



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ADLİ TIP ANA BİLİM DALI

**MAKSİYOFASİYAL BT İLE ELDE EDİLEN GÖRÜNTÜLERİN
RETROSPEKTİF OLARAK RADİOMİCS PROGRAMI (3D SLICER)
KULLANILARAK RADYOMORFOMETRİK YÖNTEMLERLE
MANDİBULADAN CİNSİYET TAYİNİ**

Dr. Bekir KARATAŞ

UZMANLIK TEZİ

Bursa-2022



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ADLİ TIP ANA BİLİM DALI

**MAKSİYOFASİYAL BT İLE ELDE EDİLEN GÖRÜNTÜLERİN
RETROSPEKTİF OLARAK RADIOMİCS PROGRAMI (3D SLICER)
KULLANILARAK RADYOMORFOMETRİK YÖNTEMLERLE
MANDİBULADAN CİNSİYET TAYİNİ**

Dr. Bekir KARATAŞ

UZMANLIK TEZİ

Danışman: Prof. Dr. Recep FEDAKAR

Bursa-2022

İÇİNDEKİLER

Türkçe Özet	iii
İngilizce Özet	iv
Giriş	1
1. KİMLİKLENDİRME YÖNTEMLERİ	1
1.1. DNA	2
1.2. Metrik ve Morfolojik Yöntemler	2
2. Dimorfik Özellik Gösteren Kemikler	3
3. Mandibula	6
3.1. Prenatal Gelişim.....	6
3.2. Postnatal Gelişim	8
3.3. Mandibula Anatomisi.....	8
3.4. Mandibula Dimorfizmini Değerlendirmek İçin Kullanılan Yöntemler Ve Değerlendirilen Parametreler	11
3.5. Mandibulada Dimorfizm Var Olma Nedenleri	12
3.6. Mandibulaya Ait Verilerin Elde Edilmesi.....	13
3.6.1 Bilgisayarlı Tomografi.....	13
3.6.2 MDCT(Multidedektör Computer Tomografi)	14
4. Radyomiks Programları.....	15
4.1. Veri Setlerinin Edinilmesi	16
4.2. Verilerin Ön İnceleme Aşaması.....	16
4.3 Segmentasyon Aşaması	17
5.3D Slicer Programı.....	17
Amaç.....	18
Gereç ve Yöntem	19
1. Etik Kurul Onayı	19
2. Verilerin Toplanması	19
2.1 3D Slicer İle Verilerin İşlenmesi	19
3. Verilerin Analizi	23
Bulgular.....	24

Tartışma ve Sonuç.....	32
Kaynaklar	36
Teşekkür	44
Özgeçmiş	46

ÖZET

Adli bilimlerde cinsiyet tespit konusunda alternatif yöntemlerin kullanılması önemli bir ilgi alanıdır. Genetik bilime alternatif olarak gelişen teknoloji ve yazılımlar sayesinde cinsiyet tespitinde 3D bilgisayarlı tomografi cihazı ve ona bağlı gelişen radyomik programların yaygınlığı artmaktadır. Mandibulanın polimorfik ve gelişimindeki individual yapısı, ölüm sonrası değişikliğe ve travmaya dayanıklılığı sayesinde cinsiyet ve adli kimliklendirme çalışmalarında kullanılabilir olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'na başvuran 18-56 yaş aralığında 500 hastanın 3D kraniyofasiyal bilgisayarlı tomografi görüntüleri kullanılmıştır. Radyomik programının özellikleri kullanılarak elde edilen veriler ile mandibuladan cinsiyet tayini amaçlanmıştır.

3D Slicer programı kullanılarak mandibulada görüntüsü 3D olarak çıkarılmış, ölçümler manuel olarak yapılmıştır. Çalışmada cinsiyet dağılımında homojenite sağlanmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre regresyon modelinde cinsiyet tahmin doğruluk oranı erkeklerde %85,2; kadınlarda %86,4, her iki cinsiyet için %85,8 olarak bulunmuştur. Kadınlar ile erkeklerin "ramus uzunluk, ramus genişlik, mandibular açı genişliği, koronoid genişliği," değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmakta olup erkeklerde daha yüksek saptanmıştır. Sonuç olarak mandibulanın radyomik metoda göre cinsiyet tayini az veri ile nitelikli sonuçlar elde edilebilirliği, uygulanabilirliği, tekrarlanabilirliği, güvenilirliği sayesinde Adli Radyoloji alanındaki çalışmalara hız kazandıracaktır.

Anahtar kelimeler: Adli tıp, cinsel dimorfizm, radyomik, mandibula

SUMMARY

Gender Determination of Images Acquired by Maxillofacial CT by Radiomorpometric Methods Using Retrospective Radiomics Program (3D Slicer) From Mandible

The use of alternative methods for gender detection in judicial sciences is an important science method. As an alternative to genetic science, the prevalence of 3D computed tomography device and its related radiomic programs increases in gender detection thanks to developing technology and software. It is thought that it can be used in gender and judicial identity studies thanks to its individual structure in polymorphic and development of mandibula, and its post -mortem change and trauma. In this study, Bursa Uludağ University Faculty of Medicine, Department of Radiology, 3D craniophacial computed tomography images of 500 patients who applied to the Department of Radiology were used. The data obtained using the features of the radiomic program aimed at gender determination from mandibula.

Using the 3D Slicer program, the appearance of the mandibula was removed as 3D and the measurements were manually made. In the study, homogeneity was achieved in gender distribution. According to the results of the analysis, the gender forecast accuracy rate in the regression model is 85.2 %in men; 86.4 %in women and 85.8 %for both sexes. There is a statistically significant difference between women and men's "ramus length, ramus width, mandibular angle width, coronoid width, and higher in men. As a result, gender determination of the mandibula according to the radiomic method will accelerate the studies in the field of judicial radiology thanks to its low data and qualified results, applicability, recurrence and reliability.

Keywords: Forensic medicine, sexual dimorphism, radiomic, mandible

GİRİŞ

Kimlik bireyin kendine özgü özelliklerinin toplamıdır. Kimliklendirme ise bu özelliklerden yola çıkarak kim olduğunun ortaya konulmasıdır. Zeyfeoğlu ve Hancı'ya (1) göre adli tıp ve hukuk uygulamalarında iki tür kimlik tanımı yapılabilir. Adli kimlik bir kişinin cinsiyet, doğum yeri, yılı, anne, baba ve kardeşlerle ilgili bilgiler nüfus kayıtlarındaki bilgilerden oluşan kimliğidir. Tıbbi kimlik ise yaşayan ya da ölü bir kişinin; fiziksel, radyolojik, daktilografik ve genetik olarak tanımlanması ve diğer kişilerden ayırt edilmesini sağlayacak özelliklerin ortaya konulmasıdır. Tıbbi kimliklendirmede önemli olan kişinin dış görünüşünün eksiksiz betimlenmesini yapmaktır.

Adli antropoloji iskeletleşmiş, mumyalaşmış, yanmış, parçalanmış, tanınması zor olan insan kalıntılarında kimlik tespit eden bilim sahasıdır. Adli antropoloji biliminden elde edilen bilgiler doğal afet, terör saldırıları, uçak kazaları, savaş gibi kitle felaketlerinde ölenlerin kimliklendirilmesinde kullanılır. (2). Adli antropolojide patlama veya yüksek sıcaklık gibi fiziksel etkenlere dayanıklı zaman içinde stabil kalabilen diş ve kemik gibi yapılar incelenmiştir (3, 4). Adli antropolojik inceleme ile elde edilen bulgular postmortem intervalin belirlenmesine, cinsiyet tayinine, ölüm anındaki yaşı, boyu, tafonomik geçmişine, biyolojik özelliklerin tanınmasına, varsa failin belirlenmesine yardımcı olur (5, 6).

Cinsiyet tahmini iskelet kalıntılarında kimliklendirme sürecinin ilk adımıdır. Başarılı bir cinsiyet tahmini cesetlerin ve insan kalıntılarının biyolojik profili için kimlik tespit işleminde araştırılması gereken birey sayısını kabaca yarıya düşürülmesini sağlar (7).

1. Kimliklendirme Yöntemleri

Antropolojide cinsiyet tayini yöntemleri metrik, nonmetrik (metrik olmayan) ve moleküler (DNA bazlı) yöntem olarak üçe ayrılır (8). Elde edilen

veri setlerinden cinsiyet tayini için en sık diskriminant fonksiyon analizi, lojistik regresyon analizi, student t-testi gibi istatistiksel analizler kullanılmaktadır.

1.1. Dna

İskelet kalıntılarında cinsiyet tayini için kesin sonuç DNA'da moleküler yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemde DNA, Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) kullanılarak çoğaltılır. X ve Y kromozomlarının baz çiftleri, sayı farklılıkları ya da amelogenin gibi cinsiyet kromozomları üzerindeki genler kullanılarak cinsiyet tespit edilir.

Günümüzde DNA teknolojilerindeki devrim niteliğindeki gelişmelere rağmen alternatif yöntem arayışı içindedir (8, 9). Bunun sebebi farklı adli koşullar altında (örn. Yangın, doğal afet) DNA'nın bozulması (10), amelogenin genindeki mutasyonların yanlış sonuçlara neden olabilmesi (7), DNA çalışmalarının oldukça zaman alıcı, karmaşık ve maliyetli olması, çürümüş, iskeletleşmiş, parçalanmış cesetlerde dokuların değişen kimyasal modifikasyonu nedeniyle DNA örnekleme her zaman mümkün olamaması (9, 10) gibi durumlardır. Bu amaçla bulunan iskelet parçalarından cinsiyet tahmini, antropolojinin en temel görevlerinden biri olmaya devam etmiştir. (11)

1.2. Metrik ve Morfolojik Yöntemler

Çeşitli araştırmalar, cinsiyet tayininde insan iskeletinin farklı kısımlarını kullanılmış olup birbirinden farklı tahmin yöntemleri geliştirilmiştir (12, 13). Erkeklerde kafatasına ait antropometrik ölçümler kadınlara oranla genelde daha büyüktür ve cinsiyet tahmini amacıyla yapılan kafatası metrik ve morfolojik yöntemlerini inceleyen araştırmalar da genellikle bu farklılığa odaklanmaktadır.

Yöntemlerden ilki olan nonmetrik yöntemlerde iskelette cinsel dimorfik özellikler görsel değerlendirilir (7). İskelette incelenen kısım "+1, +2, 0, -1, -2" gibi kataloglanır. Doğrudan bir ölçüme tabi tutulmaz. Pelvis nonmetrik yöntemlerle en sık değerlendirilen kemiktir (7). Nonmetrik yöntemde osteolojik farklılıkları değerlendirmek ayrı bir uzmanlık gerektirmektedir. Bu yöntemle ortaya konan sonuçlar objektif olmayıp kişisel deneyime dayalı olduğundan çalışma sonuçlarında gözlemciler arasında farklılıklar ve hata payında artışa

neden olmaktadır. Ayrıca iskeletin kırılma, parçalanma, erozyona uğrama, yanma gibi sebeplerle yapısal bütünlüğünün bozulması durumunda nonmetrik yöntemlerin uygulanması güçleşir ve hatalı değerlendirme yapılmasına neden olabilir (8).

Nonmetrik yöntemler başarılı sonuçlar verebilse de günümüzdeki araştırmalar daha güvenilir olan metrik analize odaklanmaktadır. Bu yöntemde iskeletteki dimorfik yapıların osteolojik işaretleri, boyutları çeşitli ölçüm teknikleriyle incelenmektedir. Sonuçlar istatistiksel analizine dayanarak objektif olarak değerlendirilir (14). Metrik yöntemler objektif bulgulara dayandığı için gözlemciler arasındaki farklılıklardan daha az etkileneceğinden nonmetrik yöntemlere göre daha objektif olmaktadır (14).

Her iki yöntemde yetişkin iskeletler üzerinde yapılan incelemeler sonucu elde edilmiştir. Prepubertal dönemde cinsel dimorfik kemiklerin karakteristiğini oluşturan ve kemik doku üzerinde de etkisi olan cinsiyet hormonlarının vücutta az miktarda olmasından dolayı prepubertal dönemde kemik yapıları arasında belirgin farklılık bulunmamaktadır. Dolayısıyla iskeletten yapılan her türlü çalışmanın 14 yaşından önce güvenilirliği düşüktür (7).

2. Dimorfik Özellik Gösteren Kemikler

Dimorfizm latince iki görünüşlü anlamına gelir. İnsan vücudundaki bazı kemikler kadın ve erkeklerde belli koşullar altında farklı tipte evrim geçirerek farklı görünüm almıştır. Bir kemiğin dimorfizm oranı ; (ortalama erkek - ortalama kadın)/ortalama kadın \times 100 şeklinde ifade edilir (11). Dolayısıyla seçilen iskelet bölgelerine göre farklı doğruluk yüzdesi tanımlanabilir. İnsan vücudundaki en dimorfik kemik pelvistir. Bunun sebebi evrimsel adaptasyon ile modifikasyona dayanır. Erkek bireylerde kalça kemiğini şekillendiren sadece iki ayak üzerinde durma iken kadın bireylerde aynı zamanda fetüsün doğum kanalından geçebilmesine göre şekillenmiştir (15). Erkek pelvisi kadın pelvisine göre daha ağır ve sağlamdır, genelde preauriküler oluk bulunmaz. Kadınlarda ise doğuma elverişli olması için subpubik açısı erkeklerden geniş, preauriküler oluk belirgin, pubis uzun, siyatik çentikler erkeklere oranla geniştir

(16, 17). Obturator foramen kadınlarda erkeklere göre küçük ve üçgen şekindedir. İskiyon-pubis kolunun medial kısmı erkeklerde daha yuvarlakken, kadınlarda keskindir (17). Sakrum erkeklerde uzun ve dar, kadınlarda kısa ve geniştir (18). Kız çocuklarda siyatik çentiğın erkek çocuklara kıyasla geniş açılı olduğu görülmüştür. Büyük siyatik çentik kız çocuklarda sığken, erkek çocuklarda belirgindir. İliak krista tepesindeki eğrilik ise erkek çocuklarda oldukça belirgindir.

