

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ANATOMİ ANABİLİM DALI



SİNUS FRONTALIS HACMİNİN MORFOMETRİK
ÖLÇÜMLER VE MAKİNE ÖĞRENME ALGORİTMALARI
İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BURCU ATABEY

TEZ DANIŞMANI

Dr. Öğr. Üyesi Murat DIRAMALI

BOLU, TEMMUZ - 2023

KABUL VE ONAY SAYFASI

Bureu ATABEY tarafından hazırlanan “**SİNUS FRONTALIS HACMİNİN MORFOMETRİK ÖLÇÜMLER VE MAKİNE ÖĞRENME ALGORİTMALARI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Anatomi Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliğiyle kabul edilmiştir. 11/07/2023

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Murat DIRAMALI
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Doç. Dr. Deniz ŞENOL
Düzce Üniversitesi

.....

Üye
Unvanı Adı SOYADI
Üniversitesi

.....

Üye
Unvanı Adı SOYADI
Üniversitesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir,

aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin 24/05/2023 tarihinde Turnitin adlı intihal tespit programından enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %14 olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışma için Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan 53 sayısı ile etik izin alınmıştır.

.....
BURCU ATABEY

ÖZET

SİNUS FRONTALIS HACMİNİN MORFOMETRİK ÖLÇÜMLER VE MAKİNE ÖĞRENME ALGORİTMALARI İLE DEĞERLENDİRİLMESİ YÜKSEK LİSANS TEZİ

BURCU ATABEY

**BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ANATOMİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ MURAT DIRAMALI)**

BOLU, TEMMUZ - 2023

XI+45

Frontal sinüs hacimlerini, yüzden alınan morfometrik ölçümlerle tahmin etmek amacıyla tasarladığımız çalışmamızda Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kulak Burun Boğaz polikliniğine başvuran 20-55 yaş arası (median: 32, ÇAA: 15) travma, konjenital anomali ya da ameliyat öyküsü bulunmayan 256 bireyin 1.5 T cihaz ile çekilen paranazal bilgisayarlı tomografi (BT) görüntüleri kullanıldı.

Frontal sinüs hacmi, transvers düzlemden stereolojik yöntemlerle hesaplanırken frontal düzlemde frontal sinüs yükseklik ve genişliği, orbitaların yükseklik ve genişliği, maksiller sinüs yükseklik ve genişliği, nazal kavite yükseklik ve genişliği ile interzigomatik, intermastoidal ve mastoangular mesafeler ölçüldü. Normal dağılıma uymayan Orbital Genişlik, Maksiller Yükseklik ve İnteranguler Genişlik parametreleri ile sinüs hacmi ile arasında düşük korelasyon bulunan Maksillar Yükseklik, Nazal Yükseklik, Nazal Genişlik ve Mastoangular Genişlik parametreleri çıkartıldıktan sonra regresyona yönelik makine öğrenmesi algoritmaları kuruldu.

Regresyon analizinin sonunda frontal sinüs hacmi Frontal Yükseklik, Frontal Genişlik ve İnterzigomatik Mesafe parametreleri ile açıklandı. En yüksek performansa sahip model Rastgele Orman, en düşük maliyetli model ise K-En Yakın Komşu olduğu görüldü.

ANAHTAR KELİMELELER: Frontal Sinüs Hacmi, Makine Öğrenmesi, Rastgele Orman, Antropometri, Stereoloji

ABSTRACT

**ESTIMATION OF FRONTAL SINUS VOLUME WITH
MORPHOMETRIC MEASUREMENTS AND MACHINE LEARNING
ALGORITHMS
PHD THESIS
BURCU ATABEY
BOLU ABANT IZZET BAYSAL UNIVERSITY
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES
ANATOMY
(SUPERVISOR: ASSIST. PROF. MURAT DIRAMALI)**

**BOLU, JULY 2023
XI+45**

In our study, designed to predict frontal sinus volumes using morphometric measurements taken from the face, we utilized paranasal computed tomography (CT) images of 256 individuals aged between 20 and 55 years (median: 32, IQR: 15) who presented at the Ear, Nose, and Throat Clinic of Bolu Abant Izzet Baysal University Education and Research Hospital. These individuals had no history of trauma, congenital anomalies, or surgery. The CT images were obtained using a 1.5 Tesla scanner.

For the calculation of frontal sinus volume, stereological methods were employed in the transverse plane. In the frontal plane, measurements were taken for frontal sinus height and width, orbital height and width, maxillary sinus height and width, nasal cavity height and width, as well as interzygomatic, intermastoidal, and mastoangular distances. Parameters such as Orbital Width, Maxillary Height, and Interangular Width, which did not conform to a normal distribution and showed low correlation with sinus volume, were excluded. Machine learning algorithms were then applied for regression analysis.

At the end of the regression analysis, frontal sinus volume was explained by the parameters of Frontal Height, Frontal Width, and Interzygomatic Distance. The Random Forest model exhibited the highest performance, while the K-Nearest Neighbor model was found to be the least costly.

KEYWORDS: Frontal Sinus Volume, Machine Learning, Random Forest, Antropometry, Stereology

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
ETİK BEYAN.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
TABLO LİSTESİ	ix
KISALTMALAR	x
TEŞEKKÜR	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 İskelete Genel Bakış	3
2.2 Kranium	3
2.2.1 Neurocranium	5
2.2.2 Viscerocranium.....	9
2.3 Paranasal Sinüsler.....	11
2.3.1 Frontal Sinüs.....	12
2.3.2 Maksiller Sinüs	12
2.3.3 Etmoit Sinüs	12
2.3.4 Sfenoit Sinüs.....	12
2.4 Stereoloji.....	12
2.4.1 Tanecik Sayısı	14
2.4.2 Kesit Kalınlığının Ölçülmesi	14
2.4.3 Tarafsız Sayım Çerçevesi	14
2.4.4 Stereolojik Metotlar	15
2.5 Makine Öğrenmesi.....	17
2.5.1 Makine Öğrenmesinde Sık Kullanılan Algoritmalar.....	18
3. GEREÇ VE YÖNTEM	21
3.1 İstatistiksel Analiz	24
4. BULGULAR	25
5. TARTIŞMA	34
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	41
7. KAYNAKLAR.....	42
8. EKLER.....	45

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Kraniyumun önden görünümü (17).	4
Şekil 2.2. Kraniyumun yandan görünümü (17).	4
Şekil 2.3. Kraniyumun arkadan görünümü (17).	5
Şekil 2.4. Kraniyumun alttan görünümü (17).	5
Şekil 2.5. Frontal kemiğin içten görünümü (17).	6
Şekil 2.6. Oksipital kemiğin içten görünümü (17).	8
Şekil 2.7. Mandibulanın yandan görünümü (17).	11
Şekil 2.8. Paranasal sinüslerin önden görünümü (17).	11
Şekil 3.1. Frontal sinüslerden alınan ölçümler.	21
Şekil 3.2. Orbitalardan alınan ölçümler.	22
Şekil 3.3. Nazal kaviteden alınan ölçümler.	22
Şekil 3.4. Maksiller sinüslerden alınan ölçümler.	23
Şekil 3.5. Horizontal düzlemde alınan ölçümler.	23
Şekil 3.6. Frontal sinüs alanının ölçülmesi.	24
Şekil 4.1. Parametrelerin histogramı (Sağ).	26
Şekil 4.2. Parametrelerin histogramı (Sol).	26
Şekil 4.3. Parametrelerin dönüşüm sonrası histogramı (Sağ).	27
Şekil 4.4. Parametrelerin dönüşüm sonrası histogramı (Sol).	27
Şekil 4.5. Isı Haritası (Sağ).	30
Şekil 4.6. Isı Haritası (Sol).	30

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1. Frekans tabloları.....	25
Tablo 4.2. Normal dağılıma uymayan ölçümlerin tanımlayıcı istatistikleri.....	27
Tablo 4.3. Parametrelerin cinsiyete göre dağılımı (Sağ).....	28
Tablo 4.4. Parametrelerin cinsiyete göre dağılımı (Sol).....	28
Tablo 4.5. Parametrelerin septum deviasyonuna göre dağılımı (Sağ).	29
Tablo 4.6. Parametrelerin septum deviasyonuna göre dağılımı (Sol).	29
Tablo 4.7. Çoklu doğrusal regresyon modelinin sonucu (Sağ).	31
Tablo 4.8. Çoklu doğrusal regresyon modelinin sonucu (Sol).	31
Tablo 4.9. Makine öğrenmesi modellerinin sonuçları (Sağ).	32
Tablo 4.10. Makine öğrenmesi modellerinin sonuçları (Sol).....	33

KISALTMALAR

BT	: Bilgisayarlı Tomografi
CAA	: Çeyrekler Arası Aralık
DICOM	: Digital Imaging and Communications in Medicine
DTR	: Karar Ağacı
KIBT	: Konik Işıklı Bilgisayarlı Tomografi
KNN	: K-En Yakın Komşu
LR	: Doğrusal Regresyon
MAKS	: Maksimum
MİN	: Minimum
NAÖC	: Noktalı Alan Ölçüm Cetveli
ORT	: Ortalama
PACS	: Picture Archiving and Communication System
RFR	: Rastgele Orman
SD	: Standart Sapma
SVR	: Destek Vektör Makinesi

TEŞEKKÜR

Başta “Dünyada her şey için; uygarlık için, hayat için, başarı için en hakiki mürşit ilimdir; fendir.” diyerek bilimin ışığını işaret eden ulu önder Mustafa Kemal ATATÜRK olmak üzere,

Eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olan, desteklerini esirgemeyen değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Murat DIRAMALI’ya,

BAİBÜ Anatomi Ana Bilim Dalı başkanı Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL’e, BAİBÜ Anatomi Ana Bilim Dalı öğretim üyeleri Doç. Dr. Seda SERTEL MEYVACI ve Dr. Öğr. Üyesi Gamze TAŞKIN ŞENOL’a,

Tez aşamasında destekleri ve yardımları için Prof. Dr. Ahmet URAL, Dr. Öğr. Üyesi Ömür Gülsüm DENİZ, Dr. Öğr. Üyesi Sıddıka HALICIOĞLU ve Dr. Öğr. Üyesi Ali Osman ARSLAN’a,

Bir ferdi olmaktan gurur duyduğum canım aileme, ilkeleri ve yaptığı fedakârlıklar için canım babama,

Canım arkadaşlarım; Alperen, Nur, Sinem, İnanç, Hakan, Dilan ve Derya’ya

ÇOK TEŞEKKÜR EDERİM...

1. GİRİŞ

Adli tıp, anatomi, arkeoloji, antropoloji gibi alanlarda bireyin kimliklendirilmesi oldukça önemlidir. Cinsiyet, yaş, boy, ırk, DNA ve parmak izi gibi parametreler kimlik tanımlamasında kullanılır. Kafatası, pelvis, mandibular morfolojik olarak farklılıklar gösteren yapılardır, bu yapılardan yola çıkarak cinsiyet analizi yapılabilir (1).

Frontal sinüsler, frontal kemikte bulunan boşluklardır. Simetrik değildir ve hacimleri bireyden bireye değişir. Anatomik yapıları ve morfolojik farklılıkları nedeniyle kimliklendirme çalışmalarının önemli bir konusunu oluşturur (2). Frontal sinüsler başta olmak üzere paranasal sinüslerin bireyler arasında değişiklik göstermesi ve yapılarının sağlam olması kimliklendirme çalışmalarında kullanılmalarını sağlamıştır (3).

Paranasal bölge kişiden kişiye farklılık gösteren birçok varyasyona sahip bir bölgedir (4). Paranasal sinüslerin üç boyutlu görüntüleri kullanılarak yapılan ölçümler iki boyutlu görüntüler üzerinde yapılan ölçümlere göre daha tutarlı sonuçlar vermektedir. Varyasyon ve komşuluklarının çok olmasından dolayı kompleks bir yapıya sahip olan paranasal bölgenin üç boyutlu görüntülerinin elde edilmesinde altın standart olarak bilgisayarlı tomografi (BT) kullanılır (5,6).

BT dokuları çözümleme yetkinliğinin olması ve farklı düzlemlerde görüntüleme yapabilmesi gibi nedenlerden dolayı sık kullanılan görüntüleme yöntemidir (4). Son yıllarda BT'ye alternatif olarak radyasyon oranı daha düşük olan konik ışıklı bilgisayarlı tomografi (KIBT) geliştirilmiştir (7).

Bilimsel çalışmalarda kullanılacak sayısal verilere ulaşmak için kantitatif yöntemlerden faydalanılır (8). Stereoloji düzensiz şekilleri olan organ, doku gibi yapıların iki boyutlu kesitlerinin kullanılmasıyla bu yapıların hacim, alan ve diğer yapısal özelliklerine ulaşmak için kullanılan yöntemlerden biridir (9). Yapılan çalışmaların yapıların şekline bağlı kalmasını önleyen bu yöntem çalışmaların tarafsız ve etkin olmasını sağlayarak literatüre önemli katkı sağlamıştır (8). Doku ve yapıların tek tek hesaplanması zor ya da mümkün görünmeyen özellikleri uygun yöntemlerle kısa sürede hesaplanabilmektedir (10). Gerçek değerlerden sapma oranı oldukça düşük olmasından dolayı güvenilir bir yöntemdir. Aynı zamanda hızlı ve maliyetinin az olması stereolojik yöntemlerin kullanımını yaygınlaştırmıştır (9).

Tıp, anatomi, histoloji, fizyoloji, patoloji, astronomi, mühendislik ve benzeri alanlar stereolojinin sık kullanıldığı alanlara örnek olarak verilebilir (10).

Gelişen teknolojiyle birlikte yapay zekâ yöntemlerinden makine algoritmalarının sağlık alanında kullanımı yaygınlaşmıştır (11). Hastalıkların tahmin edilmesi, tanı koymayı kolaylaştırması, hasta ve hastalık takibinin planlanması, tedavi maliyetlerinin hesaplanması yapay zekâ yöntemlerinin sağlık alanına başlıca katkılarına örnek olarak verilebilir (11). Makine algoritmaları hastalara ait verileri kullanarak uygun algoritmaları kullanarak verileri hastalıklara göre sınıflandırır, yeni verilerden bu sınıflandırmaya uygun olarak tahminlerde bulunur (12).

Morfometrik çalışmalarda hacim değerlendirilmesine oldukça çok sık rastlanmaktadır (13). Hacim hesaplamak için yapılardan alınan kesitlerin alanının bulunması ve kare sayma metodunun yanı sıra gelişen teknolojiyle birlikte üç boyutlu ölçümler de kullanılmaktadır (14).

Biz de çalışmamızda yüzden alınan morfometrik ölçümlerle frontal sinus hacmini makine öğrenmesi algoritmalarını kullanarak tahmin etmeyi amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 İskelete Genel Bakış

İskelet sistemi aksiyel iskelet ve appendiküler iskelet olmak üzere iki bölüme ayrılır. Pelvisten yukarı kafatasına kadar olan bölüme aksiyel iskelet, bunlar dışında kalan alt ve üst ekstremitelere ait kemiklerin oluşturduğu bölüme ise appendiküler iskelet adı verilir. Erişkin bir bireyde 80 tanesi aksiyel iskelete, 126 tanesi appendiküler iskelete ait olmak üzere toplamda 216 kemik bulunur. Bu sayı yenidoğan ve çocuklarda kaynamamış kemikler bulunduğu için daha fazladır.

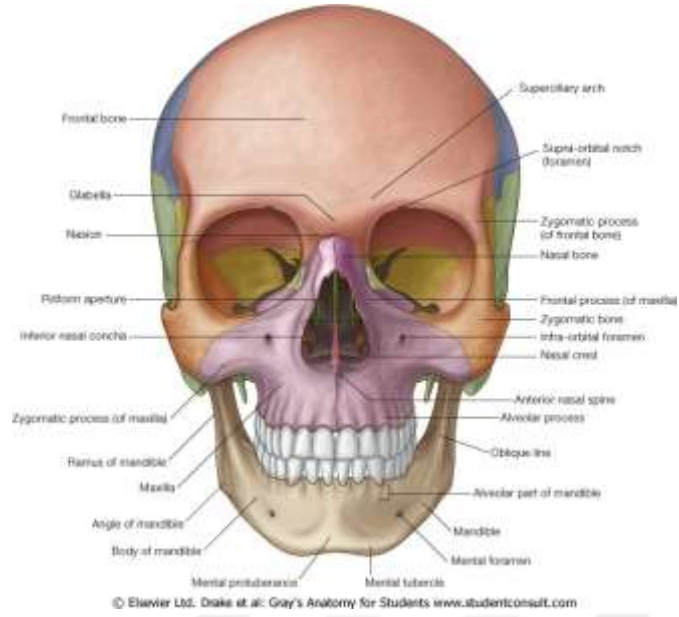
İskelet sisteminin; vücudun dik duruşunu sağlama, iç organları koruma, hareket sistemlerini oluşturma, kan hücrelerinin üretilmesi, çeşitli mineral ve tuzların depo edilmesi gibi birçok önemli görevi vardır (15-17).

