



**MAKSİLLER 3. MOLAR DİŞLERDE PANORAMİK
RADYOGRAFİNİN ETKİNLİĞİNİN KONİK IŞINLI
BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİYLE ELDE EDİLEN
BULGULARLA GELİŞTİRİLMİŞ YAPAY ZEKÂ MODELİ
ÜZERİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Esra AYDEMİR KADAN
Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Saadettin DAĞISTAN
İkinci Danışman
Prof. Dr. Özkan MİLOĞLU

Doktora Tezi-2024



SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Graduate School of Health Sciences

**MAKSİLLER 3. MOLAR DİŞLERDE PANORAMİK
RADYOĞRAFİNİN ETKİNLİĞİNİN KONİK IŞINLI
BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİYLE ELDE EDİLEN
BULGULARLA GELİŞTİRİLMİŞ YAPAY ZEKÂ MODELİ
ÜZERİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Esra AYDEMİR KADAN

**Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Ana Bilim Dalı
Doktora Tezi**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Saadettin DAĞISTAN
İkinci Danışman
Prof. Dr. Özkan MİLOĞLU**

**ERZURUM
2024**

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
TEŞEKKÜR	IV
ÖZET	V
ABSTRACT.....	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLolar DİZİNİ	XI
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Maksiller Sinüs	4
2.1.1. Maksiller Sinüs Tanımı ve Genel Bilgiler	4
2.1.2. Maksiller Sinüsün Diş Hekimliği Açısından Önemi	6
2.2. Maksiller Sinüs Görüntüleme Yöntemleri.....	9
2.2.1. Konvansiyonel Yöntemler	9
2.2.1.1. Periapikal Radyografi	10
2.2.1.2. Oklüzal Radyografi.....	10
2.2.1.3. Panoramik Radyografi	11
2.2.1.4. Direkt Grafipler.....	12
2.2.2. Ultrasonografi	13
2.2.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme	13
2.2.4. Bilgisayarlı Tomografi.....	14
2.2.5. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi	15
2.2.6. Endoskopi	16
2.2.7. Anjiyografi.....	16

2.2.8. Pozitron Emisyon Tomografi	16
2.3. Maksiller Üçüncü Molar Dişlerin Gömüklülük Sınıflandırmaları	17
2.3.1. Winter Sınıflaması	17
2.3.2. Modifiye Archer Sınıflaması	18
2.4. Yapay Zekâ	19
2.4.1. Makine Öğrenmesi.....	21
2.4.2. Yapay Zekâ Teknolojileri	22
2.4.2.1. Uzman Sistemler.....	22
2.4.2.2. Bulanık Mantık	22
2.4.2.3. Genetik Algoritmalar	23
2.4.2.4. Yapay Sinir Ağları	23
2.4.3. Transfer Öğrenme	25
2.4.3.1. GoogleNet.....	25
2.4.3.2. VGGNet	26
2.4.3.3. AlexNet.....	26
2.4.3.4. Darknet.....	27
2.4.3.5. ResNet.....	28
2.5. Diş Hekimliğinde Yapay Zekâ ve Kullanım Alanları	28
2.5.1. Dental Radyoloji Alanında Yapay Zekâ	29
3. MATERYAL VE METOT.....	31
3.1. Etik Kurul Onayı.....	31
3.2. Hasta Grubunun Belirlenmesi.....	31
3.3. Ölçüm ve Değerlendirme.....	33
3.4. Radyografik Değerlendirmeler	35
3.5. Maksiller Üçüncü Molar Dişlere Ait Yapılan Sınıflandırmalar	38

3.5.1. Maksiller Üçüncü Molarların Kemikteki Derinliği, Oklüzal Düzleme Göre	
Yapılan Sınıflandırma	38
3.5.2. Maksiller Üçüncü Büyük Azı Dişinin Açılanmasına Göre Yapılan Sınıflandırma	
.....	39
3.5.3. Maksiller Üçüncü Molarların Maksiller Sinüsle Vertikal İlişkisinin KIBT	
Görüntüleri Üzerinde Sınıflandırılması	41
3.5.4. Maksiller Üçüncü Molarların Maksiller Sinüsle Horizontal İlişkisinin KIBT	
Görüntüleri Üzerinde Sınıflandırılması	44
3.6. Görüntülerin etiketlenmesi	46
3.6.1. Önerilen Füzyon Temelli Derin Ağ	48
3.6.2. Algoritma Performanslarının Değerlendirilme Metrikleri.....	50
4. BULGULAR.....	52
5. TARTIŞMA.....	67
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	82
KAYNAKLAR	84
EKLER	108
EK-1. ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU.....	108
EK-2. ETİK KURUL ONAY FORMU	109

TEŞEKKÜR

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışmayı yöneten, eğitimim boyunca bana her konuda bilgisi ve tecrübesiyle yol göstererek bu zorlu süreci tamamlamamı sağlayan değerli tez danışmanım sayın Prof. Dr. Saadettin DAĞİSTAN'a,

Eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, tezimin her aşamasında ilgi ve desteklerini esirgemeyen, bütün zorlukları paylaştığım co-danışmanım, saygıdeğer hocam Prof. Dr. Özkan MİLOĞLU'na,

Çalışmamızın yapay zekâ uygulamalarıyla analizini yapan ve sonuçlarını elde eden sayın hocam Prof. Dr. İbrahim Yücel ÖZBEK ve ekibine,

Üniversite ve doktora eğitimim boyunca deneyimlerinden faydalandığım tüm Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı öğretim üyelerine, birlikte çalıştığım tüm asistan arkadaşlarıma ve bu çalışmayı 10779 BAP proje numarası ile destekleyen Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne,

Sonsuz emek, sevgi ve destekleri ile beni yüreklendiren, her zorlukta koşulsuz yanımda olan, tüm sabrı ve sevgisiyle hayatımı kolaylaştıran ve güzelleştiren aileme teşekkür ederim.

Esra AYDEMİR KADAN

ÖZET

Maksiller 3. Molar Dişlerde Panoramik Radyografinin Etkinliğinin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografiyle Elde Edilen Bulgularla Geliştirilmiş Yapay Zekâ Modeli Üzerinde Değerlendirilmesi

Amaç: Yapay zekâ (YZ), bilgisayarlı sistemlerin makine özelliklerinin yanısıra insana has olan yeteneklerden olan anlama, sergileme, bir anlam çıkarma, probleme çözüm sunma, genelleme ve tecrübeyle öğrenme gibi süreçlere ilişkin vazifeleri yerine getirme kabiliyeti olarak tanımlanmıştır. YZ’ nin alt parçalarından biri olan derin öğrenme ile hastalık teşhisi ve tedavi planlaması, görüntü tanıma, nesne algılama ve ses işleme gibi işlemler yapılabilir. Diş hekimliğinde maksiller üçüncü molar dişlerin pozisyonlarının belirlenmesi ve tedavi planlamasının yapılması olası komplikasyonları azaltmada önem taşır. Bu çalışmanın amacı panoramik radyograflar (PR) üzerinde YZ tekniklerinden biri olan derin öğrenme yöntemi uygulanarak, kullanılan algoritmaların maksiller üçüncü molar dişlerin pozisyon özelliklerini belirlemedeki başarılarını değerlendirmektir.

Materyal ve Metot: Bu çalışmaya, panoramik radyografi görüntülerinden elde edilen toplam 1054 maksiller üçüncü molar diş dahil edildi. Maksiller üçüncü molar dişlerin pozisyon özelliklerinin belirlenmesinde kron ve/veya kökü ile maksiller sinüs arasındaki ilişkiye bakılarak veri seti oluşturuldu. Oluşturulan bu veri seti kendi içerisinde gruplandırıldı. Panoramik radyograflardan alınan görüntü alanı üzerinde VGG16, VGG19, ResNet50, ResNet101 ve GoogleNet mimarileri maksiller üçüncü molar dişlerin pozisyon özelliklerini sınıflandırdı. Derin öğrenme mimarilerinin sınıflandırma performansları konfüzyon matrisi kullanılarak değerlendirildi.

Bulgular: İki sınıflı sınıflandırma performanslarına bakıldığında veri setinde modellerin performans metriklerine bağlı fusion doğruluk değerinin sağ maksiller üçüncü molar diş için %89.34 ve sol maksiller üçüncü molar diş için %91.24 olduğu belirlendi. Üç sınıflı sınıflandırmada ise bu değer sırasıyla %68.72 ve 69.2 olduğu görüldü. Sağ maksiller üçüncü molar diş için iki sınıflı sınıflandırmada en yüksek doğruluk gösteren model VGG16 iken üç sınıflı sınıflandırmada ise VGG19 idi. Sol maksiller üçüncü molar diş için ise iki sınıflı sınıflandırmada en yüksek doğruluk gösteren model VGG16, üç sınıflı sınıflandırmada ise ResNet101 olduğu belirlendi.

Sonuç: Bu çalışmanın sonucunda derin öğrenme mimarilerinin iki sınıflı sınıflandırmada genel olarak yüksek doğruluk gösterdiği ve maksiller üçüncü molar dişlerin pozisyon özelliklerini başarılı bir şekilde tespit edebileceği kanısına varıldı. Derin öğrenmenin bu başarısı ile değerlendirmeler objektif olarak yapılabilir ve rutin kullanımda diş hekimlerine zaman kazandırabilir.

Anahtar Kelimeler: Derin öğrenme, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi, panoramik radyografi, üçüncü molar, yapay zekâ.

ABSTRACT

Evaluation of the Efficiency of Panoramic Radiography in Maxillary Third Molar Teeth on Artificial Intelligence Model Developed by Findings Obtained by Cone Beam Computed Tomography

Aim: Artificial intelligence (AI) is defined as the ability of computerized systems to perform tasks related to processes such as understanding, exhibiting, making sense of, providing solutions to problems, generalizing and learning through experience, which are unique to humans as well as machine features. With deep learning, one of the sub-parts of artificial intelligence, operations such as disease diagnosis and treatment planning, image recognition, object detection and sound processing can be performed. In dentistry, determining the positions of maxillary third molars and planning treatment is important in reducing possible complications. The aim of this study is to evaluate the success of the algorithms used in determining the position characteristics of maxillary third molar teeth by applying the deep learning method, one of the artificial intelligence techniques, on panoramic radiographs.

Material and Method: A total of 1054 upper third molar teeth obtained from panoramic radiography images were used in this study. In determining the position characteristics of the upper third molar teeth, the data set was created by analyzing the relationship between the crown and/or root and the maxillary sinus. This created data set is grouped within itself. Region of interest taken from panoramic radiographs, VGG16, VGG19, ResNet50, ResNet101 and GoogleNet architectures classified the positional characteristics of upper third molar teeth. The classification performances of deep learning architectures were evaluated using the confusion matrix.

Results: When the two-class classification performances were examined, it was determined that the fusion accuracy value based on the performance metrics of the models in the data set was 89.34% for the right maxillary third molar tooth and 91.24% for the left maxillary third molar tooth. In the three-class classification, this value was found to be 68.72% and 69.2%, respectively. For the right maxillary third molar tooth, the model with the highest accuracy in the two-class classification was VGG16, while in the three-class classification it was VGG19. For the left maxillary third molar tooth, the model with the highest accuracy in the two-class classification was determined to be VGG16, and in the three-class classification it was determined to be ResNet101.

Conclusion: As a result of this study, it was concluded that deep learning architectures generally showed high accuracy in two-class classification and that the position characteristics of maxillary third molar teeth could be successfully detected. With this success of deep learning, evaluations can be made objectively and can save dentists time in routine use.

Key Words: Artificial intelligence, cone beam computed tomography, deep learning, , panoramic radiography, third molar.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BT	: Bilgisayarlı Tomografi
KIBT	: Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi
PET	: Pozitron Emisyon Tomografisi
YZ	: Yapay Zekâ



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Orta yüz bölgesinde izlenen piramit şekilli maksiller sinüs.....	5
Şekil 2.2. KIBT’ de maksiller sinüsün aksiyel (sol), koronal (sağ üst) ve sagittal (sağ alt) kesitleri	6
Şekil 2.3. Diş çekimi sırasında soket sınırlarını aşarak maksiller sinüse yer değiştiren maksiller ikinci molar köküne ait panoramik radyograf.....	8
Şekil 2.4. Diş çekimi sırasında soket sınırlarını aşarak maksiller sinüse yer değiştiren maksiller ikinci molar kökünün sagittal KIBT görüntüsü	9
Şekil 2.5. Archer’a göre gömülü üçüncü molar dişlerin gömülülük sınıflaması.....	18
Şekil 2.6. Maksiller gömülü üçüncü molar dişin alveoldeki derinliğine göre sınıflandırılması	19
Şekil 2.7. Yapay Zekâ’ yı oluşturan temel kavramlar	21
Şekil 2.8. Biyolojik sinir hücresi ve yapay sinir ağı	24
Şekil 2.9. GoogleNet mimarisi	26
Şekil 2.10. VGG16 mimarisi	26
Şekil 2.11. AlexNet mimarisi	27
Şekil 2.12. YOLO sistem mimarisi	27
Şekil 2.13. ResNet mimarisi	28
Şekil 3.1. KIBT’de görüntülenen aksiyal kesit.....	34
Şekil 3.2. KIBT görüntülemenden elde edilen cross section kesitler	34
Şekil 3.3. Panoramik radyografide izlenmekte olan dişler ve maksiller sinüs	35
Şekil 3.4. Panoramik radyografiden alınan kesitler üzerinde 1, 2 ve 3 numaralı sınıflandırma örnekleri.....	36
Şekil 3.5. Maksiller üçüncü molar dişlerin panoramik ve KIBT görüntüleri.....	37

Şekil 4.3. Sağ maksiller üçüncü molar diş için modellere ait konfüzyon matrisleri	59
Şekil 4.4. Sol maksiller üçüncü molar diş için iki sınıflı sınıflandırmada fusion sonucuna ait konfüzyon matrisi	61
Şekil 4.5. Sol maksiller üçüncü molar diş için üç sınıflı sınıflandırmada fusion sonucuna ait konfüzyon matrisi	63
Şekil 4.6. Sol maksiller üçüncü molar diş için modellere ait konfüzyon matrisleri.....	66



TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Biyolojik sinir hücresi ve yapay sinir ağı terminolojisi	25
Tablo 4.1. Çalışmadaki veri dağılımı.	52
Tablo 4.2. Sağ maksiller üçüncü molar diş için iki sınıflı sınıflandırma sonuçları	53
Tablo 4.3. Sağ maksiller üçüncü molar için üç sınıflı sınıflandırma sonuçları.....	55
Tablo 4.4. Sol maksiller üçüncü molar diş için iki sınıflı sınıflandırma sonuçları	60
Tablo 4.5. Sol maksiller üçüncü molar diş için üç sınıflı sınıflandırma sonuçları.....	62



1. GİRİŞ

Yapay zekâ (YZ), bilgisayarlı sistemlerin, makine özelliklerinin yanısıra insana has olan yeteneklerden olan anlama, sergileme, bir anlam çıkarma, probleme çözüm sunma, genelleme ve tecrübeyle öğrenme gibi süreçlere ilişkin vazifeleri yerine getirme kabiliyeti olarak tanımlanmıştır (Nabiyev, 2012).

YZ matematiksel hesaplama gücü, veri depolama kapasitesi ve farklı işlemleri gerçekleştirebilmesi nedeniyle son zamanlarda tıpta ve radyolojide giderek popülerlik kazanmıştır (Allen Jr ve ark., 2019). Sağlık alanında YZ uygulamaları ile klinik teşhis işlemlerinin gerçekleştirilebilmesi ve tedavi önerilerinde bulunabilmesi hedeflenmektedir (Demirhan ve ark., 2010). YZ'nin teşhis sürecini hızlandırarak hastalıkların prognozunu olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir (Sen ve ark., 2020).

Maksiller sinüs ile dişlerin ilişkili olması, tedaviler sırasında oluşabilecek komplikasyonlara karşı diş hekiminin dikkat etmesi gereken bir durumdur. Bu komplikasyonlara örnek olarak dental enfeksiyonun ilerleyerek sinüsü de enfekte etmesi, kök kanal dolgu materyallerinin kök sınırını aşarak sinüse ulaşması, diş çekimi esnasında kırılan kök parçasının sinüse yer değiştirmesi ya da oroantral fistül ortaya çıkması sayılabilir.

Dişlerin çevre anatomik oluşumlarla olan ilişkisini en net şekilde öğrenmek için üç boyutlu görüntüleme teknikleri kullanılır. Üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinden olan konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) aksiyal, koronal ve sagittal düzlemlerde kraniyofasiyal alandaki kemik ve dişlerin incelenmesine olanak sağlar. Ancak klinik rutininde komplikasyonları öngörmek için konvansiyonel görüntüleme tekniklerinden ziyade radyasyon dozu ve maliyeti daha yüksek olan KIBT gibi üç boyutlu görüntüleme tekniklerini tercih etmek doğru olmaz ve pratik değildir. Bu nedenle klinik uygulama teşhis ve tedavi takibinde panoramik ve periapikal radyograflar tercih edilmektedir.

Panoramik radyograflarda alt ve üst çenenin ve çevre anatomik yapıların tek bir filmde görüntülenmesi, hasta pozisyonlandırmanın kolay olması, kısa sürede görüntü oluşturması, kolay tolere edilebilen bir işlem olması, hasta eğitiminde görsel yardım sağlaması, ağız açıklığı kısıtlı hastalarda kullanışlı olması avantajları arasında yer almaktadır (Harorlı & Akgül, 2006). Gömülü üçüncü molar diş cerrahisinde operasyon öncesi panoramik radyografiler standart olarak kullanılır (Dalili ve ark., 2011).

YZ uygulamalarının, diş hekimliğinde de birçok kullanım alanı vardır. Özellikle rutin muayenede yaygın olarak kullanılan intraoral ve ekstraoral radyograflar, YZ çalışmaları için oldukça zengin bir veri seti oluşturmaktadır (Putra ve ark., 2022).

Son zamanlarda YZ uygulamaları ile; radyografik görüntüler üzerinde dişlerin tespiti ve numaralandırılması ve çürük tespitine yönelik çalışmalar, periapikal patolojiler, kist ve tümör sınıflaması, anatomik yapıların segmentasyonu, sefalometrik analizlerin yapılması, adli diş hekimliği ve yaş tahminleri, osteoporoz taraması, periodontal problemlerin ve kemik kaybının teşhis edilmesi gibi konular çalışılmıştır (Putra ve ark., 2022). Kapsamlı bir şekilde yapılan YZ destekli algoritmalar ile diş hekimlerine klinik karar desteği ve zamandan tasarruf sağlanabilir ve stres ve yorgunluğa bağlı doğabilecek olumsuz etkiler azaltılabilir (Tuzoff ve ark., 2019).

Bu tez çalışmasının amacı, dişlerin maksiller sinüsle ilişkili olması sonucunda ortaya çıkabilecek komplikasyon oranının yüksek olduğu durumda, panoramik radyograflar üzerinden bir öngörü oluşturabilmek amacıyla derin öğrenme yöntemleri kullanarak maksiller üçüncü molar dişler ve maksiller sinüs arasındaki ilişkiyi incelemek ve panoramik radyograflar üzerinden preoperatif planlamada, değerlendirmenin teşhis etme doğruluğunu tayin ederek, üç boyutlu görüntüleme tekniklerine başvurma gerekliliği olup olmadığını araştırmaktır. Bu araştırmada elde edebileceğimiz başarı neticesinde rutin olarak kullanılan panoramik radyograflar üzerinden maksiller üçüncü molar dişlerin

maksiller sinüsle olan ilişkisi doğru ve nesnel olarak değerlendirilebilecek ve hekimlere operasyon öncesi yararlı bilgi sağlayabilecektir. Bu sayede KIBT ihtiyacını önleyerek sağlık harcamalarının maliyetinin azaltılması ve hastanın aldığı radyasyon miktarının düşmesi noktasında önemli ölçüde yararı olacağı düşünülmektedir.



2. GENEL BİLGİLER

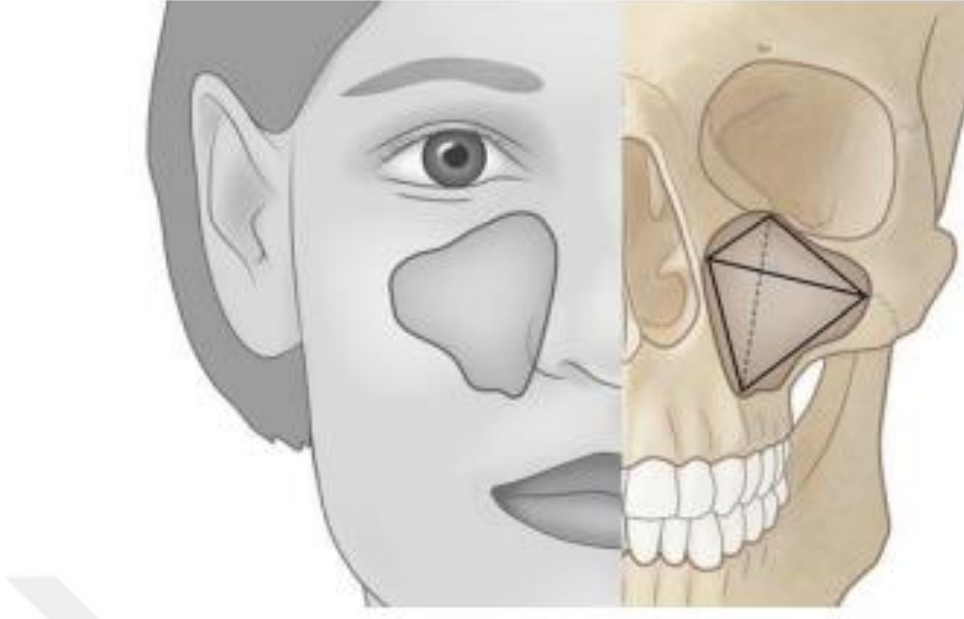
2.1. Maksiller Sinüs

2.1.1. Maksiller Sinüs Tanımı ve Genel Bilgiler

Paranasal sinüslerin en büyüğü olan maksiller sinüs, üst çene kemiğinde burun boşluğunun yanında bilateral olarak yerleşmiş piramit şeklinde ve içerisi hava ile dolu olan anatomik bir boşluktur (Chanavaz, 1990; Joe Iwanaga ve ark., 2019). Orta yüz bölgesinde izlenen piramit şekilli maksiller sinüsün konumu Şekil 2.1. de gösterilmiştir (von Arx ve ark., 2017).

Maksiller sinüs terimi 14. yüzyılda Leonardo da Vinci tarafından tanımlanmıştır. İngiliz cerrah Nathaniel Highmore (1613-1684), maksiller sinüsün anatomisini tespit edip detaylı olarak anlatmış ve 17.yüzyılın sonlarına doğru “Highmore Antrum” olarak tanımlanmıştır (Noras, 1973).

Maksiller sinüs paranasal sinüsler arasında dönemsel olarak ilk gelişendir ve sinüsün oluşumu prenatal dönemin 10. haftasında; kemikleşmesi ise prenatal dönemin 16. haftasında başlamaktadır. Ortalama 20 yaşında üçüncü molar dişlerin sürmesi ile büyümesi sona ermektedir (Misch ve ark., 1991; Nuñez-Castruita ve ark., 2012). Gelişimi tamamlanan maksiller sinüs, birinci premolar diştten üçüncü molar dişe kadar uzanım gösterir. Üst premolar bölgeden alınan periapikal radyografilerde “Y” şeklinde olan sinüs ön duvarı görüntülenebilir (Donald & Major, 1970).



Şekil 2.1. Orta yüz bölgesinde izlenen piramit şekilli maksiller sinüs.

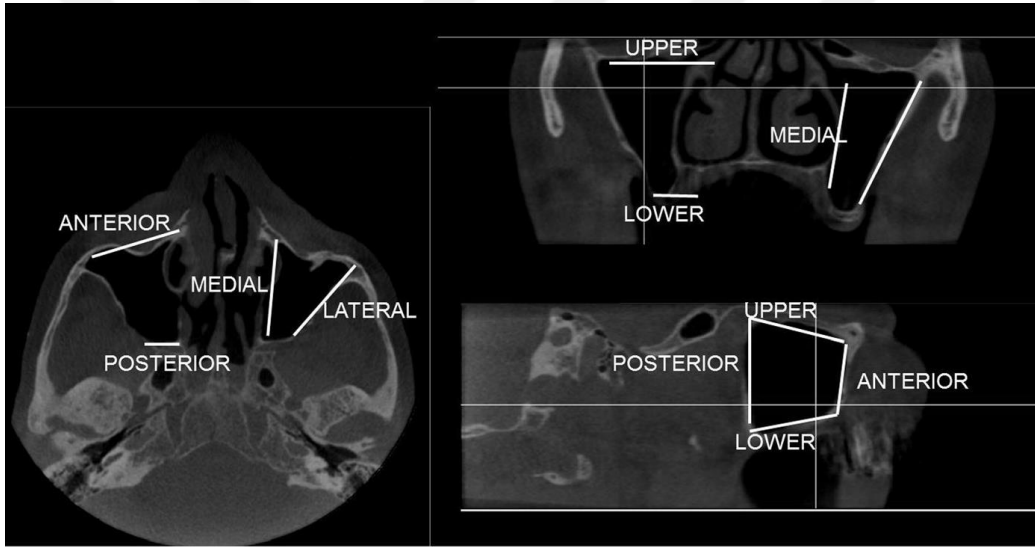
Doğumda sinüsün boyutları ortalama 10x3x4 milimetredir, daimi dişlerin sürmesiyle sinüsün gelişimi hızlanır ve yetişkinlerdeki boyutları ortalama 40x26x28 mm, hacmi ise ortalama 15 ml dir (Hauman ve ark., 2002; Sadler, 2022).

Yapılan çalışmalarda, maksiller molar dişlerin etkisi daha fazla olmak üzere, maksiller posterior dişlerin kaybı ile maksiller sinüs tabanının aşağı doğru sarkarak inferior yönde boyutunun arttığı, artan yaşla birlikte ise hacminde azalma olduğu gösterilmiştir (Lovasova ve ark., 2018).

Maksiller sinüsün anterior, posterior, medial, lateral, süperior ve inferior olmak üzere altı duvarı vardır. Anterior duvar, infraorbital sınırdan maksiller alveoler proçese kadar devam eder (Bathla ve ark., 2018; Whyte & Boeddinghaus, 2019). Maksillanın infratemporal yüzeyi tarafından oluşturulan posterior duvar, maksiller sinüs ile pterygopalatin fossa arasındaki sınırı oluşturur (Bathla ve ark., 2018). Medial duvar, nazal fossanın lateral duvarını oluşturarak sinüsü nazal kaviteden ayırır (J. Iwanaga ve ark., 2019). Lateral duvar, sinüsün bukkal duvarını oluşturur ve posterior maksiller ve zigomatik proçese katkıda bulunur ve bu duvar özellikle sinüs greft cerrahisi için

önemlidir (Bathla ve ark., 2018; Whyte & Boeddinghaus, 2019). Süperior duvar, orbita tabanı tarafından oluşturulur (J. Iwanaga ve ark., 2019). Sinüs tabanı olarak tanımlanan inferior duvar, alveolar proçes ile sınırlanır ve alveolar proçes maksiller dişlerin köklerini barındıran kemik yapısıdır (Whyte & Boeddinghaus, 2019). KIBT’ de maksiller sinüsün aksiyel, koronal ve sagittal kesitleri Şekil 2.2. de gösterilmiştir (Rege ve ark., 2012).

Maksiller sinüs inferior sınırı 4 yaşında birinci süt molar dişlerinin, 5 yaşında ise ikinci süt molar dişlerinin kökleri ile yakın ilişkide olup yaş ilerledikçe bu sınır üçüncü molar dişlerden başlayıp birinci premolar dişler ve kanin dişlere kadar genişleyebilmektedir (Lang, 1989; Standring, 2015).



Şekil 2.2. KIBT’ de maksiller sinüsün aksiyel (sol), koronal (sağ üst) ve sagittal (sağ alt) kesitleri

2.1.2. Maksiller Sinüsün Diş Hekimliği Açısından Önemi

Maksiller sinüsün inferior duvarı sinüs tabanı olarak da nitelendirilir ve maksiller dişlerin köklerini barındıran alveolar proçes ile sınırlanır (Whyte & Boeddinghaus, 2019). Maksiller molar ve premolar dişlerin kökleri, sinüs tabanı ile yakın ilişkide olabilir ve bu yakın ilişki endodonti, cerrahi, ortodonti ve implant tedavileri gibi diş hekimliği uygulamaları için dikkat edilmesi gerektiren bir özelliktir. Bu dişlerin tedavileri sırasında dental enfeksiyonlar kolaylıkla sinüsü enfekte edebilir, dişlerin çekimleri sırasında oro-

antral fistül oluşabilir veya diş kökü sinüs içerisine kaçabilir ve sonrasında odontojenik maksiller sinüzit gelişebilir (Stammberger, 1989).

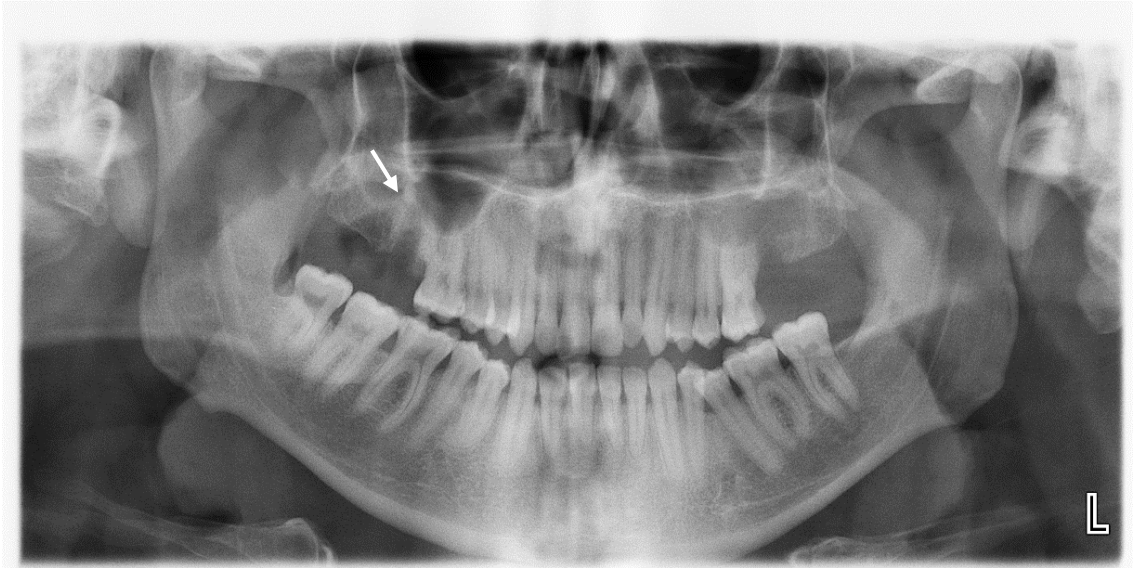
Odontojenik maksiller sinüzit teşhisi gecikirse, kalıcı enfeksiyona neden olabilir ve maksiller sinüzit tedavisinin başarılı olmasına engel olabilir (Patel & Ferguson, 2012). Panoramik radyografda dişin sinüse uzanan kökünün uzunluğu arttıkça çekim sonrası oluşan pnömotizasyon (sinüsün havalanma artışı) riski de artar yani maksiller sinüs pnömatizasyonunun artması sonucunda maksiller sinüsün dişlerle olan ilişkisi artar (Wehrbein & Diedrich, 1992). Maksiller sinüs aracılığıyla, odontojenik enfeksiyonlara bağlı oluşan benign veya malign tümörlerin yayılımı daha kolay olabilir (Bornstein ve ark., 2008).

Kök kanal tedavisi öncesi posterior maksiller dişler ile maksiller sinüs tabanı arasındaki ilişkinin radyograflar üzerinde detaylı incelenmesi önemlidir (Ok ve ark., 2014). Kanal tedavisinde kök kanal enstrümantasyonu kanal içiyle sınırlansa bile, preparasyon sonrası bir dereceye kadar inflamatuvar cevap oluşur. Kök apeksleri maksiller sinüse yakınsa, inflamatuvar cevap sinüs mukozasını kapsayabilir (Hauman ve ark., 2002).

Kök kanal tedavisi sırasında sinüs tabanının devamlılığında bozulma meydana gelirse, endodontik tedavi sırasında kullanılan kanal içi materyaller veya medikamentler sinüse kaçabilir. İrrigasyon yapılırken periapikal dokulara yanlışlıkla sodyum hipoklorit enjekte edilmesi ve kalsiyum hidroksit ve kök kanal patlarının sinüs içine taşması sonucunda maksiller sinüs etkilenebilir (Ehrich ve ark., 1993; G. FAVA, 1993; Kavanagh & Taylor, 1998; Marais & Van Der Vyver, 1996; Orlay, 1966). Sinüste Aspergillus enfeksiyonu gelişebilir ve yüzde şiddetli bir ağrıya neden olabilir (Beck-Mannagetta & Necek, 1986; De Foer ve ark., 1990). Maksiller azı dişlerinin kökünden taşan güta perka konlarının maksiller sinüse penetrasyonu sonucunda kronik maksiller sinüzit oluşabilir (Kaplowitz, 1985).