Yetişkin bireylerde cinsiyet tayini için en güvenilir kemik pelvistir ancak pelvis yoksa kranyumdan faydalanılır. İkisinin de olmadığı durumlarda cinsiyet tahmininin güvenilirliği daha düşüktür. İstatistiksel olarak cinsiyetin tespitinde kranyumdan %90, pelvis'ten %95, kranyum ve pelvis'ten %98, sadece uzun kemiklerden %80-90, uzun kemikler ve pelvis'ten %95, kranyum ve uzun kemiklerden %90-95, oranında sonuç elde etmek mümkündür (19). Erkek kranyumunun kadın kranyumundan en temel farkı büyük, pürüzlü ve sert yapıda olmasıdır (20).

Dimorfik olan bir diğerkemik doku dişler olup dişlerden orantısal olarak darbelere karşı en dayanıklı olan, büyük oranda cinsel dimorfizm gösteren, diş hastalıklarından en çok etkilenen dişler kanin dişleridir. Bu sebeple cinsiyet belirlemeye en uygun dişler kanindir (21). Alt kaninler üst kaninlerden, sol kaninler de sağ kaninlerden daha fazla dimorfizm sergiler (22). Diğerk bir özellik erkek bireylerde maksiller 1. molarların bukkolingual ve mesiodistal çaplarının kadınlardan büyük olmasıdır (23). Ayrıca erkeklerde dentin tabakası kadınlara kıyasla kalındır (24).

Vücutta uzun kemiklerde cinsiyet analizinde kullanılabilir. Dikkat edilmesi gereken aynı türlerin bireyleri arasındaki boyut farkının sonuçları etkilememesi için uzun kemiklerin uzunluklarının değil epifiz veya diyafiz çaplarının dikkate alınması gereklidir. Örneğın humerusun distal epifizinin genişliğı, radius'un sagittal kafa çapı, femurun bikondiler genişliğı ve tibianın proksimal epifiz genişliğı kullanılarak cinsiyet tespiti yapılır (25). Birçok çalışmada femur boyutlarının erkeklerde daha büyük olduğunu bildirir (26-28). Femurun diğerk uzun kemiklerden daha uzun süre korunması, ağırlık merkezi olması ve kas bağlanma noktaları bakımından zengin olması kafatası ve pelvisten sonra

cinsiyet tespiti için en uygun kemiklerden biri olmasını sağlamıştır (26). Erkek ve kadın femurları arasındaki belirgin boyut farkı erkek bireylerin iskelet ağırlığının kadından fazla olması ve bu ağırlığın çoğunu femurun taşımasına bağlıdır (27).

Büyük kemikler arasında olan femur ve humerus kimyasal etkenlere karşı oldukça dayanıklı olduğundan cinsiyet tespitinde belirleyicidirler. Humerustan cinsiyet tespiti için maksimum uzunluğu, humerus başı vertikal çapı, fossa olecrani şekli, iç epikondiler genişliği ve trochlear uzantı kıyaslanabilir (29). Fossa olecraninin şekli kadınlarda ovalken erkeklerde üçgendir. Erkeklerde trochleanın medial kenarı, lateral kenara kıyasen uzunken, kadınlarda iki kenarın uzunlukları eşit ölçülmüştür. Erkeklerde humerus büyük tüberkül uzunluğu kadınlara göre daha belirgindir. Humerus başının dikey çapı ile epikondiler genişliği erkeklerde kadınlardan daha fazladır (29).

Tüm bu kemik yapıların bulunamadığı durumlarda cinsiyeti tespit etmek oldukça zorlaşacaktır. Yine de dikkate alınması gereken kemikler vardır. Bu kemiklerden erkeklerde glabella, foramen magnum, temporal ve supraorbital sırtlar belirgin; palatin kemik, mastoid çıkıntı, mandibula, oksipital kondiller, orbitalar, nazal kemik, paranasal sinüsler, kadınlara kıyasla büyüktür. Öte yandan erkekte geniş ve büyük olan ramus yüksekliği, kadında küçük ve dardır ve erkeklerde kadınlara oranla apertura piriformis yüksek ve dar olup kenar boşlukları yuvarlak değil keskindir. Yüz görünümünde kadınlarda yüksek, geniş ve pürüzsüz olan alın, erkekte diktir (30). Erkeklerde arkus supersiliarisler kadınlara göre belirgin ve mastoid çıkıntı uzundur (31).

Göğüs bölgesinde ise kadın ve erkek sternumu arasında belirgin farklar bulunur. Manibrumun uzunluğu, korpus sterni'nin uzunluğu, manibrum genişliği gibi sternal ölçüler cinsiyet tahmininde kullanılabilir. Örneğin erkek sternumu kadın sternumuna kıyasla daha uzun, geniş ve kalındır (32). Korpus sterni kadınlarda erkeklere göre kısadır (20). Manubrium uzunluğu ise kadın ve erkekte benzerdir (33).

Diğer vertebralardan farklı görünümde olan birinci vertebranın (atlas) dairemsi şekli, ikinci vertebranın (axis) odontoid çıkıntısı olması, yedinci

vertebranın ise inferior vertebral gövde yüzeyinin düz olması özellikleri ile diğerlerinden farklıdır. Şekillerinin atipik olması ve yüksek oranda dimorfizm göstermeleri nedeniyle bu vertebralar cinsiyet belirlemede kullanılabilir. Bu konuda çalışma yapan Marino (34) ilk servikal vertebra için, Wescott (35), Marlow ve Pastor (36), Bethard ve Seet (37) ikinci servikal vertebra için, Kibii ve ark. (38) yedinci servikal vertebra için çalışmış, ilk yedi servikalden cinsiyet belirlemenin güvenilir bir yöntem olabileceği sonucuna ulaşmışlardır (39). Bir diğer vertebra incelemesinde Amaros ve ark. (40) ise 12. torakal vertebradan cinsiyetin belirlenebileceğini belirtmiştir.

Ayak kemiklerinin incelenmesinde erkek kalkaneusu kadın kalkaneusundan belirgin derecede büyüktür (41). Öte yandan eklem yüzeyi sayısı, talus ve kalkaneusun genişlik, uzunluk ve yükseklikleri (42), tibianın trochlea uzunluğu, trochlea genişliği, tuber kalkanei açısı, tuber plantare açı ve anterior açı erkeklerde kadınlara göre daha büyüktür (41). Murphy ve ark. (43), çalışmasında en doğru sonucun kalkaneus ve talusun maksimum uzunluğu ile elde edilebileceğini belirtmiştir. Görüldüğü üzere her ne kadar pelvis en dimorfik kemik olsada metrik parametrelerle değerlendirmenin uygun olmaması çok sayıda nicel özellikleri olan mandibulayı incelemeler için en uygun aday yapmaktadır.

3. Mandibula

Mandibula bizim de çalışmamızda kullandığımız ayırt edici özellikleri ile cinsiyet tahmini için iyi bir adaydır. Fetal beşinci ayda (44, 45) fark edilen ancak kemikleşmesi postnatal dönemde de devam eden mandibula görünümünü yetişkin yaşamı boyunca korur (46).

3.1. Prenatal Gelişim

Yüz kemikleri arasında mandibula en fazla büyüme gösteren ve morfolojik açıdan kişiler arasında en fazla farklılık gözlenen kemiktir (47). Mandibulanın prenatal gelişiminde faringeal arkların önemli bir yeri vardır. Her biri farklı zamanda ortaya çıkan 5 faringeal ark embriyonel gelişim döneminin 28. ve 35. günlerinde oluşmaya başlar. Ektoderm tabakasından gelişen bu

arklar aynı zamanda embriyonun dış görünüşünü de şekillendirir. Emriyonel gelişim döneminde 28. günün başlarında, ilkel ağız (stomodeum) olarak adlandırılan anatomik oluşum çevresindeki 5 adet çıkıntıdan yüz yapıları gelişmeye başlamaktadır. Bu beş çıkıntı; maksiller (sağ ve solda birer tane), mandibular (sağ ve solda birer tane) ve frontonazal çıkıntı (bir tane) olarak adlandırılmaktadır.

İlk oluşan ve en geniş çaplı olan faringeal ark elemanının mandibular ark olduğu bilinmektedir. Mandibular ark; maksillar çıkıntı ve mandibular çıkıntı olarak ikiye ayrılmakta olup birinci faringeal ark kökenli yapılardır. Maksillar çıkıntıdan zigomatik kemik maksillar kemik ve vomerin bir kısmı gelişmektedir. Mandibular çıkıntıdan ise temporal kemik ve mandibular kemik gelişmektedir (48). Gelişimin dördüncü haftasında birinci faringeal ark temelinde yer alan maksiller ve mandibular çıkıntılarının birleşiminden nöral krest hücrelerinden mandibular kemik oluşmaya başlamaktadır. Mandibular kemik içerisine dallanma yapan trigeminal sinir mandibular kemiğe ait ektomezenşim hücreleri ve mandibular kemik kret epiteli arasında oluşan etkileşimlerle, embriyonel gelişim döneminin 36 ve 38. günlerine farklılaşmış mezenkimal kemik hücresi kökenli zar oluşmaktadır.

Mandibula iki farklı şekilde kemikleşir. Bunlardan endokondral kemikleşme hiyalin kıkırdağın farklılaşmasıyla oluşurken intramembranöz kemikleşme osteoblastların başka bir kıkırdak yapıyı iskelet olarak kullanmaksızın, direkt olarak kemik dokuyu ürettiği kemik oluşum mekanizmasıdır (49). Endokondral kemikleşme hiyalin kıkırdağın farklılaşmasıyla oluşur. Endokondral kemikleşme mekanizması, mandibula ve yüz kemikleri için oldukça önemli bir büyüme bölgesi olan 9 kondil kıkırdağı sayesinde oluşmaktadır. Kondil kıkırdağı büyüme faaliyetini en uzun süre devam ettiren kıkırdak tipidir. Büyüme ve gelişim tamamlansa bile tamamen kalsifiye olmayıp, 4 te 1'lik kısmı postnatal dönemde de kemik yapımına katkı sağlamaktadır. Koronoid ve angulus kıkırdaklarında gelişen endokondral kemikleşme ise prenatal dönemde tamamlanmakta ve tamamı kalsifiye olmaktadır (47).

3.2. Postnatal Gelişim

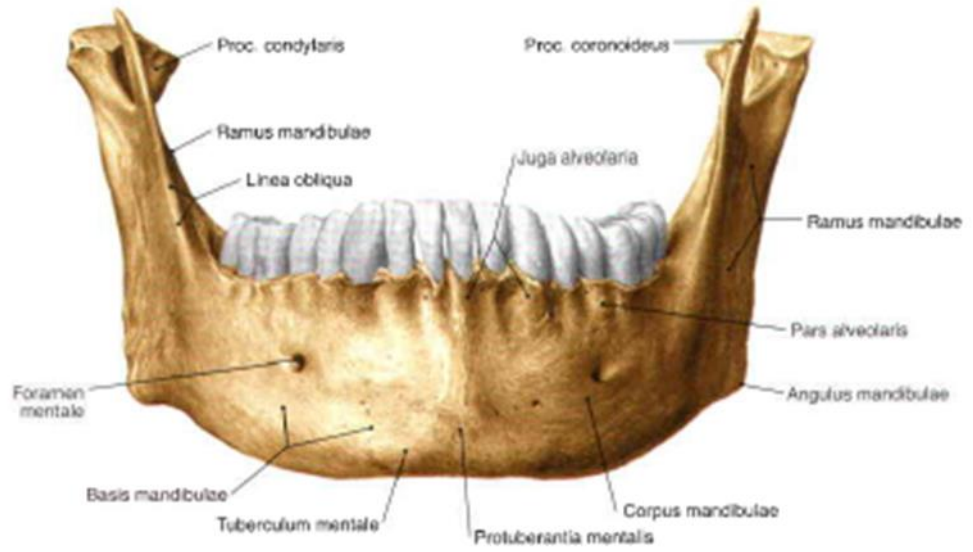
Mandibulanın postnatal dönemdeki büyüme ve gelişimi, şekillenmesi kemik dokudaki osteoblastlar tarafından yeni kemik oluşturulması temeline dayanan yeniden şekillendirme olan apozisyon ve osteoklastlar tarafından gerçekleştirilen, kemik matriksinin yıkımı ile var olan kemik dokusunun ortadan kaldırılmasına yönelik rezorpsiyon gibi mekanizmalarla oluşmaktadır (50). Mandibula prenatal dönemde iki ayrı kemik parçası olarak gelişerek postnatal 1.yıl sonrasında, mandibular simfiz bölgesinden kaynaşarak tek bir kemik halini almaktadır. Bu bölgede ayrıca çene ucu kemikleşme noktası oluşmaktadır (47). Bu nokta sağ ve sol olmak üzere her iki mandibular kemik bölümünün birleştiği, mandibular simfiz bölgesindeki kemikleşme noktasıdır.