2.2 Kraniyum

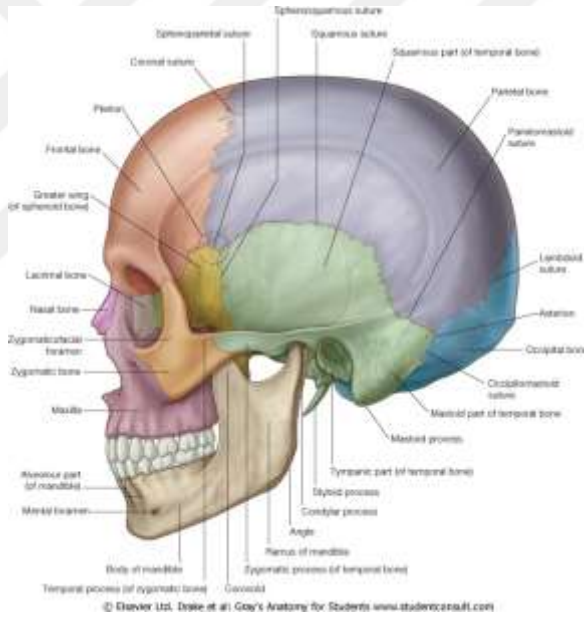
Merkezi sinir sisteminin bir kısmını ve çeşitli organları çevreleyen, birçok farklı kemiğin birleşmesiyle oluşan yapıya kraniyum adı verilir (18). Kraniyumu oluşturan kemikler ossa cranii olarak adlandırılır (19). Kraniyum kemiklerinin yapısını lamina interna ve externa denilen kompakt kemik ve bu laminaların arasını dolduran diploe isimli spongiyöz kemik oluşturur (20).

Embriyonel dönemde mezenşimden gelişmeye başlayan bu kemikler erişkinliğe geçtikçe birleşerek tek kemik haline gelir. Yenidoğanda kraniyum kemiklerinin sayısı fazlayken erişkinlikte azalmasının nedeni budur (15).

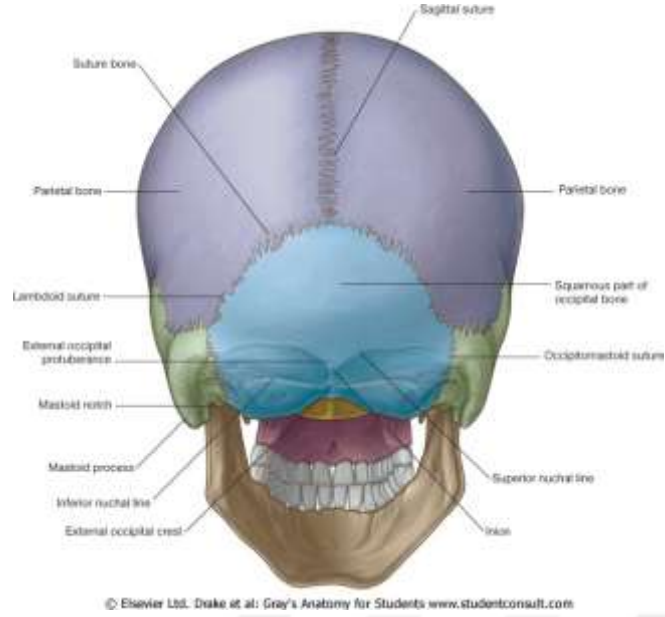
Kraniyum 14 tanesi yüz kemikleri yani viscerocranium'a ait kemikler, 8 tanesi ise neurocranium kemikleri olmak üzere toplamda 22 kemikten oluşmaktadır (16). Kraniyumun önde frontal, arkada oksipital, yanlarda pariyetal kemiklerden oluşan üst kısmına calvaria, alt kısmına basis cranii adı verilir (16,20). Basis cranii'de beyin ve beyinciğin doldurduğu fossa cranii anterior, fossa cranii media ve fossa cranii posterior olmak üzere üç çukur bulunur (19) (Şekil 2.1, Şekil 2.2, Şekil 2.3 ve Şekil 2.4).



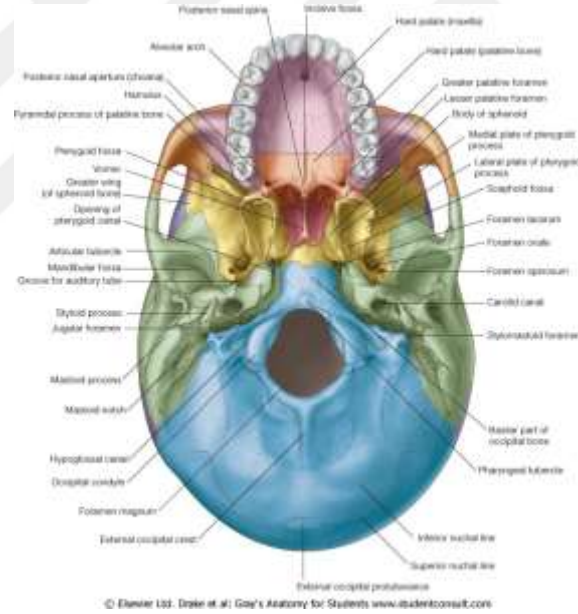
Şekil 2.1. Kraniyumun önden görünümü (17).



Şekil 2.2. Kraniyumun yandan görünümü (17).



Şekil 2.3. Kraniyumun arkadan görünümü (17).



Şekil 2.4. Kraniyumun alttan görünümü (17).

Kraniyumda bunlara ek olarak iç ve orta kulak boşlukları, burun boşluğu, göz çukuru ve paranasal sinüsler olmak üzere çeşitli büyüklükte birçok boşluk bulunur (19).

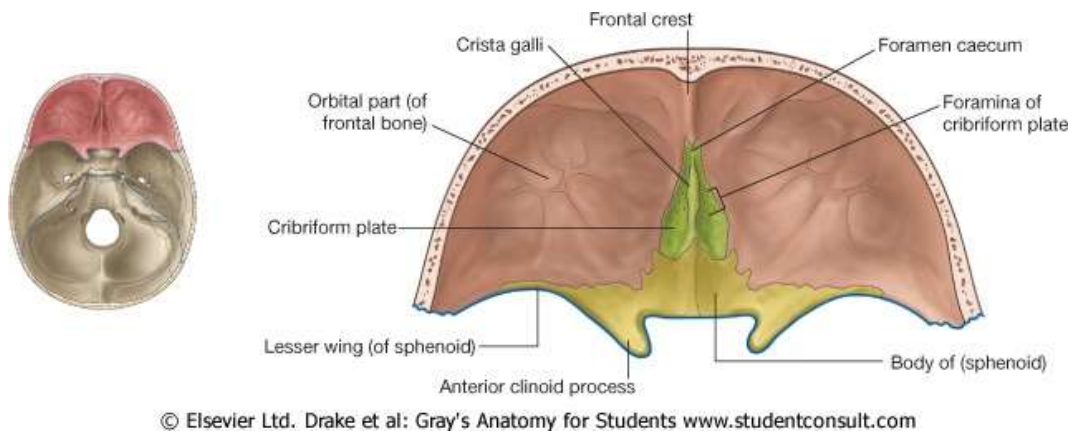
2.2.1 Neurocranium

Neurocranium; os frontale, os parietale, os temporale, os occipitale, os sphenoidale, os ethmoidale'den oluşur (18). Os temporale ve os parietale ikiye, diğer neurocranium kemiklerinden birer adet bulunmaktadır (21).

Os frontale, alın bölgesini oluşturur. Sutura coronalis ile os parietale'ye kadar uzanır. Önden os nasale ve os zygomaticum ile eklem yaptığı görünür (22).

Os frontale embriyolojik olarak iki parça halinde gelişmeye başlar, kaynaşarak tek bir kemik halini alır. Parçaların tam olarak birleşmesi sağlanmazsa sutura metopica ya da adı frontalis persistens verilen girintili oluşum görülür (16). Sutura metopica'nın iki yanındaki çıkıntılara tuberositas frontale, tuberositas frontaleler arasındaki düz alana glabella denir (16). Tuberositas frontale'nin altında bulunan kabarıntılara arcus superciliaris adı verilir. Canlılarda kaş yapısının hemen altında bulunan bu yapılar erkeklerde kadınlara göre daha belirgindir (15). Orbitanın üst sınırını oluşturan kenara margo supraorbitalis olarak adlandırılır. Margo supraorbitalis'te dışta incisura supraorbitalis içte incisura frontalis olmak üzere iki çift çentik bulunur. Margo supraorbitalis'in orbitanın dış duvarına katılarak aşağı inen uzantısına processus zygomaticus adı verilir ve bu uzantı os zygomaticus ile eklem yapar (15). Orbitanın tavanını oluşturan kısma pars orbitalis denir. Pars orbitalis'in medialinde fovea trochlearis, lateralinde fossa glandula lacrimalis denilen çukurlar bulunur, glandula lacrimalis bu çukuru doldurur (19). Margo supraorbitalisler arasında kalan ve burun boşluğunun tavanını oluşturan kısma pars nasalis denir. Os frontalis ile os nasalis'in birleştiği yerin tam orta noktası nasion olarak adlandırılır (15).

Os parietale, kraniyumun üst yan kısmında, os frontalis'in arkasında sağlı sollu bulunan yassı ve geniş kemiktir. Os frontale, os sphenoidale, os temporale, os occipitale ve diğer taraftaki os parietale ile olmak üzere 5 kemikle eklem yapar (18) (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Frontal kemiğin içten görünümü (17).

Margo occipitalis, margo squamosus, margo sagittalis ve margo frontalis olmak üzere dört kenarı; angulus occipitalis, angulus sphenoidales, angulus mastoideus ve angulus frontalis olmak üzere dört köşesi bulunur (16).

Konkav yapıdaki iç yüze facies interna, konveks yapıdaki dış yüze facies externa adı verilir. Facies externa üzerinde bulunan çıkıntılara eminentia parietalis denir (23). Facies externa üzerinde bulunan yay şeklindeki çizgilerden yukarıda olan linea temporalis superior, aşağıda olan linea temporalis inferior olarak adlandırılır (16).

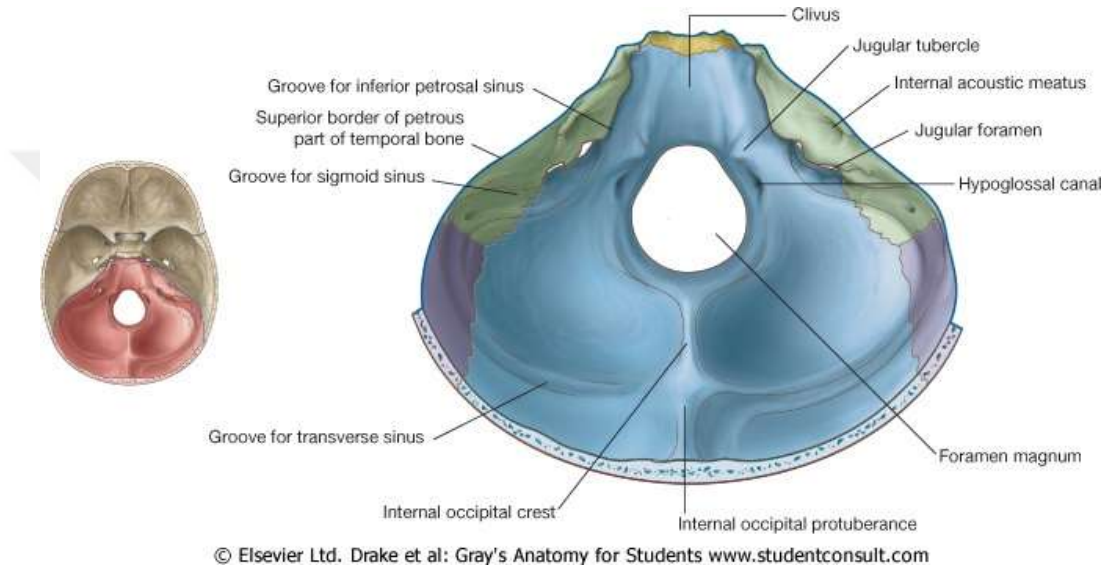
İşitme ve denge organlarıyla ilgili yapıların bulunduğu os temporale, kraniyumun yan ve alt kısımlarının da yapısına katılır (15). Os temporale pars squamosa, pars tympanica ve pars petromastoidea olmak üzere üç bölümden oluşur (12).

Pars squamosa'nın konveks olan dış yüzüne facies temporalis denir. Bu yüzde yukarı doğru uzanan oluk arteriae temporalis mediae olarak adlandırılır. Pars squamosa'nın alt kısmından öne doğru uzanan çıkıntıya processus zygomaticus adı verilir. Bu çıkıntı processus temporalisle birleşerek arcus zygomaticus'u oluşturur (15). Pars tympanica os temporale'nin en küçük parçasıdır. Dış kulak yolu duvarlarını yapısına katılır. Meatus acusticus externus'un dış açıklığı olan porus acusticus externus burada bulunur (16). Os occipitale ile os sphenoidale arasında bulunan piramide benzeyen parçasına da pars petromastoidea adı verilir (23).

Os occipitale, kraniyumun arkasında bulunur. Pars basillaris, pars lateralis ve pars squama olmak üzere üç parçadan oluşur (23). Bu parçaların çevrelediği boşluğa foramen magnum adı verilir. Foramen magnum, cavitas cranii ile canalis vertebralis'i birbirine bağlar. Medulla spinalis, a. vertebralis, a. spinalis anterior, n. accessorius gibi yapılar bu boşluktan geçer (24).

Pars basillaris foramen magnum'un ön tarafından başlar öne doğru uzanır. Pars basillaris'in ön yüzünde bulunan çukurlara clivus, alt yüzündeki çıkıntıya tuberculum pharyngeum adı verilir (15). Pars lateralis foramen magnum'un iki yanında bulunan parçalardır. Pars lateralis'in alt yüzünde bulunan eklem yüzlerine condylus occipitalis, arkadaki çukurlara ise fossa condylaris denir. Condylus lateralis'i transvers yönde delen kanala canalis nervi hypoglossi adı verilir, bu kanaldan n. hypoglossus ve a. pharyngea ascendes geçer (15). Pars occipitalis, os occipitalis'in en büyük parçasıdır. Pars occipitalis'in os parietale ile birleştiği yere

sutura lamboidea, os temporale ile birleştiği yere sutura occipitomastoidea denir (16). Pars occipitalis'in ortasından yanlara uzanan çizgilere linea nuchalis superior adı verilir, bu çizgilerin üzerinde kalan alana planum occipitalis, çizgilerin altında kalan alana planum nuchale denir (16). Planum nuchale'yi ikiye ayıran yapı crista occipitalis externa olarak adlandırılır. Linea nucha superiorların birleştiği yerdeki çıkıntıya protuberentia occipitalis externa adı verilir (15). Os occipitalis'in iç yüzünde bulunan çukurlardan fossa cerebellaris'e beyincik; fossa cerebralis'e ise oksipital lob yerleşir (16) (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Oksipital kemiğin içten görünümü (17).

Os sphenoidale corpus, ala minor, ala major ve proc. pterygoideus olmak üzere dört kısımdan oluşan kraniyumun merkezindeki kemiktir (12). Gövdesinin yanlarında kanat şekline benzeyen yapılar bulunur. Bu yapılardan küçük olana ala minor, büyük olana ala major adı verilir. Corpus sphenoidale ile ala major'un birleşme noktasından başlayıp molar dişe uzanan yapıya processus pterygoideus denir (16).

Corpus üzerindeki oluk sulcus prechiasmaticus olarak adlandırılır. Sulcus prechiasmaticus'un arkasında tuberculum sellae denilen bir tümsek bulunur, bu tümseğin arkasındaki boşluğa fossa hypophysialis denir. Tuberculum sellae, fossa hypophysialis ve dorsum sellae yapılarının tümüne sellae turcica adı verilir (15). Corpus sphenoidale'nin ön yüzünde bulunan açıklıklara apertura sinüs sphenoidalis denir. Ön yüzde bulunan crista sphenoidalis burun laminasına katılır (15).

Ala major, corpus sphenoidalis'ten başlayarak yukarı doğru uzanır. Ala major'un facies cerebialis, facies orbitalis, facies temporalis, facies maxillaris olmak üzere dört yüzü ve margo zygomaticus, margo frontalis, margo parietalis, margo squamosa olmak üzere dört kenarı vardır (16). Ala major üzerinde foramen rotundum'dan n. maxillaris, foramen ovale'den n. mandibularis geçer. Ala minor, corpus sphenoidalis'ten yanlara doğru uzanan kanatsız çıkıntılardır. Ala minor ile corpus sphenoidale'nin birleştiği yerde bulunan kanala canalis opticus adı verilir (23).

Os ethmoidale, basis cranii'nin ön kısmında bulunur. Lamina cribrosa, lamina perpendicularis ve labyrinthus ethmoidale olmak üzere dört bölümden oluşur (15). Lamina cribrosa, cavitas nasii'nin üst duvarının yapısına katılır. Lamina cribrosa'da bulunan foramina cribrosa'dan n. olfactorius geçer. Lamina perpendicularis, septum nasi'nin büyük bir bölümünü oluşturur (16).

Labyrinthus ethmoidalis iki laminadan oluşur, lamina cribrosa'nın kenarlarında bulunur. Bu laminalar arasında etmoidal sinüsler yer alır. Labyrinthus ethmoidalis'in uzantıları olan concha nasalis superior ve concha nasalis media burun dış duvarını oluşturur (16).

2.2.2 Viscerocranium

Viscerocranium os zygomaticum, maxilla, os nasale, os lacrimale, os palatinum, concha nasalis inferior, vomer, mandibula'dan oluşur. İnsan vücudunda vomer ve mandibula birer adetken, diğer kemiklerden ikişer tane bulunur (16).