Maksiller posterior dişlerin kökleri ile maksiller sinüs tabanı arasındaki topografik ilişki, ortodontik diş hareketinin seyrinde de önemlidir (Fuhrmann ve ark., 1997). Maksiller sinüs tabanının kökler arasına dikey olarak uzanımı arttıkça, köklerin devrilme hareketi de artar (Wehrbein ve ark., 1990). Ortodontik tedavi sırasında dişlerin sinüs tabanına doğru intrüzyonu veya translasyonu sonucu orta seviyede apikal kök rezorpsiyonu ve yüksek seviyede devrilme hareketi görülmüştür (Daimaruya ve ark., 2003; Wehrbein ve ark., 1990).

Diş çekimini takiben sinüs tabanının inferior yönde uzanması sonucunda, implant yerleştirme için mevcut olan alveol kemik yüksekliği büyük ölçüde azalabilir (Misch, 1999). Maksiller sinüsün anatomik yapısı ile sinüs tabanı ve posterior maksiller dişler arasındaki ilişki, diş hekimliği uygulamalarında göz önünde bulundurulması gereken önemli faktörlerdendir.



Şekil 2.3. Diş çekimi sırasında soket sınırlarını aşarak maksiller sinüse yer değiştiren maksiller ikinci molar köküne ait panoramik radyograf



Şekil 2.4. Diş çekimi sırasında soket sınırlarını aşarak maksiller sinüse yer değiştiren maksiller ikinci molar kökünün sagittal KIBT görüntüsü

2.2. Maksiller Sinüs Görüntüleme Yöntemleri

Maksiller sinüsün görüntülenmesindeki radyolojik yöntemler; direk grafiler (Waters, Caldwell, Lateral, Bazal, Oblik ve Submentoverteks grafiler), konvansiyonel tomografi, anjiografi, ultrasonografi, manyetik rezonans görüntüleme (MRG), bilgisayarlı tomografi (BT), konik ışınlı bilgisayarlı tomografidir (White & Pharoah, 2000). Doğru tanı koyulması ve tedavinin seyri için bu yöntemlerden en uygun olanın seçilmesi gerekir. Seçimde hastanın klinik özellikleri, hastalığın semptomları ve prognozu gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Son yıllarda diş hekimliğinde kullanımı yaygınlaşan KIBT görüntüleme ile maksiller sinüsün anatomik ve patolojik yapıları detaylı bir şekilde değerlendirilmeye başlanmıştır (Koçak, 2019).

2.2.1. Konvansiyonel Yöntemler

Paranasal sinüs hastalıklarının görüntülenmesinde; zamandan tasarruf sağlaması, pahalı olmaması, düşük radyasyon dozu ve uygulama kolaylığı nedeniyle konvansiyel yöntemler sıklıkla kullanılmaktadır (Harorlı, 2014). Ancak hasta pozisyonlandırmadaki zorluk, çevre yapıların süperpozisyonu ile görüntülenen alanın net izlenememesi, kemik destrüksiyonu ve yumuşak doku patolojileri ile mukozal hastalıkların tespit edilememesi bu grafilerin dezavantajlarıdır (Önal, 2006).

2.2.1.1. Periapikal Radyografi

Maksiller sinüslerin bir kısmı ve ilgili bölgedeki diş köklerinin sinüsle ilişkisi, maksiller premolar ve molar dişler bölgesinden alınan periapikal radyograflar aracılığıyla görüntülenebilir (Harorlı, 2014). Sinüs tabanı dişlerin kökleri arasına doğru konumlandığı durumlarda, periapikal radyograf incelenirse kök apekslerinin görüntüsü sinüs tabanının süperiorunda gibi izlenir. Bu görüntü, periapikal radyograflarda dişlerin sinüs boşluğunda yer aldığı izlenimini verir. Vertikal açı değiştirildiğinde radyografda izlenen kök sinüs ilişkisi değişiklik gösterebilir. Pozitif vertikal açı arttırıldığında, maksiller sinüse göre daha medialde olan kökler sinüsün içinde izlenebilirken daha lateralde olan kökler ise sinüsten daha uzakta gibi izlenebilir (Ruprecht & Lam, 2014).

Periapikal radyograflarda periapikal lezyonlar, periodontal problemler, sinüste mukozal kalınlaşmalar ve büyük olmayan kistik yapılar teşhis edilebilmektedir. Ancak sınırlı bir alanı görüntüleyen periapikal radyograflar, görüntüleme alanına girmeyen maksiller sinüsün medial duvarında ve superiorunda yer alan lezyonların teşhisinde elverişli değildir (Low ve ark., 2008). Bununla birlikte periapikal radyograflar, çok köklü maksiller dişler ve zigomatik ark gibi anatomik yapıların süperpozisyonundan dolayı sınırlı bir görüş alanına sahiptir ve bu kısıtlamalardan dolayı geleneksel radyografilerle kemik içi veya mukozal değişiklikler, patolojiler ve anatomik yapılar ile diş köklerinin ilişkisi her zaman net olarak değerlendirilemez (Shahbazian ve ark., 2015).

2.2.1.2. Oklüzal Radyografi

Topografik oklüzal grafler ve lateral maksiller oklüzal grafler, maksiller sinüslerin daha geniş bir bölümünü gösterdiği için görüntülenen alan açısından periapikal radyograflara göre sinüs incelemesi için daha yararlıdır. Topografik oklüzal grafler her iki maksiller sinüsün anterior ve inferior sınırlarını gösterir. Lateral maksiller oklüzal

grafiler de posterior, inferior ve anteromedial duvarlarını gösterir (Ruprecht & Lam, 2014).

2.2.1.3. Panoramik Radyografi

Panoramik radyografi, geometrik distorsiyon ve süperpozisyon ile görüntüleme sağlayan, maksilla ve mandibulanın yanı sıra komşu anatomik noktaların tek bir görüntüsünün elde edilmesinde kullanılan topografik bir tekniktir (Farman, 2007).

Görüntüleme alanındaki dişlerin gelişimi ve dental anomalilerinin incelenmesi, anatomik yapıların ve bu yapılardaki anomalilerin değerlendirilmesi, intraoral filmlerde görüntülenemeyecek kadar büyük olan enfeksiyon, kist ve tümör gibi kemik içi patolojilerin değerlendirilmesi, temporomandibular eklem ve çevre yapılarının incelenmesi, ortodontik değerlendirmeler, gömülü dişlerin özellikle 20 yaş dişlerinin pozisyonlarının ve ilgili patolojilerinin değerlendirilmesi, dentomaksillofasiyal travmaların değerlendirmesi, cep derinliğinin 5 mm'den daha fazla olması durumundaki periodontal kemik kaybının gözlenmesi, üçüncü molar dişlerin konumlarının değerlendirilmesi, implant uygulamaları öncesinde cerrahi planlama için alveoler kemik dikey yüksekliğinin değerlendirilmesi ve protez planlaması öncesinde çenelerin değerlendirilmesi gibi diş hekimliği klinik rutininin neredeyse tamamında kullanılmaktadır (Harorlı & Akgül, 2006).

Maksiller sinüsteki odontojenik ve kistik lezyonlar, yabancı cisimler ve mukozal kalınlaşmalar panoramik radyograflarda izlenebilir (Harorlı, 2014). Gömülü üçüncü molar dişler ve çevre anatomik yapıların görüntülenmesinde cerrahi operasyonlar öncesi geleneksel iki boyutlu görüntüleme yöntemlerinden olan panoramik radyografların özellikle standart olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Dalili ve ark., 2011). Panoramik radyograflar periapikal filmlere göre maksiller sinüslerin daha büyük kısmını gösterebilir.

Panoramik radyografda tek bir filmde maksilla ve mandibulanın görüntülenmesi, film- skrin kombinasyonu sayesinde full mouth radyografa göre düşük radyasyon dozu, hasta pozisyonlandırması esnasında minimum kooperasyonun yeterli olması ve kolay tolere edilebilen bir işlem olması, kısa sürede görüntü oluşturulması, kolay anlaşılabilirliği için hasta eğitiminde görsel yardım sağlaması, trismuslu hastalarda ve intraoral işlemi tolere edemeyen hastalarda kullanılabilmesi avantajları arasında yer almaktadır (Harorlı & Akgül, 2006). Ancak panoramik radyograflarda süperpozisyonlar olur ve bu dezavantajı nedeniyle sinüslerin iç yapısının ve maksiller sinüsün medial duvarındaki patolojilerin incelenmesinde yeterli olmaz. Sonuç olarak sinüs patolojisi olasılığını teşhis ederken yetersiz kalır (Ruprecht & Lam, 2014; Tadinada ve ark., 2015).

2.2.1.4. Direk Grafiler

Paranasal sinüslerin görüntülenmesi için kullanılan teknikler; Water's, Cadwell, lateral grafi ve submentoverteks grafidir.

Maksiller sinüslerin en iyi görüntülenebileceği ekstraoral radyografi Water's grafisidir. Bu grafiler maksiller sinüsleri ilgilendiren kist, tümör varlığında ve zigomatik arkları etkileyen maksillofasiyal kırıkları incelemede kullanılabilir. Sinüsün hava-sıvı seviyesini görmek için alınan Water's grafisinde, çekim esnasında hastanın ayakta olması önemlidir. Ayrıca zigomatik kemikler, nazal septum, konkalar, nazal kemikler, orbita, frontal sinüsler ve ön ethmoid sinüsler izlenebilir (Dolan, 1971; Yanagisawa & Smith, 1976). Water's grafisi projeksiyonun simetrik olmayışı, üstteki yumuşak dokunun görüntüsü, sinüsteki değişken derinlik, havalanmanın az olması veya radyografik kalitenin yeterli olmaması gibi nedenlerden dolayı yanlış yorumlanabilmektedir (Timmenga ve ark., 2002).

Caldwell grafilerinin maksiller sinüsler için kullanımı kısıtlıdır ancak bu grafilerin özellikle frontal ve etmoid sinüslerin kısmen de sfenoid sinüslerin değerlendirilmesinde yararlılığı fazladır (Harorlı, 2014; Kronemer & McAlister, 1997).

Lateral projeksiyonlar, bütün sinüslerin ikinci temel görüntüleme yöntemidir. Maksiller sinüslerin posterior duvarı, frontal sinüs ön ve arka duvarı ve sfenoid sinüs bu grafilerde izlenebilmektedir (Akan, 2008; Harorlı, 2014).

Submentoverteks grafi, sfenoid sinüslerin en iyi izlenebildiği düz grafidir ve nazal kavite, nazal septum, orbita, maksiller, etmoid ve frontal sinüsler, arka ve orta etmoid hücreler değerlendirilebilir (Dolan, 1971; White & Pharoah, 2000).

2.2.2. Ultrasonografi

Radyasyona maruz kalmadan ses dalgalarıyla görüntüleme sağlayan ultrasonografi yöntemi, genellikle boyun ve tükrük bezlerine ait patolojileri değerlendirmekte kullanılırken yüz kemikleri ve sinüs içerisindeki patolojileri değerlendirmede kullanılmaz (Önal, 2006).

Sağlıklı ve havalanması iyi olan sinüslerde ultrason ile tanısal görüntü alınamaz. Ancak sinüste bir miktar sekresyon varsa sinüsün içerisindeki görüntüsü izlenebilir. Ultrasonografi sinüs mukozasındaki değişimleri değerlendirmede yetersiz kalır (Marotti ve ark., 2013). Malign lezyonlar orbitayı içine aldığı anda ilgili alandaki yumuşak dokuları ve anterior nazal fossadaki lezyonların yumuşak dokularını göstermede faydalı olduğu ancak akut sinüzitin teşhisinde kesin bilgi sağlamadığı bildirilmiştir (Eggesbø, 2006).

2.2.3. Manyetik Rezonans Görüntüleme

MRG aslında bir yumuşak doku inceleme tekniğidir ve paranasal sinüslerdeki neoplastik ve invaziv inflamatuvar süreçlerin izlenmesinde en başarılı yöntemdir (Koçak, 2019). MRG’ de iyonize radyasyon kullanılmadan T1, T2, proton dansitesi ve akım gibi birçok parametre kullanılarak yüksek çözünürlükte görüntüler elde edildiğinden yumuşak

dokuların incelenmesinde anatomik detay yönünden BT' den üstündür (Fatterpekar ve ark., 2008; Önal, 2006).

MRG; fungal sinüzitin, agresif enfeksiyonlar, malign tümörlerin yayılımı, bazı doğumsal patolojiler ve sinüs içi kanamaların görüntülenmesi ve mukozal ödem ile sinüs sıvısı ayrımında kullanılabilir (Eggesbø ve ark., 2003; Toyoda, 2005).

2.2.4. Bilgisayarlı Tomografi

Maksiller sinüs hastalıklarının tanısında altın standart olan BT görüntülerinde kemik ile yumuşak dokunun ayrımı yapılabilir, BT üç boyutlu görüntüleme sağlar ve yüksek çözünürlüğe sahiptir (Nagar & Gautam, 2015).

BT kırıklar, tümör ve kist lezyonların yapısı ve bu lezyonlarla kemik, sinir ve diş köklerinin komşulukları hakkında bilgi sağlar. Temporomandibular eklem kemik yapılarının incelenmesinde, maksillofasiyal bölgedeki deformitelerin saptanmasında ve tükürük bezlerinin incelenmesinde kullanılır (Harorlı & Akgül, 2006). Paranasal sinüs hastalıkları, sinüs anatomisi ve anatomik varyasyonların değerlendirilmesi ile inflamatuvar hastalıkların tanı ve tedavisinde kullanılır. Bu bölgedeki kemikte gelişen patolojilerin oluşturduğu rezorpsiyonlar ve bu rezorpsiyonların özelliği BT ile ayrıntılı olarak görüntülenebilir. Kemikteki kalsifikasyonlar ve rezorpsiyonlar, patolojilerde tanı koydurucu özellikte olabilir. BT bulguları akut sinüzit tanısında yeterli fayda sağlayamayabildiği için akut sinüzit tablolarında BT rutin olarak kullanılmamalıdır (Demirel, 2015; Fatterpekar ve ark., 2008). Ancak kronik sinüzitin teşhisinde BT öncelikli görüntüleme yöntemidir (Harorlı, 2014).

İncelenecek bölgede süperpozisyonlu ve üç boyutlu görüntüleme sağlanması, uygulaması kolay ve hızlı olması, yüksek kontrast rezolüsyonu, distorsiyon ve magnifikasyonun olmaması, densite ölçümleri ile doku içeriğinin anlaşılabilmesi, yumuşak doku görüntüsünün saptanabilmesi, kemik hacmi ve yüksekliği hakkında bilgi

vermesi, elde edilen görüntülerde kontrast ayarlanarak ayrıntıların netleştirilebilmesi ve anatomik yapılar üzerinde ölçümler yapılabilmesi BT' nin avantajlarından (Harorlı & Akgül, 2006; Koçak, 2019). Dezavantajları ise kesitsel görüntüleme sağlaması sonucu kesitlerden uzakta olan lezyonların atlanabilmesi, pahalı olması, metal artefaktı ve radyasyon miktarının yüksek olmasıdır (Harorlı & Akgül, 2006).

2.2.5. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

Görüntülenmek istenen bölgenin çevresinde dönen bir gantriye sabitlenmiş konik şekilli radyasyon kaynağı ve iki boyutlu bir alan dedektörünün 360 derecelik taramada çoklu görüntüler almasıyla KIBT görüntüsü oluşmaktadır. Üç boyutlu veri elde edebilen KIBT sistemleri, tek turda ve BT' ye göre daha düşük radyasyon dozu ile çalışmaktadır. Kullanılan dedektörlerin kalitesinin artması, x ışını tüplerinin ara vermeden ekspoz yapabilmesi ve hacim taramasının sınırlandırılabilmesi nedeniyle diş hekimliğinde daha sık ve rutin kullanılmaya başlanmıştır (Scarfe & Farman, 2008).

KIBT, baş boyun bölgesindeki kemiklerin normal anatomik yapılarının ve patolojilerinin değerlendirilmesi, diş çürükleri, kırıklar, kistik ve tümöral oluşumların sınırlarının belirlenmesi, tedavilerinin planlanması ve yapısal düzensizliklerin değerlendirilmesinde kullanılan bir görüntüleme teknolojisidir. Gömülü dişlerin pozisyonlarının cerrahi öncesinde tespit edilmesi ve paranasal sinüslerin komşuluğunun değerlendirilmesi gibi durumlarda üç boyutlu bir inceleme sağlar. Temporomandibular eklem hastalıklarında, endodontik tedavilerde başarının arttırılmasında ve ortodontik ölçümlerde de önemli rol oynar. Bunlara ilave olarak KIBT, implant cerrahi planlaması ve osteointegrasyon takibi için kullanılır (Scarfe & Farman, 2008).

Maksillofasiyal bölgenin sert dokularının görüntülenmesi için geliştirilen KIBT geleneksel BT' ler ile kıyaslandığında ikisinde de 3 boyutlu görüntü elde edilir ve üç düzlemde inceleme yapılabilir. Paranasal sinüs görüntülemelerinde, görüntü kalitesinin

iyi olması, hızlı tarama yapması, BT' ye göre pahalı olmaması ve radyasyon düzeyinin az olması nedeniyle KIBT sık kullanılmaktadır. KIBT kronik sinüzit teşhisinde ve tedavisinde önemli bir tanı koydurucudur (Bailoor ve ark., 2014; Roman ve ark., 2016). Ancak BT' ye göre daha düşük kontrasta sahip olmasından kaynaklı KIBT kemik ile yumuşak doku arasında iyi ayrım yapamaz (White & Pharoah, 2000).

KIBT görüntülemenin iki boyutlu radyografik tetkiklere göre pahalı olması, iyonize radyasyon dozunun panoramik radyografiye kıyasla daha fazla olması, hareket artefaktının bütün veri setini ve imajı olumsuz etkilemesi dezavantajlarındandır (Seth ve ark., 2011).

2.2.6. Endoskopi

Endoskopi, maksiller sinüs ve burun boşluğunun direkt görüntülenmesi esasına dayanan bir yöntemdir. Maksiller sinüste görülen tümöral olgularda, radyolojik olarak tanı konulamayan durumlarda ve postoperatif takip amacıyla kullanılmaktadır (Nagar & Gautam, 2015).

2.2.7. Anjiyografi

Anjiyografi sinüs hastalıklarının teşhisinde az tercih edilen girişimsel tanı yöntemidir. Sinüste vasküler kökenli tümörlerin varlığında veya postoperatif olarak rezidüel parçalarının değerlendirilmesinde faydalı olabilmektedir (Jammal ve ark., 2004).

2.2.8. Pozitron Emisyon Tomografi (PET)

Pozitron emisyon tomografisi, pozitron saçan yarı ömrü kısa radyonüklidlerin kullanıldığı bir nükleer tıp ileri görüntüleme yöntemidir. Diğer görüntüleme yöntemleri baş- boyun bölgesi tümörlerinin tanı ve evrelendirmesinde morfolojik bilgiler sağlarken PET glukoz metabolizması gibi biyolojik bir bilgiyi de sağlar. Glukoz metabolizmasının artışı tümörlerde malignite göstergesidir (Sakamoto ve ark., 1997).

Baş ve boyun bölgesinde görülen tümörlerin tanısında PET oldukça kullanışlıdır. Özellikle BT ile eş zamanlı kullanımı, paranazal sinüs bölgelerindeki tümörlerde teşhisden tedaviye hatta nüks takibine kadar etkili bir teknik olarak bildirilmektedir (Lin ve ark., 2009).

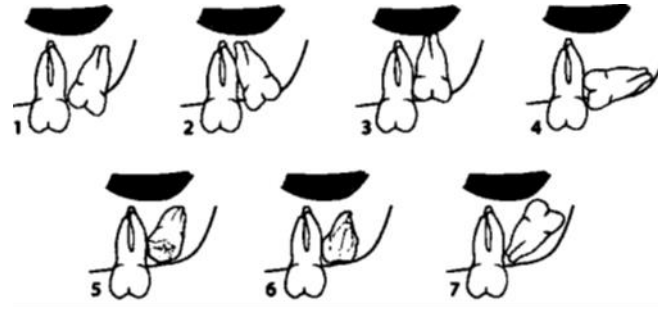
2.3. Maksiller Üçüncü Molar Dişlerin Gömüklülük Sınıflandırmaları

2.3.1. Winter Sınıflaması

Üçüncü molar dişler için yapılan ilk gömüklülük sınıflaması olan Winter sınıflamasında; gömülü üçüncü molar dişin açılanması, üçüncü molar dişin uzun ekseninin ikinci molar dişin uzun eksenine göre eğimine bakılarak hesaplanmaktadır (Winter, 1926).

Winter (Winter, 1926), 1926 yılında, üçüncü molar dişleri, bu dişin uzun ekseninin, ikinci molar dişin uzun eksenini ile yaptığı açıya göre; vertikal, mezioanguler, horizontal, disto-anguler, bukkolingual, inverted/ transvers olarak sınıflandırmıştır. Winter sınıflaması daha sonra 1975 yılında Archer (W. H. Archer, 1975) ve 1984 yılında Kruger (Kruger, 1984) tarafından geliştirilmiş ve yeniden sınıflandırılmıştır.

Archer (W. H. Archer, 1975) maksiller üçüncü moların anatomik pozisyonunu belirlerken, maksiller üçüncü moların alveol kemikteki derinliğini, komşuluğundaki ikinci molar ve maksiller sinüs ile ilişkisini göz önünde bulundurmuştur. Gömülü üçüncü molar dişin pozisyonunu, maksiller gömülü üçüncü molar diş ve üçüncü molar dişin uzun eksenleri arasındaki açıya göre; mezioanguler, distoanguler, vertikal, horizontal, bukkioanguler, lingoanguler ve inverted olarak belirlemiştir. Archer'a göre gömülü üçüncü molar dişlerin gömüklülük sınıflaması Şekil 2.6' da gösterilmiştir (Lewusz-Butkiewicz ve ark., 2018).



Şekil 2.5. Archer’a göre gömülü üçüncü molar dişlerin gömülülük sınıflaması: 1. Mezio-angular, 2. Disto-angular, 3. Vertikal, 4. Horizontal, 5. Bukko-angular, 6. Lingo-angular, 7. İverted konumdaki dişler

2.3.2. Modifiye Archer Sınıflaması

Cerrahi öncesi maksiller sinüsü perforasyon riski açısından değerlendirmek, dişin kemikteki derinliğini ölçmek ve cerrahi zorluğu tespit etmek amacıyla Pell ve Gregory sınıflaması (Pell, 1933), Archer sınıflaması (William Harry Archer, 1975) ve Modifiye Archer sınıflaması (Lim ve ark., 2012) yapılmıştır. 2012 yılında yapılan bir çalışmada Archer sınıflaması, gömülü üçüncü moların alveoldeki derinliği, komşuluğundaki ikinci moların uzun eksenine ile arasındaki açı ve maksiller gömülü üçüncü moların sinüsle ilişkisi değerlendirilerek modifiye edilmiştir ve Modifiye Archer sınıflaması haline gelmiştir (Lim ve ark., 2012). Modifiye Archer sınıflamasını diğerlerinden ayıran özellik, mine-sement sınırı ile kökün orta 1/3’lük kısmının bir sınıf, kökün apikal 1/3’ü ve yukarısı başka bir sınıf olarak iki ayrı sınıfta değerlendirmesidir.

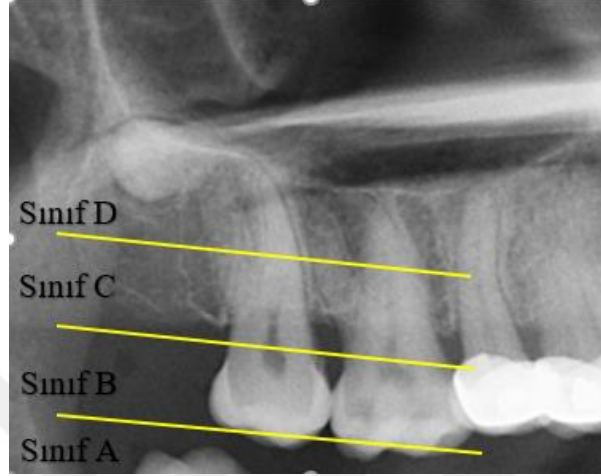
Bu sınıflamada, gömülü üçüncü molar diş, alveoldeki derinliğine göre 4 şekilde tanımlanmıştır (Şekil 2.7);

Sınıf A: Maksiller gömülü üçüncü molar dişin kronunun, komşu ikinci molar dişin okluzalinden geçen hayali çizgi ile aynı seviyede veya biraz altında olması,

Sınıf B: Maksiller gömülü üçüncü molar dişin kronunun, komşu ikinci molar dişin okluzali ve servikali arasında olması,

Sınıf C: Maksiller gömülü üçüncü molar dişin kronunun, komşu ikinci molar dişin servikali ile kökünün 1/3 ortası seviyesi arasında olması,

Sınıf D: Maksiller gömülü üçüncü molar dişin kronunun, komşu ikinci molar dişin kökünün 1/3 apikali seviyesinde ya da daha yukarıda olmasıdır.



Şekil 2.6. Maksiller gömülü üçüncü molar dişin alveoldeki derinliğine göre sınıflandırılması

2.4. Yapay Zekâ

YZ kavramı 1956 yılında Dortmund Konferansı'nda John McCarthy, Marvin L. Minsky, Nathaniel Rochester ve Claude E. Shannon tarafından sunulan bir öneri mektubunda ilk kez söz konusu olmuştur. Bu kavramın mucidi olarak kabul edilen John McCarthy YZ' yi insan benzeri zeki makineler olarak özetlemiş ve zeki bilgisayar programları üretme bilimi ve mühendisliği olarak açıklamıştır (Moor, 2006).

YZ, bir bilgisayarın ya da bilgisayar destekli bir makinenin, genellikle insana özgü nitelikler sergileme, probleme çözüm sunma, anlama, bir mana çıkartma, genelleme ve geçmişteki deneyimlerinden öğrenme gibi mantıksal süreçlere ilişkin görevleri yerine getirme yeteneği olarak bilim dünyasında tanımlanmıştır (Nabiyev, 2012).

İnsan uzmanlığının özellikleri;

- Pahalıdır ve tahmini zordur.

- Çabuk etkilenebilir, aynı soruna farklı cevaplar verebilir.
- Bilgilerin bireyler arasında aktarılması zordur ve uzun bir zaman gerektirir.
- Dokümantasyonu zordur ve bireysel olduğu için zamanla değişebilir veya unutulabilirler.
- Yeni fikirler üretebilir. İnsan beyni daha önce karşılaşmadığı bir durumla karşılaştığında tecrübe ve deneyimleri ile kıyaslayarak gereken cevabı verir.
- Uyumludur ve sosyal duyuma sahiptir.
- Hassas gözlem yapabilir ve geniş bakış açısına sahiptir. Yaratıcı, aktif ve doğurgandır.

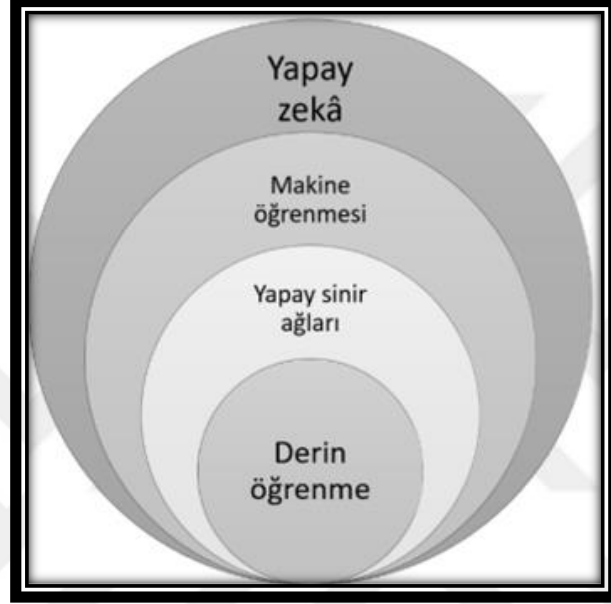
Yapay uzmanlığının özellikleri;

- Kalıcıdır, aynı soruna tutarlı cevaplar verir.
- Bilgiler kolay kopyalanıp, aktarılabilir. Kolay dokümanite edilebilir ve depolanabilir.
- Maliyeti düşüktür, kaliteli personel eğitmek bilgisayar almaktan daha güçtür. Bilgisayar kolayca satın alınabilir.
- Esinlenemez. Eğitilmiş tecrübeler kadar deneyimlidir. Daha önce karşılaşılmamış yeni sorunlara cevap vermede yeterli değildir.
- Teknik duyuma sahiptir ve uyum dışarıdan sağlanmalıdır.
- Sembolik verilerle çalışır. Yaratıcı ve yenilikçi değildir.
- Dar bakış açısı vardır (PİRİM, 2006; Yılmaz, 2017).

1950'lerde YZ kavramı ortaya çıktıktan sonra 1980'lerde “makine öğrenimi” kavramı tanımlanmış ve bunu derin öğrenme ve yapay sinir ağları takip etmiştir (Khanagar ve ark., 2021).

2.4.1. Makine Öğrenmesi

Makine öğrenmesi YZ' nin algoritmalara dayanan bir parçasıdır. YZ; makine öğrenmesi, derin öğrenme ve sinir ağları gibi kavramları barındırır. YZ' yi oluşturan temel kavramlar Şekil 2.8' de gösterilmiştir (Khanagar ve ark., 2021).



Şekil 2.7. Yapay Zekâ' yı oluşturan temel kavramlar

YZ teknolojisinde veriler yüklenerek, uygulanan algoritmalar ve örneklerle, müdahale edilmeksizin, makinelere sorunları çözme yeteneği kazandırmak amaçlanır (Khanagar ve ark., 2021). YZ yüklenen verilerle eğitilir ve tecrübe kazanır, bu yönüyle insan zekâsına benzetilmektedir. Verilerin sayısı arttıkça öğrenme ve değerlendirme daha iyi olur ve algoritmalarından alınan cevaplar özelleşir (Samuel, 1967).

Makine öğrenmesi, öğrenme adımına müdahale açısından “denetimli” ve “denetimsiz” olarak ikiye ayrılır. Denetimsiz öğrenmede veriler üzerinde herhangi bir etiketleme veya sınıflandırma yapılmaz. Makine verilerdeki modelleri kendisi öğrenmeye çalışır. Denetimli öğrenmede ise veriler üzerinde bir etiketleme veya sınıflandırma yapılmaktadır. Veriler değerlendirilip kaydedildikten sonra her bir veri etiketlenir. Verilerin doğru değerlendirilip değerlendirilmemesi ise çıkan sonucu etkilediği için çok

önemli bir aşamadır. Hatalı değerlendirme veya etiketleme sonrasında çıkan sonuç doğru olmaz (Deo, 2015). Makine önceden karşılaşmadığı verilerde ise deneyimlerinden yola çıkarak sonuç ortaya koyar. Bu durumda denetimli öğrenme modeli insan değerlendirmesine benzer.

2.4.2. Yapay Zekâ Teknolojileri

Başlıca YZ teknolojileri uzman sistemler, bulanık mantık, yapay sinir ağları ve genetik algoritmalarından oluşur (Serhatlıoğlu & Hardalaç, 2009).

2.4.2.1. Uzman Sistemler

Bir problemi uzman kişi gibi çözebilecek şekilde etraflıca düşünme ve karar verme işlerini modelleyebilen bilgisayar sistemleridir. Problemleri çözerken uzmanların sağladığı bilgileri ve deneyimlerini kullanırlar (Nabiyev, 2012). Tıbbi YZ' nin temel ilgi alanı klinik teşhis edebilecek ve tedavi önerilerinde bulunabilecek YZ programlarının oluşturulmasıdır (Demirhan ve ark., 2010). Tıbbi uzman sistemler, hekimin yerini almaktan ziyade uzmanların bulunmadığı veya kısıtlı olduğu yerlerde problemin çözümü için hekime hızlıca, verimli ve kaliteli bir şekilde çözüme yardımcı olacak tavsiye ve önerilerde bulunmaktadır (Yılmaz, 2017).

2.4.2.2. Bulanık Mantık

Aristo mantığının siyah-beyaz ikilemine karşılık, 1965 yılında Prof. Dr. Lütü Aliasker Zade tarafından grinin çeşitli derecelerinin varlığı tanımlanmış olup, bulanık küme teorisine dayanmaktadır. Bulanık mantıktaki değerlendirmeler, uzman sistemlerden farklı olarak, insanların günlük hayatta yaptığı değerlendirmeler gibi kesin değildir. Örneğin hava sıcaklığını “Sıcak ve Soğuk” olarak keskin şekilde değerlendirmek değil de Sıcak- Ilık- Az Soğuk- Çok Soğuk gibi ara değerlere göre sınıflandırma temeline dayanmaktadır (Öztürk & Şahin, 2018). Tıbbi kavramların çoğu bulanıktır ve kesin değildir. Bu nedenle bulanık mantık yöntemi tıbbi uygulamalar için uygundur. Kesin

olmayan tıbbi durumlar bulanık kümelerle değerlendirilebilir (Demirhan ve ark., 2010). Bulanık mantık teorisinin bugüne kadar başarı gösterdiği uygulama alanları ise tıp ve ziraat gibi bilim dalları, finans ve bankacılık uygulamaları, ürün planlanması ve kalite kontrol aşaması, network, taşıma ve ulaşım ağıdır (Nauck ve ark., 1997).