Mandibulanın en erken tamamlanan gelişimi vestibulolingual yöndeki gelişimi olup transversal, vertikal yöndeki gelişimler ile gelişimini tamamlamaktadır. Postnatal ilk iki yıl en hızlı gelişimin olduğu dönemdir (51). Yenidoğan bireyde mandibular angulus açısı yaklaşık 175° olarak belirtilmektedir. Erişkinde ise mandibular ramus yenidoğana oranla daha dik açılı olup, angulus açısını yaklaşık değeri 110-120° olarak belirtilmektedir (51). Kondiler kırıkdağlar, alveolar kemik ve mandibular ramusun posterior sınırları, mandibular kemik gelişiminde önemli anatomik yapılardır.

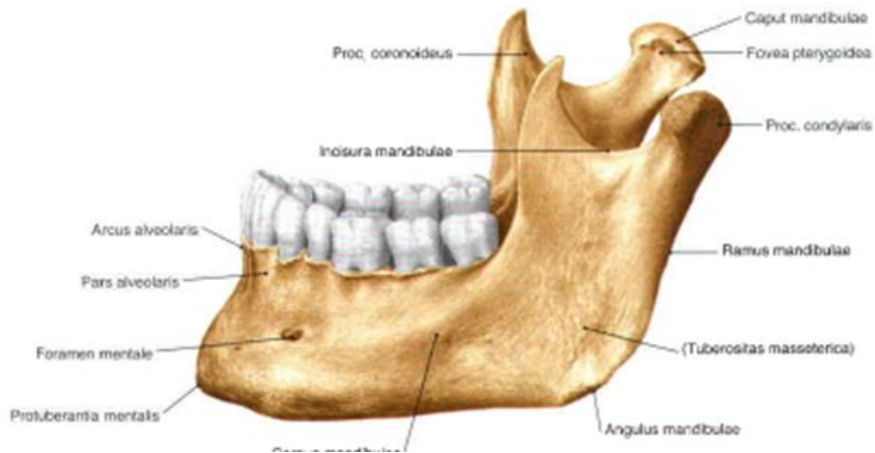
3.3. Mandibula Anatomisi

Mandibulanın en geniş ve en güçlü (47) yüz kemiklerinden biri olduğu bilinmektedir. Ayrıca kafa iskeletini oluşturan kemikler arasında hareketli olan tek kemik olup yüzün alt bölümünü oluşturmaktadır. Mandibula Şekil 1'de görüldüğü gibi (52) korpus ve ramus olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Mandibulada dişlerin yerleşim gösterdiği, horizontal seyirli kemik bölümü korpus olarak isimlendirilmektedir. Sağ ve sol olmak üzere her iki tarafta korpus ile birleşen mandibula kemik bölümü ise ramus, ramus ve korpusun birleştiği açılanma bölgesine Şekil 2'de görüldüğü gibi (52) mandibular angulus adı verilir. Korpus yassı bir kemik olup şekli, üst kısmı arkaya doğru bakan U harfi şeklindedir. Üst kısımda dişlerin yerleştiği arkın dış kısmında Şekil 3'de görüldüğü gibi (52) ince bir kompakt kemikle çevrili spongiöz kemik yapısındaki alveoler bölüm, alt kısımda ise daha kalın ve kompakt kemik yapısına sahip

mandibular basis bulunur. Sağ-sol mandibular korpusun birleştiği yer mandibular simfizdir. Simfiz bölgesinin altındaki üçgen saha “trigonum mentale” denilir. “Protuberantia mentalis (gnathion)” ise bu üçgen sahada tepesi çıkıntılı kısmıdır. Gnathionun alt yan köşelerinde daha küçük yapıdaki çıkıntılara tuberculum mentale adı verilmektedir. Ramus ile korpus arasında uzanan, korpusun ön dış yüzeyinde seyreden çizgiye “linea obliqua” adı verilmektedir (51).



Şekil 1: Mandibulanın önden görünüşü (52)



Şekil 2: Mandibulanın lateral görüntüsü (52)

Simfizinin arka tarafında yer alan çıkıntılara spina mentalis adı verilir. Üstteki sublingual tükrük bezinin yerleştiği bu çukur fovea sublingualis, alttaki submandibular tükrük bezinin yerleştiği çukura ise fovea submandibularis adı verilir. Ramusun üst kısmındaki çıkıntılardan önde bulunana koronoid, arkada bulunana ise kondiler çıkıntı adı verilir. Çocuklukta koronoid proçes erişkine kıyasla daha büyük olup mandibular kondilin yukarısında yer almaktadır.

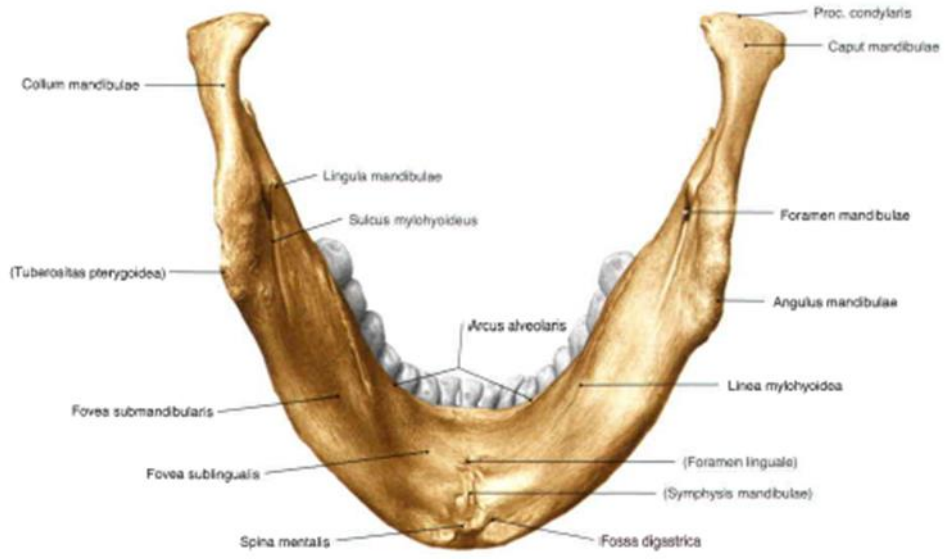
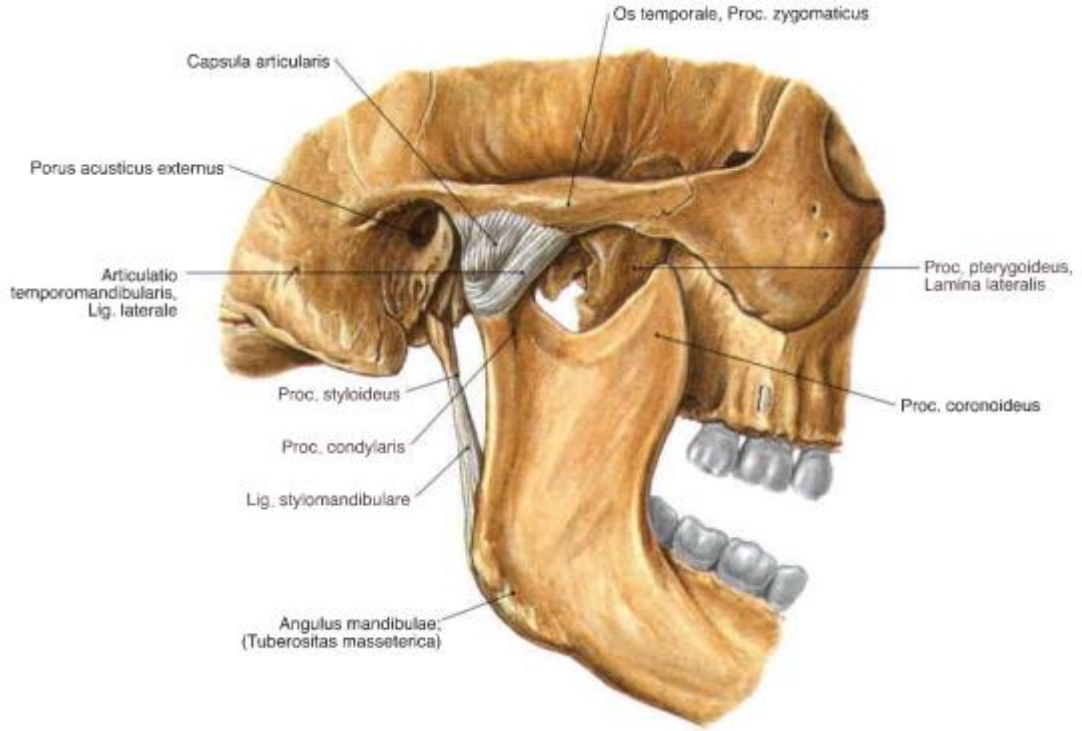


Fig. 103 Mandible, Mandibula.

Şekil 3: Mandibulanın alttan görünüşü (52)

Bu iki çıkıntı arasındaki boşluğa mandibular çentik adı verilir. Koronoid çıkıntının ön kenarından korpus dış yüzeyine doğru uzanan kemik hattına, “linea obliqua” adı verilir. Kondiler çıkıntının şişkin olan uç kısmına kondil başı, alta doğru daralan kısmına ise kondil boynu adı verilmektedir. Kondil başı temporal kemikteki mandibular fossayla eklem yaparak Şekil 4’te görüldüğü gibi (52) temporomandibular eklemi oluşturmaktadır (51).



Şekil 6: Temporomandibular eklem (52)

3.4. Mandibula Dimorfizmini Değerlendirmek İçin Kullanılan Yöntemler Ve Değerlendirilen Parametreler

Mandibuladan cinsiyet tahmini yapılan bazı çalışmalarda metrik özellik (53-55) gösteren mandibular açı, bikondiler ve bigonial genişlikler, ramus yüksekliği ve simfizis yüksekliği gibi standart mandibular ölçümler kullanılırken, bazı çalışmalarda ise ramusun bükülmesi, çenenin şekli ve gonial genişleme gibi non-metrik parametreler kullanılır (56-58). Tarihsel açıdan ilk çalışmalar morfometrik yöntemler olup mandibulanın morfolojik özelliklerinden ramus bükülmesinin cinsiyet analizinde kullanılabilirliğini ilk araştıranlardan Loth ve Henneberg %90,6-99,0 doğrulukla pelvise denk bir cinsel dimorfizm sonucuna ulaşmıştır (57). Corpus kısmının kompakt yapısı her iki cinsiyet grubunda benzerken, ramus kısmı cinsiyet göstergesi olarak kullanılabilir(59). Morfolojik yöntemlerle yetişkin ve fosil örneklerinde cinsiyet göstergesi olarak mandibular ramus bükülmesini karşılaştıran diğer çalışmalarda, cinsiyetlendirme doğruluğu %59,0 ile %80,4 arasında bulunmuştur ki bu oran bildirilen %90,6-99,0'ın oldukça altındadır (60-63).

Yapılan eski çalışmalar sadece ramus bükülmesi kullanılarak erkekleri kadınlara göre daha güvenilir bir şekilde cinsiyetlendirilebileceği ancak bu yöntemde tutarlılığın düşük olduğunu göstermiştir (64, 65). Bu yöntemi kullanan çalışmaların tahmin doğruluğunda erkek cinsiyet ve molar diş kaybı olmaması doğruluğu önemli ölçüde artırmıştır (64). Koski (65) yaptığı çalışmalarda mandibular ramus fleksurayı değerlendirmiş cinsiyet tespiti için anlamlı fark bulmuştur. Diğer çalışmalarda da mandibulanın tanımlayıcı özellikleri (ramusun bükülmesi, çenenin şekli ve gonial genişleme) kullanılabilir olduğu gösterildi (56-58).

Metrik çalışmaların başlaması tüm toplumlar için kullanışlı olabilecek bazı parametrelerin ortaya çıkabilmesini sağlamıştır. Bu konuda ilk parametrelerden bazıları mandibulanın mandibular açı, bikondiler ve bigonial genişlikler, ramus yüksekliği ve simfizis yüksekliği gibi özelliklerdir (53-55). Yapılan antropolojik çalışmalar mandibuladan cinsiyet tayini doğruluk oranını %57 ile %69 arasında bulmuştur (66).

Bu konuda yapılan ve başarılı sonuçlar alınan ilk çalışmalardan birinde kozmopolit yapısı nedeniyle İsrail popülasyonu seçilmiş ve metrik bir analize tabi tutulmuştur. Tam bir mandibula için cinsiyeti doğru sınıflandırma oranı %90,8 bulunmuştur (11). İsrail’de yapılan başka bir çalışmada kafkas kökenli 419 yetişkinle yapılan bir çalışmada mandibula corpus genişliği erkeklerde kadınlara göre önemli ölçüde daha fazlayken mandibula yüksekliği kadınlarda az farkla yüksek ölçülmüştür (67). Genel sonuçlar simfiz boyutunun erkeklerde kadınlardan önemli ölçüde daha büyük ancak morfometrilerinin benzer olduğunu göstermiştir (67). Bu çalışmada erkeklerin kadınlardan önemli ölçüde daha geniş ve daha uzun bir çeneye sahip olduğunu göstermiştir; bu, önceki bulgularla uyumlu bir bulgudur (68-71). Tunis geniş kapsamlı diğer bir çalışmasında mandibulanın boyut ve şekil özellikleri kullanılarak cinsiyeti tahmin etmek için uygun olduğu sonucuna varmıştır (11).