Os zygomaticus, yanak çıkıntısını ve orbitanın alt ve dış kenarını oluşturur. Fossa temporalis ve fossa infratemporalis'in yapısına katılır (15). Arka kısımda bulunan processus temporalis, processus zygomaticus ile eklem yaparak arcus zygomaticus'u oluşturur (18). Os zygomaticum'a ait foramen zygomaticoorbitale, foramen zygomaticofaciale, foramen zygomaticotemporale isimli deliklerden aynı isimli damar ve sinirler geçmektedir (23).

Os maxilla, viscerocranium'a ait ana kemiktir. Cavitas oris, cavitas orbitalis ve apertura piriformis'in yapısına katılır. Mandibula dışında tüm viscerocranium kemikleriyle eklem yapar. Os zygomaticus ile eklem yaptığı yere processus zygomaticus adı verilir. Orbital kenarının aşağısında bulunan kanala foramen infraorbitale denilir (16).

Os maxilla'nın os nasale ile birlikte sınırlarını oluşturduğu armut şekline benzeyen açıklığa apertura priformis denilir. Yan duvarların büyük kısmını maxilla, üst kısmını ise os nasale oluşturmaktadır. Açıklığın ortasından geçen duvara septum nasi adı verilir. Bu duvarı üstte lamina perpendicularis, altta vomer meydana getirir. Apertura priformis'in alt kenarındaki spina nasalis anterior olarak adlandırılan dikensi uzantı maksillaların birleştiği yerde bulunur (15,16).

Os nasale, os frontale'nin alt kısmında processus frontalisler arasında yer alır. Apertura piriformis'in üst sınırını oluşturur (16). İç yüzünde sulcus ethmoidalis bulunur (15). Os frontale ve os nasale'in kesiştikleri noktaya nasion denir (23).

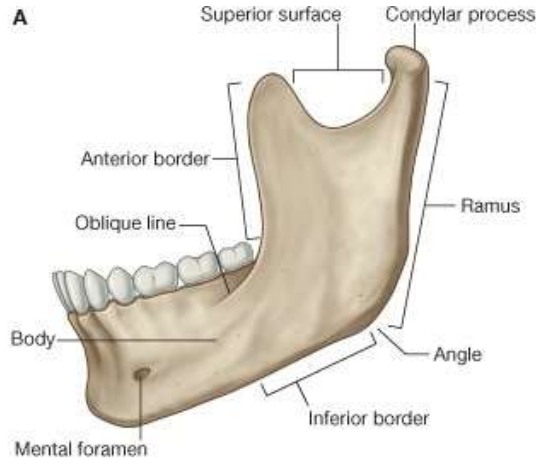
Os lacrimale, ossa crani'nin en küçük ve ince kemiğidir (15). Os lacrimale'nin medial yüzü burun boşluğunun dış duvarına, lateral yüzü orbitanın iç duvarının yapısına katılır (16).

Os palatinum, maksilla ile sfenoit kemiğin processus pterygoideus'u arasında yer alır. Lamina horizontalis ve lamina perpendicularis denilen uzantıları vardır. Os palatinum sert damak ile burun boşluğunun yapısına katılır (16).

Concha nasalis inferior burun boşluğunun dış duvarlarının yapısına katılır. Os maxilla ve os lacrimale ile birlikte oluşturdukları kanala canalis nasolacimalis adı verilir (16).

Vomer, septum nasi'nin alt ve arka kısımlarının yapısına katılır (16). İki yanındaki oluklara sulcus vomeris adı verilir, n. nasopalatinus buradan geçer (15).

Os mandibula, viscerocranium kemikleri arasındaki en büyük kemiktir. Gövdesi corpus mandibulae, çene eklemine katılan yan kısımları ise ramus mandibulae olarak adlandırılır. Corpus mandibulae ve ramus mandibulae'nın birleştiği yerde oluşan açıya angulus mandibulae denilir (15) (Şekil 2.7).

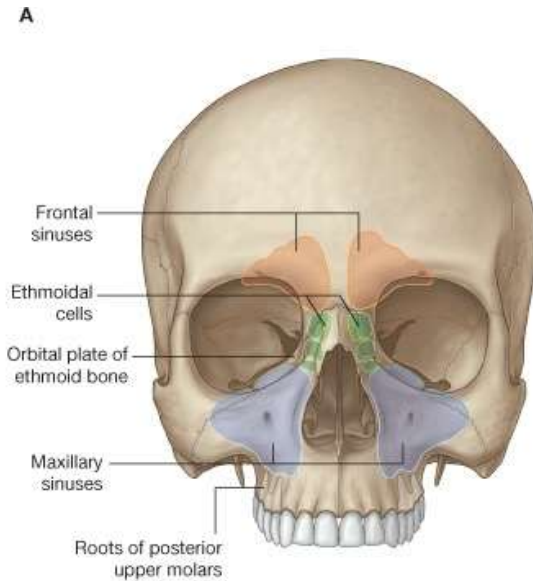


© Elsevier Ltd. Drake et al: Gray's Anatomy for Students www.studentconsult.com

Şekil 2.7. Mandibulanın yandan görünümü (17).

2.3 Paranazal Sinüsler

Paranazal sinüsler, vücudun en değişken anatomik yapılarından biri olan dolayısıyla bireyler arasında farklı varyasyonları bulunan içi hava ile dolu boşluklu yapılardır. Burun mukozasının embriyonal dönemde burun boşluğunu oluşturan kemiklere gömülmesi sonucu oluşurlar. Çeşitli şekil ve boyutlardaki bu boşluklu yapılar maksiller, etmoid, frontal ve sfenoit sinüs olmak üzere dört çifttir. Temporal kemiğin pars petromastoidea'sında bulunan cellulae mastoideae'yı da bu kapsamda değerlendiren araştırmacılar bulunsalar da tıbbi terminolojide hariç tutulmuştur. Komşu olduğu yapılar, konumları ve varyasyonlarının çokluğu nedeniyle klinik açıdan önemlidirler (6,25,26) (Şekil 2.8).



© Elsevier Ltd. Drake et al: Gray's Anatomy for Students www.studentconsult.com

Şekil 2.8. Paranazal sinüslerin önden görünümü (17).

2.3.1 Frontal Sinüs

Frontal sinüs fetal dönemin 3-4. aylarında nazal kavitenin lateral duvarlarında reses oluşumlarının görünmesiyle başlar (5). Frontal sinüs gelişimi en geç başlayan sinüstdür, yenidoğanda yok denecek kadar küçük olup 7-12 yaşları arasında genişleyerek belirginleşir (5,25). Ergenlik dönemine kadar büyümeye devam eden frontal sinüsler ergenlikten sonra büyümeyi durdurur. İlerleyen yaşlarda atrofik değişikliğe uğrayabilirler (2).

Frontal sinüs, septum intersinuale frontale denilen yapıyla ikiye ayrılır. Septum intersinuale frontale deviasyonlarından dolayı sağ ve sol taraftaki boşluklar eşit değildir. Frontal sinüslere ait birçok varyasyon olmasına rağmen ortalama yükseklikleri 3cm, genişlikleri 2,5 cm ve hacimleri de 5-30 cm civarındadır (15).

Frontal sinüsler, ductus frontonasalis denilen kanallarla meatus nasi medius'a açılırlar (16). A. supraorbitalis ve a. ethmoidales anterior tarafından beslenir ve v. supraorbitalis ile v. ophtalmica superior tarafından drene edilir (15).

2.3.2 Maksiller Sinüs

Paranasal sinüsler arasında en büyük olan sinüstdür. Maksillanın gövdesinde bulunan piramit şeklindeki sinüslerdir. Alt duvarı processus alveolaris'i oluşturur. Ostium sinus maxillaris aracılığıyla burun boşluğuna açılır (15,16).

2.3.3 Etmoit Sinüs

Burun boşluğu ve orbita arasında bulunan küçük boşluklardan oluşur. Büyük oranda labyrinthus ethmoidalis'te yer alır ve cellulae ethmoideae anteriores, cellulae ethmoideae mediae, cellulae ethmoideae posteriores olmak üzere üç ayrı grupta incelenir. Her bir grupta yaklaşık 3 ile 18 adet hava odacığı bulunur (15,16).

2.3.4 Sfenoit Sinüs

Sfenoit kemiğin gövdesinde yer alan bir çift boşluktur. Sinüsleri birbirinde ayıran duvara septum intersinuale sphenoidale adı verilir. Sfenoit sinüsler ön duvarlarının üzerinde bulunan recessus sphenothmoidalis'e açılır. Pons, hipofiz ve sinus cavernosus ile komşudur (15).

2.4 Stereoloji

Antik Yunancada katı cisim anlamlarına gelen "stereos" kelimesiyle açıklama anlamına gelen "logos" kelimelerinden türetilen stereoloji, üç boyutlu yapılara ait iki boyutlu kesitlerden veya bu yapıların izdüşümlerinden alınan

verilerden yola çıkarak yapılar hakkında bilgi elde etmeyi sağlayan kantitatif yöntemlerden biridir. Stereoloji elde edilen sonuçların bilimsel olarak kanıtlanabilirliği ve güvenilirliğinin yüksek olmasından dolayı en çok tercih edilen yöntemlerden biridir (8,27).

Direkt olarak ölçülemeyen yapılar hakkında bilgi edinmek amacıyla kullanılan yöntemlerdendir. Hızlı ve doğru sonuçlar verir ve maliyeti düşüktür. Hacim, hacimsel oranlar ve yüzey alanı gibi ölçümler en az sapmayla ölçülebilir (9).

Stereolojik yöntemlerin diğer kantitatif yöntemlerden farklı olan en önemli özelliği tarafsız ve etkin olmasıdır. Tarafsızlık; sonuçların değişen diğer koşullardan etkilenmemesi, kişilerden bağımsız olarak var olmasıdır. Gerçek değerlerden sapmalar minimumdur ve istatistiksel olarak anlamlı değildir. Etkinlik, yapılan çalışmalarda az sayıda veri kullanılarak gerçek değerlere en yakın sonuçları kısa sürede elde etmektir (8,28).

Gerçek değerlere en yakın sonuçları elde edebilmek için ölçüm aletlerinin iyi kalibre edilmesi gerekir. Ölçüm yaparken örneklemeleri rastgele seçmek ve tutarlı olmak tarafsızlığı sağlar, güvenilir sonuçlar verir (13).

Biyolojik çalışmaların temel unsurlarını organlar, çeşitli dokular, hücreler ve çekirdek gibi yapılar oluşturur. Bu yapıların şekil ve dizilimlerinin farklı olması, büyüklüklerinin değişken olması nedeniyle tek tek incelemek mümkün değildir. Yapıların içerisinde geçen ve bu yapıların bileşenleriyle kesişen düzlemlere kesit adı verilir. Bu düzlemler yapıların bileşenlerine ait uzunluk, alan, hacim verilerine dayanarak izdüşümler oluşturur. Tanecik boyutu büyük olan yapıların gerçek boyutlarına ilişkin verilere kesitler kullanılarak, tanecik yapısı küçük olan yapılara ise izdüşümler kullanılarak ulaşılır (13).

Bu yapılardan alınan kesitlerin rastgele seçilmesi elde edilen sonuçlar ile gerçek değerler arasında tutarsızlığa yol açar. Bu tutarsızlığın önüne geçebilmek amacıyla elde edilen kesitler arasından, yapıya ait özellikleri en iyi yansıtan kesitlerin seçilip örneklemeye dâhil edilmesi gerekir. Bu yöntem Sistematik Rastgele Örneklemeye adı verilir. Sistematik rastgele örneklemeye kullanılarak elde edilen sonuçlar rastgele örneklemeye alınarak elde edilen sonuçlara göre gerçek değerlere istatistiksel olarak daha yakındır (13,29).

2.4.1 Tanecik Sayısı

Biyolojik yapılarla yapılacak çalışmalarda en önemli parametrelerin biri taneciklerin toplam sayılarını ya da birim hacme düşen sayısal yoğunluklarının saptanmasıdır (29).

Tanecik sayısının tespit edilmesi oldukça önemli olmasına rağmen, uzun süre tanecik sayılarını gerçek değerlere yakın şekilde bulacak bir yöntem bulunamamıştır. Sayım yapmak için, öncelikle yapılara ait kesitlerin alınması gerekir. İlk denenen yöntemlerden biri taneciklerin kesitler üzerinde oluşan izdüşümlerinin doğrudan sayılmasıdır. İzdüşüm sayısı ile tanecik sayısının doğrudan ilişkili olmadığı için bu ölçüm başarılı sonuçlar elde etmemiştir (29).

Yapıdan geçen eşit aralıklı kesit serileri iki boyutlu düzlemler olarak kabul edilir ve tanecik sayısı, boyutları, doğrultuları ile ilişkilendirilirler. Kesitler büyük ve kesitlere dik yerleşmiş tanecikleri daha çok örnekler. Kesitler iki boyutlu olarak düzlemler olarak kabul ediliyor olmasına rağmen kalınlıkları da vardır. Kesit kalınlıklarının ihmal edilerek yapıldığı sayımlar gerçek sayım değerlerinden uzaklaşır. Kesitlerde görülen tanecik oranı kesit kalınlığı ile orantılıdır. Doğru verilere ulaşabilmek için kesit kalınlığı göz ardı edilmemelidir (29).

2.4.2 Kesit Kalınlığının Ölçülmesi

Tanecik sayısı hesaplamak için kesit kalınlığının bilinmesi gereklidir. Fiziksel parçalama hariç diğer metotlarda hacim değeri tanecik sayısının sayısını bulmak için kullanılır. Hacim, sayım yapılacak kesitin alanı ve kesit kalınlığı ile orantılıdır. Kesit kalınlığını ölçmek için çeşitli aletler ve metotlar kullanılır (30).

Günümüzde mikrokator veya benzeri hassas ölçüm yapan araçlar kullanılarak ölçümler yapılır. Mikroskopla incelenmeye başlandığında kesitten alınan ilk net görüntü üst yüz, son görüntü kesitin alt yüzüdür. İki yüz arasında aşağı yukarı yapılan optik hareketler kesit kalınlığını belirler (30).

2.4.3 Tarafsız Sayım Çerçevesi

Kesitler üzerindeki taneciklerin sayısını bulmak için tanecik izdüşümlerinin sınırlandırılması gerekmektedir. Genellikle, izdüşümler kare ya da dikdörtgen alanlar içerisinde sınırlandırılarak sayım yapılmaktadır. Gunderson tarafından 1977 yılında geliştirilen tarafsız sayım çerçevesi tanecik sayısının tarafsız bir şekilde hesaplanmasını amaçlamıştır. Günümüzde sık kullanılan etkili ve güvenilir bir yöntemdir. Birbirine komşu iki kenar serbest kenar, serbest

kenarları kesen diğer iki komşu kenarlar ise yasak kenar olarak adlandırılır. Yasak kenarlar birer doğrudur (8).

Tarafsız sayım çerçevesi kullanılarak yapılan sayımlarda her taneciğin sadece bir kez sayılmasını sağlamak için uyulması gereken 4 kural bulunur: (8)

1. İzdüşümleri tamamen sayım çerçevesi içerisinde kalan tanecikler sayılır.
2. Serbest kenara temas eden tanecik izdüşümleri sayılır.
3. Çerçevenin yasak kenarları olarak tanımlanan kenarlar ile temas eden izdüşümler sayılmaz.
4. Çerçevenin yasak kenarının uzantıları ile kesişen izdüşümler sayılmaz.

2.4.4 Stereolojik Metotlar

Parçalama, stereolojide tanecik sayımı, uzunluk, alan, hacim gibi hesaplamaların yapılmasında en sık kullanılan metotlardan biridir. En çok tercih edilen yöntemlerden biri olmasının nedenleri arasında dokuda oluşan değişikliklerin ölçümü etkilememesi ve kesit kalınlığı gibi verilere gerek kalmadan verimli sonuçlara ulaşması gibi avantajlar yer alır. Tarafsız, uygulanması kolay ve oldukça güvenli bir yöntemdir (30).

Parçalama yöntemi incelenen yapıya ait küçük bir parçayı sistematik rastgele örnekleme yoluyla seçilir. Seçilen bu küçük parçadaki sayı, uzunluk, alan gibi niceliklerden yola çıkarak incelenen yapıya ait toplam değerleri bulmayı amaçlar. Seçilen küçük parçanın ana yapıya oranı ile küçük parçadan elde edilen tanecik sayısı çarpılarak toplam tanecik sayısına ulaşılır. Fiziksel parçalama ve optik parçalama olmak üzere ikiye ayrılır (29,30).

Fiziksel Parçalama, parçalama örnekleme ve fiziksel disektör metodunun birlikte kullanılmasıdır. Tanecik sayımı yapmak amacıyla yapıların sistematik adımlarla daha küçük fiziksel parçalara ayrılması ve bu parçaları örneklem olarak kullanılmasıdır. Fiziksel parçalama yaparken üzerinde çalışılan yapı son kesitlere kadar parçalanır. Parçalama oranları kaydedilir. Optik parçalama yöntemiyle aynı mekanizma ile uygulanır. Optik parçalama her durumda kullanılır fakat fiziksel parçalama için böyle bir durumdan söz edilemez. Fiziksel olarak bir yapının olması gerekir (29).

Optik Parçalama, yapılardan alınan ve parçalama oranları bilinen örneklemelerden optik disektörler ile tanecik sayımı yapılmasıdır. Fiziksel parçalama yöntemine göre daha kolay ve kullanışlıdır (29).