2.4.2.3. Genetik Algoritmalar

Genetik algoritmalar doğada gözlemlenen canlı sistemlere benzer bir şekilde öğrenen yazılım programlarıdır. Bir problemi çözebilmek için ilk etapta rastgele başlangıç çözümleri sunduktan sonra performansı yüksek çözümler üretebilmek için önceki çözümleri birbiriyle eşleştirir (Öztürk & Şahin, 2018). Kısacası bilgisayarda tekrar edilen prosedürleri içeren araştırma metodudur (PİRİM, 2006).

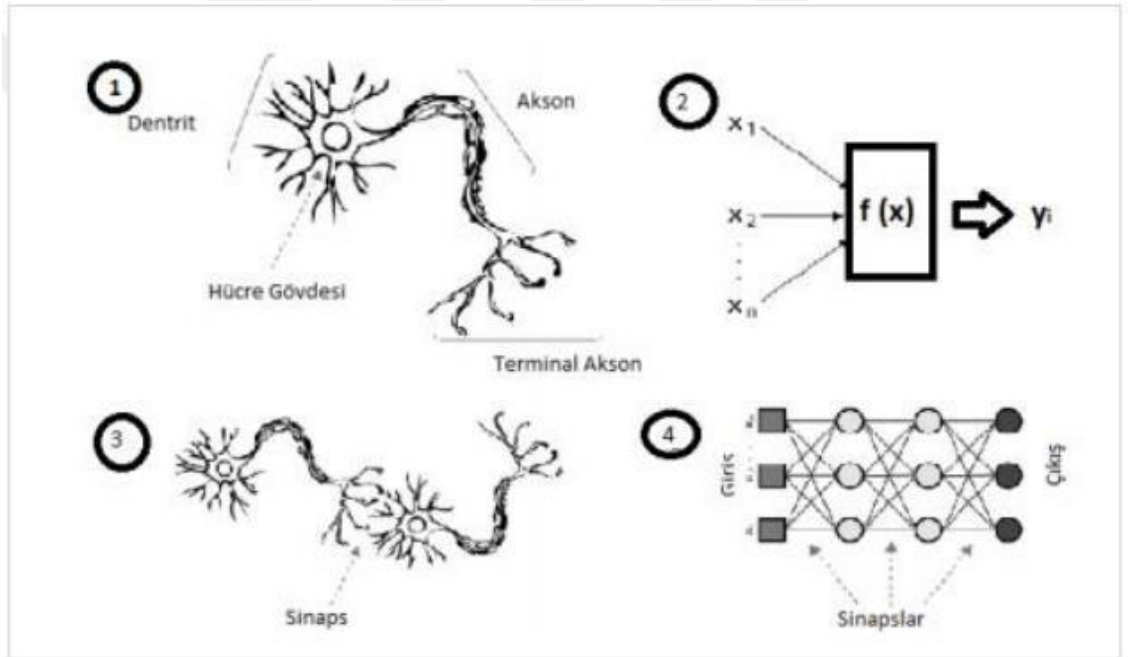
2.4.2.4. Yapay Sinir Ağları

İnsan beynindeki biyolojik sinir sisteminin çalışma prensipleri örnek alınmıştır. Biyolojik sinir sisteminde terminoloji nöron, dentrit, hücre gövdesi, aksonlar ve sinapslar şeklinde iken; yapay sinir sisteminde sırasıyla bunlara karşılık gelenler işlemci elemanı, toplama fonksiyonu, transfer fonksiyonu, yapay nöron çıkışı ve ağırlıklardır (Öztürk & Şahin, 2018).

Yapay sinir ağlarının temel özellikleri vardır:

- Doğrusal olmama
- Paralel çalışma
- Öğrenme
- Genelleme
- Hata toleransı ve esneklik
- Eksik verilerle çalışma
- Çok sayıda değişken ve parametre kullanma
- Uyarlanabilirlik (Öztürk & Şahin, 2018).

İnsan beynindeki nöronlara benzer olarak tasarlanan sinir hücreleri yapay nöronlar içerir ve bu nöronlar çeşitli şekillerdeki bağlantı geometrisi ile birbirlerine bağlanarak ağı oluşturur (Serhatlıoğlu & Hardalaç, 2009). Biyolojik sinir hücresi ve yapay sinir ağı Şekil 2.9’ da gösterilmiştir (Matarollo ve ark., 2013). Karmaşık problemlere çözüm sunabilmesindeki en önemli özellik, bu nöronların doğrusal olmayıp bütün ağı kapsamasıdır. Ayrıca öğrenbilme ve genelleme yeteneğinden doğan hesaplama ve bilgiyi işleme gücünün varlığı da karmaşık çözümlere katkı sağlayan diğer özellikleridir (Etikan ve ark., 2009). Eğitimi tamamlanan bir yapay sinir ağı, daha önce hiç karşılaşmadığı test örnekleri için de istenilen cevabı verebilir (Demirhan ve ark., 2010). Tablo 2.1’ de biyolojik sinir hücresi ve yapay sinir ağı terminolojisi verilmektedir (Öztürk & Şahin, 2018) .



Şekil 2.8. Biyolojik sinir hücresi ve yapay sinir ağı

Tablo 2.1. Biyolojik sinir hücresi ve yapay sinir ağı terminolojisi

Biyolojik Sinir Sistemi	Yapay Sinir Sistemi
Nöron	İşlemci Elemanı
Dendrit	Toplama Fonksiyonu
Hücre Gövdesi	Transfer Fonksiyonu
Aksonlar	Yapay Nöron Çıkışı
Sinapslar	Ağırlıklar

Yapay sinir ağı tıpta genellikle hastanın tedaviye verdiği cevabı veya hastalığın sonucunu tahmin etme, otomatik tümör sınıflandırma gibi hastalıkları sınıflandırması, sağ kalım oranı, veri işleme ve ilişkilendirme, yorumlama ve filtreleme gibi problemlerde uygulanmaktadır (Ağyar, 2015). Ayrıca güvenlik alanında (ses, el yazısı, parmak izi, retina tanıma vs.), robotik alanda, uzay çalışmalarında (uçuş simülasyonu, otomatik pilot), bankacılık- sigortacılık ve finans alanlarında, savunma sistemlerinde, elektronik ve otomotiv alanında, tercümanlık, telekomünikasyon ve üretim gibi çok yaygın bir alanda kullanılmaktadır (Yılmaz, 2017).

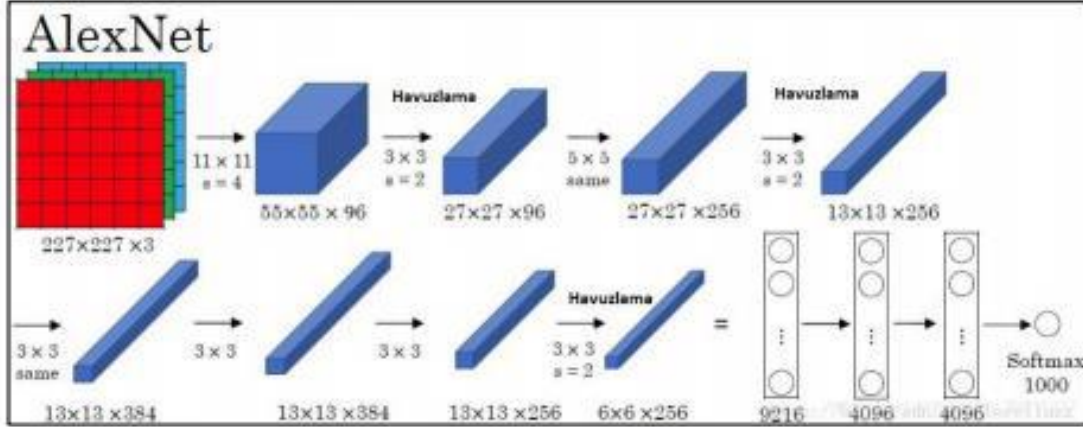
2.4.3. Transfer Öğrenme

Derin evrişimli sinir ağları eğitiminde en büyük problem veri setinin yetersiz kaldığı durumlardır. Transfer öğrenme; bu probleme göre önceden eğitilmiş bir CNN modelini yeni amaca göre değiştirerek, hedef veri kümesi üzerinde ince ayar yapılmasını sağlayacak parametrelerin aktarılması olayıdır (Han ve ark., 2018).

2.4.3.1. GoogleNet

ILSVRC 2014 yarışmasını kazanan 22 katmanlı derin bir ağıdır. Bu modelde ağın derinliği ve genişliği artırılırken hesaplama maliyeti de düşük tutulmuştur. Bu mimaride diğer derin öğrenme mimarilerinden farklı olarak katmanlar üst üste yığılarak değil paralel bir şekilde resim işlemektedir. Şekil 2.9’ da GoogleNet mimarisi gösterilmiştir (Szegedy ve ark., 2015).

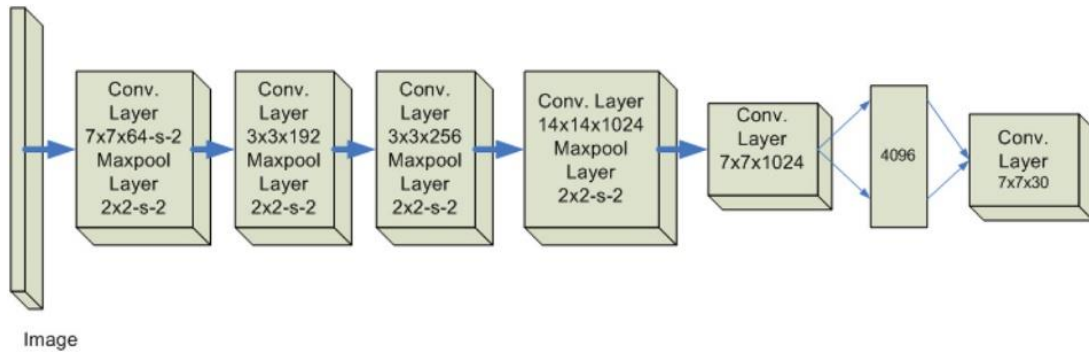
öğrenme modelidir (Krizhevsky ve ark., 2012). AlexNet mimarisi Şekil 2.11’ de gösterilmiştir (BAŞARAN, 2020).



Şekil 2.11. AlexNet mimarisi

2.4.3.4. Darknet

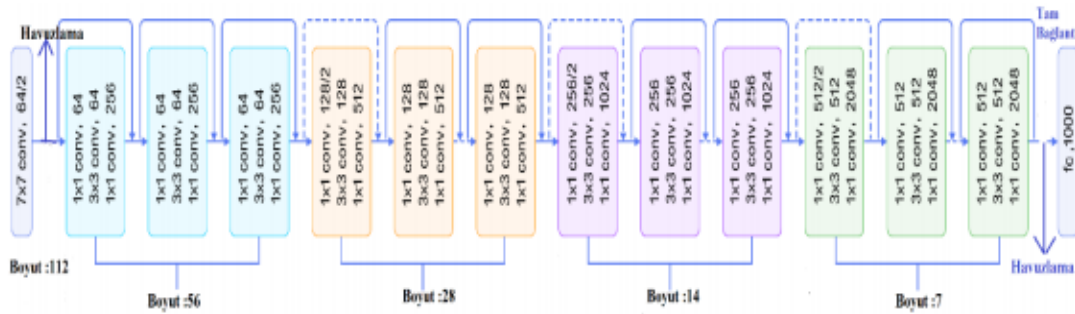
DarkNet19 mimarisi 64 katmandan oluşmaktadır. Bunlar giriş katmanı, 19 Convolutional Layer, 18 Batch Normalization, 18 Leaky ReLU, 5 max-pooling, 1 global-average-pooling, 1 softmax ve çıkış katmanıdır (He ve ark., 2015). YOLO ImageNet’te eğitilmiş 53 katmanlı bir ağa sahip olan bir Darknet çeşidi kullanır. İyi bir ağ yapısına sahip olan YOLO, yeniden eğitim gerektirmez ve oldukça hızlıdır ancak doğruluk açısından geride kalmaktadır. Şekil 2.12’ de YOLO sistem mimarisi gösterilmiştir (Redmon ve ark., 2016).



Şekil 2.12. YOLO sistem mimarisi

2.4.3.5. ResNet

ResNet mimarisinin ön plana çıkan özelliği katman sayısındaki fazlalıktır ve “Residual” bloklar içerir (Wu ve ark., 2018). Bu bloklar ile ağ optimize edilerek daha önceki modellerden daha yüksek doğruluk oranına erişilmiştir (Li ve ark., 2019). Şekil 2.13’ de ResNet mimarisi gösterilmiştir (Wu ve ark., 2018).



Şekil 2.13. ResNet mimarisi

2.5. Diş Hekimliğinde Yapay Zekâ ve Kullanım Alanları

Ağız, diş, çene ve yüz hastalıklarının tanısı amacıyla derin öğrenme tekniklerinin kullanıldığı çalışmalar; kraniyo-maksillofasiyal cerrahi, endodonti, periodontoloji ve restoratif dişhekimliğinden adli dişhekimliğine kadar birçok farklı diş hekimliği alanına ait konuları kapsamaktadır (Hung ve ark., 2020).

YZ, özellikle hastalık etiolojisinin çok etmenli olduğu karmaşık ağız hastalıklarında, oral prekanser veya oral kanser gelişme riski taşıyan hastalarda, temporomandibular eklem düzensizlikleri gibi durumlarda tanı koymada iyi performans göstererek hekimin hata olasılığını azaltması nedeniyle klinik pratikte kullanılmaktadır (Khanna & Dhaimade, 2017; Tandon ve ark., 2020).

YZ' nin görüntü işleme ile olan uyumlu birlikteliği, radyoloji alanında yapılan çalışmaların önünü açmıştır. Radyoloji alanında YZ, normal veya anormal olarak etiketlenen birçok görüntüyü analiz ederek, uzman gibi röntgende baş ve boyun bölgesindeki anormal veya normal bir lenf düğümünü de algılayabilir (Tan ve ark., 2016).

Ayrıca MRG ve KIBT gibi görüntüleme yöntemleriyle entegre edildiğinde, insan gözünün fark edemeyeceği, normalden çok küçük sapmaları bile algılayabilir (Bush, 2018).

Son yıllarda diş hekimliğinde YZ sistemiyle çalışan sanal asistanlar vardır. Sanal asistanlar, insanla kıyaslandığında aynı işi daha az insan gücü kullanarak, daha hassas şekilde ve daha az hata payı ile yapmaktadır. Klinikte hastaların herhangi bir etkene karşı alerjisini hekime bildirme, randevularının takibi, kontrol muayenesinin hatırlatılması, evrak işleri ve sigorta takibi gibi görevleri vardır (Khanna & Dhaimade, 2017).

2.5.1. Dental Radyoloji Alanında Yapay Zekâ

YZ kullanılarak hem iki boyutlu radyograflarda (periapikal, bitewing, panoramik) hem de üç boyutlu (KIBT) görüntüleme sistemleri üzerinde yapılan çalışmalarda; dişleri tanıma ve sınıflandırma, diş çürüklerinin tespiti, periapikal lezyonların teşhisi, periodontal kemik kaybının belirlenmesi, anatomik yapıların incelenmesi, ortodontik analizler, osteoporoz tanısı, diş ve anatomik yapıların segmentasyonu, hastalığın prognozunun tahmin edilmesi, çenelerdeki kist veya tümör teşhisi, ağız kokusunun tespiti ve oral mukoza patolojilerinin tanımlanması gibi durumlarda kullanılmıştır (Corbella ve ark., 2021; Hwang ve ark., 2019).

YZ diş tespit ve segmentasyonunda birçok çalışmada kullanılmıştır. Literatürde derin öğrenme mimarileri kullanılarak panoramik radyograflar (J.-H. Lee ve ark., 2020; Tuzoff ve ark., 2019), periapikal radyograflar (Chen ve ark., 2019), bitewing radyograflar (Yasa ve ark., 2021) ve KIBT görüntüleri (Jang ve ark., 2021; Miki ve ark., 2017; Muramatsu ve ark., 2020) üzerinde diş tespit ve segmentasyonu için YZ modelleri üzerinde çalışılmıştır ve sonuçlar umut vericidir. Çelik ve ark.(Çelik ve ark., 2019) yaptıkları çalışmada panoramik radyograf üzerinde diş eksikliğinin tespitini yapmış,

Hiraiwa ve ark. (Hiraiwa ve ark., 2019) bir diğerk çalışmada panoramik radyograf ve BT üzerinde diş morfolojisini YZ ile çalışmışlardır.

Ağız, diş ve çene radyolojisi alanında YZ, panoramik radyograflarda (Ekert ve ark., 2019) , periapikal radyograflarda (Pauwels ve ark., 2021) ve KIBT görüntüleri üzerinde (Orhan ve ark., 2020; Setzer ve ark., 2020) apikal lezyon tespitinde kullanılmıştır.

YZ implant planlamasında da kullanılmıştır. Bayrakdar ve ark. (Kurt Bayrakdar ve ark., 2021) yaptıkları bir çalışmada KIBT görüntüleri üzerinde YZ sisteminin implant planlamasındaki başarısını araştırmışlardır ve rutinde implantoloji alanında hekimlere bir destek mekanizması olacağını söylemişlerdir. Bu konuda panoramik radyograflar ve periapikal radyograflar üzerinde yapılan çalışmalar da mevcuttur (Kim ve ark., 2020; Sukegawa ve ark., 2020).

Radyoloji alanında, servikal lenf nodu metastazı tespiti için çalışmalar yapılmıştır. Lee ve ark. (Lee ve ark., 2018) ultrasonografi üzerinde, Ariji ve ark. (Ariji ve ark., 2019) KIBT görüntülerinde, Lee ve ark. (J. H. Lee ve ark., 2020) KIBT ve panoramik radyograflar üzerinde servikal lenf nodu metastazını YZ ile çalışmışlardır.

Üçüncü molar dişlerle ilgili yapılan birçok çalışmada üçüncü molar dişler üzerinden yaş tahmini, cerrahi olarak çekim zorluğu, çekim sonrası parestezi ve yüzde şişme, alt çenede olanların mandibular kanalla ilişkisi, gömüklölük tespiti gibi çok farklı açılardan ele alınmıştır (De Tobel ve ark., 2017; Fukuda ve ark., 2020; B. S. Kim ve ark., 2021; Orhan ve ark., 2021; Yoo ve ark., 2021; Zhang ve ark., 2018).

Maksiller sinüzit tanısı, maksiller sinüs lezyonlarının tespiti, maksiller sinüs segmentasyonu ve paranasal sinüsler üzerinden yaş ve cinsiyet tahmini YZ ile çalışılan diğerk konulardandır (Cha ve ark., 2021; D.-K. Kim ve ark., 2021; Kim ve ark., 2019; Kuwana ve ark., 2021).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Etik Kurul Onayı

Bu tez araştırması; Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Kliniği'nde, Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Etik Kurulu'nun 30/03/2022 tarih, 06/2022 sayı ve 47 nolu kararı ile izin alınarak gerçekleştirildi (**EK-2**).

2022-2024 yılları arasında yürütülen bu tez çalışması bilimsel etik kurallara uygun olarak sürdürülmüştür.

Çalışmamızda, arşiv materyali kullanılarak panoramik radyograf üzerinde maksiller üçüncü molar dişlerin kron ve/veya kökü ile maksiller sinüs arasındaki ilişki derin öğrenme modellerinden VGG16, VGG19, ResNet 50, Resnet101 ve GoogleNet kullanılarak değerlendirildi. Derin öğrenme analizi yöntemi olarak denetimli öğrenme seçildi. Kullanılan derin öğrenme modellerinin, beş farklı FOLD' a göre çalışma verilerini sınıflandırmadaki başarılarının belirlenmesi hedeflendi.

3.2. Hasta Grubunun Belirlenmesi

Ocak 2020- Aralık 2022 yılları arasında kliniğimize çeşitli nedenlerle başvuran hastalara ait KIBT görüntüleri retrospektif olarak tarandı ve maksiller üçüncü molar dişlerin kron ve/veya kökü ile maksiller sinüs arasındaki ilişki incelendi. Toplam 657 hastada mevcut 1054 dişin kronu ve/veya kökü ile maksiler sinüsle olan ilişkisi YZ algoritmaları kullanılarak panoramik radyograf üzerinde değerlendirilmesi planlandı.

Çalışmada veri seti oluşturulurken ilk olarak, kron ve/veya kökü ile maksiller sinüs arasındaki ilişki, gözlemci tarafından KIBT görüntülerinde değerlendirildi. KIBT görüntüleri üzerinde değerlendirilme yapma nedenimiz, bazı durumlarda panoramik radyograflarda kron ve/veya kök ile maksiller sinüs birbiri üzerine süperpoze olabilmesiydi. Bu durumda, üç boyutlu görüntüleme yöntemleri referans altın standart olarak kullanılmaktadır. Sağ ve sol maksiller molar dişlerin ilişki tipleri, altın standart olan

KIBT görüntüleri değerlendirilerek incelenmiştir. Analiz edilen veriler ile eğitilen YZ algoritmaların kök-sinüs ilişkisindeki tahmin başarısı incelenmiştir.

Bu tez çalışması için Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Kliniği'ne Ocak 2020- Aralık 2022 yılları arasında çeşitli nedenlerle başvuran hastalardan alınan KIBT görüntüleri retrospektif şekilde tarandı ve maksiller üçüncü molar dişlerin kron ve/veya kökü ile maksiller sinüs arasındaki ilişki incelendi. Taranan KIBT görüntülerinden 657 hastaya ait panoramik radyograflar çalışmaya dahil edildi. Bu çalışmada 657 hastaya ait panoramik radyograf görüntüsünde, 531 tane sağ maksiller üçüncü molar diş ve 523 tane sol maksiller üçüncü molar diş olmak üzere toplam 1054 tane maksiller üçüncü molar dişin pozisyon özellikleri YZ algoritmalarıyla değerlendirildi. NewTom FP (QuantitativeRadiology, Verona, Italy) cihazında elde edilmiş KIBT görüntüleri ile Planmeca Promax 2D Panoramic System (Planmeca, Helsinki, Finlandiya) cihazında elde edilmiş dijital panoramik radyograflar incelendi.

Araştırmaya dahil edilme kriterleri:

- Radyolojik görüntüleme işlemi yapılmış hastaların 21 yaş ve üzeri olması,
- Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Kliniği'nde NewTom FP (QuantitativeRadiology, Verona, Italy) cihazında elde edilmiş KIBT görüntüleri olması,
- KIBT görüntüsü ile panoramik radyografi görüntülerinin alınma süreleri arasında 6 aydan fazla süre olmaması,
- KIBT görüntüsü olmayan hastalarda Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Kliniği'nde Planmeca Promax 2D Panoramic System (Planmeca, Helsinki, Finlandiya) panoramik radyografinin alınmış olması,

- Görüntülerde maksiller üçüncü molar dişlerin kron ve/veya kökü ile maksiller sinüs arasındaki ilişkinin net olarak anlaşılması,
- Taranan görüntülerde en az bir tane maksiller üçüncü molar dişin olması.

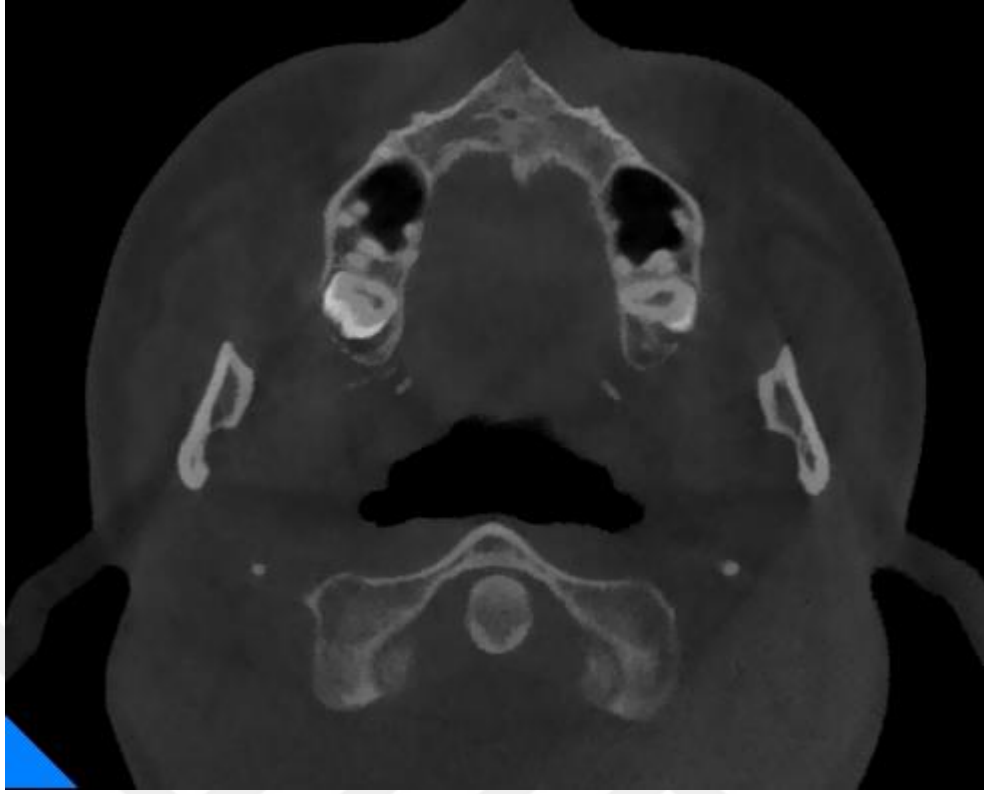
Araştırmaya dahil edilmeme kriterleri:

- Maksiller üçüncü molar dişin konjenital eksikliği veya ilgili dişin çekiminin yapılmış olması,
- Kök gelişimi tamamlanmamış üçüncü molar,
- Maksiller sinüs ve maksiller üçüncü molar dişlerin incelenmesini ve ilişki tiplerinin analizini engelleyen dento-alveoler patoloji veya konjenital sendrom, kraniofasiyal sendrom, dudak damak yarığı, kraniofasiyal bölge kemik hastalıkları ve kraniofasiyal bölgede patolojileri bulunan vakalar,
- Ortognatik cerrahi görmüş vakalar,
- İncelenecek alanın bütünüyle görüntülenemediği ve görüntü kalitesinin hasta veya çekim kaynaklı artefakt nedeniyle incelemeye imkan vermediği vakalar.

3.3. Ölçüm ve Değerlendirme

KIBT aksiyal kesitler üzerinde (Şekil 3.1);

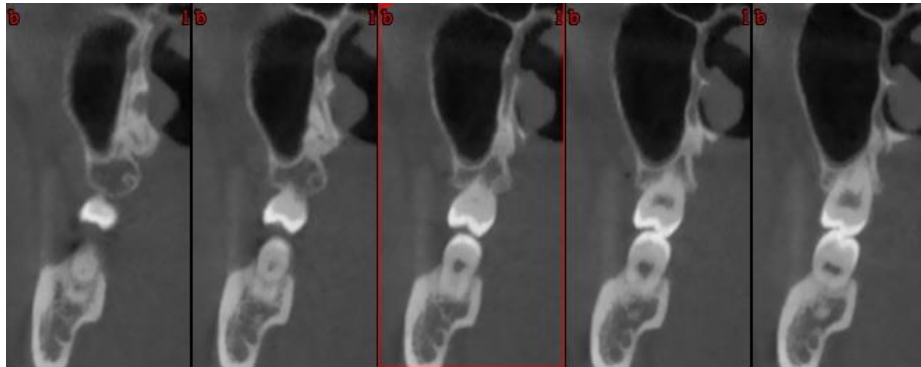
- Maksiller üçüncü molar dişlerin maksiller sinüsle ilişki durumu incelendi.



Şekil 3.1. KIBT’de görüntülenen aksiyal kesit

KIBT cross-sectional kesitler üzerinde (Şekil 3.2);

- Maksiller üçüncü molar dişlerin apeksi ile maksiller sinüs tabanı arasındaki vertikal ilişki,
- Maksiller üçüncü molar dişlerin apeksi ile maksiller sinüs tabanı arasındaki horizontal ilişki incelendi.



Şekil 3.2. KIBT görüntülemenden elde edilen cross section kesitler

3.4. Radyografik Değerlendirmeler

Çalışmamız için, Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı' na farklı şikayetlerle başvuran hastalardan NewTom FP (QuantitativeRadiology, Verona, Italy) ile alınmış olan KIBT görüntüleri ve Planmeca Promax 2D Panoramic System (Planmeca, Helsinki, Finlandiya) ile elde edilen panoramik radyograflar (Şekil 3.3) kullanıldı.



Şekil 3.3. Panoramik radyografide izlenmekte olan dişler ve maksiller sinüs

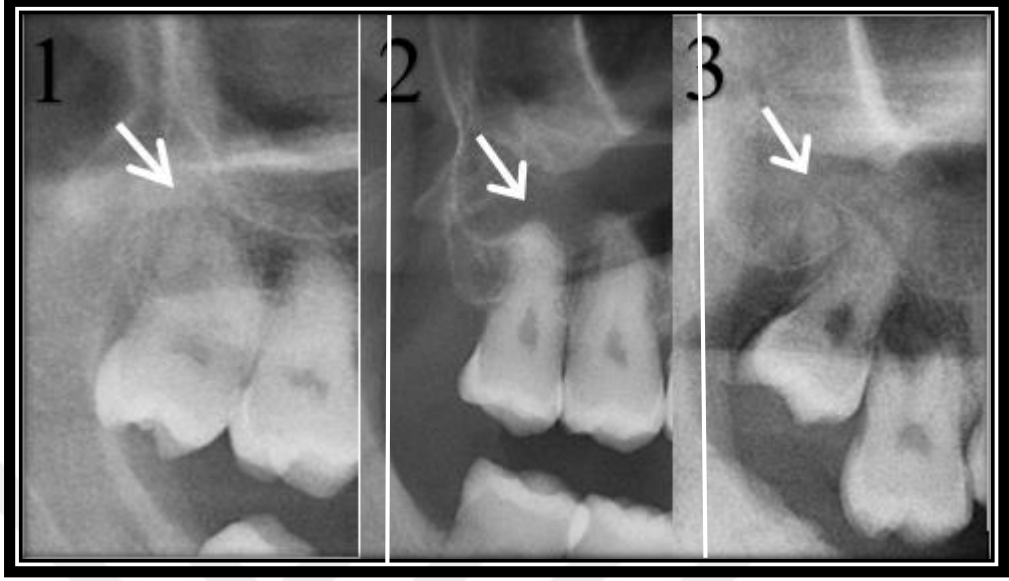
Veri seti oluşturulurken ilk olarak, maksiller üçüncü molarların maksiller sinüsle ilişkisi, gözlemci tarafından KIBT görüntülerinde değerlendirildi. Vertikal ve horizontal ilişki tipleri, altın standart olan KIBT görüntüleri üzerinde yapılan değerlendirmeler ile analiz edildi.