3.5. Mandibulada Dimorfizm Var Olma Nedenleri

Mandibulanın sadece türümüz homo sapiens’te anlamlı derecede çeşitlilik gösterdiği bilinmektedir (44). Mandibuladaki bu çeşitliliğin insanoğlunda ortaya çıkmasının nedenini aydınlatmak için yıllar içinde çeşitli

hipotezler ortaya atılmıştır. “Cinsel seçim” hipotezi en yaygın olanlardan biridir. İnsanlarda mandibulanın maksilla ile birlikte oluşturduğu çenenin yüzü şekillendiren önemli bir yapı olması çekiciliği doğrudan etkileyerek cinsel seçimde önemli bir rol oynar (72-75). Kadınlarda çenenin kare şekli, yüze erkeksi bir görünüm verdiği ve dolayısıyla kadınsı görünümü azalttığı için çekici değildir (74). Feminen ve ince bir alt yüz elde etmek için daraltma genioplasti, yüz görünümünü ve alt yüz konturunu iyileştirmek için uygulanan iyi belgelenmiş bir prosedürdür (67). Erkekler daha kare bir görünüme sahip geniş ve belirgin çenelere sahipken dişiler sivri çenelere sahiptir (72-76).

Diğer bir hipotezde erkeklerin besinleri çiğnerken kadınlardan daha fazla kuvvet uygulaması mandibular ramus üzerinde çiğneme kaslarının tutundukları yerlerin fazla gelişmesine sebep olarak mandibulayı şekillendirmiş olmasıdır (77).

3.6. Mandibulaya Ait Verilerin Elde Edilmesi

Kafatasının bir parçası olarak mandibula ile alakalı ilk araştırmalar antropolojik kazılar sonucu elde edilen mandibulanın direk bakı ve ölçümüne dayanmaktadır. X ışınlarının tıbbi kullanıma girmesiyle mandibula ile ilgili çalışmalar önce panoromik röntgen, sonra BT, günümüzde ise MDCT(Multi Dedector Computed Tomography) verileri ile yapılmaktadır.

BT günümüz tıp uygulamalarında sıklıkla başvurulanan bir tanı aracı olması antemortem mandibula incelemelerini mümkün kılarak yeni bir araştırma alanı sunmaktadır. Hatta tıp dışı sahalarda örneğin antropolojide bile radyografiden tomografiye geçiş görülmektedir. Bu konuda yapılan öncü çalışmalar, mandibulanın morfometrik incelemeleri için BT kullanımının antemortem-postmortem karşılaştırma için kolay ve güvenilir olduğunu göstermiştir.

3.6.1. Bilgisayarlı Tomografi

BT X ışını tüpü ve dedektörün hastanın etrafında dönmesiyle görüntünün elde edildiği görüntüleme tekniğidir (78). X ışınlarının oluşturduğu görüntü dönüş esnasında bilgisayar tarafından taranıp iki ya da üç boyutlu

görüntü oluşturulur (79). Yüksek çözünürlüğe sahip olan bu görüntüde değişken kalınlıktaki görüntülerin eşzamanlı taranabilmesini sağlar. Kranial yapılarıdaki röntgende görülemeyen ayrıntılar BT görüntüleri ile gözlenebilir (80, 81). Bilgisayarlı tomografiler ayrıntıları görüntüleme açısından avantajlı, iyonlaştırıcı radyasyon yayması, yumuşak doku kontrastının düşük olduğu yerlerde düşük kalitede görüntü sağlaması yönleriyle dezavantajlıdır (79).

Son yıllarda, görüntüleme tekniklerinin yaygınlaşması, spesifik olarak BT taramalarının postmortem incelemede kullanılabilirliğinin farkına varılması (82, 83) BT kullanılarak yapılan çalışmaların (84, 85) sayısını artırmıştır. BT'nin yaygınlaşması adli kurumlarda da kullanma olanağı sunduğundan, cinsiyet tahmini için farklı yöntemler ortaya çıkarmıştır. (11) Mandibulanın görüntülenmesinde de röntgen, bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans kullanılır. Yapılan birçok çalışmada BT görüntülemesinin mandibulanın boyutu ve şekil özelliklerinden cinsiyeti tahmin etmek için kullanışlı olduğu sonucuna varılmıştır (11).

3.6.2. MDCT (Multi Detector Computed Tomography)

Çalışmada kullandığımız MDCT kemik oluşumlarının detaylı görüntülenmesini için yüksek çözünürlüğe sahip üç boyutlu görüntüler elde edilmesini sağlayan gelişmiş bir radyolojik görüntüleme tekniğidir (86). Görüntüleri ayrı ayrı dilimler halinde yakalar. MDCT teknolojisinin gücü dedektör yapısındadır. Standart BT cihazlarındaki dedektör, tek sıra halinde dizilmiş halde tek boyutlu bir yapıdır. MDCT cihazlarındaki dedektör ise çok sayıda dedektörden oluşan iki boyutlu bir matris yapısındadır. Bu şekilde farklı kalınlıkta tarama yapabilen asimetrik yapıda dedektör elemanları içerir. Dedektör yerleşiminde farklı kombinasyonlarının işlenmesiyle multislice (çok kesitli) incelemeler yapılmaktadır. En küçük genişliğe sahip dedektör elemanının Z eksenindeki genişliği multislice BT cihazlarında minimum kesit kalınlığını belirler. Bu değer 0,5 ila 0,625 mm arasındadır.

Bir başka önemli etken olan görüntünün çözünürlüğü kesit kalınlığına bağlı olup, günümüz MDCT anizotropik voksel geometrisi sayesinde multiplanar reformasyonlar ve 3 boyutlu görüntüleme ile optimal görsel keskinliğe ulaşmıştır (87). MDCT cihazını üstün kılan farklı görüntü

rekonstrüksiyon algoritmalarını da kullanmasıdır. Konvansiyonel helikal cihazlarda bu özellik bulunmamaktadır. Ayrıca MDCT cihazlarında dedektör X-ışını hüzmesini de iki boyutlu koni şeklinde çıkardığı için daha yüksek çözünürlük elde edilir

Normalde konvansiyonel rekonstrüksiyonda X-ışınları koni içinde belli bir açıyla dedektör elemanlarına geldiğinden artefaktlara yol açabilirken MDCT cihazlarında, 180 derece lineer interpolasyon algoritmasını değil, çok noktalı (multipoint) interpolasyon ile görüntüler rekonstrükte edilmektedir (88, 89). Her ne kadar minimum kesit kalınlığı incelidikçe görüntü netliği artsada 0,625 mm' den daha ince kesit kalınlıkları uzaysal çözünürlüğü arttırmakta ve kısmi hacim etkisini azaltmaktadır. MDCT sayesinde erişilen yüksek çözünürlük teknolojisi birçok anatomik bölgenin taranarak, elde edilen izotropik görüntülerle yüksek kalitede reformat, multiprojektasyon, volüm reformat ve 3 boyutlu rekonstrüksiyonlar yapılabilmesini sağlamıştır (87).

4. Radyomiks Programları

Radyomik, ışın türlerinden "radyo" ile çeşitli alanları belirten "omik" kelimelerinin birleşiminden türetilen, radyoloji alanı için yeni bir kelimedir. Radyomik tanım olarak tıbbi görüntülerden çok sayıda özelliğin çıkarılması işlemidir (90). Standart radyomik inceleme, voksel veya piksel dağılımı ve desenleri hakkında anlamlı uzaysal bilgilere sahip olan şekil boyut, ve dokusal özelliklerin değerlendirilmesini içerir (90).

Radyomik olarak anlamlı özellikler beyin (91, 92), hipofiz bezi (93, 94), akciğer (95), kalp (96), karaciğer (97), böbrek (98, 99), adrenal (100, 101) ve prostat (102) gibi çeşitli organlarda kişileştirilmiş tanı ve tedaviye destek sağlamak amacıyla istatistiksel modeller oluşturmada kullanılır. Diğer yandan yapay zeka (AI), gelişmiş hesaplama algoritmalarına dayalı olarak çok sayıda veriden doğru şekilde tasnif ile çıkarımlar yapabilen bir sistemler grubudur. (103). Öğrenme eylemi insanlarda olduğu gibi AI'nin karmaşık algoritmaları çözümlenmesi için temel bir ihtiyaçtır. Dolayısıyla AI, makine öğrenimi (ML) ve derin öğrenme algoritmalarını kapsayan genel bir kavram haline gelmiştir. (90,

104, 105). AI kavramının kökeni 1950'lere kadar gitse de, işlemci gücündeki gelişmeler sebebiyle 2000'den beri ivme kazanmıştır (106-107). Bugün bu teknoloji karmaşık tıbbi problemleri çözmek için sayısız verinin tasnifini ve analizini sağlar (104, 105, 107, 108).

Konvansiyonel radyoloji pratiği, hacim ve boyut gibi makroskopik birkaç ölçüm ile birlikte görüntüleme veri setleri genellikle görsel veya niteliksel olarak değerlendirilir. Bu yaklaşımda gözlemciler arasında anlamlı değişkenliklerle beraber tıbbi görüntülerde kullanılmayan çok büyük miktarda gizli veriyi barındırır. Örneğin tümörler histopatolojik olarak benzer olsa da, hastaların sağ kalımı çoğunlukla farklı olacaktır. Haliyle tedaviden önce hastaların prognozu tahmin edilebilseydi hastaların tedavi algoritmaları farklı olurdu. Bu duruma kişiselleştirilmiş tıp denir. Amaç daha iyi sonuçlara ulaşmak için farklı alt tipte kliniği olan hastaların belirlenmesini sağlamaktır (109).

Radyomik incelemeler bu hedeflere ulaşmanın objektif yolu olarak kabul edilebilir. Radyomiklerin öncelikli amacı, standart (90) veya ileri görüntüleme teknikleri (110, 111) ile tanı veya tedavide kullanılmak üzere anlamlı, gizli ve objektif verileri çıkarmaktır. Radyomik özelliklerin oluşturulması veri setlerinin edinilme, tasnif, ön işleme, segmentasyon, özellik çıkarma ve veri işleme basamaklarından oluşmaktadır (90).

4.1. Veri Setlerinin Edinilmesi

Bilgisayarlı tomografi, pozitron emisyon tomografisi, manyetik rezonans görüntüleme (MRI), X-ışını ve ultrasonografi gibi çeşitli görüntüleme tekniklerinden elde edilen veriler radyomik inceleme için kullanılır. Günümüzde çok çeşitli görüntü elde etme tekniklerinin yanı sıra ihtiyaca uygun olarak çeşitli görüntü rekonstrüksiyon yöntemleride kullanılmaktadır.

4.2. Verilerin Ön İnceleme Aşaması

Verilerin ön incelemesi radyomik yazılım programlarınca otomatik olarak düzenlenebilmesine rağmen gelişmiş radyolojik görüntüleme verilerinin ön işleme için Medikal Görüntü İşleme, Analiz ve Görselleştirme (MIPAV), Image J ve 3D Slicer gibi birçok kullanıcı dostu açık kaynaklı aracın mevcut olduğu bilinmelidir (109).

4.3. Segmentasyon Aşaması

Radyomik özellikler genellikle kesitsel alanlardan veya hacimlerden elde edildiğinden, en kritik adımın segmentasyon işlemi olduğu kabul edilir. Bir çok tümör belirsiz şekilde olması nedeniyle segmentasyon süreci zordur. Uzmanlar tarafından yapılan manuel segmentasyon en işlevsel yöntem olsa da gözlemci içi ve gözlemciler arası değişkenliğe (112) tabi olduğundan tekrarlanabilirliği kısıtlıdır. Bu sorunu çözümlenmede aktif kontur (yılan) (113), seviye kümesi (114), bölge tabanlı (115), grafik tabanlı (116) ve derin öğrenme tabanlı (117) gibi otomatik ve yarı otomatik yöntemler kullanılmaya başlanmıştır. Otomatik segmentasyon nesnel olsa da görüntülerde artefaktlar, gürültü ve ilgilenilen lezyonlar çeşitliliğiyle başa çıkmada hataya eğilimlidirler (109). Sonuç olarak amacımız agnostik veya semantik olmayan özellikleri kullanarak daha önce görülmemiş görüntü kalıplarını keşfetmek ve en ayırt edici olanlara göre sınıflandırma yapmaktır. Çıkardığımız modelleri bağımsız veri setlerinde doğrulayabildiğimiz sürece, özelliklerin bireysel anlamı ne olursa olsun radyomikler anlamlı bir sonuç verebilir (109).

5. 3D Slicer Programı

Bu çalışmada kullanılan radyomik program 3D slicer'dir. 3D slicer 2D tomografi görüntülerini otomatik algoritmalar işleyen yapay zekası sayesinde segmentler halinde çıkarıp BT görüntülerini üç boyutlu hale çeviren kullanıcı dostu bir yazılımdır.