İsmi İtalyan matematikçi Bonoventura Cavalieri'den alan Cavalieri Prensibi makroskobik ve mikroskobik tüm yapıların hacim, hacim oranları ve yoğunluk değerlerinin hesaplanması için kullanılır. Radyolojik görüntüler kullanılarak organ hacimlerinin hesaplanmasında en çok tercih edilen ölçme yöntemidir (9).

Hacim hesaplaması yapmak için öncelikle, incelenen yapı eşit aralıklarla birbirine paralel olacak şekilde kesitler halinde parçalanmalıdır. Tarafsız ve doğru sonuçlar elde etmek için kesitlerin hep aynı yöndeki yüzeylerinden ölçüm yapılmalıdır. Hacim hesaplamak için en önemli kısım kesitlerin yüzey alanının hesaplanmasıdır. Yüzey alanını hesaplamak için kullanılan en yaygın ve güvenilir yöntem nokta sayım yöntemidir. Nokta sayımı için üzerinde belirli aralıklarla sıralanmış artı işareti bulunan şeffaf bir cetvel geliştirilmiştir. Bu cetvele Noktalı Alan Ölçüm Cetveli (NAÖC) adı verilir. Cetvelde artı işaretinin iki kolunun birleştiği köşe nokta olarak kullanılmaktadır. NAÖC'de dört nokta arasındaki alan, P(a) simgesi ile gösterilen her bir noktanın temsil ettiği alandır. Kesit üzerine NAÖC yerleştirilir ve kesit üzerine denk gelen noktalar sayılarak kesitin yüzey alanı hesaplanır (31).

Kesitlerin yüzey alanları hesaplandıktan sonra hepsi toplanır. Elde edilen sonuç ile ortalama kesit kalınlığının çarpılmasıyla hacim değeri elde edilir (8).

Disektör yöntemi ise tanecik sayımında kullanılan stereolojik bir yöntemlerdendir. Yapılardan kesitler alınırken taneciklerin görünmeye başladığı ilk kesit ile görüldükleri son kesit tespit edilir. Bu iki boyutlu düzlemlerin birlikte değerlendirilmesiyle üç boyutlu bir sonda oluşturulur. Uygulanan işlemlerin yapılar üzerindeki büzüşme, genişleme gibi olumsuz etkilerinden ve diğer hata kaynaklarından bağımsız olarak uygulanmaktadır. Disektör yöntemi optik ve fiziksel disektör olmak üzere ikiye ayrılır (8,29).

Fiziksel disektör, ardışık ya da aralarında mesafe olan iki kesit arasında karşılaştırma yapılmasıdır. Kesitlerden birinde olup diğerinde olmayan tanecikler sayılır. İki kesit arasındaki mesafe disektör yüksekliğidir. Sayım sonucunda elde edilen sonuç disektör yüksekliği boyunca taneciklerin yoğunluğunu gösterir (8,29).

Optik disektör, mikroskop altında incelenen kesitlerde sanal olarak sayıma yardımcı kutular oluşturulmasıdır. İncelenen kesit içerisinde z eksen

doğrultusunda sanal bir küp oluşturulur. Küp içerisinde optik kesitler alınarak üç boyutlu bir sonda elde edilir (8).

2.5 Makine Öğrenmesi

Günümüzde yapay zekâ, bilgisayarları daha zeki hale getirmeyi amaçlayan bir bilgisayar bilimi alanıdır. Yapay zekâ, bilgisayar veya bilgisayar kontrolündeki bir robota, insan benzeri faaliyetleri yerine getirme kabiliyeti kazandırmaktadır. Bu tanıma göre zekâ, öğrenme, akıl yürütme ve doğruyu yanlıştan ayırma gibi yeteneklerle ilişkilendirilir. Yapay zekâ, insan zekâsını taklit etmek yerine öğrenme yeteneklerini taklit etmeyi amaçlar (32).

Yapay zekânın temel dallarından biri olan makine öğrenmesi, içerisinde barındırdığı çeşitli tekniklerle veri tabanlı kararlar almak ve tahminler yapmak için kullanılır (33-35). Bilgisayarların mevcut verilerden öğrenerek karmaşık ve büyük veri setleri içerisindeki desenleri hızlı bir şekilde tespit etmesini sağlar (35).

Algoritmaların tasarımı, geliştirilmesi ve uygulanması ile ilgilenen makine öğrenimi, bir alt alandır. Denetimli, denetimsiz ve pekiştirmeli öğrenme olmak üzere üç yöntemle eğitim sağlanır (32).

Denetimli öğrenme, etiketli veriler üzerinde çalışır (32). Veriler kullanılarak elde edilen bilgiler konuya ilişkin modeller oluşturur. Uygun olmayan verilerin çıkarılması ve verilerin standart bir aralıkta toplanması güvenilir sonuçlara ulaşmak için gereklidir (36-38). Veri setinin bir bölümü, algoritmanın eğitiminde kullanılırken geri kalan kısmıyla algoritmanın performansı değerlendirilir. Genellikle veri setinin %80'i eğitim için ayrılırken kalan %20'si test amaçlı kullanılır. Model oluşturmak için kullanılan veriler eğitim verisi, karşılaştırma yapmak için kullanılan veriler ise test verisi olarak adlandırılmaktadır (32,36-38).

Denetimli öğrenme, sınıflandırma ve regresyon olmak üzere iki ana kategoriye ayrılır. Sınıflandırma, kategorik değişkenlerin etiketlerini bulmayı amaçlarken, regresyon gözlem noktalarının etiket değerini tahmin etmeye çalışır. Sınıflandırma algoritmaları, regresyon problemlerinde de kullanılabilir. Bu çalışmada, sinüs hacminin tahmin edilmesi regresyon problemleri arasında yer almaktadır. Eğitim seti üzerinden oluşturulan modelin test verileri üzerinde sorgulanması, ilgili probleme en iyi cevabı sunan algoritmanın belirlenmesini amaçlar. Bu süreçte modelin tahmin hatası ve başarısı ölçülür (32,39,40).

Denetimsiz öğrenme, verilerin etiketlerinin olmadığı bir öğrenme yöntemidir. Algoritma, veri noktaları arasındaki ilişkileri girdiye ihtiyaç duymadan soyut bir şekilde algılar. Bu nedenle, veri noktaları arasındaki gizli ilişkileri ortaya çıkarmayı ve bir fonksiyonla tanımlamayı amaçlar. Denetimsiz öğrenmenin alt türleri arasında kümeleme ve boyut azaltma bulunmaktadır (32,39,40).

Pekiştirmeli öğrenme, bilgisayar oyunları da dâhil olmak üzere, insanların nasıl öğrendiğinden ilham alır. Algoritma, deneme yanılma yoluyla kendisini eğittiği bir ortama maruz bırakılır. Her yeni durumda belirli bir davranış kalıbı teşvik edilir veya cezalandırılır (32,39,40).

Eğitim sürecinden önce, denetimli veya denetimsiz öğrenme algoritmalarını başlatmak için parametre değerlerine ihtiyaç duyulur. Bu parametreler, hiperparametre olarak adlandırılır ve oluşturulan model üzerinde büyük etkilere sahip olabilir. Hiperparametreler, öğrenme oranı, kernel parametreleri, ağ mimarisi gibi bir öğrenme algoritmasının sonuçlarını yapılandırmak için kullanılır. Modelin başarı oranını artırmak için hiperparametrelerin optimize edilmiş bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Kullanılan modele bağlı olarak bir veya daha fazla hiperparametreye atama yapmak gerekebilir (32,36-38,41).

Bazı durumlarda model eğitim veri setine duyarlı olabilir ve yeniden eğitildiğinde aynı performansı göstermeyebilir. Bu sorunu önlemek için model oluştururken tüm veriyi kullanmayı sağlayan bir yöntemlerden çapraz-doğrulama yapılır. Yüksek maliyetli olsa da hata oranı düşüktür Veriyi k parçaya böler, bir parçasını test için ayırır ve geri kalanını model eğitimi için kullanır. Sınıflandırma ve regresyon algoritmalarında k sayısı genellikle 10 olarak alınmaktadır. Tekrarların performans skorlarının ortalaması ve standart sapmasına göre en uygun model seçilir. Ayrıca regresyon algoritmalarında r^2 skor farkının %10'dan az olması hedeflenir. Aksi takdirde aşırı öğrenme veya abartılı taklit olarak değerlendirilir. (32,41).

2.5.1 Makine Öğrenmesinde Sık Kullanılan Algoritmalar

Makine öğrenmesine ait birçok algoritma mevcut olup, problemin kaynağına ve veri sayısına göre hangi algoritmanın kullanılacağına karar verilmektedir. Farklı algoritmalar, kullanılan veriye göre özgüllük ve duyarlılık değerleri üretebilmektedir. Çalışmamızın da içinde bulunduğu regresyon

problemlerinin değerlendirilmesinde, ek olarak MSE, RMSE, R^2 ve düzeltilmiş R^2 skorları da kullanılır. Kullanılan veriye göre bu değerler göz önünde bulundurularak farklı algoritmalar arasından en iyi uyum sağlayan seçilmektedir. Bu şekilde en iyi algoritma tercih edilerek sonuç iyileştirilmekte olup, zaman maliyeti azaltılmaktadır. (11,32).

Literatüre bakıldığında regresyon analizlerinde en çok Doğrusal Regresyon (LR), Karar Ağacı (DTR), Rastgele Orman (RFR), K-En Yakın Komşu (KNN) ve Destek Vektör Makinesi (SVR) modellerinin kullanıldığı görülmüştür (36,37,42).

LR, istatistik biliminde ve makine öğrenmesinde yaygın olarak kullanılan bir algoritmadır ve değişkenler arasındaki bağımlılık ilişkisini belirlemek için kullanılır. Basit doğrusal regresyon, hedef değişkenin tek bir bağımsız değişkenle tahmin edildiği modelleri ifade ederken, çoklu doğrusal regresyon birden fazla bağımsız değişkenin kullanıldığı durumları kapsar (32). Anlaşılması kolay olması ve düzenlemeyle aşırı uyumluluğun kolayca önlenmesi gibi avantajlara sahiptir. Ancak gerçek dünya problemlerini basitleştirerek ve bazı durumlarda uygun olmayan sonuçlar üretebilir (34). Aralarında sebep-sonuç ilişkisi bulunan değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek ve tahminler yapmak için sıkça tercih edilen bir yöntemdir (41).

DTR, verileri belirli bir parametreye göre sürekli olarak bölen ve sınıflandırma ile regresyon problemlerini çözmek için kullanılan yaklaşımdan biridir (34). Kararları ve bu kararların açıklamalarına yer verdiği için kolay anlaşılan bir algoritmadır. Kategorize edilerek oluşturulmuş sınıflar ağacın yapraklarını, sınıflandırma verileri üzerindeki işlemler ise ağacın dallarını oluşturur (38,42). Karar ağaçlarının dallanması veri setindeki özelliklere bağlıdır. Veri azlığı durumunda aşırı uyum sorunu ortaya çıkabilir (11). Yorumlama kolaylığı, eksik değerlerin doldurulabilmesi ve yüksek performans gibi avantajlara sahiptir. Ancak aşırı uyum sorunuyla karşılaşabilir, bu durumda RFR gibi ensemble modelleme yaklaşımları kullanılabilir (34).

RFR, birden çok karar ağacının birleşiminden oluşan bir modeldir. Aşırı uyum sorununu çözmek için veri setini ve öznelilikleri farklı parçalara böler ve tahminlerin ortalamasını alarak daha doğru sonuçlar elde etmeye çalışır (35). Birleştirilen ağaçlar birbirinden bağımsızlardır. Gruplar arasındaki ilişkilerin çözümlenmesinde kullanılan başarılı bir yöntemdir. Bütünü oluşturan karar

ağaçları sınıflandırma sürecinde elde edilir. Üretilen karar ağaçlarının sayısı arttıkça uyumsuzluklar tolere edilir, yapılan sınıflandırmanın oranı artar (40,43,44).

KNN, esasında sınıflandırma problemleri için kullanılan bir parametrik olmayan algoritmadır (34,35). Veri tabanındaki sınıflandırılmış veri noktalarını kullanarak verilen bir örneği sınıflandırmaya çalışır. K sayısı belirlenerek en yakın noktalara bakılarak sınıflandırma yapılır. Öklit ve Manhattan uzaklıkları genellikle kullanılan bir mesafe ölçütüdür. Basitliği ve geniş kullanım alanıyla bilinir (11,35). Hesaplanan mesafe yüksek ise toplanan veriler arasındaki benzerlik oranı azalır, düşük ise toplanan veriler benzerlik oranı artar fakat aynı sınıflara dâhil edilemezler. Veriler kendisini en yakın çok tekrar eden olan sınıfa dâhil edilir (36,38). El yazısı rakamlarından uydu görüntülerine kadar birçok sınıflandırma ve regresyon problemine başarıyla uygulanmıştır (11).

Vapnik ve ekibi tarafından geliştirilen SVR, sınıflandırma ve regresyon problemlerinde kullanılır. Eğitim verileriyle nesneleri doğru bir şekilde sınıflandırmayı hedefler. Büyük veri setleriyle performansı azalabilir ve uygun bir çekirdek fonksiyonu seçmek zor olabilir (34,35). SVR, iki sınıf arasında bir karar sınırı çizerek verileri ayırma işlemi yapar (35). Başlangıçta doğrusal sınıflara ayrılan kümeler için kullanılırken zamanla doğrusal olmayan kümeler için de kullanılmıştır (43,44).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kulak Burun Boğaz polikliniğine başvuran 20-55 yaş arası travma, konjenital anomali ya da ameliyat öyküsü bulunmayan 256 bireyin 1.5 T Signa Explorer MRI Scanner (GE Medical Systems, Milwaukee, Wisconsin, USA) cihazı ile çekilen paranazal bilgisayarlı tomografi görüntüleri incelendi. Çalışmaya Klinik Araştırmalar Etik Kurulunda 01/03/2022 tarih ve 53 sayılı yazılı izni ile başlandı ve araştırma boyunca tüm etik kurallara uygun olarak hareket edildi.

Görüntüler, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesine ait Picture Archiving and Communication System (PACS) arşiv sisteminde kayıtlı T2 çekim protokolündeki paranazal BT görüntülerinden seçildi. Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) formatında indirilen görüntüler osiriX programına aktararak ölçümler yapıldı. Yabancı cisim bulunduran, çözünürlüğü düşük, BT çekimi esnasında duruştan kaynaklanan eksen kaymalarına uğramış, sinüslerin dolu olması ve diş kaybı gibi nedenlerle ölçüm noktaları belirgin olmayan görüntüler çalışma dışı bırakıldı.

Frontal düzlemde yapılan morfometrik ölçümler aşağıda verilmiştir:

- Sağ Frontal Sinüs Yükseklik: Sağ frontal sinüsün superior ve inferior doğrultuda en uç iki noktası arasındaki mesafe (Şekil 3.1)
- Sağ Frontal Sinüs Genişlik: Sağ frontal sinüsün en medial ve en lateralde olan iki noktası arasındaki mesafe (Şekil 3.1)
- Sol Frontal Sinüs Yükseklik: Sol frontal sinüsün superior ve inferior doğrultuda en uç iki noktası arasındaki mesafe (Şekil 3.1)
- Sol Frontal Sinüs Genişlik: Sol frontal sinüsün en medial ve en lateralde olan iki noktası arasındaki mesafe (Şekil 3.1)



Şekil 3.1. Frontal sinüslerden alınan ölçümler.

- Sağ Orbita Yükseklik: Sağ orbitanın superior ve inferior doğrultuda en uç iki noktası arasındaki mesafe (Şekil 3.2)
- Sağ Orbita Genişlik: Sağ orbita en medial ve en lateralde olan iki noktası arasındaki mesafe (Şekil 3.2)
- Sol Orbita Yükseklik: Sol orbitanın superior ve inferior doğrultuda en uç iki noktası arasındaki mesafe (Şekil 3.2)
- Sol Orbita Genişlik: Sol orbitanın en medial ve en lateralde olan iki noktası arasındaki mesafe (Şekil 3.2)



Şekil 3.2. Orbitalardan alınan ölçümler.

- Nazal Kavite Yükseklik: Burun kökü ile burnun en uç noktası arasındaki mesafe (Şekil 3.3)
- Nazal Kavite Genişlik: Burun boşluğunun medial lateral doğrultuda en geniş olduğu mesafe (Şekil 3.3)



Şekil 3.3. Nazal kaviteden alınan ölçümler.

- Sağ Maksillar Sinüs Yükseklik: Sağ maksillar sinüsün superior ve inferior doğrultuda en uç iki noktası arasındaki mesafe (Şekil 3.4)
- Sağ Maksillar Sinüs Genişlik: Sağ maksillar sinüsün en medial ve en lateralde olan iki noktası arasındaki mesafe (Şekil 3.4)
- Sol Maksillar Sinüs Yükseklik: Sol maksillar sinüsün superior ve inferior doğrultuda en uç iki noktası arasındaki mesafe (Şekil 3.4)
- Sol Maksillar Sinüs Genişlik: Sol maksillar sinüsün en medial ve en lateralde olan iki noktası arasındaki mesafe (Şekil 3.4)



Şekil 3.4. Maksiller sinüslerden alınan ölçümler.