Çalışmamızda diş kökleri ve maksiller sinüs arasındaki ilişki aşağıdaki üç şekilde sınıflandırılmıştır;

Sınıf 1; Kök uçları ile sinüs tabanı arasında 0.5 mm' den fazla mesafe varsa, diş apeksi sinüsün tabanından uzaktadır yani diş ve sinüs arasında ilişki yoktur (İlişki yok),

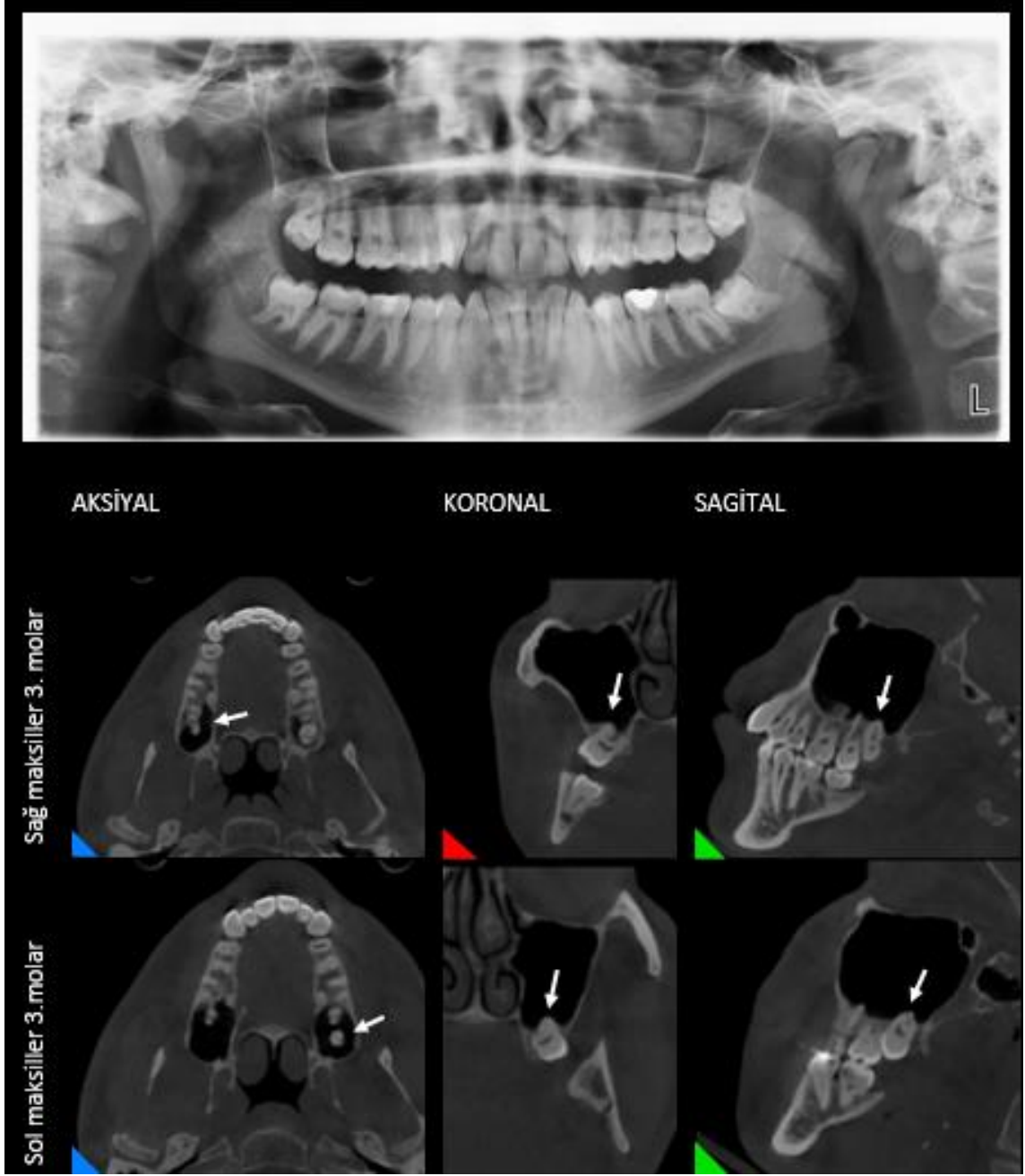
Sınıf 2; Kök uçları ile sinüs tabanı arasında 0.5 mm' den az mesafe varsa, kök ucu sinüs tabanı ile yakın temas halindedir. Diş apeksi ile sinüs tabanı sınır oluşturacak şekildedir. (Temas durumu),

Sınıf 3; Diş apeksi sinüs içinde izlenmektedir. Diş ve sinüs ilişkilidir (İlişki var)(Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Panoramik radyografiden alınan kesitler üzerinde 1, 2 ve 3 numaralı sınıflandırma örnekleri

Çalışmamızdaki maksiller üçüncü molar dişlerin panoramik ve KIBT görüntülerine ait örnekler şekil 3.5'te sunulmuştur.



Şekil 3.5. Maksiller üçüncü molar dişlerin panoramik ve KIBT görüntüleri

Çalışmada kullanılacak veriler 10 yıllık deneyime sahip diş hekimi tarafından değerlendirildi. Tüm KIBT verileri aynı diş hekimi tarafından kesinliği doğrulamak için 3 ay içinde iki kez kaydedildi. Sağ ve sol maksiller molar dişlere ait sınıflandırmalar excel dosyasına aktarıldı.

3.5. Maksiller Üçüncü Molar Dişlere Ait Yapılan Sınıflandırmalar

Maksiller üçüncü molar dişlerin sınıflandırılmasında kemikteki derinlik veya oklüzal düzlem sınıflandırması, dişlerin sinüsle vertikal ve horizontal ilişkileri ve açılanması incelenir. Bunlar:

3.5.1. Maksiller Üçüncü Molarların Kemikteki Derinliği, Oklüzal Düzleme Göre Yapılan Sınıflandırma

Maksiller üçüncü molar dişin okluzali ile maksiller ikinci molar dişin okluzali arasındaki ilişki Lim ve ark. (2012) tanımladığı Modifiye Archer sınıflamasına göre değerlendirilir (Şekil 3.6).

Modifiye Archer sınıflamasına göre;

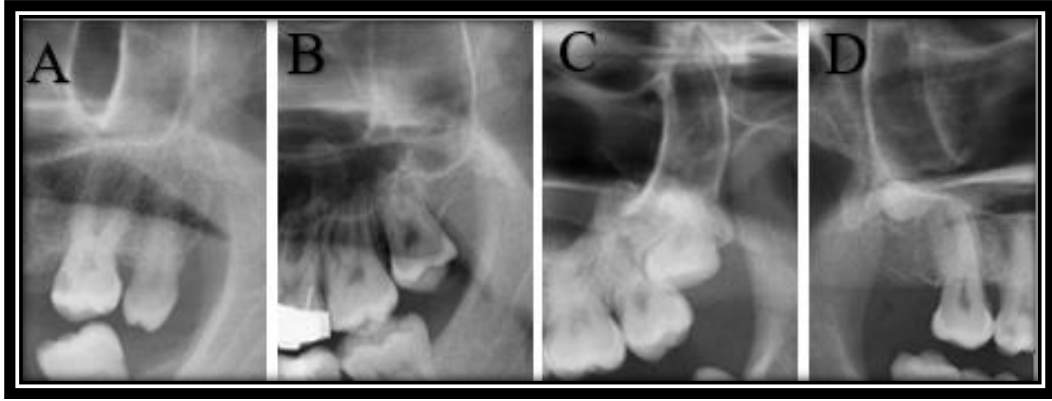
Sınıf A: Maksiller üçüncü moların oklüzal tablasından geçtiği varsayılan düz hayali hat, komşu dişin oklüzal tablası ile hizası aynıdır.

Sınıf B: Maksiller üçüncü moların oklüzal tablasından geçtiği varsayılan düz hayali hat, komşu dişin oklüzal tablası ve servikal hattı arasındaki bir yer hizasına denk gelmektedir.

Sınıf C: Maksiller üçüncü moların oklüzal tablasından geçtiği varsayılan düz hayali hat, komşu dişin servikal hattı ve 1/3 apikal kök üçlüsü sınırı arasındadır.

Sınıf D: Maksiller üçüncü moların oklüzal tablasından geçtiği varsayılan düz hayali hat, komşu dişin 1/3 kök apikali hizasında ya da daha da süperiorunda kalmaktadır.

Panoramik radyografların incelenmesi;



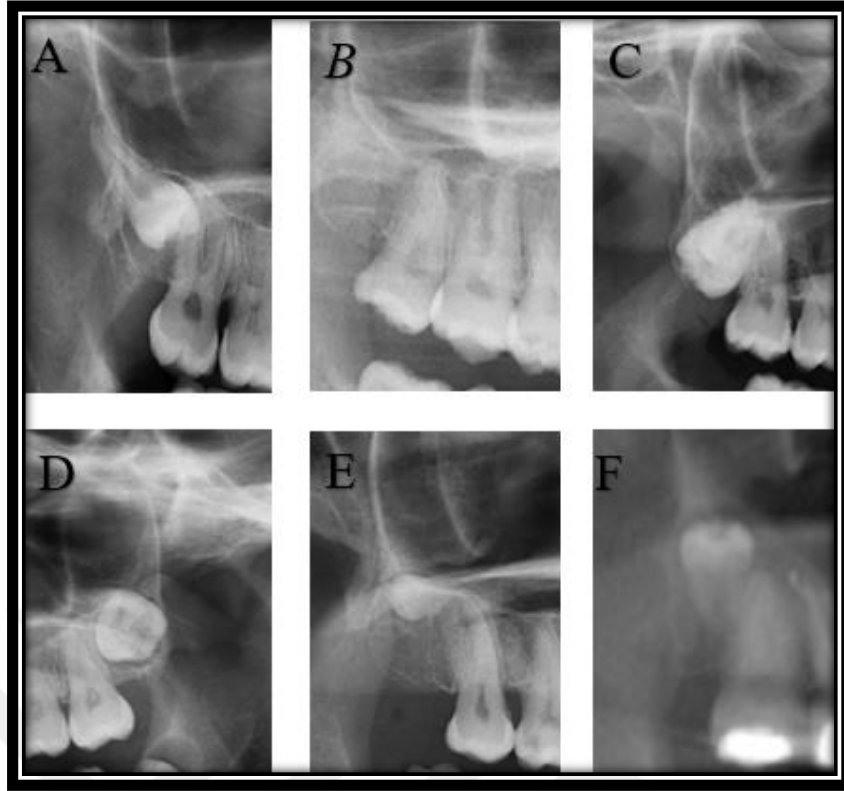
Şekil 3.6. Sınıf A, B, C, D tipleri için kırılmış örnek panoramik radyograf

3.5.2. Maksiller Üçüncü Büyük Azı Dişinin Açılanmasına Göre Yapılan Sınıflandırma

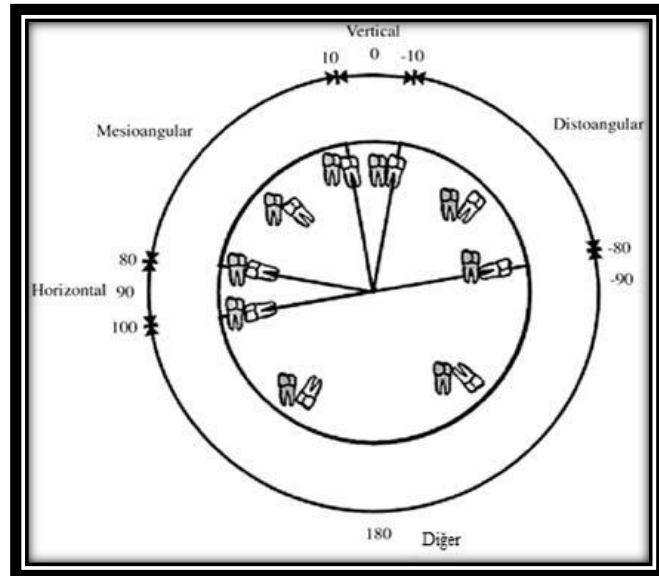
Maksiller gömülü üçüncü molar dişin angulasyonu sınıflandırılırken Archer (W. H. Archer, 1975) sınıflaması kullanılır (Şekil 3.7- Şekil 3.8). Buna göre angulasyon tipi, maksiller üçüncü molarların uzun aksının ikinci molarların uzun aksı ile yaptığı açıya bağlı olarak; vertikal, mezioanguler, distoanguler, horizontal, inverted ve bukkopalatal olmak üzere sınıflandırılır.

Açılanmalar:

- A. Mesioangular (11° – 79°),
- B. Vertikal (-10° ila 10°),
- C. Distoangular (-11° ila -79°),
- D. Bukkopalatal; 110 ile -80
- E. Horizontal (80° – 100°),
- F. Diğerleri (invertede diş).



Şekil 3.7. Maksiller üçüncü molarların açılanması: A) Mezioanguler pozisyon B) Vertikal pozisyon C) Distoanguler pozisyon D) Bukkopalatal pozisyon E) Horizontal pozisyon F) Diğerleri (invert diş)



Şekil 3.8. Açılara göre yapılan sınıflandırma

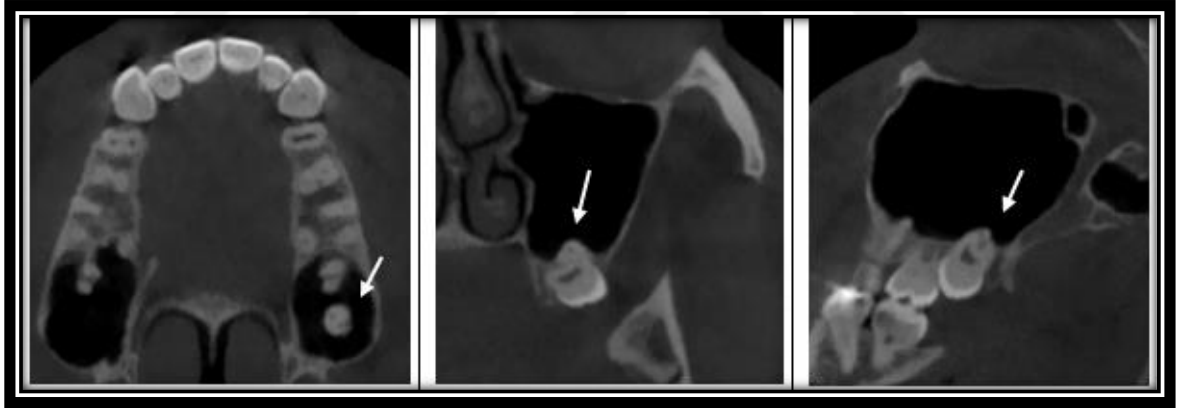
3.5.3. Maksiller Üçüncü Molarların Maksiller Sinüsle Vertikal İlişkisinin KIBT Görüntüleri Üzerinde Sınıflandırılması

Çalışmamızda KIBT görüntüleri üzerinde maksiller üçüncü molarların maksiller sinüsle arasındaki vertikal ilişki incelendi ve üç grup olacak şekilde sınıflandırıldı(Şekil 3.9- Şekil 3.10- Şekil 3.11).

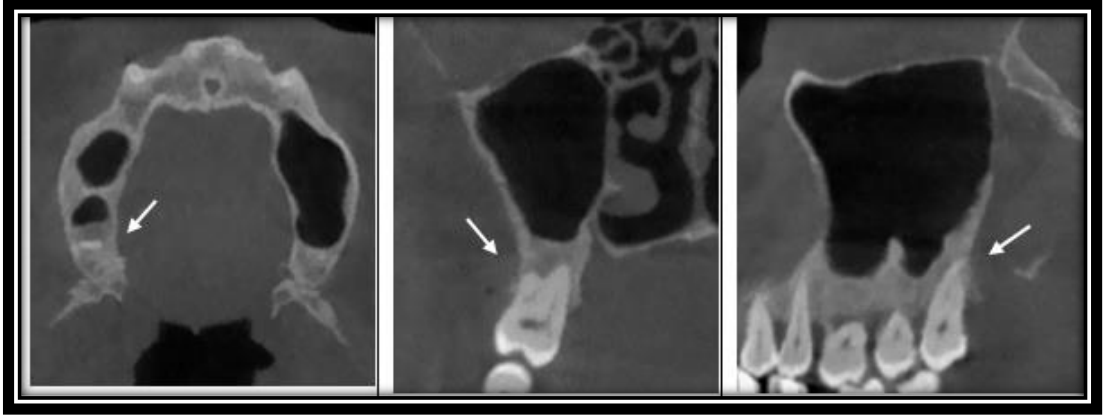
İlişki var: Dişin kök ya da kron kısmından en az biri sinüsle direkt ilişkilidir (Şekil 3.9).

İlişki yok: Dişin kökü ve kronu sinüsle ilişkili değildir. Maksiller sinüsün kortikal sınırı kron ve/veya kökten uzakta seyreder ve aralarında 0.5 mm ‘den fazla mesafe vardır. (Şekil 3.10).

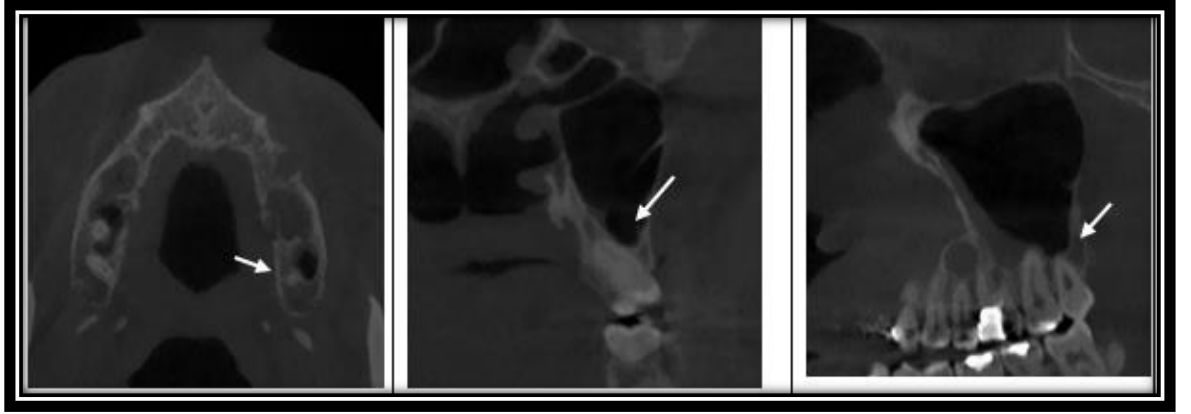
Temasta: Dişin kökü ya da kronu ile sinüs sınırı temastadır ve aralarındaki mesafe 0.5 mm ‘den azdır (Şekil 3.11).



Şekil 3.9. İlişki var sınıflandırmasının KIBT aksiyel, koronal ve sagittal görüntüleri üzerinde gösterimi



Şekil 3.10. İlişki yok sınıflandırmasının KIBT aksiyel, koronal ve sagittal görüntüleri üzerinde gösterimi



Şekil 3.11. Temasta sınıflandırmasının KIBT aksiyel, koronal ve sagittal görüntüleri üzerinde gösterimi

Maksiller üçüncü molarların maksiller sinüs tabanıyla yaptığı vertikal ilişki incelenirken KIBT görüntüleri üzerinde Kwak ve ark., (2004) yaptığı Şekil 3.12 verilen sınıflandırma temel alınarak beş kategoride değerlendirildi ve beş kategoriden oluşan sonuçlar çalışmamıza uyarlanarak 3 sınıfa indirildi.

Tip I ilişki durumu ilişki yok şeklinde, Tip II ilişki durumu temas şeklinde ve Tip III, Tip IV, Tip V ilişkiler ise bir sınıfta toplanarak ilişki var şeklinde gruplandırıldı.

Vertikal Sınıflama;

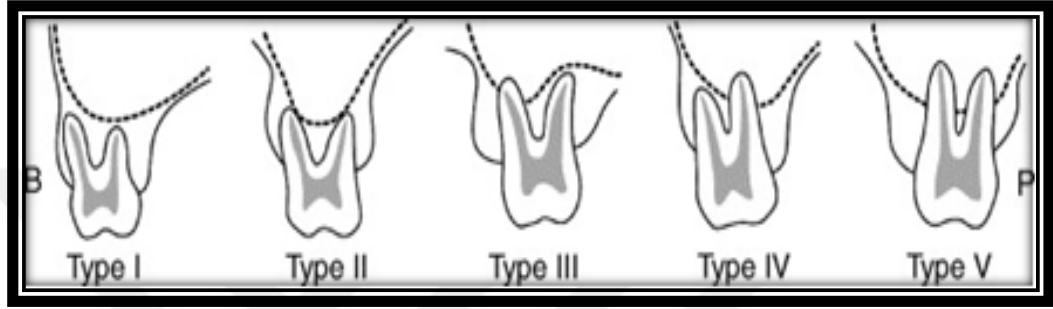
Vertikal İlişki Tip I: Diş kökleri sinüs tabanından uzaktadır ve arada kalın bir kemik dokusu bulunmaktadır.

Vertikal İlişki Tip II: Diş kökleri sinüs tabanı sınırındadır ve sinüs tabanından ince bir kemik bariyer ile ayrılmıştır.

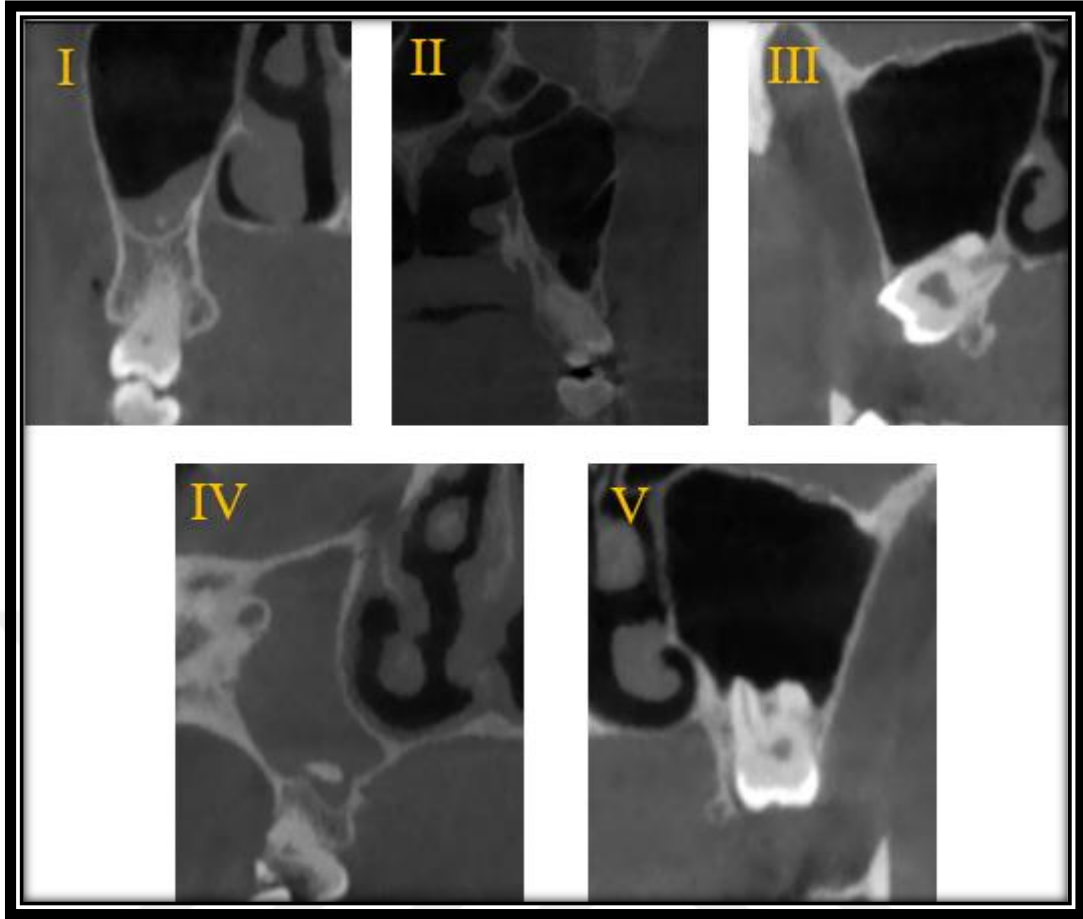
Vertikal İlişki Tip III: Bukkal kökler sinüsle direkt ilişkilidir.

Vertikal İlişki Tip IV: Palatinal kökler sinüsle direkt ilişkilidir.

Vertikal İlişki Tip V: Dişte mevcut olan tüm kökler sinüsle ilişkilidir (Kwak ve ark., 2004).



Şekil 3.12. Maksiller üçüncü molarların kökleriyle maksiller sinüs tabanının oluşturduğu vertikal ilişkinin şekilsel gösterimi



Şekil 3.13. Maksiller üçüncü molarların kökleriyle maksiller sinüs tabanının oluşturduğu vertikal ilişkinin radyografik gösterimi

3.5.4. Maksiller Üçüncü Molarların Maksiller Sinüsle Horizontal İlişkinin KIBT Görüntüleri Üzerinde Sınıflandırılması

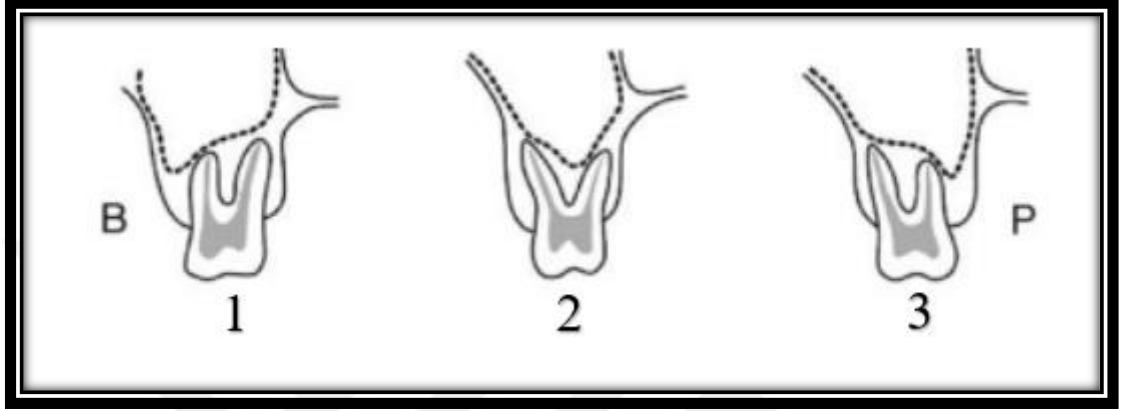
Maksiller üçüncü molar dişler ve maksiller sinüs arasındaki horizontal ilişki Kwak ve ark., (2004) yaptığı Şekil 3.14’ de verilen sınıflandırmaya göre KIBT görüntüleri üzerinde üç kategoride değerlendirildi.

Horizontal İlişki;

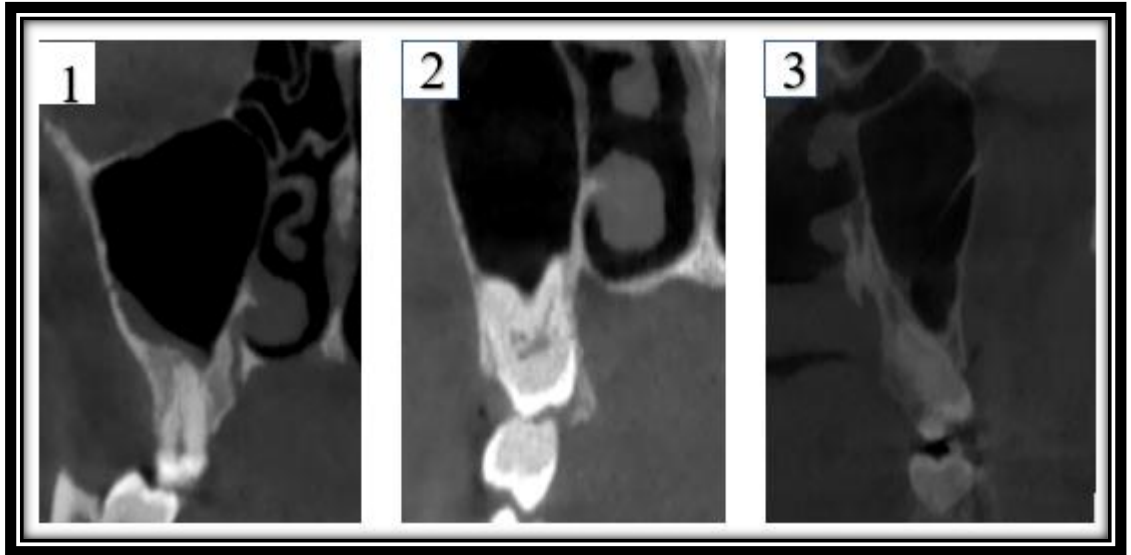
Horizontal İlişki Tip 1: MS tabanı bukkale protrüze olmuştur ve maksiller gömülü üçüncü molar dişin köklerinin bukkalinden seyretmektedir.

Horizontal İlişki Tip 2: MS tabanı maksiller gömülü üçüncü molar dişin köklerinin arasından seyretmektedir.

Horizontal İlişki Tip 3: MS tabanı palatinalle protrüze olmuştur ve maksiller gömülü üçüncü molar dişin köklerinin palatinalinden seyretmektedir (Kwak ve ark., 2004).



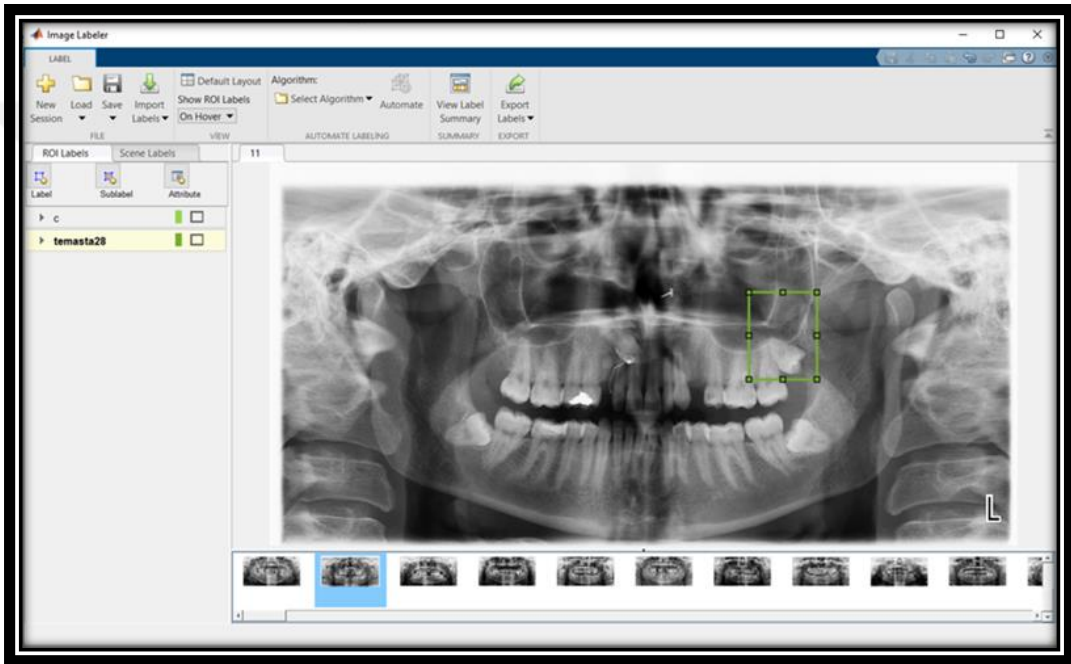
Şekil 3.14. Maksiller üçüncü molarların kökleriyle maksiller sinüs tabanının oluşturduğu horizontal ilişkinin şekilsel gösterimi



Şekil 3.15. Maksiller sinüs tabanının maksiller üçüncü molarların köklerine göre horizontal konumu. 1) Sinüs köklerin palatinalinde 2) Sinüs köklerin arasında 3) Sinüs köklerin bukkalinde

3.6. Görüntülerin etiketlenmesi

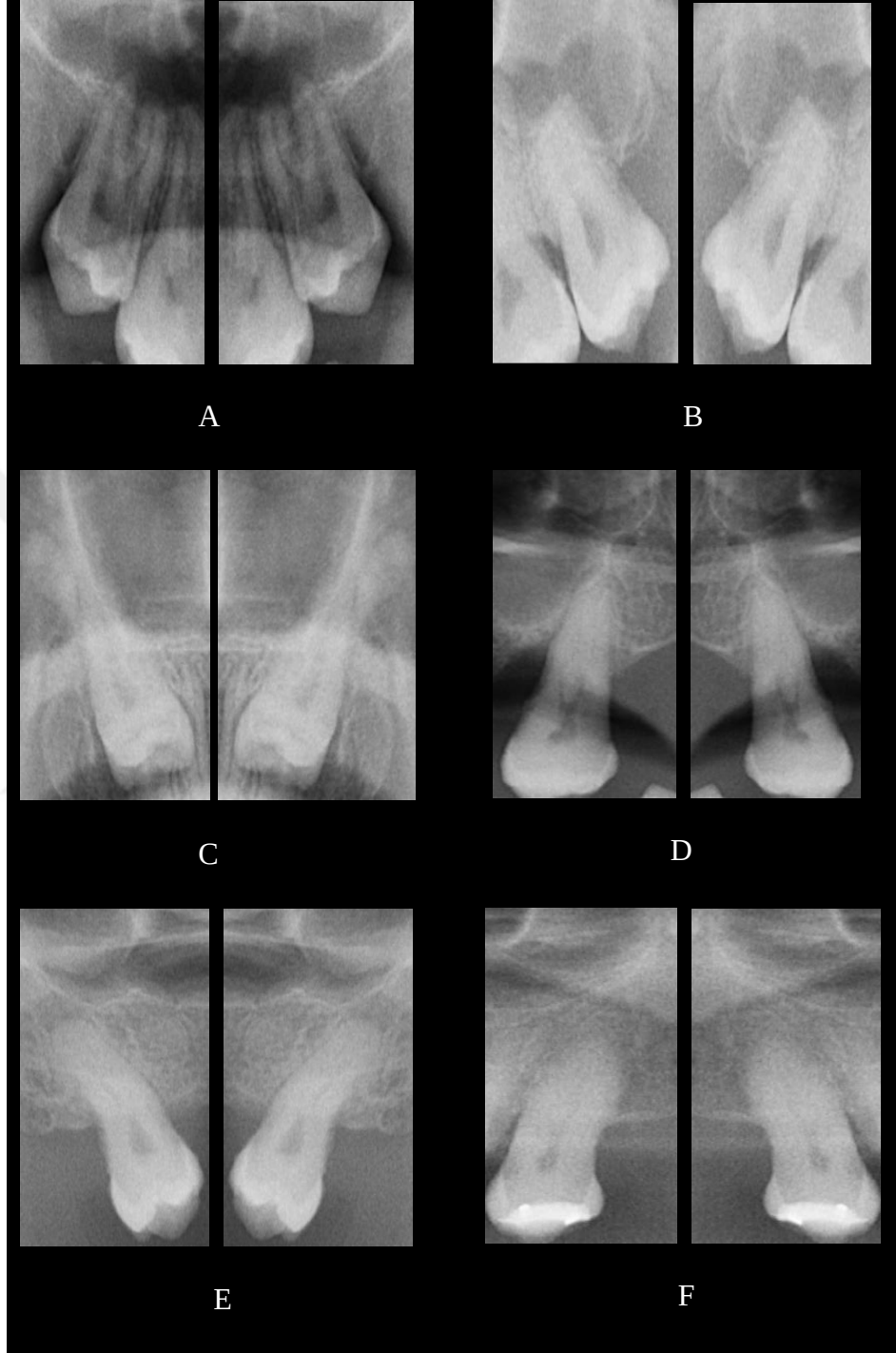
Çalışmamızdaki veriler, tek araştırmacı tarafından, Matlab Image Labeler programında etiketlendi. Etiketleme işlemi, tespit edilmek istenen diş ve maksiller sinüsün bir kısmını içine alacak şekilde, ilgili dişin çevresine ilgili alanları (ROI-region of interest) çizilerek yapılmıştır (Şekil 3.16). Tüm deneysel çalışmalar, 128 GB RAM rastgele erişim belleğine ve grafik işlem birimine (GeForce RTX 2080 TITAN; NVIDIA) sahip 64 bit Ubuntu 18.04 sistemi üzerinde gerçekleştirildi.