AMAÇ

3D reformat yöntemlerle çalışmalar günümüz için yenidir. Bu çalışmada MDCT verileri kullanarak 3D Slicer programı yardımıyla elde ettiğimiz 3 boyutlu mandibula görüntülerinin geleneksel radyomik özelliklerinden (ramus uzunluğu, ramus genişliği, mandibular açı genişliği, koronoid genişliği, bikondüler çap ve mandibular açı) kullanarak erkek ve kadın mandibulalarını karşılaştırdık. Hedefimiz yeni bir uygulama alanı olan reformat tabanlı çalışmaların kullanışlı olabileceğini göstermek, dimorfik olduğu bilinen iskelet yapıların daha ayrıntılı incelemesini yapmak, olası yeni dimorfik kemiklerin tanımlanabilmesinin önünü açmaktır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Bursa Uludağ Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Hastanesine 01.01.2021-11.02.2022 tarihler arasında başvuran, yaşları 18 ile 56 arasında değişen, 500 bireyin (250 kadın, 250 erkek) Maksiyofasiyel CT taramaları, Radyoloji Anabilim Dalı arşivindeki veri tabanı kullanılarak usulüne uygun olarak gözlemci eşliğinde seçildi. Görüntülerin anonimleştirilerek kişisel verilerin korunmasına özen gösterildi.

1. ETİK KURUL ONAYI

Çalışmamız Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylandı. Helsinki Bildirgesi (Finlandiya) tarafından belirlenen etik standartlara uygun şekilde yürütüldü. Bu tez çalışması için 20.10.2021 tarih ve 2021-15/12 karar numarası onayı ile onay alındı.

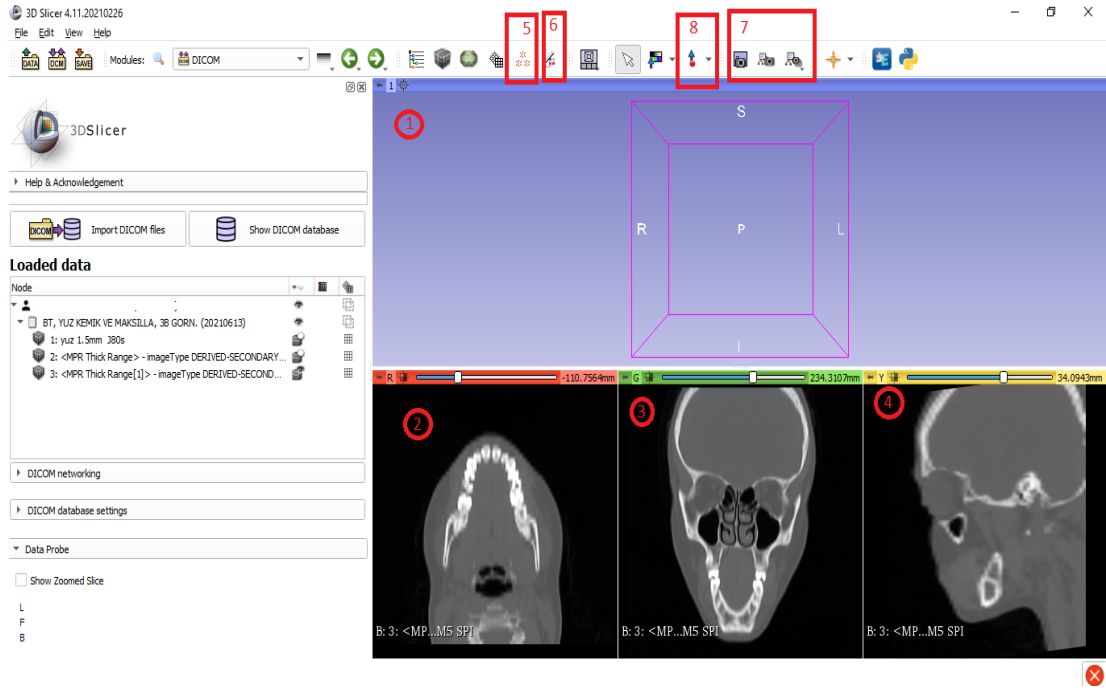
2. VERİLERİN TOPLANMASI

Çalışmamız Siemens Somatom Definition AS 128 Kesitli Multidetector Bilgisayarlı Tomografi (MDCT) cihazından (120 kV(kilovoltage), pitch 1.0, kolimasyon 0.6, artış 1.0, B50f, Erlangen, Almanya) cihazı ile elde edilen görüntüler kullanılarak yapıldı. Çalışmamızda kraniyofasiyal anomali, ortodontik tedavi, molar diş kaybı, tümör, travma ve cerrahi girişim öyküsü bulunanlar, kemik metabolizmasını etkileyen ilaç kullanım öyküsü olanlar, sistemik, endokrin, metabolik, kalıtsal hastalığı bulunanlar ve 18 yaş altı bireyler çalışmaya dahil edilmedi. Elde edilen DICOM formatında görüntüler 3D Slicer programıyla 3 boyutlu hale getirildi.

2.1 3D Slicer İle Verilerin İşlenmesi

Öncelikle çalışacağımız alan olan mandibulanın sınırlarının seçiminde "Segment editor" ana sekmesinde bulunan "threshold (eşik değer)" alt

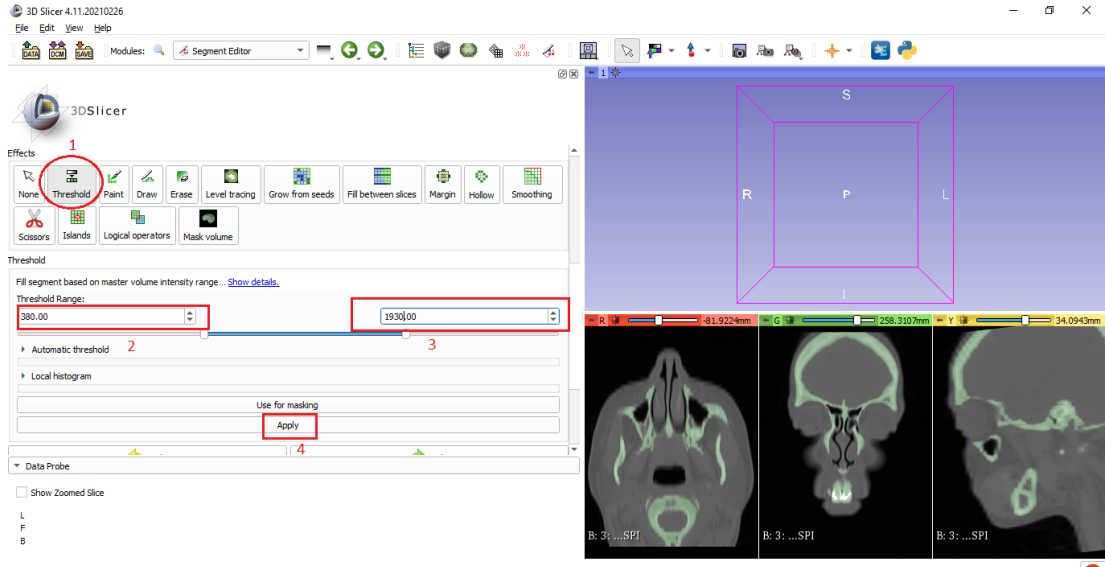
sekmesindeki değerler belirlendi. Mandibula segmentasyonu yapılmadan önce eşik değerler minimum (380), maksimum (1930) HU (Hounsfield Birimi) olarak seçildi. Segmentasyon işlemi sonrası “Show 3D” sekmesiyle 2D görüntü 3D formata çevrildi. Elde edilen 3D görüntüden zigomatik kemiğin arkus zigomatikusu ve temporal kemiğin prosessus zigomaticus ile tuberkulum artikularesinin mandibulanın superpozisyonunda kalan kısmı manuel olarak silindi. Son aşamada ise 3D görüntüsü elde edilen mandibuladan manuel olarak ramus uzunluk, ramus genişlik, mandibular açı genişliği, bikondüler çap, koronoid genişliği, mandibular açı ölçümü yapıldı. Özetle Şekil 7 ve Şekil 8’ de görüldüğü gibi numaralandırılmış kısımlar kullanılarak Şekil 9,10,11,12’ deki görüntüler elde edildi.



Şekil-7: 3D Slicer programında sık kullanılan sekme ve bölgeler

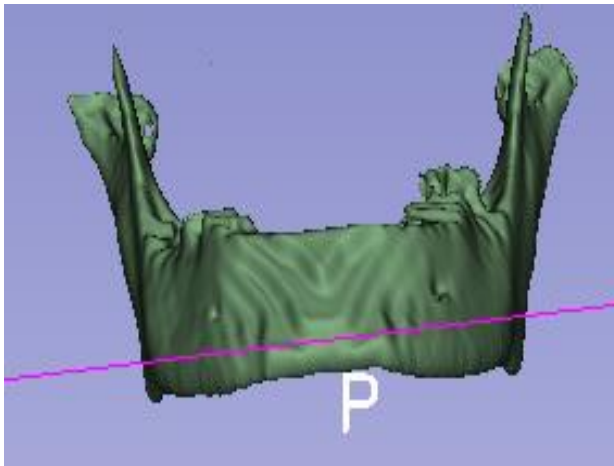
- 1) 3 boyutlu görüntü alanı
- 2) Aksiyal kesitte BT görüntüsü
- 3) Coronal kesitte BT görüntüsü
- 4) Sagittal kesitte BT görüntüsü
- 5) Markups(işaretlemeler)
- 6) Segment editör(Eşik değer seçimi)
- 7) Görüntü kaydedici

8) Uzunluk açısı gibi ölçüm sekmesi

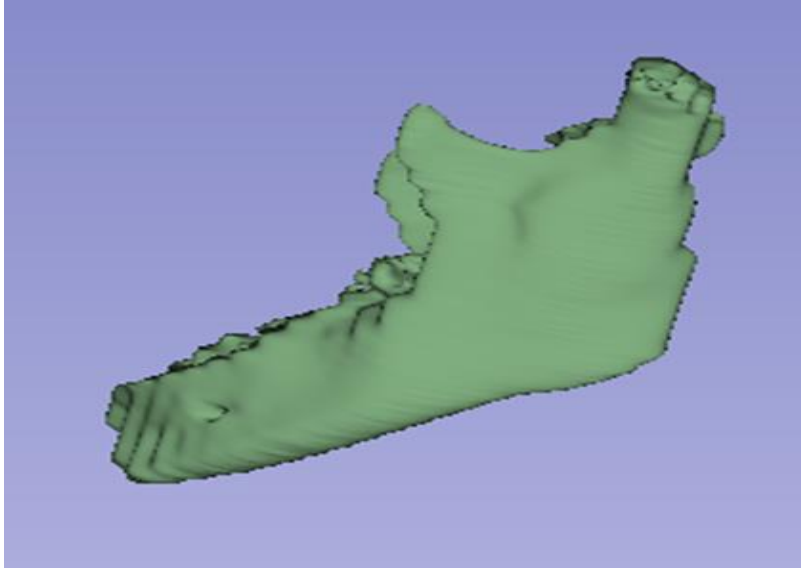


Şekil-8: 3D Slicer programında sık kullanılan sekme ve bölgeler

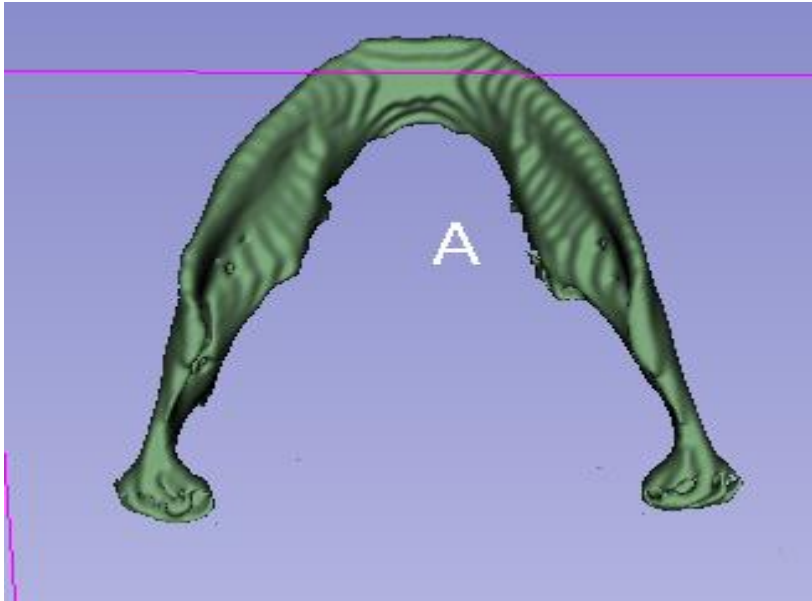
- 1) Threshold(Eşik değer seçimi)
- 2) Minimum eşik değer seçimi
- 3) Maksimum eşik değer seçimi
- 4) Seçilen eşik değeri onaylama sekmesi