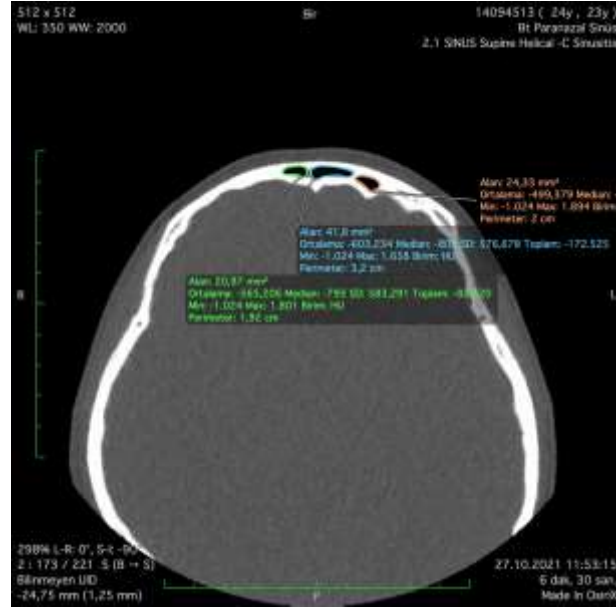
- İnterzigomatik Genişlik: Sağ ve sol processus zygomaticuslar arasındaki mesafe (Şekil 3.5)
- İntermastoidal Genişlik: Sağ ve sol processus mastoideuslar arasındaki mesafe (Şekil 3.5)
- Sağ Mastoangular Genişlik: Sağ processus mastoideus ve sağ angulus mandibulae arasındaki mesafe (Şekil 3.5)
- Sol Mastoangular Genişlik: Sol processus mastoideus ve sol angulus mandibulae arasındaki mesafe (Şekil 3.5)



Şekil 3.5. Horizontal düzlemde alınan ölçümler.

Frontal düzlemde ölçüm yapılırken frontal sinüslerde görülen aplazi ve hipoplazi durumları dikkate alınıp kaydedildi, analizlere dâhil edildi. Bunların yanı sıra septum deviasyonu varlığı incelendi.

Transvers düzlemde ise frontal sinüslerin görülmeye başladığı ilk kesitten başlayarak crista galli'nin tamamen görüldüğü kesite kadar her kesitte frontal sinüslerin kapladığı alan streolojik olarak ölçüldü (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Frontal sinüs alanının ölçülmesi.

3.1 İstatistiksel Analiz

Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile analiz edildi. Normal dağılıma uymayan parametrelere karekök dönüşümü yapıldı. Normal dağılıma uyan parametrelerin tanımlayıcı istatistikleri minimum (Min), maksimum (Maks), ortalama (Ort) ve standart sapma (SD) ile gösterilirken normal dağılıma uymayan parametrelerde ortanca ve çeyrekler arası aralık (ÇAA) kullanıldı. Cinsiyet, anomali varlığı ve septum deviasyonu gibi kategorik değişkenlerin frekansları verildi. Frontal sinüs hacmi ile arasında düşük ($<20\%$) ya da yüksek ($>80\%$) korelasyon bulunan parametrelerin dışlanması için Pearson korelasyon testi yapıldı. Kriterleri sağlayan parametrelerden geri yayımlı lineer regresyon modeli kuruldu. Model sonucunda anlamlı olduğu saptanan parametreler, 0,2 test ve 0,8 eğitim verisi olacak şekilde rastgele bölündü ve Lineer Regresyon, Karar Ağacı, Rastgele Orman, K-En Yakın Komşu ve Destek Vektör Makinesi algoritmaları eğitildi. Hiperparametreler, Yang ve Shami'nin önerdiği ayarlara göre seçildi (45). En iyi hiperparametre on katlı çapraz doğrulama ve R^2 skoruna göre belirlendi. Analizler en iyi hiperparametre ile tekrarlandı. Makine öğrenmesi algoritmalarının tahminlerinin R^2 skoru lineer regresyon modeli ile karşılaştırılarak en etkin algoritma belirlendi. Aynı zamanda analiz süreleri ölçüldü. Analizlerin yapımında ve algoritmaların eğitiminde Python 3.8.8 derleyicisi ve Jupyter Notebook 6.1.8 editörü kullanıldı. Anlamlılık seviyesi $p \leq 0,05$ olarak belirlendi.

4. BULGULAR

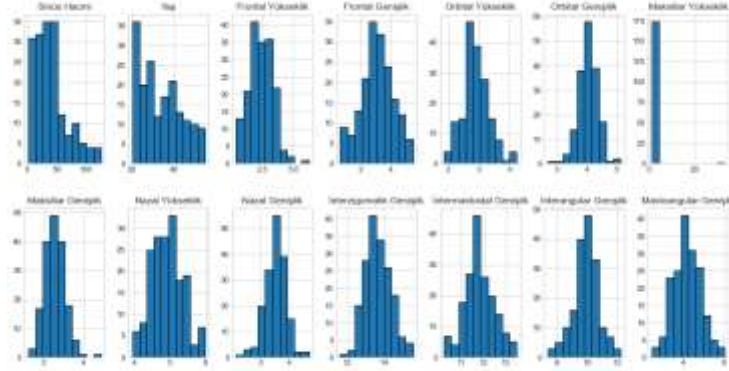
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kulak Burun Boğaz polikliniğine başvuran 20-55 yaş arası 256 bireyin paranazal bilgisayarlı tomografi görüntüleri incelendi. Yabancı cisim bulunduran, çözünürlüğü düşük, BT çekimi esnasında duruştan kaynaklanan eksen kaymalarına uğramış, sinüslerin dolu olması ve diş kaybı gibi nedenlerle ölçüm noktaları belirgin olmayan ve ekstrem değerlere sahip olan 81 adet BT görüntüsü çalışma dışı bırakıldı. Sonuçta sağda 175 (92 erkek, 83 kadın), solda 172 (89 kadın 83 erkek) birey çalışmaya dâhil edildi ve görüntüler Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesine ait Picture Archiving and Communication System (PACS) arşiv sisteminden osiriX programına aktarıldı.

Görüntüler incelendiğinde sağ frontal sinüslerden 3 tanesinin hipoplazik, 2 tanesinin aplazik olduğu geriye kalan 170 tanesinde ise herhangi bir gelişimsel anomali olmadığı görüldü. Benzer şekilde sol frontal sinüslerden 2 tanesi hipoplazik olduğu saptanırken aplaziye rastlanmadı, Kalan 170 görüntüde ise herhangi bir gelişimsel anomali olmadığı görüldü. Septum deviasyonu açısından bakıldığında 33 tanesinde sola, 26 tanesinde sağa deviasyon, 29 tanesinde ise S deviasyon olduğu görüldü. Kalan 87 görüntüde septum deviasyonuna rastlanmadı. Saptanan varyasyon ve gelişimsel anomalilerin frekans ve yüzde oranları Tablo 4.1’de verildi.

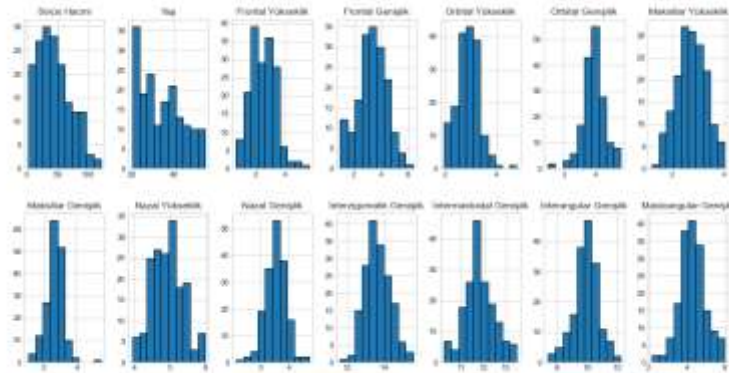
Tablo 4.1. Frekans tabloları.

			FREKANS	YÜZDE
Cinsiyet	Erkek		92	0,53
	Kadın		83	0.47
Gelişimsel Anomali	Sağ	Yok	170	0,97
		Hipoplazik	3	0,02
		Aplazik	2	0,01
	Sol	Yok	170	0,99
		Hipoplazik	2	0,01
		Aplazik	0	0,00
Septum Deviasyonu	Yok		87	0,50
	Sağa Deviye		26	0,15
	Sola Deviye		33	0,19
	S Şeklinde		29	0,17

Parametrelerin normal dağılıma uygunluğuna Shapiro-Wilk testi ile bakıldığında Sinüs Hacmi, Yaş, Frontal Yükseklik, Orbital Yükseklik, Orbital Genişlik, Maksiller Yükseklik, Maksiller Genişlik, Nazal Genişlik ve İnterangular Genişlik parametrelerinin normal dağılıma uymadığı görüldü. Histogramlar Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de verildi.

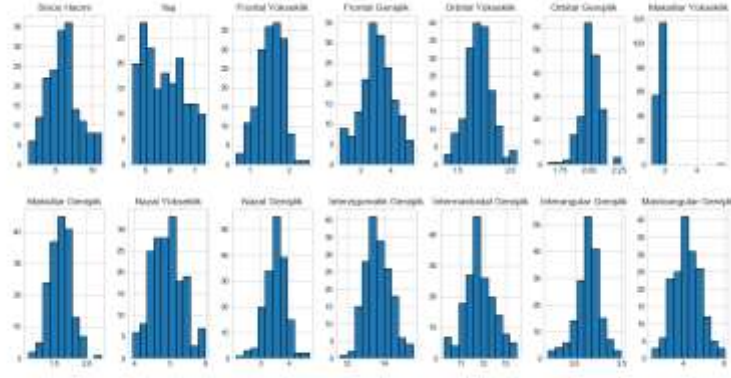


Şekil 4.1. Parametrelerin histogramı (Sağ).

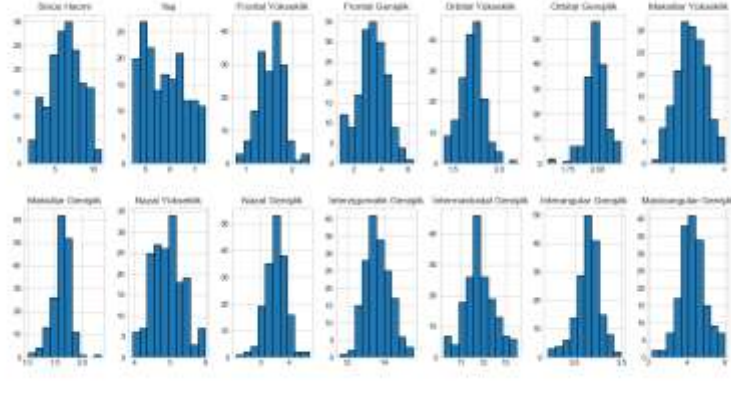


Şekil 4.2. Parametrelerin histogramı (Sol).

Yaş dışındaki normal dağılıma uymayan parametrelere karekök dönüşümü yapıldı. Dönüşüm sonrasında normal dağılıma uymayan Orbital Genişlik, Maksiller Yükseklik ve İnterangular Genişlik parametreleri analizden çıkarıldı. Dönüşüm sonrası histogramlar Şekil 4.3 ve Şekil 4.4’te verildi. Normal dağılıma uymadığı için analizden çıkartılan parametrelerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4.2’de gösterildi.



Şekil 4.3. Parametrelerin dönüşüm sonrası histogramı (Sağ).



Şekil 4.4. Parametrelerin dönüşüm sonrası histogramı (Sol).

Tablo 4.2. Normal dağılıma uymayan ölçümlerin tanımlayıcı istatistikleri.

	Min	Maks	Ortanca	ÇAA
Yaş	20	55	32	15
Orbital Genişlik	2,710	5,120	4,020	0,340
Maksiller Genişlik	1,230	4,870	2,530	0,740
İnterangular Genişlik	7,380	12,200	9,900	0,875

Analize alınacak parametreler cinsiyetler arasında karşılaştırıldığında her iki tarafta da sinüs hacminin, frontal sinüs yükseklik ve genişliğinin, orbital yüksekliğinin, nazal yüksekliğinin, interzigomatik genişliğinin, intermastoidal genişliğinin ve mastoangular genişliğinin erkeklerde istatistiksel olarak daha yüksek olduğu görüldü. Cinsiyetler arası karşılaştırma sonuçlarının tamamı Tablo 4.3 ve Tablo 4.4'te gösterildi.

Tablo 4.3. Parametrelerin cinsiyete göre dağılımı (Sağ).

	Erkek				Kadın				t	p
	Ort	SD	Min	Maks	Ort	SD	Min	Maks		
Sinüs Hacmi	6,672	2,159	2,486	11,151	5,090	1,886	1,208	9,857	-5,139	<0,001
Frontal Yükseklik	1,623	0,284	0,943	2,494	1,397	0,308	0,650	2,007	-5,037	<0,001
Frontal Genişlik	3,322	1,045	0,581	5,500	2,843	1,041	0,616	5,230	-3,037	0,003
Orbital Yükseklik	1,743	0,114	1,487	2,057	1,639	0,112	1,364	1,908	-6,093	<0,001
Maksillar Genişlik	1,605	0,172	1,109	2,207	1,572	0,152	1,118	1,921	-1,328	0,186
Nazal Yükseklik	5,003	0,407	4,130	5,980	4,807	0,439	3,940	5,950	-3,067	0,003
Nazal Genişlik	3,510	0,393	2,160	4,460	3,542	0,340	2,440	4,700	0,572	0,568
İnterzigomatik Genişlik	14,059	0,556	12,880	15,540	13,154	0,506	11,600	14,640	-10,963	<0,001
İntermastoidal Genişlik	12,148	0,601	10,620	13,490	11,410	0,513	10,210	12,550	-8,682	<0,001
Mastoangular Genişlik	4,430	0,626	2,890	6,010	3,917	0,555	2,510	5,660	-5,712	<0,001

Tablo 4.4. Parametrelerin cinsiyete göre dağılımı (Sol).

	Erkek				Kadın				t	p
	Ort	SD	Min	Maks	Ort	SD	Min	Maks		
Sinüs Hacmi	7,096	1,830	1,951	10,993	5,554	2,011	1,541	10,563	-5,263	<0,001
Frontal Yükseklik	1,656	0,248	1,015	2,366	1,424	0,251	0,794	1,879	-6,116	<0,001
Frontal Genişlik	3,548	0,958	1,040	6,330	3,086	1,100	0,970	5,560	-2,94	0,004
Orbital Yükseklik	1,744	0,116	1,428	2,186	1,646	0,121	1,404	1,931	-5,412	<0,001
Maksillar Yükseklik	2,794	0,574	1,660	4,020	2,627	0,551	1,220	1,931	-1,945	0,053
Nazal Yükseklik	5,020	0,402	4,130	5,980	4,807	0,439	3,940	5,950	-3,317	0,001
Nazal Genişlik	3,524	0,385	2,160	4,460	3,542	0,340	2,440	4,700	0,312	0,756
İnterzigomatik Genişlik	14,047	0,552	12,880	15,540	13,174	0,506	11,600	14,640	-10,792	<0,001
İntermastoidal Genişlik	12,148	0,607	10,620	13,490	11,410	0,513	10,210	12,550	-8,576	<0,001
Mastoangular Genişlik	4,532	0,683	2,170	5,980	4,027	0,565	2,550	5,980	-5,266	<0,001

Parametreler septum deviasyonu açısından değerlendirildiğinde nazal yüksekliğin sağda septum deviasyonu olanlarda solda ise septum deviasyonu olmayanlarda istatistiksel olarak daha düşük olduğu görüldü. Septum deviasyonuna göre karşılaştırma sonuçlarının tamamı Tablo 4.5 ve Tablo 4.6’da gösterildi.

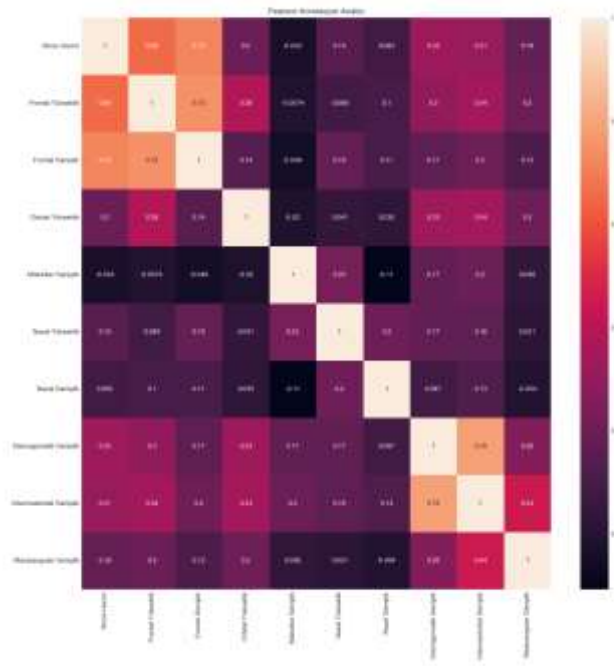
Tablo 4.5. Parametrelerin septum deviasyonuna göre dağılımı (Sağ).