Şekil.3.16. Dişlerin Matlab Image Labeler programında etiketlenmesi.

Çalışmaya dahil edilen panoramik görüntülerin etiketlenmesi gerçekleştirildikten sonra, maksiller üçüncü molar dişler belirlenip, Matlab Image Labeler Toolbox yazılımı yardımıyla kesildi ve ayrı resim dosyalarına dönüştürülen diş görüntüleri kullanılarak çalışmada yer alan veri seti hazırlanmıştır. Çalışmada maksiller üçüncü molar dişlerin y eksenine (düşey eksen) göre simetrik görüntüsü de oluşturularak çalışmaya dahil edilmiştir. Böylece sağ molar dişler sol molar dişlere, sol molar dişler de sağ molar dişlere benzetilerek veri sayısı artırılmıştır. Oluşturulan veri setine ilişkin örnek görüntüler Şekil

3.17’de gösterilmiştir. Elde edilen diş görüntüleri kullanılacak networke uygun olarak yeniden boyutlandırılarak (resize) derin öğrenme ağına uygulanmıştır.

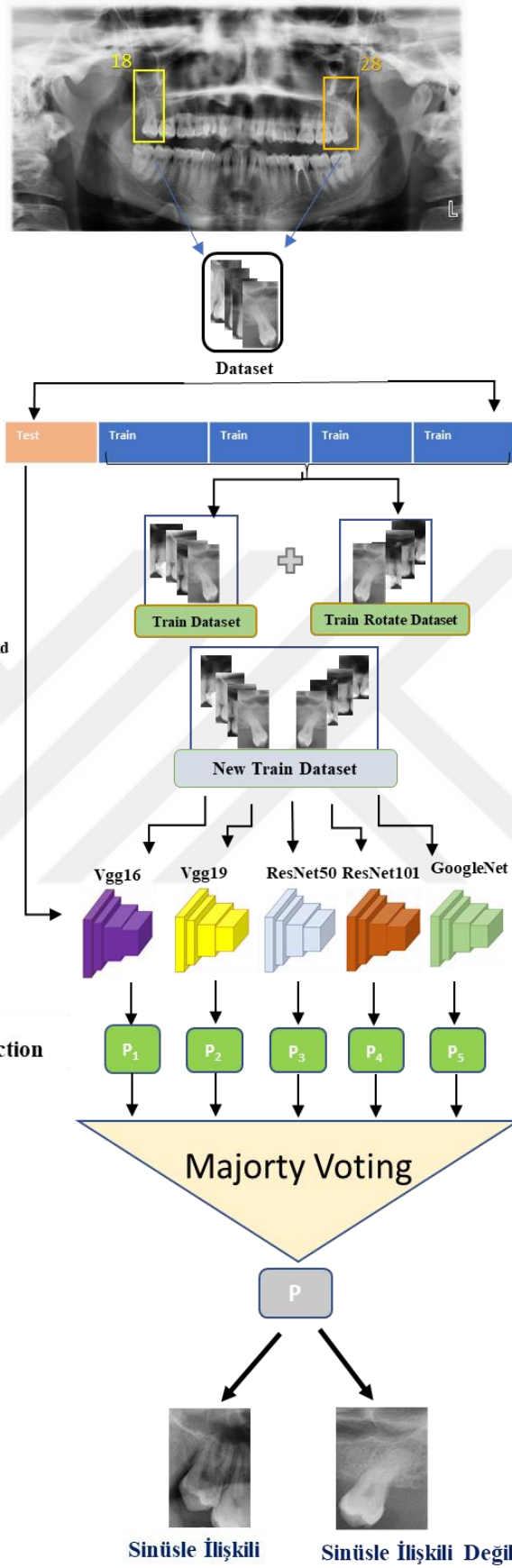


şekil 3.17. Hazırlanan veri setinde yer alan örnek görüntüler; A) Sinüs ile ilişkili sağ maksiller molar ve düşey simetrik görüntüsü, B) Sinüs ile ilişkili sol maksiller molar ve düşey simetrik görüntüsü, C) Sinüs ile temasta olan sağ maksiller molar diş ve düşey simetrik görüntüsü, D) Sinüs ile temasta olan sol maksiller molar ve düşey simetrik görüntüsü, E) Sinüs ile ilişkili olmayan sağ maksiller molar ve düşey simetrik görüntüsü, F) Sinüs ile ilişkili olmayan sağ maksiller molar ve düşey simetrik görüntüsü.

3.6.1. Önerilen Füzyon Temelli Derin Ağ (Proposed Fusion Based Deep Network)

Çalışmamızda beş katlı çapraz doğrulama (5-fold cross-validation) uygulanarak tüm veri seti örnekleri hem eğitim hem de test için birbirlerine karıştırılmaksızın kullanılmıştır. Bu maksatla tüm örnekler rastgele olarak 5 bölüme (fold) ayrılmış ve her bir adımda bunlardan 4 fold kullanılarak eğitim yürütülürken, geriye kalan 1 fold ile de test işlemi gerçekleştirilmiştir. Test adımı oluşturulan her bir fold için tekrarlanmış ve elde edilen sonuçların ortalaması alınarak modelin performansı hesaplanmıştır.

Sonraki aşamada transfer learning uygulanarak 5 farklı önceden eğitilmiş (pre trained) network kullanılarak sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu maksatla çalışmada VGG16, VGG19, ResNet50, ResNet101 ve GoogleNet ağları kullanılmıştır (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. Üçüncü molar dişlerin sinüsle ilişki tespitinin akış diyagramı

Çalışmamızda kullanılan networklerin ayrı ayrı performansları hesaplandıktan sonra bunların ortak performansını belirlemek maksadıyla son olarak “majority voting” füzyon adımı uygulanmıştır. Bu yöntem, multimodal paradigmada genel performansı optimize etmek için, 'Ensemble' algoritmaları bugünlerde birçok alanda kullanılmaktadır (Ruta & Gabrys, 2005). Bu yaklaşımda, çoğunluk oylama mekanizması kullanılarak, sınıflandırıcıların ayrı ayrı verdiği kararların çoğunluğu belirlenerek önerilen yöntemin sınıflandırma sonucu olarak kullanılmıştır. Böylece kullanılan yöntemin sınıflandırma performansı arttırılmıştır.

Sonuç olarak, maksiller üçüncü molar dişlerin sinüsle ilişkisinin olup olmadığının tespiti çoklu modeller kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.6.2. Algoritma Performanslarının Değerlendirilme Metrikleri

Algoritma performansı için kullanılan yöntem, doğru ve yanlış tahmin edilen pikselleri gösteren Konfüzyon Matrisi'dir (Şekil 3.19). İstatistiksel bir araç olan Konfüzyon Matrisi, başka bir adıyla Hata Matrisi, eşleştirilmiş gözlem sonuçlarının analizinde kullanılır. Bu tez çalışmasında, Konfüzyon Matrisi kullanılarak, tahmin ve gerçek değerler birbirleriyle karşılaştırılmak suretiyle YZ performansı değerlendirildi.

		Gerçek Değerler	
		Pozitif(1)	Negatif(0)
Tahmini Değerler	Pozitif(1)	DP	YP
	Negatif(0)	YN	DN

Şekil 3.19. Konfüzyon matrisi

Konfüzyon matrisine göre:

DP (gerçek pozitif): Temel gerçek ve tahmin edilen sonuçlar arasında örtüşen bölgeler,

YP (yanlış pozitif): Öngörülen sonuçlarda örtüşmeyen bölgeler,

YN (yanlış negatif): Temel gerçekte örtüşmeyen bölgelerdir.

Çalışmamızdaki modellerin dış ve sinüs ilişkisi tespitindeki başarısını değerlendirmek için kullanılan matrisler aşağıdaki gibidir:

Gerçek pozitif (DP): Dış ve sinüs ilişkisi doğru tespit edildi.

Yanlış pozitif (YP): Dış ve sinüs ilişkisi yanlış tespit edildi.

Yanlış negatif (YN): Dış ve sinüs ilişkisi doğru tespit edilemedi.

4. BULGULAR

Çalışmamızda VGG16, VGG19, ResNet50, Resnet101 ve GoogleNet olmak üzere beş farklı derin öğrenme modelinin, panoramik görüntüler üzerinde maksiller üçüncü molar dişler ve maksiller sinüs arasındaki ilişkiyi tespit etmedeki başarıları araştırılmıştır. Her bir model için konfüzyon matrisi kullanılarak performansları değerlendirilmiştir.

Çalışmamız 531 tane sağ maksiller üçüncü molar diş ve 523 tane sol maksiller üçüncü molar diş üzerinde yürütülmüştür. Çalışmamızda vertikal sınıflamaya ait veriler Tablo 4.1’de gösterilmiştir. Panoramik görüntüler üzerinden elde edilen bu verilere göre sağ maksiller üçüncü molar diş ve maksiller sinüs arasındaki ilişkide; ilişki yok sınıfı 192, temas sınıfı 183 ve ilişki var sınıfı 156 tanedir. Sol maksiller üçüncü molar diş ve maksiller sinüs arasındaki ilişkide; ilişki yok sınıfı 161, temas sınıfı 189 ve ilişki var sınıfı 173 tanedir.

Tablo 4.1. Çalışmadaki veri dağılımı

VERTİKAL		18		28	
1	İlişki yok	192		161	
2	Temasta	183		189	
3		72		92	
4	İlişki var	8	156	7	173
5		75		74	
TOPLAM		531		523	

Sağ maksiller üçüncü molar dişin vertikal sınıflamasından üç sınıfa (var, yok, temasta) ait verilere, sol maksiller üçüncü molar dişin üç sınıfının görüntülerinin y eksenine göre simetrisi eklenmiştir. Çalışmamızda ilişki var sınıfında 329, ilişki yok sınıfında 354 ve temas sınıfında 370 tane veri değerlendirilmiştir.

Çalışmamız sonuçlarına göre VGG16, VGG19, ResNet50, ResNet101 ve GoogleNet modellerinin maksiller üçüncü molar dişler ve maksiller sinüs arasındaki ilişki var ve ilişki yok şeklindeki iki sınıf tespiti için elde edilen FOLD değerleri Tablo 4.2’de gösterilmiştir. VGG16 için FOLD1, FOLD2, FOLD3, FOLD4 ve FOLD5 değerlerinin doğruluk oranları sırasıyla; % 91.24, % 89.05, % 88.32, % 90.51 ve % 89.78 şeklindedir. VGG19 için FOLD1, FOLD2, FOLD3, FOLD4 ve FOLD5 değerleri sırasıyla; % 89.78, % 87.59, % 90.51, % 89.05 ve % 91.97 şeklindedir. ResNet50 için FOLD1, FOLD2, FOLD3, FOLD4 ve FOLD5 değerleri sırasıyla; % 85.4, % 82.48, % 86.13, % 80.29 ve % 81.75 şeklindedir. ResNet101 için FOLD1, FOLD2, FOLD3, FOLD4 ve FOLD5 değerleri sırasıyla; % 86.86, % 85.4, % 86.13, % 84.67 ve % 85.4 şeklindedir. GoogleNet için FOLD1, FOLD2, FOLD3, FOLD4 ve FOLD5 değerleri sırasıyla; % 82.48, % 81.75, % 81.02, % 82.48 ve % 83.94 şeklindedir. Bu değerlerden hesaplanan VGG16, VGG19, ResNet 50, Resnet101 ve GoogleNet modellerinin ortalama değeri sırasıyla; % 89.78, % 89.77, % 83.21, % 85.69 ve % 82.29 dir. Bu sonuçlara göre VGG16 %89.78 ile en başarılı modelken, GoogleNet %82.29 ile en az başarılı model olmuştur. Çalışmadaki fusion değeri ise %89.34 dür.

Tablo 4.2. Sağ maksiller üçüncü molar diş için iki sınıflı sınıflandırma sonuçları

	FOLD1	FOLD2	FOLD3	FOLD4	FOLD5	AVERAGE
	%	%	%	%	%	%
VGG16	91.24	89.05	88.32	90.51	89.78	89.78
VGG19	89.78	87.59	90.51	89.05	91.97	89.77
RESNET50	85.4	82.48	86.13	80.29	81.75	83.21
RESNET101	86.86	85.4	86.13	84.67	85.4	85.69
GOOGLNET	82.48	81.75	81.02	82.48	83.94	82.29
	FUSION					89.34

Şekil 4.1’de sağ maksiller üçüncü molar dişlerin sinüs ile ilişkisinin olup olmadığının gerçek ve tahmini değerlerinin dağılımını gösteren konfüzyon matrisi

verilmektedir. Konfüzyon matrisi incelendiğinde normalde sinüsle ilişkili olan 330 tane veriden, YZ 288 tanesini sinüs ile ilişkili olarak doğru şekilde tespit ederken, sinüs ile ilişkili olduğu halde 42 tanesini sinüs ile ilişkili değil olarak yanlış tahmin etmiştir. Diğer yandan sinüs ile ilişkisi olmayan 355 tane veriden, YZ 324 tanesini sinüs ile ilişkisi yok olarak doğru şekilde tespit ederken, 31 tane sinüs ile ilişkisi olmayan diş ise sinüs ile ilişkisi var şeklinde yanlış olarak tahmin edilmiştir. YZ' nin var sınıfındaki tahmin başarısı %87.3 iken, yok sınıfındaki başarısı %91.3'tür.

		Confusion Matrix		
Output Class	var	288 42.0%	31 4.5%	90.3% 9.7%
	yok	42 6.1%	324 47.3%	88.5% 11.5%
		87.3% 12.7%	91.3% 8.7%	89.3% 10.7%
		var	yok	
		Target Class		

Şekil 4.1. Sağ maksiller üçüncü molar diş için iki sınıflı sınıflandırmada fusion sonucuna ait konfüzyon matrisi

Çalışmamızda kullanılan derin öğrenme modellerinin sağ maksiller üçüncü molar diş ve maksiller sinüs arasındaki ilişki var, ilişki yok ve temas şeklindeki üç sınıflı sınıflandırma tespiti için elde edilen FOLD değerleri Tablo 4.3'de gösterilmiştir. VGG16 için FOLD1, FOLD2, FOLD3, FOLD4 ve FOLD5 değerlerinin doğruluk oranları sırasıyla; % 63.98, % 63.98, % 62.09, % 63.98 ve % 66.82 şeklindedir. VGG19 için FOLD1, FOLD2, FOLD3, FOLD4 ve FOLD5 değerleri sırasıyla; % 67.3, % 64.93, %

67.3, % 69.19 ve % 62.56 şeklindedir. ResNet50 için FOLD1, FOLD2, FOLD3, FOLD4 ve FOLD5 değerleri sırasıyla; % 57.35, % 59.72, % 59.24, % 61.14 ve % 56.87 şeklindedir. ResNet101 için FOLD1, FOLD2, FOLD3, FOLD4 ve FOLD5 değerleri sırasıyla; % 58.29, % 52.13, % 68.72, % 54.98 ve % 59.24 şeklindedir. GoogleNet için FOLD1, FOLD2, FOLD3, FOLD4 ve FOLD5 değerleri sırasıyla; % 63.51, % 64.45, % 61.61, % 58.29 ve % 64.45 şeklindedir. Bu değerlerden hesaplanan VGG16, VGG19, ResNet 50, Resnet101 ve GoogleNet modellerinin ortalama değeri sırasıyla; % 64.17, % 66.25, % 58.86, % 58.67 ve % 62.46 dır. Bu sonuçlara göre VGG19, % 66.25 ile en başarılı modelken, ResNet101 %58.67 ile en az başarılı model olmuştur. Çalışmadaki fusion değeri ise %68.72 dir. Buna göre majority voting fusion yaklaşımıyla elde edilen sonuçta başarı artmıştır.

Tablo 4.3. Sağ maksiller üçüncü molar için üç sınıflı sınıflandırma sonuçları

	FOLD1	FOLD2	FOLD3	FOLD4	FOLD5	AVERAGE
VGG16	63.98	63.98	62.09	63.98	66,82	64.17
VGG19	67.3	64.93	67.3	69.19	62,56	66.25
RESNET50	57.35	59.72	59.24	61.14	56,87	58.86
RESNET101	58.29	52.13	68.72	54.98	59,24	58.67
GOOGLENET	63.51	64.45	61.61	58.29	64,45	62.46
	FUSION					68.72

Şekil 4.2’de sağ maksiller molar dişlerin sinüs ile ilişkisinin üç sınıflı sınıflandırmasında, gerçek ve tahmini değerlerinin dağılımını gösteren majority voting fusion yaklaşımıyla elde edilen sonuçlar konfüzyon matrisi ile verilmektedir. Konfüzyon matrisi incelendiğinde normalde sinüsle temasta olan 370 tane veriden, YZ 203 tanesini sinüs ile temasta olarak doğru şekilde tespit ederken, sinüs ile temasta olan 167 diştten 87 tanesini sinüs ile ilişkili, 80 tanesini de sinüs ile ilişkili değil şeklinde yanlış tahmin etmiştir. Diğer yandan normalde sinüsle ilişkili olan 330 tane veriden, YZ 242 tanesini

sinüs ile ilişkili olarak doğru şekilde tespit ederken, sinüs ile ilişkili olduğu halde 28 tanesini sinüs ile ilişkili değil, 60 tanesini de sinüsle temasta şeklinde yanlış tahmin etmiştir. Çalışmada değerlendirilen sinüs ile ilişkisi olmayan 355 tane veriden, YZ 280 tanesini sinüs ile ilişkisi yok olarak doğru şekilde tespit ederken, 20 tane sinüs ile ilişkisi olmayan diş ise sinüs ile ilişkisi var şeklinde, 55 tanesi ise temasta şeklinde yanlış olarak tahmin edilmiştir. YZ' nin temas sınıfındaki tahmin başarısı %54.9 iken, var sınıfında %73.3 ve yok sınıfında ise %78.9'dur. Buna göre en yüksek tahmin başarısı ilişki yok sınıfında elde edilirken, en düşük başarı ise temas grubunda elde edilmiştir.

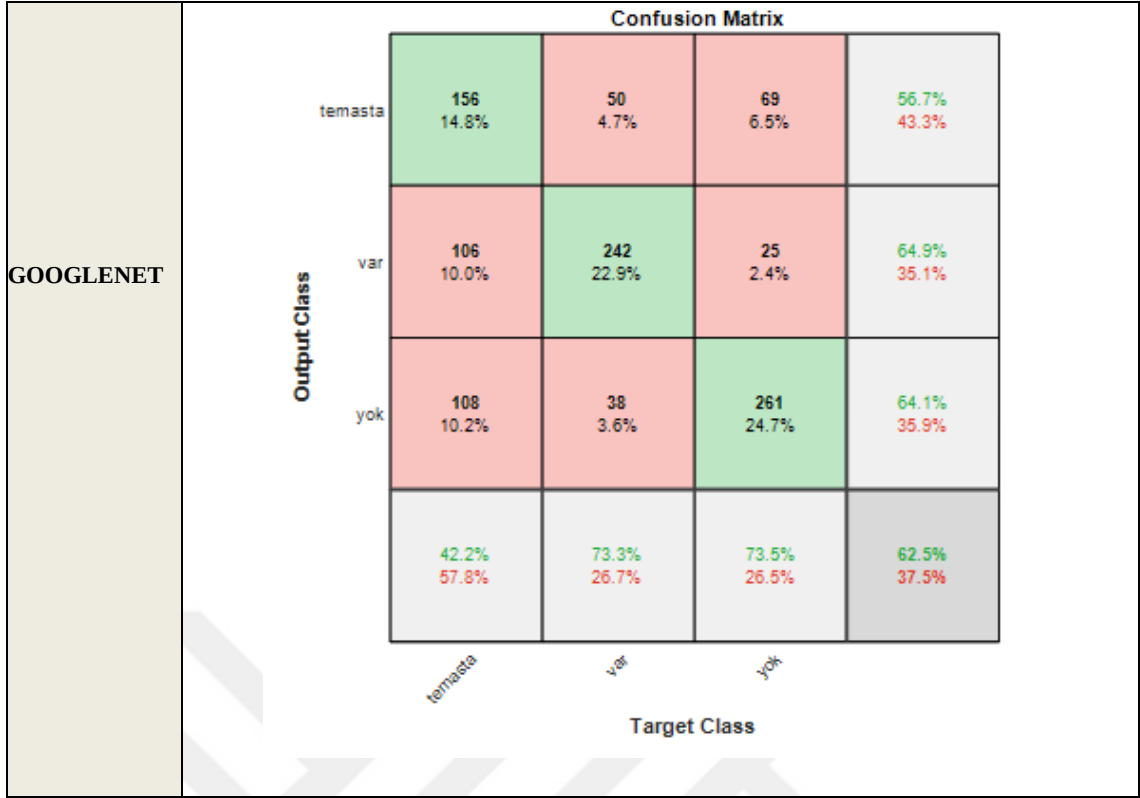
		Confusion Matrix			
Output Class	temasta	203 19.2%	60 5.7%	55 5.2%	63.8% 36.2%
	var	87 8.2%	242 22.9%	20 1.9%	69.3% 30.7%
	yok	80 7.6%	28 2.7%	280 26.5%	72.2% 27.8%
		54.9% 45.1%	73.3% 26.7%	78.9% 21.1%	68.7% 31.3%
		Target Class			
		temasta	var	yok	

Şekil 4.2. Sağ maksiller üçüncü molar diş için üç sınıflı sınıflandırmada fusion sonucuna ait konfüzyon matrisi

Sağ maksiller üçüncü molar diş için derin öğrenme yöntemlerinin üç sınıflı sınıflandırmaya ait konfüzyon matrisleri Şekil 4.3'de gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde bütün modellerdeki tahmin başarısı ilişki yok sınıfında en yüksekken, en düşük başarı temas sınıfında izlenmiştir.

Derin öğrenme yöntemleri	Modellere ait Konfüzyon Matrisleri																									
VGG16	Confusion Matrix <table><tr><td>temasta</td><td> 200 19.0% </td><td> 72 6.8% </td><td> 79 7.5% </td><td> 57.0% 43.0% </td></tr><tr><td>var</td><td> 92 8.7% </td><td> 227 21.5% </td><td> 26 2.5% </td><td> 65.8% 34.2% </td></tr><tr><td>yok</td><td> 78 7.4% </td><td> 31 2.9% </td><td> 250 23.7% </td><td> 69.6% 30.4% </td></tr><tr><td></td><td> 54.1% 45.9% </td><td> 68.8% 31.2% </td><td> 70.4% 29.6% </td><td> 64.2% 35.8% </td></tr><tr><td></td><td>temasta</td><td>var</td><td>yok</td><td></td></tr></table> Target Class	temasta	200 19.0%	72 6.8%	79 7.5%	57.0% 43.0%	var	92 8.7%	227 21.5%	26 2.5%	65.8% 34.2%	yok	78 7.4%	31 2.9%	250 23.7%	69.6% 30.4%		54.1% 45.9%	68.8% 31.2%	70.4% 29.6%	64.2% 35.8%		temasta	var	yok	
temasta	200 19.0%	72 6.8%	79 7.5%	57.0% 43.0%																						
var	92 8.7%	227 21.5%	26 2.5%	65.8% 34.2%																						
yok	78 7.4%	31 2.9%	250 23.7%	69.6% 30.4%																						
	54.1% 45.9%	68.8% 31.2%	70.4% 29.6%	64.2% 35.8%																						
	temasta	var	yok																							
VGG19	Confusion Matrix <table><tr><td>temasta</td><td> 202 19.1% </td><td> 73 6.9% </td><td> 58 5.5% </td><td> 60.7% 39.3% </td></tr><tr><td>var</td><td> 91 8.6% </td><td> 225 21.3% </td><td> 25 2.4% </td><td> 66.0% 34.0% </td></tr><tr><td>yok</td><td> 77 7.3% </td><td> 32 3.0% </td><td> 272 25.8% </td><td> 71.4% 28.6% </td></tr><tr><td></td><td> 54.6% 45.4% </td><td> 68.2% 31.8% </td><td> 76.6% 23.4% </td><td> 66.3% 33.7% </td></tr><tr><td></td><td>temasta</td><td>var</td><td>yok</td><td></td></tr></table> Target Class	temasta	202 19.1%	73 6.9%	58 5.5%	60.7% 39.3%	var	91 8.6%	225 21.3%	25 2.4%	66.0% 34.0%	yok	77 7.3%	32 3.0%	272 25.8%	71.4% 28.6%		54.6% 45.4%	68.2% 31.8%	76.6% 23.4%	66.3% 33.7%		temasta	var	yok	
temasta	202 19.1%	73 6.9%	58 5.5%	60.7% 39.3%																						
var	91 8.6%	225 21.3%	25 2.4%	66.0% 34.0%																						
yok	77 7.3%	32 3.0%	272 25.8%	71.4% 28.6%																						
	54.6% 45.4%	68.2% 31.8%	76.6% 23.4%	66.3% 33.7%																						
	temasta	var	yok																							

RESNET50	Confusion Matrix <table> <tr> <td data-bbox="529 336 601 358">temasta</td><td data-bbox="609 268 770 425">152 14.4%</td><td data-bbox="778 324 938 369">61 5.8%</td><td data-bbox="946 324 1104 369">84 8.0%</td><td data-bbox="1115 324 1260 369">51.2% 48.8%</td></tr> <tr> <td data-bbox="571 504 601 526">var</td><td data-bbox="609 481 770 548">90 8.5%</td><td data-bbox="778 481 938 548">223 21.1%</td><td data-bbox="946 481 1104 548">25 2.4%</td><td data-bbox="1115 481 1260 548">66.0% 34.0%</td></tr> <tr> <td data-bbox="571 660 601 683">yok</td><td data-bbox="609 638 770 705">128 12.1%</td><td data-bbox="778 638 938 705">46 4.4%</td><td data-bbox="946 638 1104 705">246 23.3%</td><td data-bbox="1115 638 1260 705">58.6% 41.4%</td></tr> <tr> <td data-bbox="502 526 526 660">Output Class</td><td data-bbox="609 817 770 862">41.1% 58.9%</td><td data-bbox="778 817 938 862">67.6% 32.4%</td><td data-bbox="946 817 1104 862">69.3% 30.7%</td><td data-bbox="1115 817 1260 862">58.9% 41.1%</td></tr> <tr> <td data-bbox="646 929 707 974">temasta</td><td data-bbox="837 929 865 952">var</td><td data-bbox="997 929 1026 952">yok</td><td colspan="2" data-bbox="865 996 1005 1019">Target Class</td></tr> </table>	temasta	152 14.4%	61 5.8%	84 8.0%	51.2% 48.8%	var	90 8.5%	223 21.1%	25 2.4%	66.0% 34.0%	yok	128 12.1%	46 4.4%	246 23.3%	58.6% 41.4%	Output Class	41.1% 58.9%	67.6% 32.4%	69.3% 30.7%	58.9% 41.1%	temasta	var	yok	Target Class	
temasta	152 14.4%	61 5.8%	84 8.0%	51.2% 48.8%																						
var	90 8.5%	223 21.1%	25 2.4%	66.0% 34.0%																						
yok	128 12.1%	46 4.4%	246 23.3%	58.6% 41.4%																						
Output Class	41.1% 58.9%	67.6% 32.4%	69.3% 30.7%	58.9% 41.1%																						
temasta	var	yok	Target Class																							
RESNET101	Confusion Matrix <table> <tr> <td data-bbox="529 1176 601 1198">temasta</td><td data-bbox="609 1108 770 1265">165 15.6%</td><td data-bbox="778 1164 938 1209">98 9.3%</td><td data-bbox="946 1164 1104 1209">71 6.7%</td><td data-bbox="1115 1164 1260 1209">49.4% 50.6%</td></tr> <tr> <td data-bbox="571 1332 601 1355">var</td><td data-bbox="609 1310 770 1377">102 9.7%</td><td data-bbox="778 1310 938 1377">199 18.9%</td><td data-bbox="946 1310 1104 1377">29 2.7%</td><td data-bbox="1115 1310 1260 1377">60.3% 39.7%</td></tr> <tr> <td data-bbox="571 1489 601 1512">yok</td><td data-bbox="609 1467 770 1534">103 9.8%</td><td data-bbox="778 1467 938 1534">33 3.1%</td><td data-bbox="946 1467 1104 1534">255 24.2%</td><td data-bbox="1115 1467 1260 1534">65.2% 34.8%</td></tr> <tr> <td data-bbox="502 1355 526 1489">Output Class</td><td data-bbox="609 1668 770 1713">44.6% 55.4%</td><td data-bbox="778 1668 938 1713">60.3% 39.7%</td><td data-bbox="946 1668 1104 1713">71.8% 28.2%</td><td data-bbox="1115 1668 1260 1713">58.7% 41.3%</td></tr> <tr> <td data-bbox="646 1780 707 1825">temasta</td><td data-bbox="837 1780 865 1803">var</td><td data-bbox="997 1780 1026 1803">yok</td><td colspan="2" data-bbox="865 1848 1005 1870">Target Class</td></tr> </table>	temasta	165 15.6%	98 9.3%	71 6.7%	49.4% 50.6%	var	102 9.7%	199 18.9%	29 2.7%	60.3% 39.7%	yok	103 9.8%	33 3.1%	255 24.2%	65.2% 34.8%	Output Class	44.6% 55.4%	60.3% 39.7%	71.8% 28.2%	58.7% 41.3%	temasta	var	yok	Target Class	
temasta	165 15.6%	98 9.3%	71 6.7%	49.4% 50.6%																						
var	102 9.7%	199 18.9%	29 2.7%	60.3% 39.7%																						
yok	103 9.8%	33 3.1%	255 24.2%	65.2% 34.8%																						
Output Class	44.6% 55.4%	60.3% 39.7%	71.8% 28.2%	58.7% 41.3%																						
temasta	var	yok	Target Class																							



Şekil 4.3. Sağ maksiller üçüncü molar diş için modellere ait konfüzyon matrisleri

Sol maksiller üçüncü molar dişin vertikal sınıflamasından üç sınıflı sınıflandırmaya (var, yok, temasta) ait verilere, sağ maksiller üçüncü molar dişin üç sınıfının görüntülerinin simetrisi eklenmiştir. Buna göre ilişki var sınıfında 330, ilişki yok sınıfında 355 ve temasta sınıfında 370 tane veri değerlendirilmiştir.

VGG16, VGG19, ResNet 50, Resnet101 ve GoogleNet modellerinin sol maksiller üçüncü molar diş ve maksiller sinüs arasındaki ilişki var ve ilişki yok şeklindeki iki sınıf tespiti için FOLD değerleri Tablo 4.4’de gösterilmiştir. VGG16 için FOLD1, FOLD2, FOLD3, FOLD4 ve FOLD5 değerlerinin doğruluk oranları sırasıyla; % 86.86, % 91.24, % 89.05, % 90.51 ve % 89.05 şeklindedir. VGG19 için FOLD1, FOLD2, FOLD3, FOLD4 ve FOLD5 değerleri sırasıyla; % 86.13, % 89.78, % 88.32, % 92.7 ve % 89.05 şeklindedir. ResNet50 için FOLD1, FOLD2, FOLD3, FOLD4 ve FOLD5 değerleri sırasıyla % 91.97, % 86.13, % 82.48, % 83.94 ve % 85.4 şeklindedir. ResNet101 için FOLD1, FOLD2, FOLD3, FOLD4 ve FOLD5 değerleri sırasıyla; % 86.86, % 84.67, %

89.78, % 86.13 ve % 88.32 şeklindedir. GoogleNet için FOLD1, FOLD2, FOLD3, FOLD4 ve FOLD5 değerleri sırasıyla; % 88.32, % 91.97, % 83.21, % 78.1 ve % 86.86 şeklindedir. Bu değerlerden hesaplanan VGG16, VGG19, ResNet 50, Resnet101 ve GoogleNet modellerinin ortalama değeri sırasıyla; % 89.34, % 89.19, % 85.98, % 87.15 ve % 85.69 tur. Bu sonuçlara göre VGG16 %89.34 ile en başarılı modelken, GoogleNet %85.69 ile en az başarılı model olmuştur. Çalışmadaki Fusion değeri ise %91.24 tür. Buna göre majority voting fusion yaklaşımıyla elde edilen sonuçta başarı artmıştır.