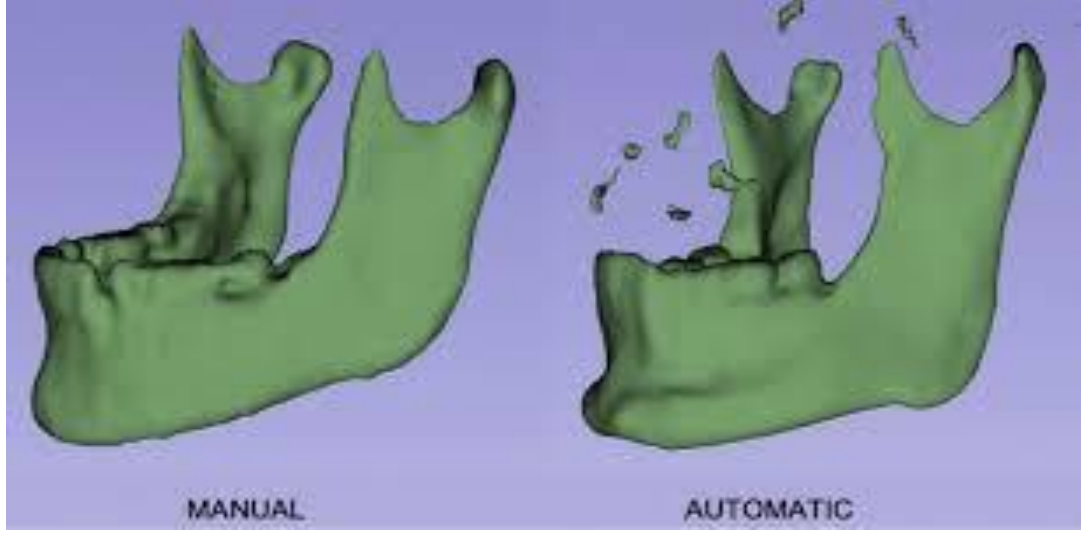
Şekil 9: 3D Slicer programında mandibulanın önden görünüşü



Şekil 10: 3D Slicer programında mandibulanın yandan görünüşü



Şekil 11: 3D Slicer programında mandibulanın alttan görünüşü



Şekil 12: 3D Slicer programıyla BT görüntülerinden elle yada otomatik olarak yaratılan mandibula görüntüsü

3. Verilerin Analizi

Analizler SPSS (Statistical Package for Social Sciences; SPSS Inc., Chicago, IL) 22 paket programında değerlendirilmiştir. Çalışmada tanımlayıcı veriler ve kategorik verilerde n, % değerleri, sürekli verilerde ise ortalama±standart sapma (Ort±SS) değerleri ile gösterilmiştir. Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiştir. İkili grupların karşılaştırılmasında student t testi kullanılmıştır. Cinsiyeti öngörme için lojistik regresyon analizi yapılmıştır. Mandibula ölçümlerinin cinsiyeti tanımadaki değerini ölçmek için Receiver operating characteristic (ROC) analizi uygulanmıştır. Analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

1. Tanımlayıcı İstatiksel Analizlerin Sonuçları

Çalışmaya 250 kadın ve 250 erkek olmak üzere toplam 500 hasta dahil edilmiştir. Hastaların yaş ortalaması $31,0 \pm 8,8$ olarak bulunmuştur.

Kadınların yaş ortalaması $31,7 \pm 8,1$ iken erkeklerin yaş ortalaması $30,3 \pm 9,4$ olarak bulunmuş ve cinsiyetler arasında yaş açısından anlamlı farklılık görülmemiştir ($p=0,094$)(Tablo 1).

Tablo 1. Hastaların yaşının cinsiyete göre karşılaştırılması

	Kadın	Erkek	p*
	Ort±SS	Ort±SS	
Yaş	$31,7 \pm 8,1$	$30,3 \pm 9,4$	0,094

*Student t testi kullanılmıştır.

Erkeklerin ramus uzunluğu, ramus genişliği, mandibular açı genişliği ve koronoid genişliği kadınların değerlerinden anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p<0,001$). Cinsiyetler arasında bikondüler çap ($p=0,191$) ve mandibular açı ($p=0,954$) açısından anlamlı fark görülmemiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Hastaların mandibula ölçümlerinin cinsiyete göre karşılaştırılması

	Kadın	Erkek	p*
	Ort±SS	Ort±SS	
Ramus uzunluğu	$57,3 \pm 2,7$	$62,6 \pm 3,9$	<0,001
Ramus genişliği	$28,4 \pm 1,8$	$30,2 \pm 2,2$	<0,001
Mandibular açı genişliği	$31,7 \pm 2,2$	$33,7 \pm 2,4$	<0,001
Bikondüler çap	$117,1 \pm 5,1$	$116,4 \pm 6,1$	0,191
Koronoid genişliği	$19,7 \pm 1,0$	$20,9 \pm 1,2$	<0,001

Mandibular açığı	121,3±5,3	121,3±5,3	0,954
------------------	-----------	-----------	-------

*Student t testi kullanılmıştır.

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.

Enter yöntemi ile yapılan analizde tüm değişkenler tek seferde modele dahil edilmiştir. Modelin anlamlılığı test edilmiş ve ki kare istatistiği ile anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$). Bu durum kurulan regresyon modelinin anlamlı olduğunu göstermektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Modelin anlamlılık testi

		X ²	sd	p
Adım 1	Adım	337,790	7	<0,001
	Block	337,790	7	<0,001
	Model	337,790	7	<0,001

Model için Cox & Snell R² değeri 0,491 ve Nagelkerke R² 0,655 olarak hesaplanmıştır. Bu durum modelin açıklama oranının yüksek olduğunu göstermektedir (Tablo 4).

Tablo 4. Modelin açıklama oranı

Adım 1	-2 Log likelihood	Cox & Snell R ²	Nagelkerke R ²
	355,357	0,491	0,655

Çalışmada cinsiyet dağılımında homojenite sağlanmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre regresyon modelinde cinsiyet tahmin doğruluk oranı erkeklerde %85,2; kadınlarda %86,4, her iki cinsiyet için %85,8 olarak bulunmuştur (Tablo 5).

Tablo 5. Modelin Tahmin Başarı Oranı

Gözlenen			Tahmin		
			Cinsiyet		Doğru tahmin yüzdesi
			Erkek	Kadın	
Adım 1	Cinsiyet	Erkek	213	37	85,2
		Kadın	34	216	86,4
	Genel yüzde				85,8

Analiz sonucuna göre “ramus uzunluğu, ramus genişliği, koronoid genişliği ve mandibular açısı” değişkenleri cinsiyet tahmininde etkili olan değişkenlerdir ($p < 0,05$). Katsayılar incelendiğinde “ramus uzunluğu, ramus genişliği, koronoid genişliği ve mandibular açısı” değerlerinin yüksek olması erkek olma olasılığını artırmaktadır (Tablo 6).

Buna göre kurulan regresyon modeli: “Cinsiyet= 65,700 - 0,399 x ramus uzunluğu - 0,284 x ramus genişliği - 1,083 x koronoid genişlik - 0,067 x mandibular açısı” şeklinde ifade edilmiştir.

Tablo 6. Lojistik regresyon analiz sonuçları

	Katsayı	sh	Wald	sd	p	Risk katsayısı
Yaş	,031	,016	3,65 2	1	0,05 6	1,031
Ramus uzunluğu	-,399	,045	78,3 56	1	<0,0 01	,671
Ramus genişliği	-,284	,091	9,77 3	1	0,00 2	,753

Mandibular açı genişliği	-,010	,083	,015	1	0,903	,990
Bikondüler çap	-,036	,027	1,821	1	0,177	,964
Koronoid genişliği	-1,083	,145	55,754	1	<0,001	,339
Mandibular açı	-,067	,028	5,861	1	0,015	,935
Sabit	65,700	7,920	68,821	1	<0,001	

2.2. Backward Stepwise (Wald) Yöntemi

Yapılan analizde erkekler 0, kadınlar 1 kodu ile tanımlanmıştır.

Backward Stepwise (Wald) yönteminde tüm değişkenler modele dahil edilip eleme yöntemi ile belirlenmiştir. Analiz sonucunda 3 adımda model tamamlanmıştır. Modelin anlamlılığı test edilmiş ve ki kare istatistiği ile anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Buna göre kurulan regresyon modeli anlamlıdır (Tablo 7).

Tablo 7. Modelin anlamlılık testi

		X ²	sd	p
Adım 1	Adım	337,790	7	<0,001
	Block	337,790	7	<0,001
	Model	337,790	7	<0,001
Adım 3	Adım	-1,847	1	0,174
	Block	335,928	5	<0,001
	Model	335,928	5	<0,001

Model 1 için Cox & Snell R² değeri 0,491 ve Nagelkerke R² 0,655; Model 3 için Cox & Snell R² değeri 0,489 ve Nagelkerke R² 0,652 olarak tespit edildi. Hesaplanan bu değerlere göre modelin açıklama oranı yüksek bulunmuştur (Tablo 8).

Tablo 8. Modelin açıklama oranı

Adım	-2 Log likelihood	Cox & Snell R ²	Nagelkerke R ²
1	355,357	0,491	0,655
3	357,219	0,489	0,652

Yapılan analiz sonuçlarına göre regresyon modeli 1'e göre doğru tahmin oranı erkeklerde %85,2; kadınlarda %86,4, her iki cinsiyet için %85,8 bulunmuştur. Regresyon modeli 3'e göre doğru tahmin oranı erkeklerde %84, kadınlarda %86, her iki cinsiyet için %85 bulunmuştur (Tablo 9).

Tablo 9. Modelin tahmin başarı oranı

Gözlenen			Tahmin		
			Cinsiyet		Doğru tahmin yüzdesi
			Erkek	Kadın	
Adım 1	Cinsiyet	Erkek	213	37	85,2
		Kadın	34	216	86,4
	Genel yüzde				85,8
Adım 3	Cinsiyet	Erkek	210	40	84,0
		Kadın	35	215	86,0
	Genel yüzde				85,0

Analiz sonucuna göre “yaş, ramus uzunluğu, ramus genişliği, koronoid genişliği ve mandibular açısı” değişkenleri cinsiyet tahmininde etkili olan değişkenlerdir ($p < 0,05$). Katsayılar incelendiğinde “yaş” değerinin yüksek olması kadın olma olasılığını artırırken, “ramus uzunluğu, ramus genişliği, koronoid genişliği ve mandibular açısı” değerlerinin yüksek olması erkek olma olasılığını artırmaktadır (Tablo 10).

Buna göre kurulan regresyon modeli: “Cinsiyet= 59,270 + 0,037 x yaş – 0,395 x ramus uzunluğu - 0,274 x ramus genişliği - 1,072 x koronoid genişlik - 0,059 x mandibular açı” şeklinde ifade edilmiştir.

Tablo 10. Regresyon analizi sonuçları

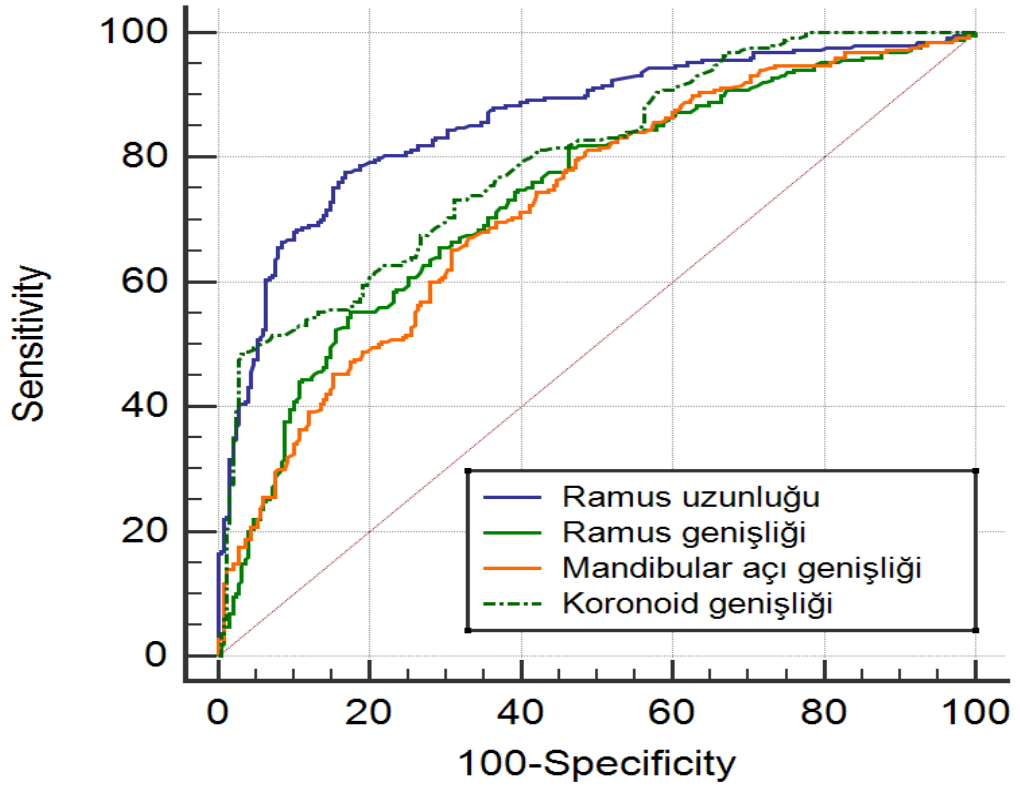
	Katsayı	sh	Wald	sd	p	Risk katsayısı
Yaş	,037	,015	6,099	1	0,014	1,038
Ramus uzunluğu	-,395	,044	81,250	1	<0,001	,673
Ramus genişliği	-,274	,068	16,270	1	<0,001	,760
Koronoid genişliği	-1,072	,144	55,310	1	<0,001	,342
Mandibular açı	-,059	,026	5,011	1	0,025	,942
Sabit	59,270	6,029	96,646	1	<0,001	

Kadın olma durumuna göre ramus uzunluğu değeri üzerinden yapılan ROC analizine göre kesme noktası 59,52 olarak bulunmuştur. Bu kesme noktadaki duyarlılık %83,20, özgüllük ise %77,60 olarak bulunmuştur. Çizilen ROC eğrisinde eğri altında kalan alan 0,859 olarak bulunmuştur. Kadın olma durumuna göre ramus genişliği değeri üzerinden yapılan ROC analizine göre kesme noktası 29,95 olarak bulunmuştur. Bu kesme noktadaki duyarlılık %82,40, özgüllük ise %55,20 olarak bulunmuştur. Çizilen ROC eğrisinde eğri altında kalan alan 0,737 olarak bulunmuştur. Kadın olma durumuna göre mandibular açı genişliği değeri üzerinden yapılan ROC analizine göre kesme noktası 32,79 olarak bulunmuştur. Bu kesme noktadaki duyarlılık %69,20, özgüllük ise %65,20 olarak bulunmuştur. Çizilen ROC eğrisinde eğri altında kalan alan 0,724 olarak bulunmuştur. Kadın olma durumuna göre koronoid genişliği değeri üzerinden yapılan ROC analizine göre kesme noktası 20,91 olarak bulunmuştur. Bu kesme noktadaki duyarlılık %96,40, özgüllük ise

%48,80 olarak bulunmuştur. Çizilen ROC eğrisinde eğri altında kalan alan 0,797 olarak bulunmuştur. Bu durumda ramus uzunluğunun, ramus genişliğinin, mandibular açı genişliği ve koronoid genişliğin cinsiyet ayırmada tanısal değerinin olduğu görülmüştür (Tablo 11).