	Var				Yok				t	p
	Ort	SD	Min	Maks	Ort	SD	Min	Maks		
Sinüs Hacmi	5,762	2,355	1,208	10,966	6,083	1,983	2,019	11,151	0,973	0,332
Frontal Yükseklik	1,498	0,332	0,650	2,186	1,534	0,299	0,883	2,494	0,754	0,452
Frontal Genişlik	2,972	1,132	0,650	5,480	3,219	0,989	0,581	5,500	1,540	0,125
Orbital Yükseklik	1,707	0,117	1,364	2,017	1,681	0,130	1,414	2,057	-1,393	0,165
Maksillar Genişlik	1,569	0,163	1,118	2,207	1,610	0,161	1,109	1,985	1,701	0,091
Nazal Yükseklik	4,832	0,393	3,940	5,710	4,989	0,458	4,060	5,980	2,434	0,016
Nazal Genişlik	3,524	0,401	2,160	4,280	3,526	0,334	2,860	4,700	0,046	0,963
İnterzigomatik Genişlik	13,636	0,739	11,600	15,260	13,642	0,645	12,510	15,540	0,062	0,951
İntermastoidal Genişlik	11,804	0,723	10,210	13,490	11,792	0,617	10,440	13,430	-0,114	0,910
Mastoangular Genişlik	4,192	0,678	2,510	6,010	4,181	0,613	2,810	5,840	-0,107	0,915

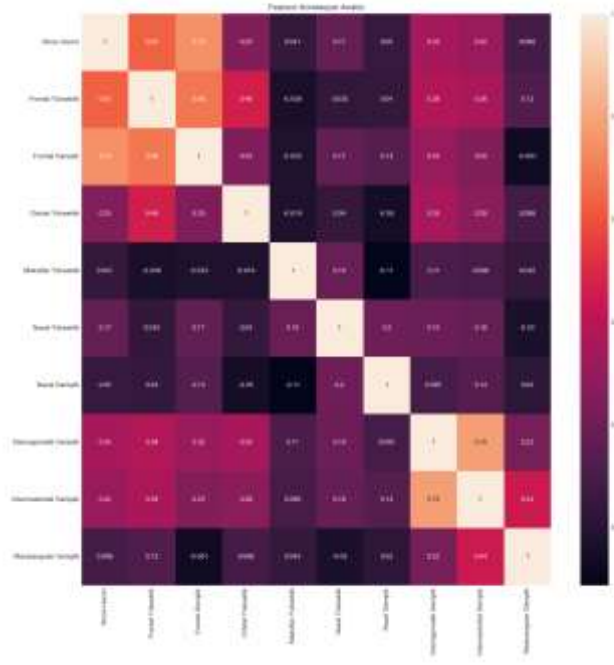
Tablo 4.6. Parametrelerin septum deviasyonuna göre dağılımı (Sol).

	Var				Yok				t	p
	Ort	SD	Min	Maks	Ort	SD	Min	Maks		
Sinüs Hacmi	6,322	2,149	1,541	10,993	6,381	1,988	1,951	9,880	0,187	0,852
Frontal Yükseklik	1,569	0,270	0,794	2,258	1,520	0,278	0,900	2,366	-1,168	0,244
Frontal Genişlik	3,317	1,013	0,970	5,530	3,333	1,095	1,060	6,330	0,100	0,920
Orbital Yükseklik	1,716	0,109	1,404	1,962	1,678	0,142	1,404	2,186	-1,982	0,049
Maksillar Yükseklik	2,706	0,584	1,600	4,020	2,721	0,554	1,220	3,840	0,171	0,865
Nazal Yükseklik	4,840	0,393	3,940	5,710	4,992	0,458	4,060	5,980	2,336	0,021
Nazal Genişlik	3,536	0,390	2,160	4,280	3,530	0,337	2,860	4,700	-0,095	0,924
İnterzigomatik Genişlik	13,609	0,727	11,600	15,260	13,642	0,647	12,510	15,540	0,312	0,755
İntermastoidal Genişlik	11,784	0,714	10,210	13,490	11,800	0,634	10,440	13,430	0,160	0,873
Mastoangular Genişlik	4,308	0,683	2,550	5,980	4,270	0,673	2,170	5,980	-0,366	0,715

Normal dağılıma uyan parametrelere çoklu ya da düşük korelasyon gösteren değişkenleri saptamak amacıyla Pearson Korelasyon analizi yapıldı. Sinüs hacmi ile Maksillar Yükseklik, Nazal Yükseklik, Nazal Genişlik ve Mastoangular Genişlik parametreleri arasında düşük korelasyon olduğu saptandı. Gereksiz değişkene rastlanmadı. Korelasyon katsayılarını gösteren ısı haritaları Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da verildi.



Şekil 4.5. Isı Haritası (Sağ).



Şekil 4.6. Isı Haritası (Sol).

Sinüs hacmi ile düşük korelasyon gösteren parametreler çıkarıldıktan sonra kalan Frontal Yükseklik, Frontal Genişlik, Orbital Yükseklik, İnterzigomatik Genişlik ve İntermastoidal Genişlik parametreleriyle geri yayımlı çoklu doğrusal

regresyon modeli sağ ve sol frontal sinüs için ayrı ayrı çalıştırıldı. Yapılan analizin sonucunda sağ frontal sinüs için en etkin parametrelerin Frontal Yükseklik, Frontal Genişlik ve İnterzigomatik Genişlik; sol frontal sinüs için ise Frontal Yükseklik ve Frontal Genişlik olduğu saptandı. Regresayon katsayıları, R^2 skorları ve p değerleri Tablo 4.7 ve Tablo 4.8’de verildi.

Tablo 4.7. Çoklu doğrusal regresyon modelinin sonucu (Sağ).

Değişken	B	Güven Aralığı (%95)	t	p
Frontal Yükseklik	1,3288	[0,270, 2,388]	2,477	0,014
Frontal Genişlik	1,1179	[0,815, 1,421]	7,278	<0,001
İnterzigomatik Genişlik	0,5638	[0,240, 0,887]	3,442	0,001
Sabit	-7,2413	[-11,448, -3,035]	-3,398	0,001

R^2 : 0,581, F: 79,18, $p < 0,001$

Tablo 4.8. Çoklu doğrusal regresyon modelinin sonucu (Sol).

Değişken	B	Güven Aralığı (%95)	t	p
Frontal Yükseklik	1,6204	[0,25, 0,975]	5,558	<0,001
Frontal Genişlik	1,1594	[0,25, 0,975]	8,840	<0,001

R^2 : 0,961, F: 2068, $p < 0,001$

Doğrusal regresyon analiziyle etkinliği saptanan parametreler kullanılarak makine öğrenmesi modelleri oluşturuldu. Sağ frontal sinüs için oluşturulan modellerden Lineer Regresyon algoritması 1 saniye 771349 salise sürdü, 8 olası hiperparametre kombinasyonu için yapılan on katlı çapraz doğrulama sonucunda en iyi skor 0.432 olarak kaydedildi. En iyi hiperparametrelerin copy_X: True, fit_intercept: True ve positive: True oldukları belirlendi.

Karar Ağaçları algoritması 1 dakika 5 saniye 11 salise sürdü, 34992 olası hiperparametre kombinasyonu için yapılan on katlı çapraz doğrulama sonucunda en iyi skor 0.393 olarak kaydedildi. En iyi hiperparametrelerin max_depth:7, max_features: sqrt, max_leaf_nodes: 15, min_samples_leaf: 1, min_samples_split: 10, random_state: 42 ve sp_litter: random oldukları belirlendi.

Rastgele Orman algoritması 48 saniye 656175 salise sürdü, 576 olası hiperparametre kombinasyonu için yapılan on katlı çapraz doğrulama sonucunda en iyi skor 0.472 olarak kaydedildi. En iyi hiperparametrelerin max_features: sqrt, min_samples_leaf: 9, min_samples_split: 2, n_estimators: 70 ve random_state: 42 oldukları belirlendi.

K-En Yakın Komşu algoritması 360698 salise sürdü, 96 olası hiperparametre kombinasyonu için yapılan on katlı çapraz doğrulama sonucunda en iyi skor 0.488 olarak kaydedildi. En iyi hiperparametrelerin algorithm: auto, n_neighbors: 19 ve weights: uniform oldukları belirlendi.

Destek Vektör Makineleri 20 saniye 578732 salise sürdü, 2400 olası hiperparametre kombinasyonu için yapılan on katlı çapraz doğrulama sonucunda en iyi skor 0.524 olarak kaydedildi. En iyi hiperparametrelerin C: 1.9008479046983877, epsilon: 0.6951927961775606, gamma: auto ve kernel: rbf oldukları belirlendi. Makine öğrenmesi algoritmalarının R^2 , MSE ve RMSE skorları Tablo 4.9'da verildi.

Tablo 4.9. Makine öğrenmesi modellerinin sonuçları (Sağ).

Model	Süre	R^2		MSE		RMSE	
		Eğitim	Test	Eğitim	Test	Eğitim	Test
LR	0:00:01.771349	0,557	0,666	2,143	1,364	1,464	1,168
DTR	0:01:05.110632	0,563	0,523	2,115	1,947	1,454	1,396
RFR	0:00:48.656175	0,630	0,614	1,792	1,574	1,339	1,255
KNN	0:00:00.360698	0,574	0,574	2,060	1,739	1,435	1,319
SVR	0:00:20.578732	0,642	0,678	1,732	1,313	1,316	1,146

Sol frontal sinüs için oluşturulan modellerden Lineer Regresyon algoritması 1 saniye 783588 salise sürdü, 8 olası hiperparametre kombinasyonu için yapılan on katlı çapraz doğrulama sonucunda en iyi skor 0.517 olarak kaydedildi. En iyi hiperparametrelerin copy_X: True, fit_intercept: True ve positive: True oldukları belirlendi.

Karar Ağaçları algoritması 1 dakika 5 saniye 097474 salise sürdü, 34992 olası hiperparametre kombinasyonu için yapılan on katlı çapraz doğrulama sonucunda en iyi skor 0.509 olarak kaydedildi. En iyi hiperparametrelerin max_depth:10, max_features: auto, max_leaf_nodes: 15, min_samples_leaf: 1, min_samples_split: 25, random_state: 42 ve splitter: random oldukları belirlendi.

Rastgele Orman algoritması 49 saniye 089927 salise sürdü, 576 olası hiperparametre kombinasyonu için yapılan on katlı çapraz doğrulama sonucunda en iyi skor 0.543 olarak kaydedildi. En iyi hiperparametrelerin max_features: sqrt, min_samples_leaf: 8, min_samples_split: 2, n_estimators: 45 ve random_state: 42 oldukları belirlendi.

K En Yakın Komşu algoritması 384604 salise sürdü, 96 olası hiperparametre kombinasyonu için yapılan on katlı çapraz doğrulama sonucunda en iyi skor 0.552 olarak kaydedildi. En iyi hiperparametrelerin algorithm: brute, n_neighbors: 11 ve weights: uniform oldukları belirlendi.

Destek Vektör Makineleri 24 saniye 656467 salise sürdü, 2400 olası hiperparametre kombinasyonu için yapılan on katlı çapraz doğrulama sonucunda en iyi skor 0.559 olarak kaydedildi. En iyi hiperparametrelerin C: 0.9879542688342918, epsilon: 0.4832930238571752, gamma: auto ve kernel: rbf

oldukları belirlendi. Makine öğrenmesi algoritmalarının R^2 , MSE ve RMSE skorları Tablo 4.10’da verilmiştir.

Tablo 4.10. Makine öğrenmesi modellerinin sonuçları (Sol).

Model	Süre	R^2		MSE		RMSE	
		Eğitim	Test	Eğitim	Test	Eğitim	Test
LR	0:00:01.783588	0,572	0,624	1,793	1,655	1,339	1,286
DTR	0:01:05.097474	0,607	0,455	1,647	2,403	1,283	1,550
RFR	0:00:49.089927	0,650	0,565	1,466	1,915	1,211	1,384
KNN	0:00:00.384604	0,621	0,578	1,587	1,859	1,260	1,363
SVR	0:00:24.656467	0,620	0,597	1,591	1,778	1,262	1,333

Önerilen katsayılar kullanıldığında modeller, R^2 skoruna göre değerlendirildiğinde en iyi başarılı olan modelin Rastgele Orman algoritması olduğu saptandı. Lineer Regresyon algoritmasının hem sağ hem sol frontal sinüste eksik öğrenmeye gittiği görüldü. Destek Vektör Makinesi algoritması sağ frontal sinüste eksik öğrenmeye, Karar Ağacı algoritması sol frontal sinüste aşırı öğrenmeye uğradı. Bu bulguların ışığında uygun algoritmaların Rastgele Orman ve K-En Yakın Komşu algoritmaları olduğu sonucuna varıldı.

5. TARTIŞMA

Gelişen teknoloji ile yapay zekânın bir dalı olan makine öğrenme algoritmaları sağlık alanında da kullanılmaya başlanmıştır. Literatürde sağlık alanında yapılan çalışmalarda makine öğrenme algoritmaları kullanılarak hastalıkların tahmini, bulguların sınıflandırılması ve cinsiyet tayini gibi birçok önemli konular ele alınmıştır.

Sevli, makine öğrenme algoritmalarının göğüs kanseri teşhisindeki başarısını ölçmek amacıyla yaptığı çalışmada, 357'si iyi huylu 212'si kötü huylu olmak üzere toplamda 569 göğüs kanseri olgusunda 30 farklı parametreyi incelemiştir. Makine öğrenme algoritmalarından Destek Vektör Makinesi, Naive Bayes, Rastgele Orman, K-En Yakın Komşu ve Lojistik Regresyon analizlerinin göğüs kanserini sınıflandırmasındaki başarılarını tespit ettiği çalışmada veri setinin %80'i eğitim, %20'si ise test amaçlı kullanmıştır. Çalışmanın sonucunda doğru pozitifleri tespit etme oranı en yüksek olan algoritmaların birbirine eşit olarak Rastgele orman ve Lojistik Regresyon analizleri olduğunu gözlemlemiştir. Doğru negatifleri ayırt etme başarısı tüm algoritmalarda genel olarak yüksek olmakla beraber Naive Bayes ve Lojistik Regresyon algoritmalarının %100 belirleyici olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tüm kriterleri en yüksek doğruluk oranında tespit eden algoritmanın %98,24 başarı oranıyla Lojistik Regresyon olduğu gözlemlemiştir. Doğruluk oranı en düşük olan model ise K-En Yakın Komşu algoritması olduğunu saptamıştır (35).

Veranyurt ve ark. makine öğrenme algoritmalarının hastalıkların teşhisini belirlemede başarısını değerlendirmek amacıyla 19-92 yaş aralığında 162 erkek 228 kadın olmak üzere 390 diyabet hastasına 15 değişken veri setlerini kullanarak bir çalışma yapmışlardır. Kişilerin yaş, boy, ağırlık, vücut kitle indeksi, diyastolik kan basıncı, sistolik kan basıncı, bel, bel kalça oranı, kolesterol, HDL, kolesterol HDL oranı ve glikoz değerlerine ait veriler tespit etmişlerdir. Veri setlerinin %70'i eğitim %30'u test verisi olarak kullanılmıştır. Makine öğrenme teknikleri arasında Random Forest, K-En Yakın Komşu ve Adaboost teknikleri seçilerek makine öğrenme algoritmalarının sonuçları karşılaştırmışlardır. Random Forest ve K-En Yakın Komşu algoritmalarının diyabeti sınıflandırmada başarısını %92,30, Adaboost algoritmasının başarısını ise %90,59 olarak gözlemlemiştir (11).

Neelaveni makine öğrenme algoritmalarını kullanarak Alzheimer hastalığını tahmin etmek amacıyla yaptığı çalışmada MMSE skoru, yaş, vizit sayısı ve hasta eğitimi gibi hastalığı tahmin etmek için önemli olan parametreleri kullanmıştır. Tüm verilerin %70'i eğitim, %30'u test verisi olarak ayırmıştır. Destek Vektör Makinesi ve Karar Ağacı algoritmalarıyla yapılan çalışma sonucunda, hastalığı tahmin etme oranını Destek Vektör Makinesinde % 85, Karar Ağacı modelinde ise %83 olarak kaydetmiştir (46).

Akhtar ve ark. tam kan sayımından yola çıkarak Covid-19 bireylerin erken tespiti amacıyla yaptıkları çalışmada 5644 bireye ait verileri %70 eğitim %30 test verisi olarak kullanmışlardır. Makine öğrenmesi algoritmalarından K-En Yakın Komşu, Radyal Temel Fonksiyon, Naive Bayes, kStar, PART, Rastgele Orman, Karar Ağacı, OneR, Destek Vektör Makinesi ve Çok Katmanlı Perceptron modellerini uygulamışlardır. Eğitim sırasında %100 oranla en yüksek doğruluk oranı K-En Yakın Komşu, kStar ve Rastgele Orman modelleri ile elde etmişlerdir. Test sırasında ise %88 oranla en yüksek doğruluk oranı OneR modelinde görmüşlerdir (47).

Coşar ve ark. kalp rahatsızlıklarının tespit edilmesi amacıyla yaptıkları çalışmada makine öğrenmesi algoritmalarını kullanmışlardır. Çalışmaya hastalık belirtisi gösteren 508 birey ve sağlıklı 410 birey dâhil etmişlerdir. Bireylere ait 11 farklı parametre incelemişlerdir. Hastalık teşhisinde kullanılan makine öğrenme algoritmaları arasında en başarılı sonuçlar %88 ile Rastgele Orman modelinde elde etmişlerdir. K-En Yakın Komşu modelinin %70 doğruluk oranıyla en düşük sonucu verdiğini belirtmişlerdir (48).

Pisharody ve ark. makine algoritmaları kullanarak cinsiyet tahmini ettikleri çalışmada 105 kadın 360 erkek 465 bireyin ait parmak izini kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda cinsiyet tahmininde en başarılı algoritmanın %94,62 doğruluk oranıyla Rastgele Orman modeli olduğunu belirtmişlerdir (49).

Gillani ve ark. yürüyüş analizlerinden yola çıkarak yaş ve cinsiyeti tahmin etmek amacıyla yaptıkları çalışmada yaşları 2 ile 78 aralığında 356 kadın 388 erkek bireyin yürüyüşlerini çeşitli sensörler yardımıyla ölçmüşlerdir. Cinsiyet tahmininin %68,2 doğruluk oranıyla en iyi performansı lojistik regresyon modelinde elde ettiklerini belirtmiş ve Rastgele Orman modelinin %60,5 oranıyla ikinci sırada olduğunu da eklemişlerdir (50).

