıkları Endokr ve Metab	BUÜ Tıp Fakültesi İç Hastalıkları AD Endokrinoloji ve Metabolizma BD	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Doktor Öğretim Üyesi Ergin SAĞDİLEK Üye	Biyofizik	Bursa UÜ.Tıp Fakültesi Biyofizik AD	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Doktor Öğretim Üyesi Sener ERER KAFA Üye	Tıp Tarihi ve Etik	Bursa UÜ.Tıp Fakültesi Tıp Tarihi ve Etik AD.	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Av. Ahmet BAYRAM	Hukuk	Bursa UÜ.Rektörlüğü Hukuk Bürosu	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Tolga MUHTAR Üye	Sağlık sosyolojisi mensubu olmayan üye	Serbest Meslek	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	

*Toplantıda Bulunma

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince kendisiyle çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum, mesleki bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, çalışkanlığı, bilgisi, pozitifliği, insan haysiyetini koruyucu yaklaşımı, vicdani sorumluluğu yaşamında uygulaması, evrensel etik değerlere bağlılığı, alçak gönüllülüğü, fedakârlığı, adalet özellikleri ile örnek almaya çalıştığım, uzmanlık eğitim sürem boyunca her zaman rahatlıkla kendisine her konuda başvurabildiğim ve değerli vaktini ayıran, üzerimde büyük emek ve katkıları olan, tezimin düşünce aşamasından gerçekleşmesine kadar yol gösterici fikirleri, yapıcı önerileri, eleştirileri, yardımları ve desteğini eksik etmeyen Hocam, Tez Danışmanım, Sayın Prof. Dr. Recep FEDAKAR'a,

Akademik camiada daima nezaketiyle dikkatleri çeken, samimi yaklaşımı, etkin dinlemesi ile üzerimde pozitif etki bırakan, tecrübelerini ve bilgisini yüce gönüllülükle bizimle paylaşan Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof. Dr. Nursel TÜRKMEN İNANIR'a,

Mesleğimizin sınırlarının olmadığını, önemini ve değerini bana hissettiren, samimiyeti, bilgisi, geniş ufku, çalışkanlığı ve mesleğine duyduğu aşkla bende iz bırakan Hocam, Sayın Prof. Dr. Dilek DURAK'a,

Beraber çalışma fırsatı bulamasam da samimiyeti, disiplini ve yaşam dolu pozitif enerjisini örnek aldığım Anabilim Dalımızın kurucusu, Emekli Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Atınç ÇOLTU'ya,

Asistanlığımın kendileriyle çalışma fırsatı bulduğum, Dr. Taner AYDOĞAN, Dr. Furkan TEMEL, Dr. Emir Bayram MALCI, Dr. Hakan ŞENOĞLU, Dr. Leman Damla KOKARAĞAÇ'a

Anabilim Dalında beraber çalışmış olduğum arkadaşlarımdan daima katkılarını gördüğüm, Dr. Turgut KANAL, Dr. Emine TÜRKYILMAZ TEMEL, Dr. Ayşe AKYILDIZ, Dr. Kutay BABAKUŞ, Dr. Bekir KARATAŞ, Dr. Selinay ERGUN KARATAŞ, Dr. Özge ŞENER MALCI, Dr. Ali Metin DÜZCAN, Dr. Ayşe Gizem ÇELİK ve Anabilim Dalımızın değerli personeline,

Bursa Adli Tıp Grup Başkanlığı'nda çalışan, uzmanlık eğitim sürem boyunca mesleki bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşmaktan mutluluk duyan, insanlığını ve kişiliğini kendime örnek aldığım, başta Sayın Uzm. Dr. Okan AKAN ve Uzm. Dr. Evren ŞAHİN olmak üzere bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, Uzm. Dr. Mustafa KABUL, Uzm. Dr. Okan YILDIZ ve Uzm. Dr. Furkan TEMEL, Uzm. Dr. Ahmet Hüsamettin AYDINER, Uzm. Dr. Lokman EĞİLMEZ ve değerli kurum personeline,

Bugüne kadar gösterdikleri özveri için aileme, tanıştığım andan itibaren daima desteğini hissettiğim biricik eşim Dr. Sevgi ÇELEBİ'ye teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

yılında ilçesinde doğdum. İlköğretimi 1999-2007 yılları arasında Gazi Osman Öztürk İlköğretim Okulu'nda, lise eğitimimi 2007-2011 yılları arasında Hacı Fatma Erdemir Anadolu Lisesi'nde, tıp eğitimimi 2011-2017 yılları arasında Kayseri Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde tamamladım ve 2017-2018 yılları arasında Aydın Kuşadası Devlet Hastanesi'nde 6 ay pratisyen hekim olarak çalıştım. 28/05/2018 tarihinde Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimime başladım.