Tablo 11. Kadın olma durumuna göre mandibula ölçümlerinin ROC analiz sonucu

	Ramus uzunluğu	Ramus genişliği	Mandibular açı genişliği	Bikondüler çap	Koronoid genişliği	Mandibular açı
Kesme noktası	≤59,52	≤29,95	≤32,79	>119,5	≤20,91	>122,7
Duyarlılık	%83,20	%82,40	%69,20	%40	%96,40	%37,60
Özgüllük	%77,60	%55,20	%65,20	%78	%48,80	%55,60
Pozitif prediktif değer	%78,8	%64,8	%66,5	%57,9	%65,3	%45,9
Negatif prediktif değer	%82,2	%75,8	%67,9	%56,5	%93,1	%47,1
AUC (eğri altında kalan alan)	0,859	0,737	0,724	0,547	0,797	0,501
AUC %95 güven aralığı	0,826-0,889	0,696-0,775	0,683-0,763	0,502-0,591	0,759-0,832	0,457-0,546
AUC p değeri	<0,001	<0,001	<0,001	0,075	<0,001	0,960



Şekil 13. Mandibula lmlerinin cinsiyet tanısındaki değeri için ROC eğrisi

TARTIŞMA ve SONUÇ

Mandibula dimorfizm açısından metrik değerlendirmeye en uygun kemiklerden birisidir. Mandibula ile cinsiyet tayininde geleneksel röntgende 2D koronal düzlemdeki çalışmalar zamanla yaygınlığı artan BT görüntülemesine kaymıştır. Bu sayede mandibulanın derinliği, alanı ve hacmi de değerlendirilebilir hale gelmiştir. Günümüzde hem BT cihazındaki gelişmeler hemde yeni çıkan radyomiks programları sayesinde biyometrik tanımlama ve cinsiyet tayini ile ilgili kapsamlı çalışmalar yapılmaya başlamıştır.

Bu çalışmada kullandığımız 3D Slicer yazılımı, doğru ölçüm sonuçları sunabilmesi, yapay zeka desteği kullanabilmesi nedeniyle yeni görüntüleme tabanlı biyobelirteçlerin araştırılması ile geliştirilmesi için bir platform oluşturarak görüntüleme verilerinin çok yönlü görselleştirilmesi ve araştırılması için çok çeşitli özellikler sunmaktadır. 3D Slicer programı, görüntü analiz araçlarının kullanımına dayalı gelişimiyle, yeni 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. 3D Slicer programını kullanarak diğer dimorfik kemiklerden yapılan çalışmalarda gözlemciler arasında anlamlı bir fark bulunmadığı, tekrarlanabilirlik açısından güvenilir olduğu bildirilmiştir (118).

Günümüzde üç boyutlu yeniden yapılandırma yöntemleriyle birlikte yapay zeka kullanılarak 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 sağlar.

Bu çalışmada standardizasyonu sağlamak adına mandibulanın sağ ve sol ramusu karşılaştırılmış boyut, şekil, açısal olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Yapılan istatistiki incelemelerde kadınların yaş ortalaması $31,7\pm 8,1$ iken erkeklerin yaş ortalaması $30,3\pm 9,4$ olarak bulunmuş ve

cinsiyetler arasında yaş açısından anlamlı farklılık görülmemiştir. Gözlemci içi güvenilirliği test etmek için yaptığımız çalışmada 35 Kraniyofasiyal CT taramasından oluşan rastgele bir örneklemin her biri iki haftalık aralıklarla iki kez tekrar incelenmiştir. Gözlemci içi ve gözlemciler arası güvenilirlik açısından anlamlı bir fark saptanmamıştır. Sınıf içi kolerasyon katsayısı testi (ICC), doğrusal ve radyomik özelliklerin sonuçları açısından değerlendirmiş olup her iki gözlemci için de (ICC > 0.980, s < 0.0001) mükemmel bir gözlemci içi tekrarlanabilirlik ortaya koymuştur.

Ramus uzunluğu, ramus genişliği, mandibular açı genişliği ve koronoid genişliği mandibular açısı bikondüler çap parametreleri değerlendirdiğimiz çalışmada regresyon modeli analiz sonuçlarına göre cinsiyet tahmin doğruluk oranı; erkeklerde %85,2, kadınlarda %86,4, her iki cinsiyet için %85,8 olarak bulunmuştur. Ramus uzunluğunun, ramus genişliğinin, mandibular açı genişliği ve koronoid genişliğinin cinsiyet ayırmada tanısal değerinin olduğu ancak bikondüler çap (p=0,191) ve mandibular açı (p=0,954) açısından anlamlı fark görülmemiştir. Bu çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak “mandibular açı” değişkeni açısından anlamlı fark saptanmıştır (11, 53-55).

Mandibula ile ilgili ilk çalışmalar arkeolojik araştırmalardan elde edilen mandibulanın direk ölçümüne göre yapılmıştır. Loth ve Henneberg tarafından 1996 yılında yapılan çalışmada cinsel dimorfizmin tek bir morfolojik göstergesini, yani mandibulada ramus fleksurada bükülmenin varlığını veya yokluğunu, %90,6-99,0 tahmin doğruluğu ile tanımlamıştır (57). Diğer çalışmalarda %59,0 ile %80,4 arasında bulunmuştur ki bu oran bildirilen %90,6-99,0'ın oldukça altındadır (57, 62, 64, 119, 120). 2005 yılında İstanbul'da arkeolojik çalışmalarla elde edilen 120 mandibula ile ramus flexuranın araştırıldığı bir çalışmada erkeklerde %95,6 ve kadınlarda %70,6 doğruluk ile cinsiyeti tespit edebildiği görülmüştür (64).

Günümüzde mandibuladan yapılan cinsiyet tespit çalışmaları daha çok BT görüntüleri ile yapılmaya başlanmıştır. Tunis ve ark.(11) tarafından yapılan, kozmopolit yapısı nedeniyle İsrail popülasyonunda rastgele örneklem ile seçilen 400 kişinin mandibula BT görüntülerinin kullanıldığı bir çalışmada tam bir mandibula için cinsiyeti doğru tahmin oranı %90,8 bulunmuştur. Kafkas

kökenli 419 kişiyle yapılan BT tabanlı başka bir çalışmada çene simfiz incelenerek çene yüksekliği ve çene genişliğini erkeklerde daha yüksek, çene kalınlığını her iki cinsiyette benzer bularak simfiz incelemelerinin cinsiyet tespitinde tek başına yeterli olmadığını belirtilmiştir (67). BT tabanlı görüntülerin kullanılarak nicel (ramus uzunluğu, ramus genişliği, koronoid genişliği ve mandibular açı genişliği, bikondüler çap) parametrelerin tespit edildiği diğer çalışmalar (57, 62, 119-122) %80-%85 doğruluk oranıyla bu çalışmamızla benzer bulunmuştur. Bu çalışmada kullandığımız reformat teknolojinin tekrarlanabilirliği, hızı, gözlemci içi ve gözlemciler arası farkın düşük olması gelecekteki çalışmalara öncü olacağını düşündürmektedir.

Literatürde mandibuladan cinsiyet tayinindeki doğruluk oranlarının farklı olması, etnik değişkenler, metodolojik ve istatistiksel analizler, radyografik teknikler ile örneklem boyutunun farklı olmasıyla açıklanabilir. Sonuçların çeşitliliği antropometrik özelliklerin popülasyona özgü varyasyonu ile açıklanabilir (120). Bununla birlikte, çalışmalarda standart metodolojiler kullanılmadığından, farklı popülasyonlar arasındaki antropometrik farklılıklar tam olarak anlaşılammıştır. Popülasyona spesifik özellikler dışında sonuçlardaki bu farklılıklara neden olan faktörler arasında; bireylerin yaş aralığı, örneklem büyüklüğü, görüntüleme çeşidi, ölçümlerin yapıma şekli sayılabilir (121). Mandibuladan cinsiyet tayininde başarılı bir şekilde kullandığımız üç boyutlu görüntülerin elde edildiği radyomik yöntem gelecekte yapılacak yapay zeka tabanlı adli bilimler alanındaki çalışmalara öncülük edeceği düşünülmüştür.

Bu çalışmada radyomik özellikli değişkenlerin kullanılarak daha iyi ölçüm sonuçları alınabilmesi, yüksek çözünürlük gücüne sahip yapay zeka destekli 3 boyutlu görüntü analizi yapılması, yapay zeka sayesinde hızlı, güvenilir, tekrarlanabilir yeni bir metodoloji uygulanması nedeni ile orijinal bir çalışmadır. Hesaplama kullandığımız otomatik algoritma tek programla kısa sürede işlem yapabilmesiyle hızlı, güvenilir ve kullanışlı olduğunu kanıtlamıştır. Bu çalışma mandibulanın metrik analizinin 3D reformat görüntüleriyle yapıldığı ilk çalışmalardandır. Diğer bir çok yapı gibi mandibulada 3D reformat görüntüleriyle 2D ölçümlerden daha güvenilir veriler sağlamaktadır. Literatürde

mandibula BT tabanlı ve direk ölçümle incelenmiş 3D yeniden yapılandırma yöntemiyle mandibula araştırılmamıştır. Literatürde 3D görüntü rekonstrüksiyonunu kullanan birkaç morfometrik çalışma mevcuttur (122-125). Frontal sinüsün kullanıldığı bu çalışmalarda 3D yeniden yapılandırma yöntemi kendini kanıtlamıştır.

Reformat tabanlı çalışmalar yenidir. Birden çok başarılı sonuç alınmasına rağmen diğer yöntemlerle tarihsel açıdan kıyasladığımızda henüz başlangıç aşamasındadır. Ancak gerekli çalışmalar titizlikle yapılırsa teknolojik gelişmelerle birlikte ekponansiyel olarak ilerleyeceği ve birçok yönden kullanışlı olacağı düşünülmektedir. Doğal afet, patlama gibi olaylarda kimliklendirme, antropolojik araştırmalarda insan ve insansuların evriminde henüz aydınlatılmamış kısımların anlaşılması, modern tıp öncesi toplumlarda görülen iskelet hastalıklarının coğrafi dağılımı gibi konularda kullanılabileceği düşünülmektedir.

Gelecekte reformat programların yaygınlaşması, örneklem büyüklüğünün artırılması ve farklı popülasyonlarda çalışmalar yapılması daha doğru sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- 1- Zeyfeoğlu Y, Hancı İH. İnsanlarda Kimlik Tespiti. *STED* 2001; 10(10):375.
- 2- Byers SN. *Introduction to Forensic Anthropology*. New York: Routledge Press; 2017.
- 3- 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.
- 4- Sinnatamby CC. Regional and Applied. In: Sinnatamby CC eds. *Last's Anatomy 12th edition*. London: Churchill Livingstone Elsevier; 2011:375-77.
- 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- 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.
- 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- Jobling MA, Gill P. Encoded evidence: DNA in forensic analysis. *Nat Rev Genet* 2004;5:739–51.
- 11- Tunis TS, Sarig R, Cohen H et al. Sex estimation using computed tomography of the mandible. *Int J Legal Med*. 2017;131:1691–1700.
- 12- Giles E, Elliot O. Sex determination by discriminant function analysis of crania. *Am J Phys Anthropol*. 1963;21:53–68.
- 13- Urbanová P, Hejna P, Zátopková L, Šafr M. What is the appropriate approach in sex determination of hyoid bones? *J Forensic Legal Med*. 2013;20:996–1003.
- 14- Sierp I, Henneberg M. The difficulty of sexing skeletons from unknown populations. *Journal of Anthropology*. 2015.
- 15- Schmitt A, Cunha E, Pinheiro J. *Forensic Anthropology and Medicine*. New Jersey: Humana; 2006.
- 16- Salim Z. Accuracy and Reliability in Sex Determination Using the Os Coxa: A Comparison of Metric v.s Phenice Method. (Master's Thesis). Houston: The University of Houston;2012.
- 17- Mcginnes MB. Sex Determination by Discriminant Function Analysis of Native American Crania from Florida and Georgia. (Master's Thesis). Florida: University of Florida;2007.
- 18- 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.