Çelik, birinci servikal omurdan alınan morfometrik ölçümleri kullanarak makine öğrenimi algoritmaları ile cinsiyet tahmini ettikleri çalışmada 18 yaş üzeri 139 bireye ait KIBT görüntülerini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda makine algoritmalarının cinsiyeti tahmin etme başarısı %78-82 olarak kaydetmiştir. Makine algoritmaları arasında en başarılı sonucun %82,14 doğruluk oranı ile Gaussian Naive Bayes modeline ait olduğunu belirtmiştir (51).

Musilova B ve ark. kafatası yüzeylerinin cinsiyeti belirlemede etkinliğini sanal antropoloji kullanarak incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada 18-92 yaş aralığında 52 erkek 51 kadın bireyin sanal taramalarını üç boyutlu yazılım sistemleri ile yapmışlardır. Kraniyel ölçümleri cinsiyetler arasında anlamlı olarak farklı bulunmuşlardır. Dimorfizm açısından anlamlı sonuç veren yüzeyler sırasıyla supraorbital bölge, elmacık kemikleri, burun açıklıkları, mastoitler ve dış oksipital çıkıntılar olarak belirlemişlerdir. Cinsiyeti doğru takmin etme oranının %90,3 olduğunu söylemişlerdir (52).

Literatürde frontal sinüs başta olmak üzere paranazal sinüslerle yapılan çalışmalar bulunmaktadır. Paranazal sinüslerin bireyler arası farklılık göstermesi, dayanıklı bir yapıya sahip olması ve hacimlerinin cinsiyetler arasında değişkenlik göstermesi yapılan çalışmalarda konu edilmesini sağlamıştır. Yapılan çalışmalarda paranazal sinüslerin hacimleri çeşitli yöntemlerle ölçülmüştür.

Park ve ark. paranazal sinüs hacimlerini değerlendirmek ve paranazal sinüslerin yaş grupları arasındaki değişimini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada 25 yaş altında 260 bireye ait BT görüntülerini üç boyutlu rekonstrüksiyon yöntemiyle incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda frontal sinüslerin 2 yaşından sonra gelişmeye başladığını, 6-19 yaşlarında en hızlı büyümeyi gösterdiğini ve ortalama hacimlerinin $3,46 \pm 0,78 \text{ cm}^3$ olduğunu görmüşlerdir. Maksiller sinüslerin doğumdan itibaren gelişmeye başlayıp 15 yaşına kadar büyümesi artarak devam ettiğini ve ortalama hacimlerinin $14,83 \pm 1,36 \text{ cm}^3$ olduğunu gözlemlemişlerdir. Etmoid sinüslerin 7 yaşına kadar hızla geliştiğini, 15-16 yaşlarında büyümelerini tamamladığını ve ortalama hacimlerinin $4,51 \pm 0,92 \text{ cm}^3$ olduğunu belirtmişlerdir. Sfenoid sinüslerin 6-10 yaş arasında hızla geliştiğini, 15 yaşında gelişmeyi tamamladığını ve ortalama hacimlerinin $3,47 \pm 0,93 \text{ cm}^3$ olduğunu gözlemlemişlerdir (53).

Ekizoğlu ve ark. maksiller sinüslerin morfometrik özelliklerini kullanarak cinsiyet tespiti yaptıkları çalışmada 18-63 yaş aralığında 70 kadın ve 70 erkek

bireye ait BT görüntülerini incelemişlerdir. Tüm parametrelerin erkeklerde daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Sağ ve sol maksiller sinüslerin hacmi arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Kadın cinsiyetini doğru tahmin etme oranı %80, erkek cinsiyetini doğru tahmin etme oranını ise %74,3 olarak belirlemişlerdir (54).

Türk, frontal sinüs boyutlarının yaş ile ilişkisini belirlemek ve frontal sinüs boyutlarının cinsiyet tayininde önemini değerlendirmek amacıyla yapmış olduğu çalışmada, 20-85 yaşları arasında 105 kadın 73 erkek toplamda 178 bireye ait KIBT görüntülerini incelemiştir. KIBT görüntülerine ait kesitlerden sağ ve sol ayrı olmak üzere frontal sinüs genişliği, yüksekliği, anterioposterior derinliği ve frontal sinüsün toplam genişliği ölçmüştür. Çalışmasının sonucunda sağ ve sol frontal sinüs genişliği, anteroposterior derinlik, sinüs yüksekliği ve toplam genişlik parametrelerinin erkeklerde kadınlara göre yüksek ortalamalara sahip olduğu tespit etmiş ancak sinüs yüksekliği ortalamaları istatistiksel açıdan anlamlı bulunamamıştır. Sinüs genişliği, anteroposterior derinlik açısından sol değerler sağdaki değerlerden yüksek ortalamalara sahip olduğunu görmüştür. Sinüs yüksekliği açısından sağ ve sol değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Erkek cinsiyetini doğru tahmin etme oranı %61,6 kadın cinsiyetini doğru tahmin etme oranı %78,1 tüm popülasyonun cinsiyetini doğru tahmin etme oranı %71,3 olarak belirlemiştir. Sırasıyla sol anteroposterior derinlik, sağ anterioposterior derinlik ve toplam sinüs genişliği en dimorfik parametreler olduğunu söylemiştir (3).

Mitsea ve ark. frontal sinüslerin cinsiyet tanımlanmasındaki önemini araştırmak için yaptıkları derleme çalışmasında KIBT görüntülerinden frontal sinüslerin boyut ve hacimlerini inceleyen çalışmaları derlemişlerdir. İncelenen 8 makalede 359 erkek 359 kadın toplam 718 bireyin verilerini kullanılmışlardır. Tüm incelemeler sonucunda frontal sinüs hacim ve yüksekliğini erkeklerde kadınlardan yüksek bulmuşlardır. Frontal sinüsün hacim ve yüksekliğinin bireyler arasında ayırt edici parametreler olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir (55).

Čechová M ve ark., Çek popülasyonundan alınan yaşları 21-84 aralığında 45 kadın 58 erkek olmak üzere toplamda 103 bireyin kraniyal BT görüntüsünü kullandıkları çalışmada frontal kemik ve frontal sinüslerin morfolojik özelliklerinden yola çıkarak cinsiyet tayini yapmayı amaçlamışlardır. Frontal sinüslerin hacim ve yüzey alanları değerlendirmişlerdir. Cinsiyet tahmini için Destek Vektör Makinesi algoritmalarını kullanmışlardır. Kadın cinsiyetini tahmin

etmede daha başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Frontal kemiğin dış yüzeyi, frontal sinüslerin hacmi ve frontal sinüs yüzeyi birlikte değerlendirilerek yapılan cinsiyet tahmininin başarı oranını %96,12 olarak tespit etmiş ama bu oran çapraz doğrulama sonucu %85,4'e düştüğünü görmüşlerdir (56).

Barghouth ve ark. maksiller, sfenoit ve frontal sinüslerin yaşa bağlı üç boyutlu görüntüsünü oluşturmak amacıyla yaptıkları çalışmada 17 yaş altı 76 kadın, 103 erkek toplam 179 bireyin manyetik rezonans görüntülerini incelemiş ve sinüsleri üç ekseninde ölçmüşlerdir. Yapılan ölçümler sonucunda, maksiller sinüs uzunluğunu $38,8 \pm 3,5$ mm, yüksekliğini $36,3 \pm 6,2$ mm ve genişliğini $27,5 \pm 4,2$ mm; sfenoit sinüs uzunluğunu $23 \pm 4,5$ mm, yüksekliğini $22,6 \pm 5,8$ mm ve genişliğini $12,8 \pm 3,1$ mm; frontal sinüs uzunluğunu $12,8 \pm 5,0$ mm, yüksekliğini $21,9 \pm 8,4$ mm ve genişliğini $24,5 \pm 13,3$ mm olarak bulmuşlardır (57).

Cohen ve ark. yaptıkları çalışmada maksiller, sfenoit ve frontal sinüslerin hacimsel özelliklerini karşılaştırmak amacıyla toplam 201 bireye ait BT görüntülerini incelemişlerdir. Erkeklerde tüm sinüslerin hacim ortalamaları kadınlardan yüksek olduğunu görmüşlerdir. Erkeklerde maksiller sinüs hacmi ortalama $14,38 \text{ cm}^3$, kadınlarda $12,23 \text{ cm}^3$; erkeklerde sfenoit sinüs hacmi $4,74 \text{ cm}^3$, kadınlarda $3,55 \text{ cm}^3$; erkeklerde frontal sinüs hacmi ortalama $3,74 \text{ cm}^3$, kadınlarda $3,21 \text{ cm}^3$ olarak ölçülmüşlerdir. Maksiller ve sfenoit sinüslerin hacmini yaşlı hastalarda daha düşük bulunmuş ama frontal sinüslerde yaşa bağlı hacimsel değişiklik gözlemlememişlerdir (58).

Emirzeoğlu ve ark. paranasal sinüs hacimlerini stereolojik yöntemler kullanarak ölçmek amacıyla 39 erkek 39 kadın bireye ait BT görüntülerini incelemişlerdir. Cavalieri prensibini kullanılarak yapılan ölçümler sonucunda ortalama sinüs hacimleri sırasıyla frontal $11,6 \pm 0,8 \text{ cm}^3$, maksiller $35,9 \pm 1,3 \text{ cm}^3$, etmoidal $11,8 \pm 0,4 \text{ cm}^3$, sfenoidal $13,6 \pm 0,7 \text{ cm}^3$ olarak hesaplamışlardır. Sinüs hacimlerinin birbirleriyle orantılı olduğunu ve cinsiyetler arası dimorfik özellik gösterdiğini saptamışlardır. Ayrıca erkeklerde paranasal sinüslerin hacmi, kadınlardan % 26,1 daha büyük olduğunu eklemişlerdir (59).

Kkunihiro ve ark. paranasal sinüslerin hacmini ölçmek için yaptıkları çalışmada 20 Japon bireye ait üç boyutlu BT görüntülerini yeniden yapılandırmışlardır. Maksiller sinüs hacmini sağda erkeklerde 23,69 ml, kadınlarda 20,99 ml; solda ise erkeklerde 24,99 ml, kadınlarda 21,19 ml olarak hesaplamışlardır. Etmoidal sinüs hacmini sağda erkeklerde 6,59 ml kadınlarda

6,49 ml; solda ise erkeklerde 6,49 ml kadınlarda 5,89 ml olarak ölçmüşlerdir. Frontal ve sfenoidal sinüslerde sağ ve sol arasında fark büyük olduğu için ortalamaları almışlardır. Frontal sinüs hacmini erkeklerde 11.69 ml, kadınlarda 4,69 ml; sfenoidal sinüs hacmini ise erkeklerde 17,19 ml, kadınlarda 13,79 ml olarak bulmuşlardır (60).

Sapmaz ve ark. frontal sinüsün hacmini stereolojik olarak değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada, 20-60 yaş arasındaki 70 erkek 50 kadının BT görüntülerini incelemiş ve Cavalieri Prensibini kullanarak frontal sinüs hacmini hesaplamışlardır. Frontal sinüs hacimleri erkeklerde kadınlardan daha yüksek bulmuşlardır. Ortalama sinüs hacminin erkeklerde $7,02 \pm 2,78 \text{ cm}^3$, kadınlarda $4,04 \pm 1,84 \text{ cm}^3$ olduğunu görmüşlerdir. Kadınlarda sağ frontal sinüs $2,6 \pm 1,60 \text{ cm}^3$, sol frontal sinüs $4,7 \pm 1,89 \text{ cm}^3$; erkeklerde ise sağ frontal sinüs $6,9 \pm 2,71 \text{ cm}^3$, sol frontal sinüs $7,6 \pm 2,83 \text{ cm}^3$ olarak ölçmüşlerdir. Sol frontal sinüs hacminin, sağ frontal sinüsten daha büyük olduğunu tespit etmişlerdir (61).

Almeida Prado ve ark. frontal sinüs hacminin değerlendirilmesi amacıyla yaptıkları çalışmada Yunan halkından seçilen 19-101 yaş aralığındaki 102 bireye ait BT görüntüsünü kullanmışlardır. Yazılımlarla üç boyutlu hale getirilen kafatası modellerinden frontal sinüslerin hacimlerini ölçmüşlerdir. Çalışmanın sonucunda frontal sinüs hacimlerini erkeklerde ortalama 9.22 mm^3 , kadınlarda ise $5,88 \text{ mm}^3$ olarak hesaplamışlardır. Hacim ve yaş arasında anlamlı bir ilişki görmediklerini belirtmişlerdir (62).

Bayrak ve ark. septal deviasyonun paranazal yapılara ve sinus hacimlerini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada 20-48 yaş aralığında 67 erkek 66 kadın toplamda 133 bireye ait BT görüntülerini incelemişlerdir. Bireylerin %61,7'sinde septum deviasyonun sağa, %38,3'ünde ise sola doğru olduğunu görmüşlerdir. Ayrıca burun boşluğunun toplam hacmini deviyeye tarafta $31,2 \pm 8,9 \text{ cm}^3$, karşı tarafta ise $32,7 \pm 9,6 \text{ cm}^3$ olarak hesaplamışlardır (63).

Pajic ve ark. frontal sinüs hacimlerinin frontal bölgedeki travma, stres dağılımları ve kırık paternleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada normal gelişim gösteren bir frontal sinüse ait BT görüntüsü referans olarak alarak hipoplazik, hiperplazik ve sinüsün olmadığı üç farklı model oluşturmuşlardır. Elde edilen dört model üzerine 7,7 kN'luk kuvvet simülasyonu uygulamışlardır. Çalışma sonucunda hiperplazik sinüslerde ön sinüs duvarının, hipoplazik ve gelişmemiş sinüslerde ise arka sinüs duvarının kırılma eğilimi

gösterdiğini görmüşlerdir. Ayrıca frontal bölgedeki travmaların, frontal sinüs hacmiyle ilişkili olduğu gözlemlenmiştir (64).

Büyük ve ark. yaptıkları çalışmada çenelerin farklı sagittal iskeletsel ilişkisine göre 3 farklı gruba ayrılan 75 bireyin frontal sinüslerinin morfolojisi incelemiştir. Posteroanterior sefalometrik radyograf kullanılarak frontal sinüse ait sağ maksimum yükseklik ve genişlik, sol maksimum yükseklik ve genişlik, maksiller genişlik, nazal genişlik, kraniyal genişlik ve antegonial genişlik parametrelerini ölçmüşlerdir. Çalışmanın sonucunda sağ frontal sinüs yüksekliği, sol frontal sinüs yüksekliği ve sol frontal sinüs genişliğinin gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı olarak farklılık gösterdiğini bulmuşlardır (65).

Biz de yapmış olduğumuz çalışmada frontal sinüslerin hacimlerini stereolojik yöntemler ve makine öğrenme algoritmaları kullanarak hesaplanmayı amaçladık. Görüntüleri incelediğimizde septum nasi'nin %15'inde sağa, %19'unda ise sola deviyeye olduğunu gördük. Bireylerin %17'sinde S şeklinde deviasyon varken kalan %50'sinde septum nasi olağandı. Bu değerler Bayrak ve ark. göre çok düşüktü.

Sapmaz ve ark. gibi stereolojik olarak hesapladığımız frontal sinüs hacmini, istatistiksel açıdan anlamlı olarak (t: -5,139; $p < 0,001$) erkeklerde daha yüksek bulduk. Sonucumuz Cohen ve ark., Emirzeoğlu ve ark., Kawarai ve ark. Sapmaz ve ark. ile Prado ve ark. tarafından bildirilen ikili karşılaştırmalarla uyumluydu.

Yang ve Shami tarafından önerilen hiperparametrelerden yararlanarak sağda Frontal Yükseklik, Frontal Genişlik, İnterzigomatik Genişlik solda sadece Frontal Yükseklik ve Frontal Genişlik parametrelerini kullanarak kurduğumuz makine öğrenmesi algoritmalarının sonucunda Rastgele Orman modeliyle sinüs hacminin sağda %61,4'ünün solda ise %56,5'inin bu parametrelerle açıklanabileceğini gördük. Bu değerler sağ tarafta klasik Lineer Regresyon analizi ile elde edilenlerden daha yüksekti (R^2 : 0,581). Her ne kadar R^2 skoru daha düşük olsa da maliyet açısından incelendiğinde en efektif modelin K-En Yakın Komşu olduğu görüldü.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Travma, konjenital anomali ya da ameliyat öyküsü bulunmayan yetişkinlerin frontal sinüs hacimlerini, yüzden alınan morfometrik ölçümlerle tahmin etmek amacıyla tasarlanan bu çalışmanın sonucunda;

1. Frontal sinüs hacminin erkeklerde kadınlardan istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha yüksek olduğu,
2. Frontal sinüs hacminin, öncü grafilerde frontal sinüsün genişliği ve yüksekliği ile interzigomatik mesafenin ölçülmesiyle tahmin edilebileceği,
3. Makine öğrenmesi algoritmalarından Rastgele Orman ve K-En Yakın Komşu modellerinin frontal sinüsün hacmini tahmin etme konusunda Lineer Regresyon, Karar Ağacı ve Destek Vektör Makinesi modellerine göre daha iyi olduğu sonuçlarına varılmıştır.
4. Denek sayısının artmasının sonuçları olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

(Bu tez çalışmasında Vancouver atıf sistemi kullanılmıştır.)