Tablo 4.4. Sol maksiller üçüncü molar diş için iki sınıflı sınıflandırma sonuçları

	FOLD1	FOLD2	FOLD3	FOLD4	FOLD5	AVERAGE
VGG16	86,86	91,24	89,05	90,51	89,05	89,34
VGG19	86,13	89,78	88,32	92,7	89,05	89,19
RESNET50	91,97	86,13	82,48	83,94	85,4	85,98
RESNET101	86,86	84,67	89,78	86,13	88,32	87,15
GOOGLENET	88,32	91,97	83,21	78,1	86,86	85,69
	FUSION					91,24

Şekil 4.4’de sol maksiller üçüncü molar dişlerin sinüs ile ilişkisinin olup olmadığının gerçek ve tahmini değerlerinin dağılımını gösteren konfüzyon matrisi verilmektedir. Konfüzyon matrisi incelendiğinde normalde sinüsle ilişkili olan 330 tane veriden, YZ 303 tanesini sinüs ile ilişkili olarak doğru şekilde tespit ederken, sinüs ile ilişkili olduğu halde 27 tanesini sinüs ile ilişkili değil olarak yanlış tahmin etmiştir. Diğer yandan sinüs ile ilişkisi olmayan 355 tane veriden, YZ 322 tanesini sinüs ile ilişkisi yok olarak doğru şekilde tespit ederken, 33 tane sinüs ile ilişkisi olmayan diş ise sinüs ile ilişkisi var şeklinde yanlış olarak tahmin edilmiştir. YZ’ nin var sınıfındaki tahmin başarısı %91.8 iken, yok sınıfındaki başarısı %90.7’dir.

		Confusion Matrix		
Output Class	var	303 44.2%	33 4.8%	90.2% 9.8%
	yok	27 3.9%	322 47.0%	92.3% 7.7%
		91.8% 8.2%	90.7% 9.3%	91.2% 8.8%
		var	yok	Target Class

Şekil 4.4. Sol maksiller üçüncü molar diş için iki sınıflı sınıflandırmada fusion sonucuna ait konfüzyon matrisi

Çalışmamızda kullanılan derin öğrenme modellerinin sol maksiller üçüncü molar diş ve maksiller sinüs arasındaki ilişki var, ilişki yok ve temas şeklindeki üç sınıf tespiti için elde edilen FOLD değerleri Tablo 4.5’de gösterilmiştir. VGG16 için FOLD1, FOLD2, FOLD3, FOLD4 ve FOLD5 değerlerinin doğruluk oranları sırasıyla; % 58.29 % 65.88, % 63.69, % 62.09 ve % 59.24 şeklindedir. VGG19 için FOLD1, FOLD2, FOLD3, FOLD4 ve FOLD5 değerleri sırasıyla; % 60.19, % 62.56, % 59.72, % 62.56 ve % 67.77 şeklindedir. ResNet50 için FOLD1, FOLD2, FOLD3, FOLD4 ve FOLD5 değerleri sırasıyla; % 55.45, % 63.51, % 60.66, % 61.61 ve % 60.66 şeklindedir. ResNet101 için FOLD1, FOLD2, FOLD3, FOLD4 ve FOLD5 değerleri sırasıyla; % 65.4, % 66.35, % 62.09, % 62.56 ve % 57.35 şeklindedir. GoogleNet için FOLD1, FOLD2, FOLD3, FOLD4 ve FOLD5 değerleri sırasıyla; % 49.76, % 61.14 % 58.77, % 56.87 ve % 56.4 şeklindedir. Bu değerlerden hesaplanan VGG16, VGG19, ResNet 50, Resnet101 ve GoogleNet modellerinin ortalama değeri sırasıyla; % 61.83, % 62.56, % 60.37, %

62.75 ve % 56.58 dır. Bu sonuçlara göre ResNet101 %62.75 ile en başarılı modelken, GoogleNet %56.58 ile en az başarılı model olmuştur.

Tablo 4.5. Sol maksiller üçüncü molar diş için üç sınıflı sınıflandırma sonuçları

	FOLD1	FOLD2	FOLD3	FOLD4	FOLD5	AVERAGE
VGG16	58.29	65.88	63.69	62.09	59.24	61.83
VGG19	60.19	62.56	59.72	62.56	67.77	62.56
RESNET50	55.45	63.51	60.66	61.61	60.66	60.37
RESNET101	65.4	66.35	62.09	62.56	57.35	62.75
GOOGLENET	49.76	61.14	58.77	56.87	56.4	56.58
	FUSION					69.2

Şekil 4.5’de sol maksiller molar dişlerin sinüs ile ilişkisinin üç sınıflı sınıflandırmasında, gerçek ve tahmini değerlerinin dağılımını gösteren majority voting fusion yaklaşımıyla elde edilen sonuçlar konfüzyon matrisi ile verilmektedir. Konfüzyon matrisi incelendiğinde normalde sinüsle temasta olan 370 tane veriden, YZ 221 tanesini sinüs ile temasta olarak doğru şekilde tespit ederken, sinüs ile temasta olan 149 diştten 59 tanesini sinüs ile ilişkili, 90 tanesini de sinüs ile ilişkili değil şeklinde yanlış tahmin etmiştir. Diğer yandan normalde sinüsle ilişkili olan 330 tane veriden, YZ 219 tanesini sinüs ile ilişkili olarak doğru şekilde tespit ederken, sinüs ile ilişkili olduğu halde 13 tanesini sinüs ile ilişkili değil, 98 tanesini de sinüsle temasta şeklinde yanlış tahmin etmiştir. Çalışmada değerlendirilen sinüs ile ilişkisi olmayan 355 tane veriden, YZ 290 tanesini sinüs ile ilişkisi yok olarak doğru şekilde tespit ederken, 5 tane sinüs ile ilişkisi olmayan diş ise sinüs ile ilişkisi var şeklinde, 60 tanesi ise temasta şeklinde yanlış olarak tahmin edilmiştir. YZ’ nin temas sınıfındaki tahmin başarısı %59.7 iken, var sınıfında %66.4 ve yok sınıfında ise %81.7’dir. Buna göre sağ maksiller molar dişlerde olduğu gibi sol maksiller dişlerde de en yüksek tahmin başarısı ilişki yok sınıfında elde edilirken, en düşük başarı ise temas grubunda elde edilmiştir.

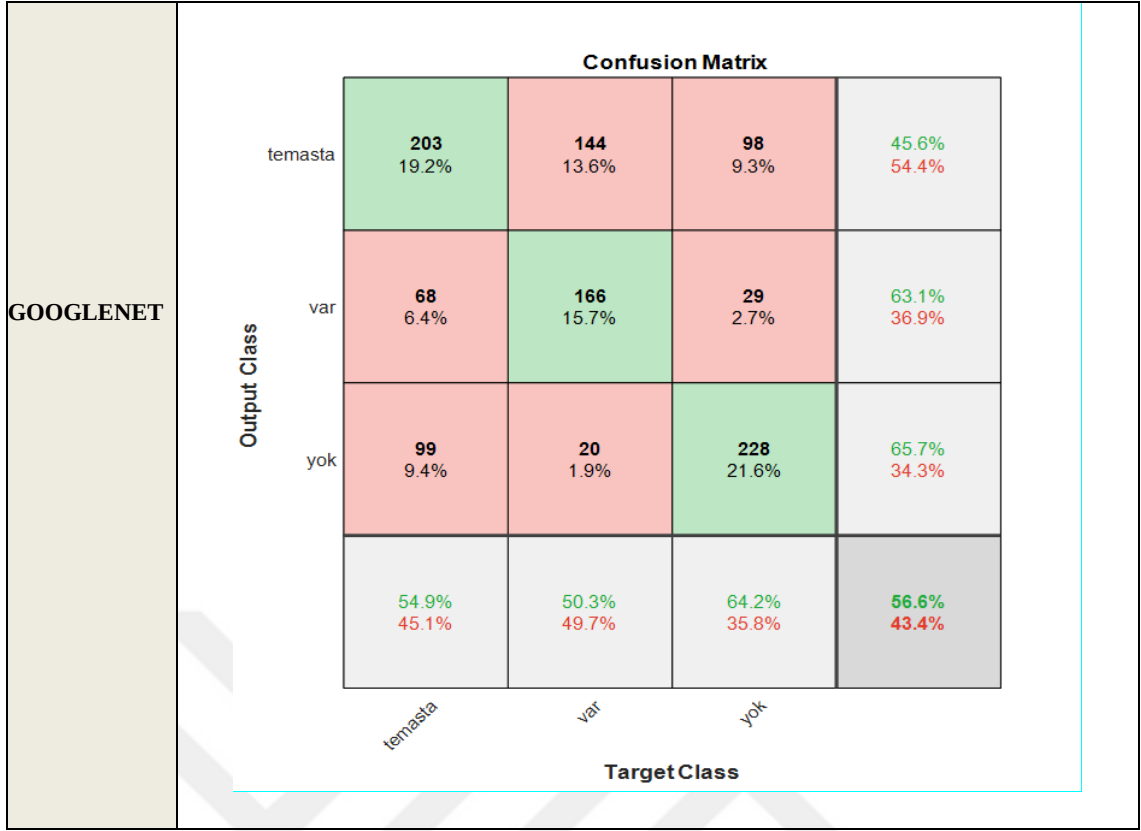
		Confusion Matrix		
Output Class	temasta	221 20.9%	98 9.3%	60 5.7%
	var	59 5.6%	219 20.8%	5 0.5%
	yok	90 8.5%	13 1.2%	290 27.5%
		59.7% 40.3%	66.4% 33.6%	81.7% 18.3%
		Target Class		
		temasta	var	yok
		58.3% 41.7%	77.4% 22.6%	73.8% 26.2%
		69.2% 30.8%		

Şekil 4.5. Sol maksiller üçüncü molar diş için üç sınıflı sınıflandırmada fusion sonucuna ait konfüzyon matrisi

Sol maksiller üçüncü molar diş için üç sınıflı sınıflandırmada derin öğrenme modellerine ait konfüzyon matrisleri Şekil 4.6’da verilmiştir. Şekil incelendiğinde bütün modellerdeki tahmin başarısı ilişki yok sınıfında en yüksek elde edilirken, GoogleNet modeli hariç diğer tüm modellerdeki en düşük başarı temas sınıfında izlenmiştir.

Derin öğrenme modelleri	Modellere ait Konfüzyon Matrisleri																									
VGG 16	Confusion Matrix <table><tr><td>temasta</td><td> 180 17.1% </td><td> 98 9.3% </td><td> 75 7.1% </td><td> 51.0% 49.0% </td></tr><tr><td>var</td><td> 81 7.7% </td><td> 205 19.4% </td><td> 12 1.1% </td><td> 68.8% 31.2% </td></tr><tr><td>yok</td><td> 109 10.3% </td><td> 27 2.6% </td><td> 268 25.4% </td><td> 66.3% 33.7% </td></tr><tr><td></td><td> 48.6% 51.4% </td><td> 62.1% 37.9% </td><td> 75.5% 24.5% </td><td> 61.9% 38.1% </td></tr><tr><td></td><td>temasta</td><td>var</td><td>yok</td><td></td></tr></table> Output Class Target Class	temasta	180 17.1%	98 9.3%	75 7.1%	51.0% 49.0%	var	81 7.7%	205 19.4%	12 1.1%	68.8% 31.2%	yok	109 10.3%	27 2.6%	268 25.4%	66.3% 33.7%		48.6% 51.4%	62.1% 37.9%	75.5% 24.5%	61.9% 38.1%		temasta	var	yok	
temasta	180 17.1%	98 9.3%	75 7.1%	51.0% 49.0%																						
var	81 7.7%	205 19.4%	12 1.1%	68.8% 31.2%																						
yok	109 10.3%	27 2.6%	268 25.4%	66.3% 33.7%																						
	48.6% 51.4%	62.1% 37.9%	75.5% 24.5%	61.9% 38.1%																						
	temasta	var	yok																							
VGG 19	Confusion Matrix <table><tr><td>temasta</td><td> 194 18.4% </td><td> 99 9.4% </td><td> 96 9.1% </td><td> 49.9% 50.1% </td></tr><tr><td>var</td><td> 73 6.9% </td><td> 210 19.9% </td><td> 3 0.3% </td><td> 73.4% 26.6% </td></tr><tr><td>yok</td><td> 103 9.8% </td><td> 21 2.0% </td><td> 256 24.3% </td><td> 67.4% 32.6% </td></tr><tr><td></td><td> 52.4% 47.6% </td><td> 63.6% 36.4% </td><td> 72.1% 27.9% </td><td> 62.6% 37.4% </td></tr><tr><td></td><td>temasta</td><td>var</td><td>yok</td><td></td></tr></table> Output Class Target Class	temasta	194 18.4%	99 9.4%	96 9.1%	49.9% 50.1%	var	73 6.9%	210 19.9%	3 0.3%	73.4% 26.6%	yok	103 9.8%	21 2.0%	256 24.3%	67.4% 32.6%		52.4% 47.6%	63.6% 36.4%	72.1% 27.9%	62.6% 37.4%		temasta	var	yok	
temasta	194 18.4%	99 9.4%	96 9.1%	49.9% 50.1%																						
var	73 6.9%	210 19.9%	3 0.3%	73.4% 26.6%																						
yok	103 9.8%	21 2.0%	256 24.3%	67.4% 32.6%																						
	52.4% 47.6%	63.6% 36.4%	72.1% 27.9%	62.6% 37.4%																						
	temasta	var	yok																							

RESNET50	Output Class	Confusion Matrix			
		temasta	var	yok	
		temasta	var	yok	
		temasta	var	yok	
RESNET101	Output Class	Confusion Matrix			
		temasta	var	yok	
		temasta	var	yok	
		temasta	var	yok	



Şekil 4.6. Sol maksiller üçüncü molar diş için modellere ait konfüzyon matrisleri

5. TARTIşMA

Maksiller sinüsün orta yüz bölgesindeki konumu dişsel gelişimin 18 yaş civarında tamamlamasıyla netleşir ancak gelişimi üçüncü molarlar sürene kadar devam edebilir. (Som & Curtin, 2011). Çalışmamızda maksiller sinüs ile maksiller üçüncü molar ilişkisini doğru olarak kaydedebilmek için kök gelişiminin tamamlanması göz önünde bulundurularak 21 yaş ve üzerindeki bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. Üst üçüncü molar dişlerinin kökü ile maksiller sinüs arasındaki ilişki yaş, cinsiyet, pnömatizasyon derecesi ve orta yüz anatomisindeki etnik çeşitlilikten de etkilenir (Sharan & Madjar, 2006). Çalışmamız herhangi bir etnik grup üzerinde yürütölmemiş olup, çalışmaya dahil edilme kriterlerini taşıyan her hastanın verisi kullanılmıştır.

Maksiller sinüs tabanı, posteriordaki diş köklerinin inferiorunda veya komşu iki dişin aproksimalinde seyrederek girintili çıkıntılı bir sınır oluşturabilir. Literatürde bir çalışmada(Roque-Torres ve ark., 2015) dişlerin yaklaşık %40'ının, bir diğerk çalışmada (Eberhardt ve ark., 1992) ise dişlerin % 36' sının maksiller sinüs tabanının sınırında veya ötesinde olduğu saptanmıştır. Buna göre dişlerin yaklaşık üçte birinden fazlasının sinüsle ilişkili olabileceğini söyleyebiliriz. Bu nedenle kökü ilgilendiren dental tedavilerde ve cerrahi operasyon öncesi bu durum hassas bir şekilde incelenmelidir.

Dental ark üzerinde maksiller ön dişlerden arka dişlere doğru gidildikçe diş köklerinin maksiller sinüs tabanıyla ilişkisinin daha fazla olabileceğı bildirilmiştir.(Eberhardt ve ark., 1992; Kwak ve ark., 2004). Maksiller molar dişlerin köklerini içine alan bakteriyel enfeksiyon periapikal hastalığa ilerleyerek maksiller sinüse yayılmasını kolaylaştırıp mukozitis, sinüzit veya endoantral sendroma neden olabilir. Periapikal cerrahi esnasında sinüs membranında perforasyon ve yabancı bir cismin maksiller sinüs içine yanlışlıkla itilmesi gibi komplikasyonlar gelişebilir. Bu gibi durumlara karşı önlem almak için diş kökleri ile maksiller sinüs tabanı arasında kalın bir

kemik dokusu olmadığı zaman meydana gelen yakın ilişkiye özellikle dikkat edilmelidir (Janner ve ark., 2011; Lu ve ark., 2012; Nurbakhsh ve ark., 2011; Selden, 1999).

Komplikasyonlar hakkında literatürde eksiklik olması, diş hekimlerinin maksiller üçüncü molar cerrahisindeki komplikasyonları hafife almalarına yol açmıştır (Siddiqui ve ark., 2023). Literatürde üçüncü molar dişlerin çekiminden sonra komplikasyon gelişme olasılığı % 4.6- 30.9 olarak bildirilmiştir (Sayed ve ark., 2019). Yapılan bir çalışmada üst üçüncü molar dişlerinin çekiminin yaklaşık %56'sının kolay olmadığı ve üçüncü moların maksiller sinüs ile ilişkisinin, çekimin cerrahi zorluğunu etkileyen beş belirleyici arasında olduğu bildirilmiştir (Carvalho ve ark., 2014). Tüm bu nedenlerden dolayı diş çekimi öncesinde dişlerin ve çevre yapıların anatomisinin bilinmesi ve klinik ve radyolojik olarak durumlarının tespit edilmesi gerekir. Maksiller molar dişler ve maksiller sinüs arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi sonucunda maksiller molar bölgede sinüste olası komplikasyonların önüne geçilebilir (Ganz, 2015; Jung ve ark., 2007; Ok ve ark., 2014; Tyndall ve ark., 2012). Bu bağlamda doğru radyolojik yöntemlerle dişler ve çevre anatomik yapılar arasındaki ilişkileri değerlendirmek çok önemlidir.

İki boyutlu radyografiler ile gömülü üçüncü molar dişlerin mezio-distal konumu ve çenelerdeki derinliği değerlendirilmektedir. KIBT ile bu pozisyonlara ek olarak bukkolingual ve bukkopalatinal pozisyonları da değerlendirmek mümkündür. İki boyutlu radyografiler, operasyon öncesi planlama için faydalı olabilecek bilgiler sağlar ancak KIBT dişin üç boyutlu olarak uzaysal konumunun değerlendirilmesine de izin vermektedir (De Andrade ve ark., 2017).

Lim ve ark. (Lim ve ark., 2012) oroantral perforasyon olasılığını tahmin etmek için yaptıkları çalışmada, maksiller üçüncü molar diş ile maksiller sinüs tabanı arasındaki mesafenin değerlendirilmesinde ve oroantral perforasyon olasılığını tahmin etmede

panoramik radyografların güvenilir bir yöntem olmadığını, KIBT görüntülemenin daha güvenilir bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Jung ve Cho (Jung & Cho, 2015) çalışmalarında panoramik radyografda diş ve sinüs tabanı arasında süperpozisyon izlenmiyorsa oroantral perforasyon riskinin az olduğunu, süperpozisyon varlığında ise sinüs perforasyonundan kaçınmak için sinüs ile üçüncü azı dişleri arasındaki ilişkinin detaylı incelenmesi gerektiğini bulmuşlardır. Oberli ve ark. (Oberli ve ark., 2007) apeksi içeren cerrahi işlemlerin yarısında oroantral birleşim oluştuğunu söylemişlerdir. Maksiller sinüsün içinde olan dişlerin çekimiyle ortaya çıkan oroantral birleşim kapatılmazsa oroantral fistüle ilerleyebilir (Güven, 1998; Howe, 1962). Bu nedenle maksiller sinüsle ilişkili olabilecek işlemlerde oroantral perforasyon açısından dikkatli olmak gereklidir.

Diş kökleriyle maksiller sinüsün temasta olduğu veya kökün sinüse penetre olduğu durumlarda, KIBT görüntülerinde kökle sinüs tabanı arasında mesafe yoktur ve kemik izlenmez. Sinüsle ilişkili olan kök apekslerinin etrafında ince bir kemik lameli veya sinüs membranı bulunur (Hauman ve ark., 2002). Bir çalışmada kök apekslerinin üzerinde sadece mukoza olabileceği bildirilmiştir (Bouquet ve ark., 2004). Literatürde birçok çalışmada maksiller üçüncü molarların sinüse kaçtığı bildirilmiş olup bu sıklığının % 0.6-3.8 aralığında olduğu raporlanmıştır (Chiapasco ve ark., 1993; Hirata ve ark., 2001; Killey, 1964; Lee, 1970; Sisk ve ark., 1986; Wächter & Stoll, 1995). Çekim öncesinde mandibular üçüncü molarların mandibular kanal ile ilişkilerinin önemli olduğu kadar, maksiller üçüncü molarların maksiller sinüsle ilişkileri de önemlidir. Maksiller üçüncü molar dişlerin cerrahisinin komplikasyonlu olabilmesi ve diş çekiminin sık uygulanan işlemlerden olması nedeniyle çalışmamızda maksiller üçüncü molar dişleri değerlendirdik.

Rutin muayenede dişlerin radyolojik olarak değerlendirilmesinde panoramik radyograflar ilk olarak tercih edilen tanısal yardımcıdır. Panoramik radyograflarda magnifikasyonlar, süperpozisyonlar, hayalet (ghost) görüntüler oluşur (Higashi ve ark., 1983; Langlais ve ark., 1995). Panoramik radyograflar maksiller sinüs ebatları hakkında net sonuçlar veremeyip tahmini sonuçlar verir (Langland & Sippy, 1968). Panoramik radyografların iki boyutlu görüntüleme sağlaması ve görüntüleme alanı üzerine olan dezavantajlarından kaynaklı olarak maksiller üçüncü molarların sinüs tabanı ile ilişkisini belirlemek zordur. Yapılan çalışmalarda panoramik radyografların dezavantajlarına rağmen rutinde çoğu klinik durumda yararlı olduğu ve mandibular üçüncü azı dişleri için önerildiği gibi preoperatif BT taraması ihtiyacını belirleyen bir ön tanı aracı olduğu söylenmiştir (Lopes ve ark., 2016; Neves ve ark., 2012). Bu yüzden biz de klinikte en çok kullanılan radyolojik tetkik olduğu için çalışmamızı panoramik radyograflar üzerinde yürüttük.

KIBT' nin kullanımı ile iki boyutlu radyografinin magnifikasyon, distorsiyon ve süperpozisyon gibi dezavantajları büyük oranda aşılmıştır. KIBT'nin avantajı, düşük magnifikasyonla üç boyutlu, çok düzlemli görüntüler sağlamasıdır (Killey, 1964). KIBT maksiller üçüncü molarlar ile maksiller sinüs arasındaki ilişkiyi doğru bir şekilde üç boyutlu olarak değerlendirmek için en iyi teknik olarak değerlendirilmiştir (Z. Z. Yurdabakan ve ark., 2018). Ayrıca KIBT, hem yumuşak dokuyu hem de kemik dokuyu ince ve çok sayıda kesitler halinde görüntüleyebildiği için maksiller sinüslerin değerlendirilmesinde de standart haline gelmiştir (Ok ve ark., 2014). Biz de çalışmamızda kullandığımız YZ eğitim verilerini bu nedenlerden dolayı KIBT görüntüleri üzerinden elde ettik.

Maksiller sinüs ile dişler arasındaki ilişkiyi KIBT kullanarak tanımlayan çalışmalar mevcuttur (Demirtas & Harorli, 2016; Eberhardt ve ark., 1992; Kilic ve ark.,

2010; Ok ve ark., 2014; Shrestha ve ark., 2022). Literatürdeki bazı çalışmalarda da posterior maksiller diş kökleri ile maksiller sinüs arasındaki ilişkinin değerlendirilmesinde hem KIBT hem de panoramik radyograflar kullanılmış ve bu iki görüntüleme tekniğinin sonuçları karşılaştırılmıştır (Jung & Cho, 2015; Kilic ve ark., 2010; Kirkham-Ali ve ark., 2019; Lopes ve ark., 2016; Roque-Torres ve ark., 2015; Shahbazian ve ark., 2014). Kılıç ve ark., yaptıkları çalışmada, KIBT’de 37 tane kök sinüsle ilişkiliyken, panoramik radyograflarda 64 tanesini sinüsün içinde izlemişlerdir. (Kilic ve ark., 2010). Bir çalışmada kök ve sinüsün dikey ilişkisi incelendiğinde 817 olgunun 557’sinde panoramik yöntemin KIBT yöntemiyle eşleştiği görüldü (Dehghani ve ark., 2017). Bu sonuç Bashizadehfakhar (Fakhar ve ark., 2014) (%55.7) ve Sharan’ın (Sharan & Madjar, 2006) (%59) panoramik ve BT yöntemlerini karşılaştıran bulgularıyla uyumluydu. Lopes ve ark. (Lopes ve ark., 2016) kökler sinüsten uzaktaysa ve kökler sinüs içinde izleniyorsa panoramik radyografların yeterli olduğunu bildirmiştir. Kalkur ve ark. (Kalkur ve ark., 2017) 510 tane diş üzerinde yaptıkları çalışmada, KIBT üzerinde diş ile sinüs arasında mesafe olduğu yani ilişkinin olmadığı 133 tane dişin panoramik radyografıta 50 tanesini doğru bir şekilde saptadı ancak diğerlerini yanlış saptadı. KIBT üzerinde değerlendirildiğinde temasta izlenen 189 tane dişin panoramik radyografıta 73 tanesini doğru bir şekilde tanımlandı. Yaptıkları çalışma sonucunda panoramik radyografin kökler sinüsten uzakta olduğunda en doğru sonucu verdiği ve diğer durumlarda doğruluğunun zayıf olduğunu bildirdiler. Bizim çalışmamızda da modellerin tahmininde en başarılı olduğu sınıf, köklerin sinüsten uzakta olduğu ilişki yok sınıfıydı.

Lopes ve ark. (Lopes ve ark., 2016) 330 tane maksiller arka diş üzerinde yaptıkları çalışmada, KIBT ve panoramik radyograf arasında en yüksek uyumun olduğu sınıflandırmalar sırasıyla diş ve sinüs arasında ilişkinin olmadığı durum, temas durumu

ve ilişkinin bariz olduğu sınıflardı. Lopes ve ark. (Lopes ve ark., 2016), kök ucu sinüsten belirgin bir uzaklıkta olduğunda her iki yöntem arasında %78 uyum bulurken Kalkur ve ark.(Kalkur ve ark., 2017) ise aynı durumda %85 uyum bulmuştur. En yanlış sonucu veren sınıflandırma ise köklerin sinüs üzerine çıkıntı yaptığı ancak aslında lateral veya medial konumda olduğu sınıftı (Lopes ve ark., 2016). Shahbazian ve ark. (Shahbazian ve ark., 2014) kanin ve premolar bölgede yaptıkları çalışmada, sinüsle temas halinde olmayan dişlerde yüksek düzeyde başarı elde etmişlerdir. Sharan ve Madjar (Sharan & Madjar, 2006) çalışmasında panoramik radyograflarda sinüs boşluğuna çıkıntı yapan köklerin sadece %39'unun BT görüntüsünde sinüs içine penetre olduğunu yani kökler maksiller sinüse doğru çıkıntı yaptığında uyumun düşük olduğunu buldular. Dolayısıyla bu durumlarda sinüs ile diş kökü arasındaki gerçek ilişkiyi tespit etmek için 3 boyutlu bir görüntüye ihtiyaç duyulur (Sharan & Madjar, 2006). Roque-Torres (Roque-Torres ve ark., 2015) iki ve üç boyutlu görüntülemeyi karşılaştırdığı çalışmada, panoramik radyograflarda tüm verinin %43.7'sinin sinüs içinde görüldüğünü, buna karşılık gelen KIBT'de ise yalnızca %3.1'inin gerçekten sinüs içinde olduğunu buldu. Freisfeld ve ark. (Freisfeld ve ark., 1993) panoramik radyograflarda 129 kökten 64'ünün maksiller sinüse penetre olduğunu, ancak BT'de yalnızca 37 kökün penetrasyon gösterdiğini bulmuşlardır. Bouquet ve ark. (Bouquet ve ark., 2004) panoramik radyograflarda sinüsle ilişkili olduğu izlenen 30 tane üçüncü molar kökten, BT görüntülerinde 7 tanesinin sinüsün lateralinde olduğu ve sinüsle ilişkili olmadığını tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde panoramik radyograflarda sinüsle ilişkiliymiş izlenimi veren dişlerin KIBT incelemelerinde büyük çoğunluğunun aslında ilişkisiz olduğu görülmektedir. Literatürde ortaya konan tüm bu sonuçlar KIBT' nin teşhisteki başarı oranının yüksekliğini ve panoramik radyograflar ile tespit edilemeyen durumlarda ileri görüntüleme tekniklerine

olan ihtiyacı doğrulamaktadır. Çalışmamızda bu gibi durumlarda hekime yol göstermeyi hedeflemekteyiz.

Vazquez ve ark. (Vázquez ve ark., 2020) maksiller üçüncü molar dişler ile maksiller sinüs arasındaki ilişkiyi saptamak için panoramik radyograf ile KIBT görüntüleri karşılaştırdığı çalışmalarında, panoramik radyografin maksiller sinüs tabanı ile üst üçüncü azı dişleri arasındaki gerçek ilişkiyi tespit edemediği sonucuna varmışlardır. Deng ve ark. (Deng ve ark., 2009) panoramik görüntünün, sinüs tabanı ile diş kökleri arasındaki mesafe olduğunda yeterli bilgi sağladığı ve KIBT istemine gerek olmadığını söylemişlerdir. Hawramy ve ark. (Hawramy ve ark., 2012), panoramik radyografda bir çıkıntı tespit edildiğinde, BT taramasının maksiller sinüs ile ilişkisi hakkında bilgi sağlamak için gerekli olduğunu söylediler. Lim ve ark. (Lim ve ark., 2012) yaptıkları çalışmada maksiller üçüncü molar diş köklerinin sinüse uzaklığını ölçmek için konvansiyonel radyografiye kıyasla KIBT görüntülemenin daha efektif olduğunu bildirmişlerdir. Shahbazian ve ark. (Shahbazian ve ark., 2014) çalışmasında, panoramik radyograflara göre üç boyutlu KIBT görüntülemenin, maksiller sinüs ile posterior dişlerin kök apeksleri arasındaki ilişkiyi daha iyi değerlendirmeye olanak sunduğu sonucunu bulmuşlardır. Roque-Torres ve ark. (Roque-Torres ve ark., 2015) diğer çalışmalara benzer şekilde köklerin maksiller sinüs tabanının altında olduğu durumda panoramik radyograf ile KIBT arasında yüksek düzeyde bir uyum bulurken, kökler temas halindeyken veya maksiller sinüs tabanının üzerinde olduğunda düşük bir korelasyon olduğunu söylediler. Kirkham ve ark. (Kirkham-Ali ve ark., 2019) kök ucu sinüsten belirgin bir uzaklıkta olduğunda panoramik radyografinin doğru sonuç verebileceğini bildirdi. Ancak kökler sinüs üzerinde lateral veya medial olarak çıkıntı yapıyorsa veya sinüs tabanına temas ediyorsa, panoramik görüntülerin genellikle bu durumlarda güvenilir olmadığını ve köklerin sinüs içindeymiş gibi görünmesine neden olacağını

söyledi. Çalışmamız sonuçlarına göre temas ilişkisi olmadığı sürece, maksiller üçüncü molar dişlerin maksiller sinüs ile ilişkisinin incelenmesinde panoramik radyografların etkinliğinin yüksek olabildiği sonucuna varıldı. Köklerle sinüs arasında kemik dokusu varsa gerçek değerler ve YZ'nin tahmin ettiği değerler arasında yüksek düzeyde uyum izlendi.

Hassan ve ark. (Hassan, 2010) yaptıkları çalışmada, panoramik radyograf ile KIBT arasındaki korelasyonun, en az bir kök ucu sinüste olduğu sınıf 0 da %50, sinüs ile diş temasta olduğu sınıf 1 de %26 ve tüm köklerin sinüste olmadığı sınıf 3 de %56.1 olduğunu buldu. Deng ve ark. (Deng ve ark., 2009) kökün sinüsün kortikal sınırlarıyla temas halinde olmadığı sınıf 0 grubunda KIBT ile panoramik görüntüleme sonuçları arasında yüksek düzeyde uyum olduğunu söyledi.(Deng ve ark., 2009) Roque-Torres ve ark. (Roque-Torres ve ark., 2015) çalışmasında kökler sinüs tabanının altında olduğunda yani herhangi bir temas olmadığında KIBT verileri ile panoramik radyograf arasında yüksek düzeyde bir korelasyon olduğunu söyledi. Bizim çalışmamızda da YZ' nin panoramik radyograflar üzerinden ilişki tespiti tahmininde en başarılı olduğu sınıf, kökler ile maksiller sinüs arasında mesafe olan ilişki yok sınıfıydı. İkinci en başarılı olan sınıf ise köklerin sinüs içinde yer aldığı ilişki var sınıfıydı.