- 19-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.
- 20-White TD, Black MT, Folkens PA. Human Osteology, Third Edition Elsevier Academic Press;2011.
- 21-Kaushal S, Patnaik VVG, Agnihotri G. Mandibular Canines in Sex Determination. J. Anat. Soc. India. 2003;52(2):119-24.
- 22-Pathol N. Age Estimation Using Third Molar Development. The Malaysian Journal of Pathology. 1995;17(1):33-4.
- 23-Mujib 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.
- 24-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.
- 25-Sakaue K. Sexual Determination of Long Bones in Recent Japanese. Anthropological Science. 2003;112:75-81.
- 26-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.
- 27-Ozer I, Katayama K. Sex Determination Using the Femur in an Ancient Japanese Population. Collegium Antropologicum. 2008;32(1):67-72.
- 28-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.
- 29-Tellioglu AM, Karakas S. Humerus'tan Morfometrik Yöntemlerle Cinsiyet Tayini. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi. 2013;27(2):75-9.
- 30-Krogman WM. The Human Skeleton in Forensic Medicine. Springfield: Charles C.Thomas. 1962;114-22.
- 31-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.
- 32-Selthofer R, Nikolic V, Mrcela T et al. Morphometric Analysis of the Sternum. Coll Antropol. 2015;1:44.
- 33-Ekizoğlu O, Hocaoğlu E, İnci E et al. Sex Estimation From Sternal Measurements Using Multidetector Computed Tomography. Medicine. 2014;93(27):1-5.
- 34-Marino EA. Sex estimation using the first cervical vertebra. Am J Phys Anthropol.1995;97:127-33.
- 35-Wescott DJ. Sex variation in the second cervical vertebra. J Forensic Sci. 2000;45(2):462-6.
- 36-Marlow EJ, Pastor RF. Sex determination using the second cervical vertebra-A test of the method. J Forensic Sci. 2011;56(1):165-9.
- 37-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.

- 38**-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
- 39**-Rozendall AS. Estimating Sex from the Seven Cervical Vertebrae: An Analysis of White European Skeletal Populations. Nova Scotia: Andrew Stephan Rozendaal; 2016.
- 40**-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.
- 41**-Uzuner MB, Geneci F, Ocak M et al. Sex Determination from the Radiographic Measurements of Calcaneus. *An International Journal of Experimental and Clinical Anatomy.* 2016;10(3):200-4.
- 42**-Silva AM. Sex Assessment Using the Calcaneus and Talus. *Anthropologia Portuguesa.* 1995;13:107-19.
- 43**-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.
- 44**-Schwartz JH, Tattersall I. The human chin revisited: What is it and who has it? *J Hum Evol.* 2000;38:367–409.
- 45**-Cook TW. The human chin and human tooth change. *Int J Orthod Dent Child.* 1933;19:730–734.
- 46**-Coquerelle M, Bookstein FL, Braga J, Halazonetis DJ, Weber GW. Fetal and infant growth patterns of the mandibular symphysis in modern humans and chimpanzees (pan troglodytes). *J Anat.* 2010;217:507–520. doi: 10.1111/j.1469-7580.2010.01287.x.
- 47**-Ülgen M. Ortodonti: Anomaliler, Sefalometri, Etioloji, Büyüme ve Gelişim, Tanı. Ankara: Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Yayınları, 2010. 233-7.
- 48**-Moore KL, Persaud T, Yıldırım M, Okar İ, Dalçık H. Klinik yönleri ile insan embriyolojisi. Nobel Tıp Kitabevleri, 2002.
- 49**-Parada C, Chai Y. Mandible and tongue development. *Current topics in developmental biology.* 2015;115:31-58.
- 50**-Walther DP, Houston WJB, Jones ML, Oliver RG. *W&H Orthodontic Notes* 6th edition. Reed Educational and Professional Publishing Ltd, 2000. 23-4.
- 51**-Arıncı K, Elhan A. *Anatomi, 1.Cilt.* Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2014. 48-50.
- 52**-Sobotta J. *Sobotta Atlas of Anatomy.* Germany: Elsevier Press; 2019. 38-42.
- 53**-Franklin D, O'Higgins P, Oxnard C. Sexual dimorphism in the mandible of indigenous south Africans: a geometric morphometric approach. *S Afr J Sci.* 2008;104:101–6.
- 54**-Giles E. Sex determination by discriminant function analysis of the mandible. *Am J Phys Anthropol.* 1964;22:129–35.
- 55**-Martin E. A study of an Egyptian series of mandibles, with special reference to mathematical methods of sexing. *Biometrika.* 1936;28:149–178.
- 56**-Bass W. *Human osteology: a laboratory and field method.* Thomas, Springfield; 1995.

- 57-Loth SR, Henneberg M. Mandibular ramus flexure: a new morphologic indicator of sexual dimorphism in the human skeleton. *Am J Phys Anthropol.* 1996;99:473–85.
- 58-Hu K, Koh K, Han S, Shin K, Kim H. Sex determination using nonmetric characteristics of the mandible in Koreans. *J Forensic Sci.* 2006;51:1376–82.
- 59-Dirnhofer R, Jackowski C, Vock P, Potter K, Thali MJ. Virtopsy: minimally invasive, imaging-guided virtual autopsy. *Radiographics* 2006;26:1305–33.
- 60-Donnelly SM, Hens SM, Rogers NL, Schneider KL. Technical note: a blind test of mandibular ramus flexure as a morphologic indicator of sexual dimorphism in the human skeleton. *Am J Phys Anthropol.* 1998;107: 363–6.
- 61-Haun SJ. A study of the predictive accuracy of mandibular ramus flexure as a single morphological indicator of sex in an archaeological sample. *Am J Phys Anthropol.* 2000;111:429–32.
- 62-Hill CA. Technical note: evaluating mandibular ramus flexure as a morphological indicator of sex. *Am J Phys Anthropol.* 2000;111:573-7.
- 63-Kemkes-Grottenthaler A, Löbig F, Stock F. Mandibular ramus flexure and gonial eversion as morphologic indicators of sex. *Homo.* 2002;53: 97–111.
- 64-Balcı Y, Yavuz MF, Çağdır S. Predictive accuracy of sexing the mandible by ramus flexure. *Homo.* 2005;55(3):229-37. doi: 10.1016/j.jchb.2004.07.006. PMID: 15803768.
- 65-Koski K. Mandibular ramus flexure-Indicator of sexual dimorphism? *Am J Phys Anthropol.* 1996;101: 545–6.
- 66-Loth SR, Henneberg M. Sexually Dimorphic Mandibular Morphology in the First. *American Journal of Physical Anthropology.* 2001; 115:179-80.
- 67-Sella Tunis T, Hershkovitz I, May H et al. Variation in Chin and Mandibular Symphysis Size and Shape in Males and Females: A CT-Based Study. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(12):4249.
- 68-Byers S.N. *Introduction to Forensic Anthropology.* Press Pearson Education; 2002.
- 69-Bass W.M. *Human Osteology: A Laboratory and Field Manual.* 5th ed. Missouri Archaeological Society; Columbia, MO, USA: 2005.
- 70-Garvin HM, Ruff CB. Sexual dimorphism in skeletal brow ridge and chin morphologies determined using a new quantitative method. *Am J Phys Anthropol.* 2012;147:661–70.
- 71-Schutkowski H. Sex determination of infant and juvenile skeletons: I. Morphognostic features. *Am J Phys Anthropol.* 1993;90:199–205. doi: 10.1002/ajpa.1330900206.
- 72-Hershkovitz P. The decorative chin. *Bull. Field Mus. Nat. Hist.* 1970;41:6–10.
- 73-Grammer K, Thornhill R. Human (*Homo sapiens*) facial attractiveness and sexual selection: The role of symmetry and averageness. *J Comp Psychol.* 1994;108:233–42.
- 74-Barber N. The evolutionary psychology of physical attractiveness: Sexual selection and human morphology. *Ethol Sociobiol.* 1995;16:395–424.
- 75-Thayer ZM, Dobson SD. Sexual dimorphism in chin shape: Implications for adaptive hypotheses. *Am J Phys Anthropol.* 2010;143:417–25.

- 76-**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.
- 77-**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.
- 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 Identification Using frontal Sinus Prints on Computed Tomography Scans in a Sample of Egyptian Population. Doctoral Dissertation: Tanta University Faculty of Medicine; 2003.
- 82-**Leth PM. Computerized tomography used as a routine procedure at postmortem investigations. *Am J Forensic Med Pathol.* 2009;30:219–22.
- 83-**Dirnhofer R, Jackowski C, Vock P, Potter K, Thali MJ. Virtopsy: minimally invasive, imaging-guided virtual autopsy. *Radiographics.* 2006;26:1305–33.
- 84-**Uysal S, Gokharman D, Kacar M, Tuncbilek I, Kosa U. Estimation of sex by 3D CT measurements of the foramen magnum. *J Forensic Sci.* 2005;50:1310–4.
- 85-**Roberts IS, Benamore RE, Benbow EW et al. Post-mortem imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: a validation study. *Lancet.* 2012;379:136–42.
- 86-**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. *International Journal of Morphology.* 2014;32(3):812.
- 87-**Katada K. Half-second, half millimeter real time multislice helical CT: CT diagnosis using Aquillon. *Medical Review.*1999;68:31-8.
- 88-**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.
- 89-**Hu H, He HD, Foley WD, Fox SH. Four multidetector-row helical CT: image quality and volume coverage speed. *Radiology* 2000;215:55-62.
- 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-**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.
- 100-** 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.
- 101-** 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.
- 102-** 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.
- 103-** 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.
- 104-** Chartrand G, Cheng PM, Vorontsov E. Deep learning: a primer for radiologists. *Radiographics* 2017;37:2113-31.
- 105-** Erickson BJ, Korfiatis P, Akkus Z, Kline TL. Machine learning for medical imaging. *Radiographics.* 2017;37:505-15.
- 106-** 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.
- 107-** Auffermann WF, Gozansky EK, Tridandapani S. Artificial intelligence in cardiothoracic radiology. *AJR Am J Roentgenol* 2019; 19:1-5.

- 108-** Bi WL, Hosny A, Schabath MB. Artificial intelligence in cancer imaging: Clinical challenges and applications. *CA Cancer J Clin.* 2019;69:127-57.
- 109-** 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.
- 110-** 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.
- 111-** Atri M. New technologies and directed agents for applications of cancer imaging. *J Clin Oncol.* 2006;24:3299-308.
- 112-** 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.
- 113-** Collewet, Witkin A, Terzopoulos D. Snakes: Active contour models. *Int J Comput Vis.* 1988;1:321-31.
- 114-** 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.
- 115-** Peng J, Hu P, Lu F et al. 3D liver segmentation using multiple region appearances and graph cuts. *Med Phys.* 2015;42:6840-52.
- 116-** 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.
- 117-** 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.
- 118-** 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.
- 119-** Loth SR, Henneberg M. Mandibular ramus flexure is a good indicator of sexual dimorphism. *Am J Phys Anthropol.* 1998 Jan;105(1):91-2.
- 120-** Iscan MY. Forensic anthropology of sex and body size. *Forensic Sci Int.* 2015;147:107-12.
- 121-** 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.
- 122-** Michel J, Paganelli A, Varoquaux A, et al. Determination of sex: interest of frontal sinus 3D reconstructions. *J Forensic Sci.* 2015; 60:269-73.
- 123-** Kawarai Y, Fukushima K, Ogawa T. Volume quantification of healthy paranasal cavity by three-dimensional CT imaging. *Acta Otolaryngol Suppl.* 1999;540:45-9.
- 124-** 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.

- 125-** 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.

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 gönüllülikle 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,

Berber 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'na

Anabilim Dalında beraber çalışmış olduğum arkadaşlarımdan daima katkılarını gördüğüm, Dr. Yasin Çelebi Dr. Turgut KANAL, Dr. Emine TÜRKYILMAZ TEMEL, Dr. Ayşe AKYILDIZ, Dr. Kutay BABAKUŞ, 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, Uzm. Dr. Yusuf ATAN, 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, Uzm. Dr. Samet KIYAK, Uzm. Dr. Şahin Bora TEKİN ve değerli kurum personeline,

Bugüne kadar gösterdikleri özveri için aileme, tanıştığım andan itibaren daima desteğini hissettiğim biricik eşim Dr. Selinay Ergun KARATAŞ'a teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

1992 yılında Sivas'ın Yıldızeli ilçesinde doğdum. İlköğretimimde ilk 5 yıl 1998-2003 yılları arasında Aşağı Çakmak Köyü Birleştirilmiş Sınıflı İlköğretim Okulu'nda sonraki 3 yıl 2003-2006 yılları arasında Yıldızeli Atatürk İlköğretim Okulu'nda, lise eğitimimi 2006-2010 yılları arasında Sivas Cumhuriyet Anadolu Lisesi'nde, tıp eğitimimi 2010-2015 yılları arasında Sivas Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde intörlük eğitimimi 2016 yılında Emergency County Hospital Targu Mures'te tamamladım ve 2016-2019 yılları arasında Bayat Devlet Hastanesi'nde 3 yıl pratisyen hekim olarak çalıştım. Bu dönemde geçici görevle Çorum Hitit Üniversitesi Erol Olçok Eğitim ve Araştırma Hastanesi ve Çorum Göğüs Hastalıkları Hastanesi acil servisinde pratisyen olarak çalıştım. Ayrıca 01.02.2019 ile 01.03.2019 tarihleri arasında Çorum Bayat ilçesinde vekil İlçe Sağlık Müdürlüğü yaptım. 16/07/2019 tarihinde Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimime başladım.