1. 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), 134-142.
2. Al Hatmi AS, Al Ajmi E, Albalushi H, Al Lawati M, Sirasanagandla SR, et al, Anatomical variations of frontal sinus pneumatization: A computed tomography-based study, *F1000Research*, 2023;12(71), 71.
3. Türk E, Görmez Ö, Çelebi E, Koşkan Ö. Frontal sinüs boyutlarının yaş ve cinsiyet ile ilişkisinin değerlendirilmesi. *Selçuk Dental Journal*, 6(4), 119-124.
4. Balakan T. Paranasal sinüslerin anatomik varyasyonlarının bilgisayarlı tomografi ile incelenmesi [Uzmanlık tezi]. Kahramanmaraş: Sütçü İmam Üniversitesi; 2010.
5. Çokay Bİ. Maksiller, sfenoid ve frontal sinüslerin hacimsel gelişimlerinin paranasal bölge anatomik varyasyonlarına olan etkisinin incelenmesi [Uzmanlık tezi]. İstanbul: Sağlık Bilimleri Üniversitesi; 2020.
6. Özdemir M. 10-65 yaş arası olgularda beyin bilgisayarlı tomografilerinden kranial metric ölçümler ve paranasal sinus ölçümleri ile cinsiyet tespiti [Uzmanlık tezi]. İstanbul: Marmara Üniversitesi; 2022.
7. Öz M, Nazal kavite ve paranasal sinüslerin anatomik varyasyonlarının konik ışıklı bilgisayarlı tomografi ile incelenmesi [Uzmanlık tezi]. Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi; 2018.
8. Keleş Aİ, Sağlık alanında kullanılan kantitatif yöntem, stereoloji. *Dicle Tıp Dergisi*, 2019; 46(3), 615-621.
9. Şentürk AY, Şengül AT, Şahin B, Başoğlu A. Stereolojik Bir Araştırma: Akciğer hacmi ve izdüşüm yüzey alanı arasındaki ilişki. *Black Sea Journal of Health Science*, 4(3), 264-269.
10. Akalan MA, Demirkan AÇ. Stereoloji ve veteriner hekimlikte kullanım alanları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2013; 24(2), 95-100.
11. Veranyurt Ü, Deveci A, Esen MF, Veranyurt O. Makine öğrenmesi teknikleriyle hastalık sınıflandırması: random forest, k-nearest neighbour ve adaboost algoritmaları uygulaması. *Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi*, 2020; 6(2), 275-286.
12. Kaya U, Yılmaz A, Dikmen Y. Sağlık alanında kullanılan derin öğrenme yöntemleri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2019; (16), 792-808.
13. Büyükmert A. Alzheimer hastalarında beyin ventrikül hacimlerinin stereolojik yöntemler ile değerlendirilmesi [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Balıkesir: Balıkesir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2018.
14. Black KJ. On the efficiency of stereologic volumetry as commonly implemented for 3D digital images. *Psychiatry Research-Neuroimaging*, 1999; 90(1).
15. Arıncı K, Elhan A. Anatomi. 2. Ankara: Güneş Kitabevi; 1997.
16. Ozan H. Ozan Anatomi. 4. Ankara: Klinisyen Tıp Yayınevi; 2014.
17. Drake RL, Vogt AW, Mitchell AW. Gray's Anatomy for Students. 4. 2019.
18. Aktekin M, Bayramoğlu A, Keskinöz EN. Temel İnsan Anatomisi. 2. İstanbul: 2021.
19. Babacan S. Yeniden yüzlendirmeye yönelik mandibulası bulunmayan kafataslarında yaş, cinsiyet tayini ve uygun mandibulanın dizaynı: Retrospektif çalışma [Doktora tezi]. Bursa: Uludağ Üniversitesi; 2020.
20. Snell RS. Klinik Nöroanatomi. Çev: Yıldırım M. Nobel tıp kitabevleri, 2011.
21. Altındal F. Intracranial hacim, Basis Cranii Externa yüzey alanı ve Foramen Magnum kesitsel alanı arasındaki ilişki [Yüksek Lisans tezi]. Denizli: Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2016.
22. Çini NT. Temporal Kemik üzerinde Yer Alan Anatomik oluşumların yüz şekli ile olan ilişkisinin değerlendirilmesi [Doktora tezi]. Bursa: Uludağ Üniversitesi; 2021.
23. Arifoğlu Y. Her Yönüyle Anatomi. 2021.
24. Topal E. Apertura piriformis, sinus paranasales ve cranium boyutlarının karşılaştırılması [Yüksek Lisans tezi]. İstanbul: Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2019.

25. Sancaklı B. Sinus paranasales hacimsel özelliklerinin ince kesit kraniyofasiyal bilgisayarlı tomografi görüntülerinde interaktif segmentasyonu yöntemiyle incelenmesi [Yüksek Lisans tezi]. İstanbul: Marmara Üniversitesi; 2021.
26. FIPAT. Terminologia Anatomica 2nd ed. FIPAT.library.dal.ca [Giriş 5 Mayıs 2023].
27. Moraitaki K. Linguist. Kişisel Görüşme. 29 Nisan-5 Mayıs 2023.
28. Ordu PB. Akkaraman koyunu böbreklerinde morfolometrik ölçümler [Yüksek Lisans tezi]. Konya: Selçuk Üniversitesi; 2015.
29. Canan S. Geçici serebral iskemi sonrası civciv hippokampusunda meydana gelen nöron sayısı değişimlerinin optik fraksiyonlama yöntemi ile araştırılması [Yüksek Lisans tezi]. Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi; 1998.
30. Kara M. Prenatal uygulanan diklofenak sodyumun sıçanlarda prostat stroma-parankim oranına etkilerinin araştırılması: Stereolojik bir çalışma [Uzmanlık tezi]. Van: Yüzüncü Yıl Üniversitesi; 2010.
31. Özcan E. Major depresif bozukluğu olan hastalarda bazal ganglion hacimlerinin stereolojik yöntem ile değerlendirilmesi [Doktora tezi]. Balıkesir: Balıkesir Üniversitesi; 2017.
32. Başlık: Python ile makine öğrenmesi. yazar: Doç. Dr. Engin sorhun. baskı/tarih: 1. baskı: Nisan 2021. Yayınevi: Abaküs kitap yayın eğitim ltd. şti.
33. Kononenko I. Machine learning for medical diagnosis: history, state of the art and perspective. *Artificial Intelligence in medicine*, 2001; 23(1), 89-109.
34. Ray S. A quick review of machine learning algorithms. In *2019 International conference on machine learning, big data, cloud and parallel computing (COMITCon)* (pp. 35-39). IEEE.
35. Sevlı O. Göğüs kanseri teşhisinde farklı makine öğrenmesi tekniklerinin performans karşılaştırması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2019;(16), 176-185.
36. Kurt İ. Makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak sesin müzikal öznitelikleri ile parkinson hastalığının tespiti [Yüksek Lisans tezi]. Edirne: Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; 2019.
37. Demir B. Makine öğrenimi teknikleri kullanarak parmak vuruş hareketi verileri ile Parkinson hastalığı tespiti [Yüksek Lisans tezi]. Edirne: Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; 2022.
38. Aydın C. Makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak itfaiye istasyonu ihtiyacının sınıflandırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2018;(14), 169-175.
39. Alsaadawi MAW. Detection of thyroid disease using machine learning models [Yüksek Lisans tezi]. Karabük: Karabük Üniversitesi; 2023.
40. Seçgin Y. Pelvis bilgisayarlı tomografi görüntülerinden elde edilen parametreler ile makine öğrenme algoritmaları kullanılarak cinsiyet tahmini üzerine bir deneme [Yüksek Lisans tezi]. Karabük: Karabük Üniversitesi; 2020.
41. Pınar M, Okumuş O, Turgut UO, Kalıpsız O, Aktaş MS. Büyük veri içeren öneri sistemleri için hiperparametre optimizasyonu. *Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu*, 2017; 22, 272.
42. Demir M. Özellik seçim yöntemleri kullanılarak sınıflandırma algoritmalarının performanslarının karşılaştırılması [Yüksek Lisans tezi]. Afyon: Afyon Kocatepe Üniversitesi; 2021.
43. Çetin E. Yedinci servikal vertebranın antropometrik ölçümleri ile makine öğrenme algoritmaları kullanılarak cinsiyet tayini üzerine bir çalışma [Yüksek Lisans tezi]. Karabük: Karabük Üniversitesi; 2021.
44. Karakoyun M, Hacibeyoğlu M. Biyomedikal veri kümeleri ile makine öğrenmesi sınıflandırma algoritmalarının istatistiksel olarak karşılaştırılması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2014;16(48), 30-42.
45. Yang L, Shami A. On hyperparameter optimization of machine learning algorithms: Theory and practice. *Neurocomputing*, 2020; 415, 295-316.
46. Neelaveni J, Devasana MG. Alzheimer disease prediction using machine learning algorithms. In *2020 6th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)*, 2020; 101-104.
47. Akhtar A, Akhtar S, Bakhtawar B, Kashif AA, Aziz N, Javeid MS. COVID-19 detection from CBC using machine learning techniques. *International Journal of Technology, Innovation and Management (IJTIM)*, 2021; 1(2), 65-78.
48. Coşar M, Deniz E. Makine öğrenimi algoritmaları kullanarak kalp hastalıklarının tespit edilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2021; (28), 1112-1116.

49. Pisharody AS, Pargaonkar S, Kulkarni VY. Fingerprint classification and building a gender prediction model using random forest algorithm. *International Journal of Knowledge Engineering and Data Mining*, 2015; 3(3-4), 286-298.
50. Gillani SI, Azam MA, Ehatisham-Ul-Haq M. Age estimation and gender classification based on human gait analysis. In *2020 International conference on emerging trends in smart technologies (ICETST)*, 2020; 1-6. IEEE.
51. Çelik MÇ. Atlas vertebra görüntülerinin görüntü işleme ile otomatik morfolojik ölçümü ve makine öğrenmesi cinsiyet tahmini modeli [Yüksek Lisans tezi]. Karabük: Karabük Üniversitesi; 2021.
52. Musilová B, Dupej J, Velemínská J, Chaumoitre K, Bruzek J. Exocranial surfaces for sex assessment of the human cranium. *Forensic science international*, 2016; 269, 70-77.
53. Park IH, Song JS, Choi H, Kim TH, Hoon S, Lee SH, Lee HM. Volumetric study in the development of paranasal sinuses by CT imaging in Asian: a pilot study. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 2010; 74(12), 1347-1350.
54. 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. *Journal of Craniofacial Surgery*, 2014; 25(3), 957-960.
55. Mitsea A, Christoloukas N, Rontogianni A, Angelopoulos C. Contribution of morphology of frontal sinuses (linear and volumetric measurements) to gender identification based on cone beam computed tomography images (CBCT): A systematic review. *Journal of Personalized Medicine*, 2023; 13(3), 480.
56. Čechová M, Dupej J, Brůžek J, Bejdová Š, Horák M, Velemínská J. Sex estimation using external morphology of the frontal bone and frontal sinuses in a contemporary Czech population. *International journal of legal medicine*, 2019; 133, 1285-1294.
57. Barghouth G, Prior J, Lepori D, Duvoisin B, Schnyder P, Gudinchet F. Paranasal sinuses in children: size evaluation of maxillary, sphenoid, and frontal sinuses by magnetic resonance imaging and proposal of volume index percentile curves. *European radiology*, 2002; 12, 1451-1458.
58. Cohen O, Warman M, Fried M, Shoffel-Havakuk H, Adi M, Halperin D, Lahav Y. Volumetric analysis of the maxillary, sphenoid and frontal sinuses: a comparative computerized tomography based study. *Auris Nasus Larynx*, 2018; 45(1), 96-102.
59. Emirzeoglu M, Sahin B, Bilgic S, Celebi M, Uzun A. Volumetric evaluation of the paranasal sinuses in normal subjects using computer tomography images: a stereological study. *Auris Nasus Larynx*, 2007; 34(2), 191-195.
60. Kkunihiro KF, Ogawa T, Nishizaki K, Gunduz M, Fujimoto M, Masuda YY. Volume quantification of healthy paranasal cavity by three-dimensional CT imaging. *Acta Oto-Laryngologica*, 1999; 119(540), 45-49.
61. Sapmaz HI, Tuğtağ B, Sapmaz E, Köse E, Özbağ D, Uysal M. Measurement of frontal sinus volume by using computed tomography: a stereological study sinus frontalis hacminin bilgisayarlı tomografi kullanılarak ölçülmesi: Stereolojik bir çalışma. 2013.
62. Almeida Prado PS, Adams K, Fernandes LC, Kranioti E. Frontal sinus as an identity and sex indicator. *Morphologie*, 2021; 30126-0.
63. Bayrak S, Ramadan SU, Öztürk C, Dağlı E. Effect of septal deviation on paranasal sinus anatomy. In *KBB-Forum: Elektronik Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Dergisi*, 2018; 17(3).
64. Pajic SS, Antic S, Vukicevic AM, Djordjevic N, Jovicic G, Savic Z, Filipovic N. Trauma of the frontal region is influenced by the volume of frontal sinuses. A finite element study. *Frontiers in Physiology*, 2017; 8, 493.
65. Büyük SK, Karaman A, Şimşek H. Farklı sagittal iskeletsel ilişkiye sahip pediatrik ortodontik bireylerde frontal sinüs boyutlarının incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 2018; 28(2), 144-149.

8. EKLER



BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU ONAYI
BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY CLINICAL RESEARCH ETHICS COMMITTEE APPROVAL

Sayı: 53 01.03.2022

Konu: Kararlar

BAŞVURU BİLGİLERİ (APPLICATION INFORMATION)	ARAŞTIRMANIN ADI (TITLE OF THE PROJECT)	Sinüs Frontalis Morfometrik Ölçümler ve Makine Öğrenme Algoritmaları ile Değerlendirilmesi.
	ARAŞTIRMANIN İNGİLİZCE ADI (TITLE OF THE PROJECT)	Estimation of Frontal Sinus Volume with Morphometric Measurements and Machine Learning Algorithms.
	SORUŞULU ARAŞTIRMACI (PRINCIPAL INVESTIGATOR)	Dr. Öğr. Üyesi Murat DİRAMALI
	DİĞER ARAŞTIRMACILAR (OTHER INVESTIGATORS)	Yüksek Lisans Öğr. Baran ATABEY, Prof. Dr. Ahmet URAL, Dr. Öğr. Üyesi Ömür Göküm DENİZ, Dr. Öğr. Üyesi Sıddika HALICIOĞLU
	ARAŞTIRMA MERKEZİ (RESEARCH CENTER)	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi İzzet Baysal Eğitim ve Araştırma Hastanesi

KARAR (DECISION)	Karar no (Decision No): 2021/316	Tarih (Date): 08.02.2022
	Dr. Öğr. Üyesi Murat DİRAMALI'nın sorumluluğunda yapılması tasarlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma dosyası ve ilgili belgelerin incelenmesi sonucunda araştırmanın gerçekleştirilmesinde etik yönden sakınca olmadığına mevcudun oy birliği/oy çokluğu ile karar verilmiştir.	

Üyeler	Uzmanlık alanı	Kurumu
Prof. Dr. Mehmet Hazer ERKOL (Başkan)	Genel Cerrahi	BAİBÜ Tıp Fakültesi
Doç. Dr. Erkan KILIÇ (Başkan Yardımcısı)	Fizyoloji	BAİBÜ Tıp Fakültesi
Prof. Dr. Mehmet Hamid BOZTAŞ (Üye)	Ruh Sağlığı Hastalıkları	BAİBÜ Tıp Fakültesi
Doç. Dr. Akif Hakan KURT (Üye)	Farmakoloji	BAİBÜ Tıp Fakültesi
Doç. Dr. Hamit YOLDAŞ (Üye)	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	BAİBÜ Tıp Fakültesi
Doç. Dr. Aslı ÇELEBİ TAYFUR (Üye)	Çocuk Sağlığı Hastalıkları	BAİBÜ Tıp Fakültesi
Doç. Dr. Tuha TATLAMACIOĞLU DUMAN (Üye)	Nefroloji Bilim Dalı	BAİBÜ Tıp Fakültesi
Dr. Öğr. Üyesi Gya KALAYCIOĞLU (Üstlüründen Sorumlu Üye)	Biyoistatistik	BAİBÜ Tıp Fakültesi
Doç. Dr. Makbule TOKUR KESGİN (Üye)	Hematoloji	BAİBÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi
Dr. Öğr. Üyesi Abdülhamit KAYMAZ (Üye)	Göz Hastalıkları	BAİBÜ Tıp Fakültesi
Dr. Öğr. Üyesi Kobra DEĞİRMENCI (Üye)	Protetik Diş Tedavisi	BAİBÜ Diş Hekimliği Fakültesi
Dr. Öğr. Üyesi Tuğba KOCAĞA (Üye)	Antrenörlük Eğitimi	BAİBÜ Spor Bilimleri Fakültesi
Dr. Hacer Selen SÖYLEMEZ (Üye)	Farmakolojik Uzman	Özel Eczane (BOLU)
Av. Hacı Hülya GÜNEŞ COŞKUN (Üye)	Avukat	Özel Hukuk Bürosu (BOLU)
Ramazan KAYNARPINAR (Sivil Üye)	Estetik	Serbest Meslek (BOLU)

Scanner App Lite ile Tarandı