Diş kökleri ve maksiller sinüs arasındaki kesin ilişkinin belirlenmesinde hem periapikal radyografların hem de panoramik radyografların güvenilirliğinin araştırıldığı çalışmalar da vardır. Hassan çalışmasında (Hassan, 2010) bu ilişkinin belirlenmesinde periapikal radyografların panoramik radyograflara göre biraz daha güvenilir olduğunu ancak her iki görüntülemenin de başarısız olduğu sonucuna varmışlardır. KIBT taramaları ve periapikal radyograf skorları arasında, KIBT taramaları ve panoramik görüntü skorları arasında olduğundan daha iyi bir korelasyon vardı. Sharan ve ark. (Sharan & Madjar, 2006) ise bu çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde hem periapikal radyografların hem

de panoramik radyografların güvenilir olmadığını ve periapikal radyografların bu ilişkiyi belirlemede panoramik radyograflara göre biraz daha güvenilir olduğunu göstermiştir. Hassan ve ark. (Hassan, 2010) bunun nedeninin, intraoral radyografiler için hem filmin hem de kökün uzun ekseninin birbirine paralel olduğu paralel tekniğin kullanılması olabileceğini söylemişlerdir. Paralel teknikte magnifikasyon az olup dişin kendi ebatlarına yakın bir görüntü elde edilir ve üst molar bölgeden alınan radyograflarda zigomatik ark molar dişlerin kökleri üzerine süperpoze olmadığı için ilişkiyi doğru yorumlamak daha kolay olabilir.

Sharan ve Madjar (Sharan & Madjar, 2006) çalışmasında, panoramik radyografların, CT görüntüleri kullanılarak ölçülen sinüs içine kök çıkıntı uzunluğuna göre 2,1 kat daha fazla gösterdiğini bildirdi. Kirkham Ali ve ark. (Kirkham-Ali ve ark., 2019) yaptıkları çalışmada panoramik radyografda kök boylarının 2,24 kat uzadığını belirledi. Lopes ve ark. (Lopes ve ark., 2016) kök ile sinüs arasındaki uzaklığı kıyaslı olarak panoramik radyograf ve KIBT aracılığıyla ölçmüş; ölçüm sonuçlarının KIBT değerlendirmelerinde daha uzun olduğunu bildirmişlerdir. Yine aslında sinüse göre medialde veya lateralde konumlanan köklerin de çoğunun, panoramik radyografda sinüsün içinde gibi izlendiğini bildirmişlerdir. Bu durumda, kök boylarındaki uzama düşünüldüğünde, BT görüntülerinde kök apeksinin maksiller sinüs tabanı ile temas halinde olduğu izlenirken, panoramik radyografda kökün büyük bir kısmı sinüs boşluğunda gibi izlenebilir. Çalışmamızdaki yanlış tahminler arasında KIBT değerlendirmeye göre temasta olan dişleri, YZ' nin ilişki var olarak tahmin etme oranı yüksekti. KIBT değerlendirmeye göre ilişki yok olarak izlenen dişleri ise YZ' nin ilişki var veya temasta olarak yanlış tahmin etmesinin nedenlerinden biri panoramik radyograflarda kök boylarındaki uzama olabilir.

Köklerin maksiller sinüs tabanına çok yakın olduğu veya temasta olduğu vakalarda anatomik yapıların üst üste binmesi, hayalet görüntü oluşumu, yatay ve dikey bozulmalar nedeniyle panoramik radyografi ile değerlendirme yapmak zordur (Bouquet ve ark., 2004). Panoramik radyograflarda köklerin sinüsle ilişkisi olduğundan daha fazla izlenir. Bunun sebebi x-ışınının projeksiyon açısı ve sinüsle ilişkili olmayıp aslında sinüse göre bukkal veya lingual pozisyonundaki diş köklerinin panoramik radyografda sinüsün üzerine süperpoze olması olabilir. Bizim çalışmamızda YZ panoramik radyograflar üzerinden sonuç vermiştir. Panoramik radyografinin bu dezavantajları ise bizim çalışmamızın başarısını düşüren etmenler arasında sayılabilir. Bu durum çalışmamızda başarıyı düşüren etmenler arasında sayılabilir.

Panoramik radyograflarda köklerin çevresindeki önemli anatomik yapılarla ilişkisini gösteren belirteçler olup olmadığının araştırıldığı çalışmalar vardır. Alt çenede mandibular kanal ile köklerin ilişkisindeki belirteçleri araştıran bir çalışmada Rood ve Shehab (Rood & Shehab, 1990), panoramik görüntüler üzerinde izlenebilecek olan kökün kararması, sapmış kökler, kökün daralması, koyu ve çatallı kökler, mandibular kanalın radyoopak sınırlarının kesintiye uğraması ve inferior alveolar sinirin sapması ve daralması gibi durumları inceledi. Bu çalışmada inferior alveolar kanalın seyrinin değişmesinin, kökün koyulaşmasının ve mandibular kanal korteksinin kesintiye uğramasının inferior alveolar sinirin yaralanmalarıyla önemli ölçüde ilişkili olduğu sonucuna varıldı. Bu yedi belirtecin kullanışlılığını destekleyen çeşitli çalışmalar mevcuttur (Blaeser ve ark., 2003; Kim ve ark., 2012; Monaco ve ark., 2004; Szalma ve ark., 2010). Bir çalışma sonucuna göre, kökün kararması veya kökte artan radyolüseni, mandibular kanalın radyoopak sınırlarının kesintiye uğraması ve mandibular kanalın sapması arasında bir korelasyon olduğu ve en önemli öngörücü faktörlerin bu belirteçler olduğu sonucuna varıldı (Szalma ve ark., 2010). Maksillada ise Lopes ve ark. (Lopes ve

ark., 2016) KIBT bulgularını baz alarak yaptığı çalışmasında, sinüse doğru çıkıntı yapan bir kökün panoramik radyograftan tespiti için önemli belirteçleri inceleyen bir çalışma gerçekleştirdiler. Çalışmalarında panoramikteki belirteçler olarak kök uçlarının sinüs boşluğuna çıkıntısı, maksiller sinüs tabanının kesintiye uğraması, lamina dura yokluğu, kök uçlarında kararma ve ilgili diş kökünü saran kavisli sinüs tabanını belirledi. Çalışmalarında köklerin maksiller sinüse penetre olduğu vakaların %51'inde maksiller sinüs tabanının kesintiye uğradığını buldu ve maksiller sinüs tabanının devamlılığında bozulma izlenmesinin kökün sinüs içinde yer alabileceğinin bir bulgusu olabileceğini söylemiştir. Bu belirteçler incelendiğinde, mandibular kanalla mandibular dişlerin ilişkisini öngören belirteçlerle benzerdi. Benzer şekilde mandibular kanalın korteksindeki devamlılığın bozulması, alt alveolar sinirin cerrahi yaralanmaları ile pozitif olarak ilişkilidir (Neves ve ark., 2012). Ancak maksiller sinüs tabanında kesinti olmayan durumlarda bile sinüs boşluğuna gerçek kök penetrasyonu olabileceği konusunda dikkat edilmelidir (Lopes ve ark., 2016). Themkumkwun ve ark. (Themkumkwun ve ark., 2019) yaptığı çalışmada, kök apeksinin sinüs boşluğunda çıkıntı yapması en belirgin işaret olarak bulunmuş olup bunu kökün apikal bölgesinin kararması, periodontal ligament boşluğunun olmaması, maksiller sinüs tabanı korteksinin kesintiye uğraması ve kökü saran sinüs tabanının yukarı doğru kıvrılması izledi. Sonuç olarak kök apeksinin sinüs boşluğuna çıkıntı göstermesi ve kökün apikal bölgesinin kararmasının, kökün maksiller sinüse doğru protrüzyonunu güçlü bir şekilde gösteren panoramik işaretler olduğunu bulmuşlardır. Ancak bir kök hiç işaret göstermeyebileceği gibi birden fazla işaret de gösterebilir ve panoramik radyografda tespit edilen işaretlerin sayısı arttıkça kökün maksiller sinüse protrüzyon ihtimalinin artacağını bildirmişlerdir. Charoenwathana ve ark. (Charoenwathana ve ark., 2023) çalışmasında panoramik görüntülerde 'PDL alanının yokluğu' ve lamina duranın yokluğunu, KIBT görüntülerinde maksiller sinüse doğru

çıkıntı yapan kökün kemik desteğinin derecesi ile ilişkilendiren iki yüksek risk belirteci olduğu sonucuna ulaştı. Kılıç ve ark. (Kilic ve ark., 2010) kökün sinüs içine projeksiyonu ve sinüs tabanının kesintiye uğramasını, KIBT'de kökün sinüs içinde olduğunun göstergesi kabul etti. Sonuç olarak panoramik radyograf, posterior dişler ile maksiller sinüs arasındaki topografik ilişkinin kesin olarak değerlendirilmesine olanak sağlamasada kökün sinüs boşluğuna projeksiyonu ve sinüs tabanındaki devamlılığın bozulması gibi radyografik işaretler köklerin maksiller sinüse penetre olabileceğini düşündürmektedir. Klinisyenler bu radyografik bulgular karşısında emin olamadıklarında, posterior maksillanın preoperatif incelenmesinde KIBT taraması isteyebilir (Lopes ve ark., 2016).

Literatürde maksiller sinüs ve maksiller dişleri birçok yönden inceleyen çalışmalar vardır. Jung ve Cho (Jung & Cho, 2015) panoramik radyograflarda maksiller üçüncü molar dişlerin erupsiyonunu, retromolar boşluğu, maksiller üçüncü molar dişlerin komşuluğundaki ikinci molar dişle ve maksiller sinüsle ilişkisini; KIBT görüntülerinde ise maksiller üçüncü molar dişlerin angulasyonunu, kök sayısını ve maksiller sinüsle arasındaki horizontal ilişkiyi değerlendirmişlerdir. Yurdabakan ve ark. (Yurdabakan ve ark., 2018) KIBT görüntülerini kullanarak yaptıkları çalışmada, maksiller üçüncü molar dişlerin angulasyon tipini, derinliğini ve maksiller sinüsün üçüncü molar dişlerle olan yatay ve dikey ilişkisini değerlendirmişlerdir. Matzen ve ark. (Matzen ve ark., 2017) panoramik radyograf ve KIBT görüntüleri üzerinde karşılaştırmalı olarak yaptıkları çalışmada mandibular üçüncü molar dişler ile ilgili patolojik bulguları, angulasyon tipini, kronun çevresinde artmış periodontal boşluğu, ikinci molar ile temas yerini ve ikinci molarların distal yüzeyinde rezorpsiyon ve marjinal kemik kaybını incelemişlerdir. Hermann ve ark. (Hermann ve ark., 2019) maksiller gömülü üçüncü molar dişi panoramik radyograf ve KIBT görüntüleri üzerinde değerlendirerek, gömülü dişin angulasyonu ve folikül genişliği, kök sayısı, kemik içi gömüklülük tipi ve patoloji varlığı, ikinci

molarlardaki marjinal kemik seviyesi ve köklerindeki rezorpsiyon gibi durumları incelemişlerdir. Yurdabakan ve ark.(Yurdabakan ve ark., 2018), Kwak ve ark.(Kwak ve ark., 2004), Yoshimine ve ark.(Yoshimine ve ark., 2012), Kılıç ve ark. (Kilic ve ark., 2010) ve Pagine ve ark.(Pagine ve ark., 2013) yaptıkları çalışmalarda vertikal sınıflamaya göre maksiller sinüsün molar dişlerle yaptığı en sık ilişki tipinin, maksiller sinüs tabanının maksiller üçüncü molar diş köklerinden uzakta olduğu ilişki tipi olduğunu bulmuşlardır.

Maksiller sinüs ayrıca çeşitli YZ çalışmalarına da konu olmuştur. Maksiller sinüs segmentasyonu (Cha ve ark., 2021; Choi ve ark., 2022; Xu ve ark., 2020), maksiller sinüs hacminin tahmini (Hamd ve ark., 2023) maksiller sinüzit tanısı ve değerlendirilmesi (Kim ve ark., 2019; Mori ve ark., 2021; Murata ve ark., 2019), maksiller sinüs lezyonlarının tespiti ve diagnozu (Ha ve ark., 2023; Kuwana ve ark., 2021), paranasal sinüs görüntülerinden yaş tahmini (D.-K. Kim ve ark., 2021) gibi çalışmalar bunlardan birkaçıdır.

YZ alanında yapılan çalışmalarda, algoritmaların tanı performanslarının uzmanlara eşdeğer olduğu doğrulanmıştır (Ekert ve ark., 2019; Krois ve ark., 2019; Lee ve ark., 2019a; Tuzoff ve ark., 2019; Vinayahalingam ve ark., 2019; Fukuda ve ark., 2020; Lee ve ark., 2020). Bizim çalışmamızda da maksiller üçüncü molar dişlerin ilişkisi, derin öğrenme algoritmaları aracılığıyla en az %89 olarak yüksek başarı oranında tahmin edildi. Gelecekte yapılacak YZ uygulamalarıyla performans metriklerinin başarı oranının %100 oranına ulaşması durumunda, klinik pratiğinde maksiller üçüncü molar dişlerin pozisyon özelliklerinin otomatik olarak sınıflandırılması mümkün olacaktır.

Panoramik radyograflar özellikle kökleri sinüste yer alan veya sinüsle ilişkili olmayan maksiller dişleri görüntülemeye başarılı olduğunu bildiren çalışmalar vardır (Deng ve ark., 2009; Hawramy ve ark., 2012; Lopes ve ark., 2016). Ancak köklerin sinüs tabanını oluşturduğu olgularda yanlış pozitif sonuç vererek kökün sinüse uzandığı veya

uzanmadığı yanılığını oluşturabilmektedir (Kirkham-Ali ve ark., 2019). Ding ve ark. (Ding ve ark.) yaptıkları çalışmada diş hekimlerinin ve radyologların aynı panoramik radyograflarda diş ve sinüs arasındaki gerçek temas ilişkisinin tespitine dair kararlarının düşük ila orta tutarlılıkta olduğunu söyledi. Bizim çalışmamızda da en fazla yanlış pozitiflerin olduğu ilişki tipi temas sınıfıydı. Preoperatif değerlendirmede yanlış pozitiflerin varlığı dental tedaviler için risk faktörüdür ve komplikasyonlar açısından dikkat gerektirir.

Çalışmamızda artefaktlı görüntüler, maksiller sinüs ve maksiller üçüncü molarların görüntülenmesine engel olan dento-alveoler patoloji varlığı, konjenital sendrom, kraniofasial sendrom, dudak damak yarığı, kraniofasial bölge kemik hastalıkları ve kraniofasial bölgede patolojileri bulunan vakalar, ortognatik cerrahi görmüş hastaların görüntüleri veri setine dahil edilmemiştir. Çalışmamızın dar bir popülasyonda yapılmış olması limitasyonumuzdur. İlerleyen dönemlerde yapılacak olan çalışmalarda, çalışmaya dahil etme kriterleri daha kapsamlı olacak şekilde çalışılıp, daha geniş bir popülasyon üzerinde uygulanarak, klinik pratik açısından daha verimli YZ algoritmaları elde edilmesi düşünülebilir.

Çalışmamızda veri setini oluşturan görüntüler aynı panoramik cihazında, aynı parametrelerle çekilen görüntülerden oluşmaktadır. Farklı cihazlar ve farklı çekim parametreleri uygulanarak elde edilecek görüntülerle yapılacak olan çalışmalar ile daha etkin YZ modelleri elde edilebilir. Ayrıca elde edilen YZ modellerinin başarısının daha iyi değerlendirilebilmesi için eksternal test veri seti kullanılması önerilmektedir.

Çalışmamızda görüntüler bir araştırma görevlisi tarafından değerlendirilmiştir. Hem gözlemci sayısı artırılarak hem de diş hekimliğindeki farklı branşlardan ve farklı klinik deneyimlere sahip olan diş hekimleri seçilerek başarı kıyaslaması yapılabilir.

Çalışmamıza kök gelişimi tamamlanmamış dişler dahil edilmemiştir. Ancak klinik rutinde bu dişlere de cerrahi işlem uygulanabilmektedir. Bu yüzden bu dişler de veri setine dahil edilerek çalışmanın kapsamı genişletilebilir.

Bu tez çalışmasında, panoramik radyograflarda maksiller molar dişlerin maksiller sinüsle ilişkisinin incelenmesinde KIBT verileriyle eğitilen YZ algoritmaları iyi performans göstermiştir. Gelecekteki YZ çalışmalarında periapikal radyografi veya CBCT gibi farklı görüntüleme yöntemleri kullanılarak sinüsle ilişkili olabilecek diğer dişleri konu alacak şekilde çalışmanın kapsamı genişletilebilir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, maksiller üçüncü molar dişlerin pozisyon özellikleri derin öğrenme algoritmalarından olan VGG16, VGG19, ResNet50, ResNet101 ve GoogleNet ile değerlendirildi. Kullanılan algoritmaların verileri sınıflandırmadaki başarılarının belirlenmesi hedeflendi. Çalışmanın sonuçlarına göre;

Kron ve/veya kök ile maksiller sinüs arasındaki iki sınıflı sınıflandırma performanslarına bakıldığında veri setinde modellerin performans metriklerine bağlı fusion doğruluk değerinin sağ maksiller üçüncü molar diş için %89.34 ve sol maksiller üçüncü molar diş için %91.24 olduğu belirlendi. Üç sınıflı sınıflandırmada ise bu değerler sırasıyla %68.72 ve 69.2 olduğu görüldü.

Sağ maksiller molar dişte iki sınıflı ilişkinin belirlenmesinde, VGG16 modelinin tahmin başarısı diğer modellere göre yüksekti. Üç sınıflı ilişkinin belirlenmesinde ise VGG19 modeli en başarılıydı. Üç sınıflı ilişkinin belirlenmesinde her bir modelin tahmin etiketleri kullanılarak elde edilen fusion sonucunda ise modellerin tek tek performansına göre daha fazla başarı elde edildi.

Sol maksiller molar dişte iki sınıflı ilişkinin belirlenmesinde, VGG16 modelinin tahmin başarısı diğer modellere göre yüksekti. Üç sınıflı ilişkinin belirlenmesinde de yine VGG16 modeli en başarılıydı. Modellerin fusion sonucuna göre ise iki ve üç sınıflı her iki problemde de daha yüksek başarı elde edildi.

Geliştirdiğimiz YZ algoritmalarının panoramik görüntüler üzerinden dişler ile maksiller sinüs arasındaki ilişki tespit sonuçları umut vericidir. Çalışmada eğitilen VGG16, VGG19, ResNet50, ResNet101 ve GoogleNet YZ modellerinin iki sınıflı ilişki fusion sonuçları ise en az % 89 dur. Kullandığımız YZ modelleri ile maksiller sinüs ve maksiller üçüncü molar dişler arasındaki ilişkinin tespit doğruluğu artırılabilir ve KIBT kullanım sıklığı azaltılabilir.

Çalışmada eğitilen VGG16, VGG19, ResNet50, ResNet101 ve GoogleNet YZ modellerinin üç sınıflı ilişki fusion sonuçları ise en az % 68 dir. Çalışmada, retrospektif tarama sonucunda maksiller üçüncü molar dişlerin vertical sınıflandırılmasına ait sonuçlarda bazı grupların görülme sıklığının az olması nedeniyle ilgili gruplarda yeterli veri sayısı elde edilemedi. Yapılacak çalışmalarda, pozisyon özelliklerine ait grupların birbirine yakın sayılarda veriye sahip olması algoritmaların performanslarını olumlu yönde etkileyebilir.

Çalışmamız sonuçlarına göre her iki sınıflandırmada da tüm modellerden elde edilen tahmin başarısı, ilişki yok durumunda en yüksekti. Buna göre maksiller sinus ve maksiller üçüncü molar dişler arasında ilişkinin olmadığı durumlarda panoramik radyografinin maksiller molar dişlerin sinüsle olan ilişkisini belirlemede etkinliğinin yüksek olduğunu söyleyebiliriz.

Çalışmamızda maksiller üçüncü molar dişlerin kronu ve/veya kökü ile maksiller sinüs arasındaki ilişkinin panoramik radyograflarda YZ ile başarılı bir şekilde tespit edildiği görüldü. Elde edilen sonuçlara göre, maksiller üçüncü molar dişlerin tedavisi sırasında maksiller sinüsü etkileyebilecek durumlar, rutin olarak alınan panoramik radyograflarda YZ ile tahmin edilerek, YZ destekli sistemlerin klinik pratiğe olumlu yönde katkı sağlayabileceğini gösterdi.

Panoramik radyograflar kullanarak yapılan preoperatif değerlendirmede üçüncü büyük azı dişleri ile anatomik oluşumlar arasındaki ilişkinin net olarak anlaşılamadığı durumlarda ortaya çıkması muhtemel olan komplikasyonların önlenmesi amacıyla KIBT kullanımının daha efektif olacağı sonucuna varılmıştır.

Klinikte sık uygulanan işlemler arasında yer alan diş çekimleri öncesinde klinik muayeneye ek olarak radyolojik değerlendirme de yapılması gereklidir. Böylelikle dişlerin konumu ve çevre yapılarla ilişkisi değerlendirilebilir. Maksiller üçüncü molar dişlerin çekiminde anatomik oluşumlara olan komşulukları nedeniyle dikkatli olunmalıdır.

KAYNAKLAR

- Ağyar, Z. (2015). Yapay sinir ağlarının kullanım alanları ve bir uygulama. *Mühendis ve Makine*, 56(662), 22-23.
- Akan, H. (2008). *Baş boyun radyolojisi*. (H. Akan, Ed.). Akademisyen Kitabevi, p: 179-89.
- Allen Jr, B., Seltzer, S. E., Langlotz, C. P., Dreyer, K. P., Summers, R. M., Petrick, N., Marinac-Dabic, D., Cruz, M., Alkasab, T. K., & Hanisch, R. J. (2019). A road map for translational research on artificial intelligence in medical imaging: from the 2018 National Institutes of Health/RSNA/ACR/The Academy Workshop. *Journal of the American College of Radiology*, 16(9), 1179-1189.
- Archer, W. H. (1975). *Oral and maxillofacial surgery*. WB Saunders, 1045-1087.
- Ariji, Y., Fukuda, M., Kise, Y., Nozawa, M., Yanashita, Y., Fujita, H., Katsumata, A., & Ariji, E. (2019). Contrast-enhanced computed tomography image assessment of cervical lymph node metastasis in patients with oral cancer by using a deep learning system of artificial intelligence. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 127(5), 458-463.
- Bailoor, D., Handa, H., Raghuvanshi, V., & Shrivstava, K. (2014). Evaluation of Relationship of Root to Sinus in Maxillary Sinusitis Patients-A Comparative Assessment of Conventional Radiographs and CBCT. *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research*, 2(2), 197-204.
- Başaran, E. (2020). Timpanik membran görüntü analizi ve yapay zekâ kullanılarak sanal otitis media tanı sisteminin geliştirilmesi. Karabük Üniversitesi. Doktora Tezi.
- Bathla, S. C., Fry, R. R., & Majumdar, K. (2018). Maxillary sinus augmentation. *J Indian Soc Periodontol*, 22(6), 468-473.

- Beck-Mannagetta, J., & Necek, D. (1986). Radiologic findings in aspergillosis of the maxillary sinus. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*, 62(3), 345-349.
- Bornstein, M. M., von Arx, T., & Altermatt, H. J. (2008). Loss of pulp sensitivity and pain as the first symptoms of a Ewing's sarcoma in the right maxillary sinus and alveolar process: report of a case. *J Endod*, 34(12), 1549-1553.
- Bouquet, A., Coudert, J.-L., Bourgeois, D., Mazoyer, J.-F., & Bossard, D. (2004). Contributions of reformatted computed tomography and panoramic radiography in the localization of third molars relative to the maxillary sinus. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 98(3), 342-347.
- Bush, J. (2018). How AI is taking the scut work out of health care. *Harvard Business Review*, 5.
- Carvalho, R. W., Araújo-Filho, R. C., & Vasconcelos, B. C. (2014). Adverse events during the removal of impacted maxillary third molars. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 43(9), 1142-1147.
- Cha, J.-Y., Yoon, H.-I., Yeo, I.-S., Huh, K.-H., & Han, J.-S. (2021). Panoptic segmentation on panoramic radiographs: Deep learning-based segmentation of various structures including maxillary sinus and mandibular canal. *Journal of clinical medicine*, 10(12), 2577.
- Chanavaz, M. (1990). Maxillary sinus: anatomy, physiology, surgery, and bone grafting related to implantology--eleven years of surgical experience (1979-1990). *The Journal of oral implantology*, 16(3), 199-209.
- Charoenwathana, S., Vorakulpipat, C., Kaewpradub, P., Waikakul, A., & Kitiskanchana, J. (2023). Characteristics of CBCT versus panoramic signs of

- the surrounding bone of molar root protrusions into the maxillary sinus. *Odontology*, 1-12.
- Chen, H., Zhang, K., Lyu, P., Li, H., Zhang, L., Wu, J., & Lee, C.-H. (2019). A deep learning approach to automatic teeth detection and numbering based on object detection in dental periapical films. *Scientific Reports*, 9(1), 3840.
- Chiapasco, M., De Cicco, L., & Marrone, G. (1993). Side effects and complications associated with third molar surgery. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*, 76(4), 412-420.
- Choi, H., Jeon, K. J., Kim, Y. H., Ha, E.-G., Lee, C., & Han, S.-S. (2022). Deep learning-based fully automatic segmentation of the maxillary sinus on cone-beam computed tomographic images. *Scientific Reports*, 12(1), 14009.
- Corbella, S., Srinivas, S., & Cabitza, F. (2021). Applications of deep learning in dentistry. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 132(2), 225-238.
- Çelik, Ö., Odabaş, A., Bayrakdar, İ. Ş., Bilgir, E., & Akkoca, F. (2019). Derin öğrenme yöntemi ile panoramik radyografiden diş eksikliklerinin tespiti: Bir yapay zekâ pilot çalışması. *Selcuk Dental Journal*, 6(4), 168-172.
- Daimaruya, T., Takahashi, I., Nagasaka, H., Umemori, M., Sugawara, J., & Mitani, H. (2003). Effects of maxillary molar intrusion on the nasal floor and tooth root using the skeletal anchorage system in dogs. *The Angle Orthodontist*, 73(2), 158-166.
- Dalili, Z., Mahjoub, P., & Sigaroudi, A. K. (2011). Comparison between cone beam computed tomography and panoramic radiography in the assessment of the relationship between the mandibular canal and impacted class C mandibular third molars. *Dental research journal*, 8(4), 203.

- De Andrade, P. F., Silva, J. N. N., Sotto-Maior, B. S., Ribeiro, C. G., Devito, K. L., & Assis, N. M. S. P. (2017). Three-dimensional analysis of impacted maxillary third molars: A cone-beam computed tomographic study of the position and depth of impaction. *Imaging science in dentistry*, 47(3), 149-155.
- De Foer, C., Fossion, E., & Vaillant, J.-M. (1990). Sinus aspergillosis. *Journal of cranio-maxillofacial surgery*, 18(1), 33-40.
- De Tobel, J., Radesh, P., Vandermeulen, D., & Thevissen, P. W. (2017). An automated technique to stage lower third molar development on panoramic radiographs for age estimation: a pilot study. *The Journal of forensic odonto-stomatology*, 35(2), 42.
- Dehghani, M., Motallebi, E., Navabazam, A., Montazerlotfelahi, H., Ezoddini, F., & Ghanea, S. (2017). The relation between maxillary sinus floor and posterior maxillary teeth roots using panoramic and cone beam computed tomography. *J Dentomaxillofacial Radiol Pathol Surg*, 6(3), 49-60.
- Demirel, O. (2015). *Üst Çene Posterior Dişsiz Hastalarda Görülen Sinüs Patolojilerinin CBCT ve Panoramik Radyografi İle Değerlendirilmesi* (Publication Number 8-75.) [Doktora Tezi, Ankara.
- Demirhan, A., Kılıç, Y. A., & İnan, G. (2010). Tıpta yapay zekâ uygulamaları. *Yoğun Bakım Dergisi* 2010, 9 (1), 31-41.
- Demirtas, O., & Harorli, A. (2016). Evaluation of the maxillary third molar position and its relationship with the maxillary sinus: A CBCT study. *Oral Radiology*, 32, 173-179.
- Deng, J., Dong, W., Socher, R., Li, L.-J., Li, K., & Fei-Fei, L. (2009). Imagenet: A large-scale hierarchical image database. 2009 IEEE conference on computer vision and pattern recognition, pp. 248-255.

- Deo, R. C. (2015). Machine learning in medicine. *Circulation*, 132(20), 1920-1930.
- Dolan, K. D. (1971). Radiographic anatomy of the nasal sinuses. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 4(1), 13-24.
- Donald, A. K., & Major, M. (1970). *Oral Diagnosis* (Third ed.). the Mosby Company Saint Louis.270.
- Eberhardt, J. A., Torabinejad, M., & Christiansen, E. L. (1992). A computed tomographic study of the distances between the maxillary sinus floor and the apices of the maxillary posterior teeth. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*, 73(3), 345-347.
- Eggesbø, H. (2006). Radiological imaging of inflammatory lesions in the nasal cavity and paranasal sinuses. *European radiology*, 16(4), 872-888.
- Eggesbø, H., Søvik, S., Dølvik, S., Eiklid, K., & Kolmannskog, F. (2003). Proposal of a CT scoring system of the paranasal sinuses in diagnosing cystic fibrosis. *European radiology*, 13, 1451-1460.
- Ehrich, D. G., Brian Jr, J. D., & Walker, W. A. (1993). Sodium hypochlorite accident: inadvertent injection into the maxillary sinus. *Journal of endodontics*, 19(4), 180-182.
- Ekert, T., Krois, J., Meinhold, L., Elhennawy, K., Emara, R., Golla, T., & Schwendicke, F. (2019). Deep learning for the radiographic detection of apical lesions. *Journal of endodontics*, 45(7), 917-922. e915.
- Etikan, İ., Cumurcu, B., Çelikel, F., & Erkorkmaz, Ü. (2009). Yapay sinir ağları yöntemi ve bu yöntem kullanılarak psikiyatrik tanılarının sınıflanması. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 29(2), 314-320.
- Fakhar, H. B., Kaviani, H., Panjnoosh, M., & Shamshiri, A. R. (2014). Accuracy of panoramic radiographs in determining the relationship of posterior root apices and

- maxillary sinus floor by Cone-Beam CT [Research]. *Journal of Dental Medicine*, 27(2), 108-117.
- Farman, A. G. (2007). Getting the most out of panoramic radiographic interpretation. *Panoramic Radiology: Seminars on Maxillofacial Imaging and Interpretation*, (pp. 1-5). Springer Berlin Heidelberg.
- Fatterpekar, G. M., Delman, B. N., & Som, P. M. (2008). Imaging the paranasal sinuses: where we are and where we are going. *The Anatomical Record: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*, 291(11), 1564-1572.
- Freisfeld, M., Drescher, D., Schellmann, B., & Schüller, H. (1993). The maxillary first molar and its relation to maxillary sinus. A comparison study between panoramic radiography and computed tomography: Eine Vergleichsstudie zwischen Panoramaschichtaufnahme und Computertomogramm. *Fortschritte der Kieferorthopädie*, 54, 179-186.
- Fuhrmann, R., Bückner, A., & Diedrich, P. (1997). Radiological assessment of artificial bone defects in the floor of the maxillary sinus. *Dentomaxillofacial Radiology*, 26(2), 112-116.
- Fukuda, M., Ariji, Y., Kise, Y., Nozawa, M., Kuwada, C., Funakoshi, T., Muramatsu, C., Fujita, H., Katsumata, A., & Ariji, E. (2020). Comparison of 3 deep learning neural networks for classifying the relationship between the mandibular third molar and the mandibular canal on panoramic radiographs. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 130(3), 336-343.
- G. FAVA, L. R. (1993). Calcium hydroxide paste in the maxillary sinus: a case report. *International endodontic journal*, 26(5), 306-310.

- Ganz, S. D. (2015). Implant complications associated with two-and three-dimensional diagnostic imaging technologies. *Dental Implant Complications: Etiology, Prevention, and Treatment*, 102-131.
- Güven, O. (1998). A clinical study on oroantral fistulae. *Journal of cranio-maxillofacial surgery*, 26(4), 267-271.
- Ha, E.-G., Jeon, K. J., Choi, H., Lee, C., Choi, Y. J., & Han, S.-S. (2023). Automatic diagnosis of retention pseudocyst in the maxillary sinus on panoramic radiographs using a convolutional neural network algorithm. *Scientific Reports*, 13(1), 2734.
- Hamd, Z. Y., Aljuaid, H., Alorainy, A. I., Osman, E. G., Abuzaid, M., Elshami, W., Elhussein, N., Gareeballah, A., Pathan, R. K., & Naseer, K. (2023). Machine learning as new approach for predicting of maxillary sinus volume, a sexual dimorphic study. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 16(2), 100570.
- Han, D., Liu, Q., & Fan, W. (2018). A new image classification method using CNN transfer learning and web data augmentation. *Expert Systems with Applications*, 95, 43-56.
- Harorlı, A., Akgül, H. M. (2014b). *Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi*. Nobel Tıp Kitapevleri.İstanbul. 523.
- Harorlı, A., & Akgül, H. (2006). *Dişhekimliği Radyolojisi* (1. ed.). Atatürk Üniversitesi Yayınları.
- Hassan, B. A. (2010). Reliability of periapical radiographs and orthopantomograms in detection of tooth root protrusion in the maxillary sinus: correlation results with cone beam computed tomography. *Journal of oral & maxillofacial research*, 1(1).
- Hauman, C., Chandler, N., & Tong, D. (2002). Endodontic implications of the maxillary sinus: a review. *International endodontic journal*, 35(2), 127-141.

- Hawramy, F. A., Mahmood, K. A., & Ali, S. M. (2012). The relation of maxillary posterior teeth roots to the maxillary sinus floor using panoramic and computed tomography imaging in a sample of Kurdish people. *Tikrit Journal for Dental Sciences*, 1(2).
- He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2015). Delving deep into rectifiers: Surpassing human-level performance on imagenet classification. Proceedings of the IEEE international conference on computer vision, (pp. 1026-1034).
- Hermann, L., Wenzel, A., Schropp, L., & Matzen, L. H. (2019). Marginal bone loss and resorption of second molars related to maxillary third molars in panoramic images compared with CBCT. *Dentomaxillofacial Radiology*, 48(4), 20180313.
- Higashi, T., Iguchi, M., & Aoyama, W. (1983). " Ghost images" in the panoramic radiograph. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, 55(2), 221-221.
- Hiraiwa, T., Arij, Y., Fukuda, M., Kise, Y., Nakata, K., Katsumata, A., Fujita, H., & Arij, E. (2019). A deep-learning artificial intelligence system for assessment of root morphology of the mandibular first molar on panoramic radiography. *Dentomaxillofacial Radiology*, 48(3), 20180218.
- Hirata, Y., Kino, K., Nagaoka, S., Miyamoto, R., Yoshimasu, H., & Amagasa, T. (2001). A clinical investigation of oro-maxillary sinus-perforation due to tooth extraction. *Kokubyo Gakkai zasshi. The Journal of the Stomatological Society, Japan*, 68(3), 249-253.
- Howe, G. L. (1962). Some complications of tooth extraction: lectures delivered at the Royal College of Surgeons of England on 27th April 1961. *Annals of The Royal College of Surgeons of England*, 30(5), 309.

- Hung, K., Montalvao, C., Tanaka, R., Kawai, T., & Bornstein, M. M. (2020). The use and performance of artificial intelligence applications in dental and maxillofacial radiology: A systematic review. *Dentomaxillofacial Radiology*, 49(1), 20190107.
- Hwang, J.-J., Jung, Y.-H., Cho, B.-H., & Heo, M.-S. (2019). An overview of deep learning in the field of dentistry. *Imaging science in dentistry*, 49(1), 1-7.
- Iwanaga, J., Wilson, C., Lachkar, S., Tomaszewski, K. A., Walocha, J. A., & Tubbs, R. S. (2019). Clinical anatomy of the maxillary sinus: application to sinus floor augmentation. *Anatomy & cell biology*, 52(1), 17-24.
- Jammal, H., Barakat, F., & Hadi, U. (2004). Maxillary sinus cavernous hemangioma: a rare entity. *Acta oto-laryngologica*, 124(3), 331-333.
- Jang, T. J., Kim, K. C., Cho, H. C., & Seo, J. K. (2021). A fully automated method for 3D individual tooth identification and segmentation in dental CBCT. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 44(10), 6562-6568.
- Janner, S. F., Caversaccio, M. D., Dubach, P., Sendi, P., Buser, D., & Bornstein, M. M. (2011). Characteristics and dimensions of the Schneiderian membrane: a radiographic analysis using cone beam computed tomography in patients referred for dental implant surgery in the posterior maxilla. *Clinical oral implants research*, 22(12), 1446-1453.
- Jung, J.-H., Choi, B.-H., Jeong, S.-M., Li, J., Lee, S.-H., & Lee, H.-J. (2007). A retrospective study of the effects on sinus complications of exposing dental implants to the maxillary sinus cavity. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 103(5), 623-625.
- Jung, Y. H., & Cho, B. H. (2015). Assessment of maxillary third molars with panoramic radiography and cone-beam computed tomography. *Imaging Sci Dent*, 45(4), 233-240.

- Kalkur, C., Sattur, A. P., Guttal, K. S., Naikmasur, V. G., & Burde, K. (2017). Correlation between maxillary sinus floor topography and relative root position of posterior teeth using Orthopantomograph and Digital Volumetric Tomography. *Asian Journal of Medical Sciences*, 8(1), 26-31.
- Kaplowitz, G. (1985). Penetration of the maxillary sinus by overextended gutta percha cones. Report of two cases. *Clinical preventive dentistry*, 7(2), 28-30.
- Kavanagh, C., & Taylor, J. (1998). Inadvertent injection of sodium hypochlorite into the maxillary sinus. *British dental journal*, 185(7), 336-337.
- Khanagar, S. B., Al-Ehaideb, A., Maganur, P. C., Vishwanathaiah, S., Patil, S., Baeshen, H. A., Sarode, S. C., & Bhandi, S. (2021). Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry—A systematic review. *Journal of dental sciences*, 16(1), 508-522.
- Khanna, S. S., & Dhaimade, P. A. (2017). Artificial intelligence: transforming dentistry today. *Indian J Basic Appl Med Res*, 6(3), 161-167.
- Kilic, C., Kamburoglu, K., Yuksel, S. P., & Ozen, T. (2010). An Assessment of the Relationship between the Maxillary Sinus Floor and the Maxillary Posterior Teeth Root Tips Using Dental Cone-beam Computerized Tomography. *Eur J Dent*, 4(4), 462-467.
- Killey, H. (1964). Possible sequelae when a tooth or root is dislodged into the maxillary sinus. *Br Dent J*, 116, 73-77.
- Kim, B. S., Yeom, H. G., Lee, J. H., Shin, W. S., Yun, J. P., Jeong, S. H., Kang, J. H., Kim, S. W., & Kim, B. C. (2021). Deep learning-based prediction of paresthesia after third molar extraction: A preliminary study. *Diagnostics*, 11(9), 1572.
- Kim, D.-K., Cho, B.-J., Lee, M.-J., & Kim, J. H. (2021). Prediction of age and sex from paranasal sinus images using a deep learning network. *Medicine*, 100(7).

- Kim, J.-E., Nam, N.-E., Shim, J.-S., Jung, Y.-H., Cho, B.-H., & Hwang, J. J. (2020). Transfer learning via deep neural networks for implant fixture system classification using periapical radiographs. *Journal of clinical medicine*, 9(4), 1117.
- Kim, Y., Lee, K. J., Sunwoo, L., Choi, D., Nam, C.-M., Cho, J., Kim, J., Bae, Y. J., Yoo, R.-E., & Choi, B. S. (2019). Deep learning in diagnosis of maxillary sinusitis using conventional radiography. *Investigative radiology*, 54(1), 7-15.
- Kirkham-Ali, K., La, M., Sher, J., & Sholapurkar, A. (2019). Comparison of cone-beam computed tomography and panoramic imaging in assessing the relationship between posterior maxillary tooth roots and the maxillary sinus: A systematic review. *Journal of investigative and clinical dentistry*, 10(3), e12402.
- Koçak, N. (2019). Maksiller Sinüsün Radyolojik Tanı Yöntemlerinin Ve Anatomik Limitasyonlarının Tedavi Planlamasında Rolü. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 29(4), 676-682.
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). Imagenet classification with deep convolutional neural networks. *Advances in neural information processing systems*, 25.
- Kronemer, K. A., & McAlister, W. H. (1997). Sinusitis and its imaging in the pediatric population. *Pediatric radiology*, 27(11), 837-846.
- Kruger, G. O. (1984). *Textbook of oral and maxillofacial surgery*. (5th ed.), CV Mosby, St. Louis (1979), pp. 263-267
- Kurt Bayrakdar, S., Orhan, K., Bayrakdar, I. S., Bilgir, E., Ezhov, M., Gusarev, M., & Shumilov, E. (2021). A deep learning approach for dental implant planning in cone-beam computed tomography images. *BMC Medical Imaging*, 21(1), 86.

- Kuwana, R., Ariji, Y., Fukuda, M., Kise, Y., Nozawa, M., Kuwada, C., Muramatsu, C., Katsumata, A., Fujita, H., & Ariji, E. (2021). Performance of deep learning object detection technology in the detection and diagnosis of maxillary sinus lesions on panoramic radiographs. *Dentomaxillofacial Radiology*, 50(1), 20200171.
- Kwak, H., Park, H., Yoon, H., Kang, M., Koh, K., & Kim, H. J. (2004). Topographic anatomy of the inferior wall of the maxillary sinus in Koreans. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 33(4), 382-388.
- Lang, J. (1989). *Clinical anatomy of the nose, nasal cavity, and paranasal sinuses*. George Thieme Verlag, Stuttgart, pp 94.
- Langlais, R. P., Langland, O. E., & Nortjé, C. J. (1995). Diagnostic imaging of the jaws. Williams&Wilkins: Baltimore, pp 30-310.
- Langland, O., & Sippy, F. (1968). Anatomic structures as visualized on the orthopantomogram. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*, 26(4), 475-484.
- Lee, F. (1970). The displaced root in the maxillary sinus. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*, 29(4), 491-504.
- Lee, J.-H., Han, S.-S., Kim, Y. H., Lee, C., & Kim, I. (2020). Application of a fully deep convolutional neural network to the automation of tooth segmentation on panoramic radiographs. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 129(6), 635-642.
- Lee, J. H., Baek, J. H., Kim, J. H., Shim, W. H., Chung, S. R., Choi, Y. J., & Lee, J. H. (2018). Deep learning–based computer-aided diagnosis system for localization and diagnosis of metastatic lymph nodes on ultrasound: A pilot study. *Thyroid*, 28(10), 1332-1338.
- Lee, J. H., Ha, E. J., Kim, D., Jung, Y. J., Heo, S., Jang, Y.-H., An, S. H., & Lee, K. (2020). Application of deep learning to the diagnosis of cervical lymph node

- metastasis from thyroid cancer with CT: external validation and clinical utility for resident training. *European radiology*, 30, 3066-3072.
- Lewusz-Butkiewicz, K., Kaczor, K., & Nowicka, A. (2018). Risk factors in oroantral communication while extracting the upper third molar: Systematic review. *Dental and Medical Problems*, 55(1), 69-74.
- Li, H., Wu, X.-j., & Durrani, T. S. (2019). Infrared and visible image fusion with ResNet and zero-phase component analysis. *Infrared Physics & Technology*, 102, 103039.
- Lim, A. A. T., Wong, C. W., & Allen Jr, J. C. (2012). Maxillary third molar: patterns of impaction and their relation to oroantral perforation. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 70(5), 1035-1039.
- Lin, F., Genden, E., Lawson, W., Som, P., & Kostakoglu, L. (2009). High uptake in schneiderian papillomas of the maxillary sinus on positron-emission tomography using fluorodeoxyglucose. *American journal of neuroradiology*, 30(2), 428-430.
- Lopes, L. J., Gamba, T. O., Bertinato, J. V., & Freitas, D. Q. (2016). Comparison of panoramic radiography and CBCT to identify maxillary posterior roots invading the maxillary sinus. *Dentomaxillofac Radiol*, 45(6), 20160043.
- Lovasova, K., Kachlik, D., Rozpravkova, M., Matusevska, M., Ferkova, J., & Kluchova, D. (2018). Three-dimensional CAD/CAM imaging of the maxillary sinus in ageing process. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 218, 69-82.
- Low, K. M., Dula, K., Bürgin, W., & von Arx, T. (2008). Comparison of periapical radiography and limited cone-beam tomography in posterior maxillary teeth referred for apical surgery. *Journal of endodontics*, 34(5), 557-562.
- Lu, Y., Liu, Z., Zhang, L., Zhou, X., Zheng, Q., Duan, X., Zheng, G., Wang, H., & Huang, D. (2012). Associations between maxillary sinus mucosal thickening and apical

- periodontitis using cone-beam computed tomography scanning: a retrospective study. *Journal of endodontics*, 38(8), 1069-1074.
- Maltarollo, V. G., Honório, K. M., & da Silva, A. B. F. (2013). Applications of artificial neural networks in chemical problems. *Artificial neural networks-architectures and applications*, 203-223.
- Marais, J., & Van Der Vyver, P. (1996). Invasion of the maxillary sinus with calcium hydroxide. *The Journal of the Dental Association of South Africa= Die Tydskrif van die Tandheelkundige Vereniging van Suid-afrika*, 51(5), 279-281.
- Marotti, J., Heger, S., Tinschert, J., Tortamano, P., Chuembou, F., Radermacher, K., & Wolfart, S. (2013). Recent advances of ultrasound imaging in dentistry—a review of the literature. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 115(6), 819-832.
- Matzen, L. H., Schropp, L., Spin-Neto, R., & Wenzel, A. (2017). Radiographic signs of pathology determining removal of an impacted mandibular third molar assessed in a panoramic image or CBCT. *Dentomaxillofacial Radiology*, 46(1), 20160330.
- Miki, Y., Muramatsu, C., Hayashi, T., Zhou, X., Hara, T., Katsumata, A., & Fujita, H. (2017). Tooth labeling in cone-beam CT using deep convolutional neural network for forensic identification. *Medical Imaging 2017: Computer-Aided Diagnosis*, (Vol. 10134, pp. 874-879). Spie.
- Misch, C., Misch, C., Resnik, R., Ismail, Y., & Appel, B. (1991). Post-operative maxillary cyst associated with a maxillary sinus elevation procedure: a case report. *The Journal of Oral Implantology*, 17(4), 432-437.
- Misch, C. E. (1999). Contemporary implant dentistry 2nd edition. *Saint Louis: Mosby*. 8(1), 90.

- Moor, J. (2006). The Dartmouth College artificial intelligence conference: The next fifty years. *Ai Magazine*, 27(4), 87-87.
- Mori, M., Arij, Y., Katsumata, A., Kawai, T., Araki, K., Kobayashi, K., & Arij, E. (2021). A deep transfer learning approach for the detection and diagnosis of maxillary sinusitis on panoramic radiographs. *Odontology*, 109, 941-948.
- Muramatsu, C., Kutsuna, S., Takahashi, R., Hayashi, T., Nishiyama, W., Arij, Y., Zhou, X., Hara, T., Katsumata, A., & Arij, E. (2020). Tooth numbering in cone-beam CT using a relation network for automatic filing of dentition charts. *Medical Imaging 2020: Imaging Informatics for Healthcare, Research, and Applications*, (Vol. 11318, pp. 162-167). Spie.
- Murata, M., Arij, Y., Ohashi, Y., Kawai, T., Fukuda, M., Funakoshi, T., Kise, Y., Nozawa, M., Katsumata, A., & Fujita, H. (2019). Deep-learning classification using convolutional neural network for evaluation of maxillary sinusitis on panoramic radiography. *Oral Radiology*, 35, 301-307.
- Nabiyev, V. V. (2012). *Yapay zekâ: insan-bilgisayar etkileşimi*. 5. Baskı. Ankara; Seçkin Yayıncılık. San. ve Tic. A.Ş.
- Nagar, A., & Gautam, A. (2015). Maxillary sinusitis of odontogenic origin: A review. *Int. J. Adv. Res*, 3(9), 1323-1328.
- Nauck D, Klawonn F, Kruse R. Foundations of neuro-fuzzy systems. Wiley Chichester 1997; 187-221.
- Neves, F. S., Souza, T. C., Almeida, S. M., Haiter-Neto, F., Freitas, D. Q., & Bóscolo, F. N. (2012). Correlation of panoramic radiography and cone beam CT findings in the assessment of the relationship between impacted mandibular third molars and the mandibular canal. *Dentomaxillofac Radiol*, 41(7), 553-557.
- Noras, Y. (1973). Diş hekimliği tarihi. Hacettepe Üniv Yayınları. Ankara. 11-16.

- Nuñez-Castruita, A., López-Serna, N., & Guzmán-López, S. (2012). Prenatal development of the maxillary sinus: a perspective for paranasal sinus surgery. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery*, 146(6), 997-1003.
- Nurbakhsh, B., Friedman, S., Kulkarni, G. V., Basrani, B., & Lam, E. (2011). Resolution of maxillary sinus mucositis after endodontic treatment of maxillary teeth with apical periodontitis: a cone-beam computed tomography pilot study. *Journal of endodontics*, 37(11), 1504-1511.
- Oberli, K., Bornstein, M. M., & von Arx, T. (2007). Periapical surgery and the maxillary sinus: radiographic parameters for clinical outcome. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 103(6), 848-853.
- Ok, E., Güngör, E., Colak, M., Altunsoy, M., Nur, B. G., & Ağlarci, O. S. (2014). Evaluation of the relationship between the maxillary posterior teeth and the sinus floor using cone-beam computed tomography. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 36, 907-914.
- Orhan, K., Bayrakdar, I., Ezhov, M., Kravtsov, A., & Özyürek, T. (2020). Evaluation of artificial intelligence for detecting periapical pathosis on cone-beam computed tomography scans. *International endodontic journal*, 53(5), 680-689.
- Orhan, K., Bilgir, E., Bayrakdar, I. S., Ezhov, M., Gusarev, M., & Shumilov, E. (2021). Evaluation of artificial intelligence for detecting impacted third molars on cone-beam computed tomography scans. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, 122(4), 333-337.
- Orlay, H. (1966). Overfilling in root canal treatment. Two accidents with N2. *British dental journal*, 120(8), 376-376.

- Önal, N. (2006). Paranasal sinüs inflamatuvar hastalıklarında bilgisayarlı tomografi ve Waters grafisinin karşılaştırılması. *Göztepe Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji Kliniği, Uzmanlık tezi, İstanbul.*
- Öztürk, K., & Şahin, M. E. (2018). Yapay sinir ağları ve yapay zekâ'ya genel bir bakış. *Takvim-i Vekayi*, 6(2), 25-36.
- Pagin, O., Centurion, B. S., Rubira-Bullen, I. R. F., & Capellozza, A. L. A. (2013). Maxillary sinus and posterior teeth: accessing close relationship by cone-beam computed tomographic scanning in a Brazilian population. *Journal of endodontics*, 39(6), 748-751.
- Patel, N. A., & Ferguson, B. J. (2012). Odontogenic sinusitis: an ancient but under-appreciated cause of maxillary sinusitis. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*, 20(1), 24-28.
- Pauwels, R., Brasil, D. M., Yamasaki, M. C., Jacobs, R., Bosmans, H., Freitas, D. Q., & Haiter-Neto, F. (2021). Artificial intelligence for detection of periapical lesions on intraoral radiographs: Comparison between convolutional neural networks and human observers. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 131(5), 610-616.
- Pell, G. J. (1933). Impacted mandibular third molars, classification and modified technique for removal. *Dental Digest*, 39, 330-338.
- Pirim, A. G. H. (2006). Yapay zekâ. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 1(1), 81-93.
- Putra, R. H., Doi, C., Yoda, N., Astuti, E. R., & Sasaki, K. (2022). Current applications and development of artificial intelligence for digital dental radiography. *Dentomaxillofacial Radiology*, 51(1), 20210197.

- Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, (pp. 779-788).
- Rege, I. C. C., Sousa, T. O., Leles, C. R., & Mendonça, E. F. (2012). Occurrence of maxillary sinus abnormalities detected by cone beam CT in asymptomatic patients. *BMC oral health*, 12, 1-7.
- Roman, R. A., Hedeşiu, M., Gersak, M., Fidan, F., Băciuş, G., & Băciuş, M. (2016). Assessing the prevalence of paranasal sinuses anatomical variants in patients with sinusitis using Cone Beam Computer Tomography. *Clujul medical*, 89(3), 423.
- Rood, J., & Shehab, B. N. (1990). The radiological prediction of inferior alveolar nerve injury during third molar surgery. *British journal of oral and maxillofacial surgery*, 28(1), 20-25.
- Roque-Torres, G. D., Ramirez-Sotelo, L. R., Almeida, S. M. d., Ambrosano, G. M. B., & Bóscolo, F. N. (2015). 2D and 3D imaging of the relationship between maxillary sinus and posterior teeth. *Brazilian Journal of Oral Sciences*, 14, 141-148.
- Ruprecht, A., & Lam, E. (2014). Paranasal Sinus Diseases. In S. White & M. Pharoah (Eds.), *Oral Radiology Principles and Interpretation* (7th ed., pp. 472-489.).
- Ruta, D., & Gabrys, B. (2005). Classifier selection for majority voting. *Information fusion*, 6(1), 63-81.
- Sadler, T. W. (2022). *Langman's medical embryology*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Sakamoto, H., Nakai, Y., Ohashi, Y., Okamura, T., & Ochi, H. (1997). Positron emission tomographic imaging of head and neck lesions. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 254, S123-S126.
- Samuel, A. L. (1967). Some studies in machine learning using the game of checkers. II—Recent progress. *IBM Journal of research and development*, 11(6), 601-617.

- Sayed, N., Bakathir, A., Pasha, M., & Al-Sudairy, S. (2019). Complications of Third Molar Extraction: A retrospective study from a tertiary healthcare centre in Oman. *Sultan Qaboos University Medical Journal*, 19(3), e230.
- Scarfe, W. C., & Farman, A. G. (2008). What is cone-beam CT and how does it work? *Dental Clinics of North America*, 52(4), 707-730.
- Selden, H. S. (1999). Endo-Antral syndrome and various endodontic complications. *Journal of endodontics*, 25(5), 389-393.
- Sen, D., Chakrabarti, R., Chatterjee, S., Grewal, D., & Manrai, K. (2020). Artificial intelligence and the radiologist: the future in the Armed Forces Medical Services. *BMJ Mil Health*, 166(4), 254-256.
- Serhatlıoğlu, S., & Hardalaç, F. (2009). Yapay zekâ teknikleri ve radyolojiye uygulanması. *Fırat Tıp Dergisi*, 14(1), 1-6.
- Seth, V., Kamath, P., Venkatesh, M., & Prasad, R. (2011). Cone beam computed tomography: third eye in diagnosis and treatment planning. *Virtual Journal of Orthodontics*, 9(1).
- Setzer, F. C., Shi, K. J., Zhang, Z., Yan, H., Yoon, H., Mupparapu, M., & Li, J. (2020). Artificial intelligence for the computer-aided detection of periapical lesions in cone-beam computed tomographic images. *Journal of endodontics*, 46(7), 987-993.
- Shahbazian, M., Vandewoude, C., Wyatt, J., & Jacobs, R. (2014). Comparative assessment of panoramic radiography and CBCT imaging for radiodiagnostics in the posterior maxilla. *Clinical oral investigations*, 18, 293-300.
- Shahbazian, M., Vandewoude, C., Wyatt, J., & Jacobs, R. (2015). Comparative assessment of periapical radiography and CBCT imaging for radiodiagnostics in the posterior maxilla. *Odontology*, 103, 97-104.

- Sharan, A., & Madjar, D. (2006). Correlation between maxillary sinus floor topography and related root position of posterior teeth using panoramic and cross-sectional computed tomography imaging. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 102(3), 375-381.
- Shrestha, B., Shrestha, R., Lu, H., Mai, Z., Chen, L., Chen, Z., & Ai, H. (2022). Relationship of the maxillary posterior teeth and maxillary sinus floor in different skeletal growth patterns: A cone-beam computed tomographic study of 1600 roots. *Imaging Sci Dent*, 52(1), 19-25.
- Siddiqui, H. K., Arif, A., Ghauri, K., Aijaz, A., & Khan, F. R. (2023). Relationship of maxillary third molar root to the maxillary sinus wall: A cone-beam computed tomography (CBCT) based study. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*, 17(1), 8-11.
- Sisk, A. L., Hammer, W. B., Shelton, D. W., & Joy, E. D. (1986). Complications following removal of impacted third molars: the role of the experience of the surgeon. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 44(11), 855-859.
- Som, P. M., & Curtin, H. D. (2011). *Head and Neck Imaging*: 5th ed. St. Louis: Mosby; 2011. 449–602.
- Stammberger, H. (1989). History of rhinology: anatomy of the paranasal sinuses. *Rhinology*, 27(3), 197-210.
- Standring, S. (2015). Osteology of the skull. *Clinical Head and Neck Anatomy for Surgeons*, 295, 295.
- Sukegawa, S., Yoshii, K., Hara, T., Yamashita, K., Nakano, K., Yamamoto, N., Nagatsuka, H., & Furuki, Y. (2020). Deep neural networks for dental implant system classification. *Biomolecules*, 10(7), 984.

- Szegedy, C., Liu, W., Jia, Y., Sermanet, P., Reed, S., Anguelov, D., Erhan, D., Vanhoucke, V., & Rabinovich, A. (2015). Going deeper with convolutions. *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition, Boston, USA, 1*(9).
- Tadinada, A., Fung, K., Thacker, S., Mahdian, M., Jadhav, A., & Schincaglia, G. P. (2015). Radiographic evaluation of the maxillary sinus prior to dental implant therapy: A comparison between two-dimensional and three-dimensional radiographic imaging. *Imaging science in dentistry, 45*(3), 169-174.
- Tan, M. S., Tan, J. W., Chang, S.-W., Yap, H. J., Kareem, S. A., & Zain, R. B. (2016). A genetic programming approach to oral cancer prognosis. *PeerJ, 4*, e2482.
- Tandon, D., Rajawat, J., & Banerjee, M. (2020). Present and future of artificial intelligence in dentistry. *Journal of oral biology and craniofacial research, 10*(4), 391-396.
- Themkumkwun, S., Kitisubkanchana, J., Waikakul, A., & Boonsiriseth, K. (2019). Maxillary molar root protrusion into the maxillary sinus: a comparison of cone beam computed tomography and panoramic findings. *International journal of oral and maxillofacial surgery, 48*(12), 1570-1576.
- Timmenga, N., Stegenga, B., Raghoobar, G., van Hoogstraten, J., van Weissenbruch, R., & Vissink, A. (2002). The value of Waters' projection for assessing maxillary sinus inflammatory disease. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 93*(1), 103-109.
- Toyoda, K. (2005). Imaging of the paranasal sinus. *Nihon Igaku Hoshasen Gakkai zasshi. Nippon Acta Radiologica, 65*(3), 197-206.
- Tuzoff, D. V., Tuzova, L. N., Bornstein, M. M., Krasnov, A. S., Kharchenko, M. A., Nikolenko, S. I., Sveshnikov, M. M., & Bednenko, G. B. (2019). Tooth detection

- and numbering in panoramic radiographs using convolutional neural networks. *Dentomaxillofacial Radiology*, 48(4), 20180051.
- Tyndall, D. A., Price, J. B., Tetradis, S., Ganz, S. D., Hildebolt, C., & Scarfe, W. C. (2012). Position statement of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology on selection criteria for the use of radiology in dental implantology with emphasis on cone beam computed tomography. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 113(6), 817-826.
- Vázquez, D., Subirán, B., Pujol, M., Antoniuk, A., Nart, L., Benítez, L., Moyano, W., Rannelucci, L., & Hecht, P. (2020). Study of the relationship of retained upper third molars and maxillary sinus in panoramic radiographs and tomography (CBCT). *Revista de la Asociación Dental Mexicana*, 77(1), 6-10.
- von Arx, T., Lozanoff, S., von Arx, T., & Lozanoff, S. (2017). Maxillary sinus. *Clinical Oral Anatomy: A Comprehensive Review for Dental Practitioners and Researchers*, 163-197.
- Wächter, R., & Stoll, P. (1995). Complications of surgical wisdom tooth removal of the maxilla. A clinical and roentgenologic study of 1,013 patients with statistical evaluation. *Fortschritte der Kiefer-und Gesichts-chirurgie*, 40, 128-133.
- Wehrbein, H., Bauer, W., Wessing, G., & Diedrich, P. (1990). The effect of the maxillary sinus floor on orthodontic tooth movement. *Fortschritte der Kieferorthopädie*, 51(6), 345-351.
- Wehrbein, H., & Diedrich, P. (1992). [The initial morphological state in the basally pneumatized maxillary sinus--a radiological-histological study in man]. *Fortschr Kieferorthop*, 53(5), 254-262.
- White, S., & Pharoah, M. (2000). Panoramic radiography. *Oral Radiology, principles and interpretation*. Mosby, St. Louis, 205-216.

- Whyte, A., & Boeddinghaus, R. (2019). The maxillary sinus: physiology, development and imaging anatomy. *Dentomaxillofac Radiol*, 48(8), 20190205.
- Winter, G. B. (1926). *Impacted mandibular third molar*. . American medical Book.
- Wu, S., Zhong, S., & Liu, Y. (2018). Deep residual learning for image steganalysis. *Multimedia tools and applications*, 77, 10437-10453.
- Xu, J., Wang, S., Zhou, Z., Liu, J., Jiang, X., & Chen, X. (2020). Automatic CT image segmentation of maxillary sinus based on VGG network and improved V-Net. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, 15, 1457-1465.
- Yanagisawa, E., & Smith, H. W. (1976). Radiology of the normal maxillary sinus and related structures. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 9(1), 55-81.
- Yasa, Y., Çelik, Ö., Bayrakdar, I. S., Pekince, A., Orhan, K., Akarsu, S., Atasoy, S., Bilgir, E., Odabaş, A., & Aslan, A. F. (2021). An artificial intelligence proposal to automatic teeth detection and numbering in dental bite-wing radiographs. *Acta Odontologica Scandinavica*, 79(4), 275-281.
- Yılmaz, A. (2017). Yapay Zekâ. *İstanbul: Kodlab*.
- Yoo, J.-H., Yeom, H.-G., Shin, W., Yun, J. P., Lee, J. H., Jeong, S. H., Lim, H. J., Lee, J., & Kim, B. C. (2021). Deep learning based prediction of extraction difficulty for mandibular third molars. *Scientific Reports*, 11(1), 1954.
- Yoshimine, S.-i., Nishihara, K., Nozoe, E., Yoshimine, M., & Nakamura, N. (2012). Topographic analysis of maxillary premolars and molars and maxillary sinus using cone beam computed tomography. *Implant dentistry*, 21(6), 528-535.
- Yurdabakan, Z. Z., Okumus, O., & Pekiner, F. N. (2018). Evaluation of the maxillary third molars and maxillary sinus using cone-beam computed tomography. *Niger J Clin Pract*, 21(8), 1050-1058.

Zhang, W., Li, J., Li, Z.-B., & Li, Z. (2018). Predicting postoperative facial swelling following impacted mandibular third molars extraction by using artificial neural networks evaluation. *Scientific Reports*, 8(1), 12281.



EKLER

EK-1. ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

	SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ Graduate School of Health Sciences	
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU¹		
Öğrencinin Adı ve Soyadı	ESRA AYDEMİR KADAN	
Öğrencinin Numarası		
Ana Bilim Dalı	Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi	
Öğrencinin Kayıtlı Olduğu Program Türü	Doktora	
Yukarıda bilgileri verilen tezin intihal tespit yazılımıyla (Turnitin) yapılan tarama sonucunda elde edilen benzerlik oranları aşağıdaki gibidir. Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi hâlde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.		
Bölümler	Benzerlik Oranı	Maksimum Benzerlik Oranları
I. Giriş	% 4	% 15
II. Genel Bilgiler	% 12	% 35
III. Materyal ve Metod	% 8	% 35
IV. Bulgular	% 2	% 15
V. Tartışma	% 5	% 20
Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.		

EK-2. ETİK KURUL ONAY FORMU



T.C
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
ETİK KURULU

Sayı : 47

30.03.2022

AĞIZ, DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

25.03.2022 tarih ve 13 sayılı yazınız ekinde gönderilen Anabilim dalınız öğretim üyelerinden Prof. Dr. Saadettin DAĞISTAN'ın danışmanlığında Arş. Gör. Dt. Esra AYDEMİR KADAN tarafından hazırlanacak olan "*Maksiller 3. Molar Dişlerde Panoramik Radyografinin Etkinliğinin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografiyle Elde Edilen Bulgularla Geliştirilmiş Yapay Zeka Modeli Üzerinde Değerlendirilmesi*" başlıklı Doktora tezine ait etik kurul başvurusu kurulumuz tarafından incelenmiş olup, konu ile ilgili alınan karar ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi arz ve rica ederim.



T.C
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
ETİK KURULU

Oturum Tarihi: 30/03/2022

Oturum Sayısı: 06/ 2022

KARAR

SORUMLU ARAŞTIRMACI	<i>Prof. Dr. Saadettin DAĞISTAN</i> <i>Arş. Gör. Dt. Esra AYDEMİR KADAN</i>
Araştırmanın Açık Adı	<i>Maksiller 3. Molar Dişlerde Panoramik Radyografinin Etkinliğinin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografiyle Elde Edilen Bulgularla Geliştirilmiş Yapay Zeka Modeli Üzerinde Değerlendirilmesi</i>
Karar No	47.
Alınan Karar	Prof. Dr. Saadettin DAĞISTAN'ın danışmanlığında Arş. Gör. Dt. Esra AYDEMİR KADAN tarafından hazırlanacak olan "Maksiller 3. Molar Dişlerde Panoramik Radyografinin Etkinliğinin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografiyle Elde Edilen Bulgularla Geliştirilmiş Yapay Zeka Modeli Üzerinde Değerlendirilmesi" başlıklı Doktora tezi Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan 19 Ağustos 2011 tarih ve 28030 sayılı "Klinik Araştırmalar Hakkındaki Yönetmelik" hükümlerine bağlı kalınarak yapılmak şartıyla; kabul edilmesinde bilimsel ve etik açıdan sakınca olmadığına oybirliği ile karar verildi.