



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

Mustafa Taha GÜLLER
Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Özkan MİLOĞLU

Doktora Tezi-2023



SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Graduate School of Health Sciences

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

Mustafa Taha GÜLLER

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

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Özkan MİLOĞLU**

**ERZURUM
2023**

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
TEŞEKKÜR	V
ÖZET	VI
ABSTRACT.....	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ	X
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Erüpsiyon ve Gömülü Diş.....	4
2.1.1. Sürme Mekanizması ve Gömülü Kalma Etiyolojisi	4
2.2. Üçüncü Molar Dişler	5
2.2.1. Mandibular Üçüncü Molar Dişler	5
2.2.1.1. Mandibular Üçüncü Molar Dişlerin Gömük Kalma Nedenleri	5
2.2.1.2. Gömülü Mandibular Üçüncü Molar Dişlerin Prevalansı	5
2.2.2. Gömülü Mandibular Üçüncü Molar Dişlerin Sınıflandırılması.....	5
2.2.2.1. Winter Sınıflaması	6
2.2.2.2. Pell ve Gregory Sınıflaması	7
2.2.2.3. Gömülü Mandibular Üçüncü Molar Dişlerin Mandibular Kanal ile İlişkisi	9
2.2.3. Gömülü Mandibular Üçüncü Molar Dişlerden Kaynaklanan Patolojiler ve Çekim Endikasyonları.....	10
2.2.3.1. Perikoronitis.....	10
2.2.3.2. Ağrı	10
2.2.3.3. Trismus	11

2.2.3.4. Çürük	11
2.2.3.5. Komşu İkinci Molar Dişte Rezorpsiyon	11
2.2.3.6. Kist ve Tümörler	12
2.2.3.7. Çene Fraktürleri	12
2.2.3.8. Yanak Isırma.....	13
2.2.3.9. Alt Kesicilerde Çapraşıklık ve Ortodontik Tedavi	13
2.2.3.10. Periodontal Hastalıklar	14
2.2.3.11. Marjinal Kemik Kaybı	14
2.2.3.12. Protez Altında Problemler	14
2.2.3.13. Kök Rezorpsiyonu	14
2.2.4. Gömülü Mandibular Üçüncü Molar Dişlerin Çekim Kontrendikasyonları	15
2.2.5. Gömülü Mandibular Üçüncü Molar Dişlerin Tedavi Yaklaşımları.....	15
2.2.6. Gömülü Mandibular Üçüncü Molar Diş Çekiminde Görülen Komplikasyonlar .	16
2.2.6.1. İntraoperatif Komplikasyonlar.....	16
2.2.6.1.1. Mandibula Fraktürü	16
2.2.6.1.2. Komşu Dişte Meydana Gelen Hasar.....	17
2.2.6.1.3. Diş veya Diş Parçalarının Yumuşak Dokulara Kaçması	17
2.2.6.1.4. Kanama	18
2.2.6.1.5. Mandibular Sinir ve Lingual Sinir Hasarı.....	18
2.2.6.2. Postoperatif Komplikasyonlar	18
2.2.6.2.1. Ağrı	18
2.2.6.2.2. Ödem.....	19
2.2.6.2.3. Hematom ve Ekimoz	19
2.2.6.2.4. Trismus	19
2.2.6.2.5. Alveolar Osteitis	20

2.2.6.2.6. Temporomandibular Eklemde Gelişen Rahatsızlıklar	20
2.2.6.7. Operasyon Sahası Enfeksiyonu	21
2.2.7. Gömülü Mandibular Üçüncü Molar Dişlerin Radyolojik Değerlendirilmesinde Kullanılan Görüntüleme Sistemleri.....	21
2.2.7.1. Panoramik Radyografi	21
2.2.7.2. Lateral Oblik Radyografi	23
2.2.7.3. Bilgisayarlı Tomografi.....	23
2.2.7.4. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi	24
2.3. Yapay Zeka	25
2.3.1. Yapay Zeka Teknolojileri	26
2.3.1.1. Uzman Sistemler.....	26
2.3.1.2. Bulanık Mantık	26
2.3.1.3. Genetik Algoritmalar	27
2.3.1.4. Makine Öğrenmesi.....	27
2.3.1.4.1. Derin Öğrenme	28
2.3.2. Diş Hekimliğinde Yapay Zeka Uygulamaları	28
2.3.2.1. Diş Hekimliğinde Derin Öğrenme Uygulamaları.....	28
3. MATERYAL VE METOT.....	34
3.1. Görüntülerin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi.....	34
3.1.1. Gömülü Mandibular 3. Molar Dişlerin Sınıflandırılması ve Veri Kümesi.....	36
3.1.2. Görüntü Veri Kümesinin Oluşturulması ve Ön İşleme	38
3.1.3. Görüntü Veri Kümesinin Arttırılması.....	39
3.2. Derin Öğrenme Algoritmaları.....	41
3.2.1. Transfer Öğrenme	42
3.2.2. Derin Öğrenme Algoritmalarının Eğitilmesi	43

3.2.3. Değerlendirme Metrikleri	43
3.2.3.1. Karışıklık Matrisi.....	43
4. BULGULAR.....	45
4.1. Derin Öğrenme Mimarilerinin Performans Sonuçları	46
4.1.1. İlişki Var-İlişki Yok (1. Problem) Sınıflandırma Sonuçları	46
4.1.2. İlişki Varsa Gömülü Mandibular 3. Molar Dişe Göre Mandibular Kanal Bukkalde veya Lingualde (2. Problem) Sınıflandırma Sonuçları.....	48
4.1.3. İlişki Varsa Gömülü Mandibular 3. Molar Dişe Göre Mandibular Kanal Bukkalde, Lingualde veya Diğer (3. Problem) Sınıflandırma Sonuçları	50
4.1.4. İlişki Yok veya İlişki Varsa Gömülü Mandibular 3. Molar Dişe Göre Mandibular Kanal Bukkalde, Lingualde ve Diğer Kategorisinde (4. Problem) Sınıflandırma Sonuçları.....	52
5. TARTIŞMA.....	54
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	67
KAYNAKLAR	70
EKLER	101
EK-1. ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU.....	101
EK-2. ETİK KURUL ONAY FORMU	102

TEŞEKKÜR

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, değerli bilgi ve katkıları ile yöneten, tezimin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Özkan MİLOĞLU'na en derin saygı ve şükranlarımı sunarım.

Tez kapsamında yapay zeka modellerinin eğitilmesinde ve geliştirilmesinde yardımcı olan Bilgisayar Mühendisi Nida KUMBASAR ve Prof. Dr. İbrahim Yücel ÖZBEK'e, doktora eğitimimde mesleğim adına çok şey öğrendiğim bölüm hocalarıma, hayatımın her zamanında yanımda olan, beni bugünlere kadar getiren ve desteklerini esirgemeyen çok sevgili aileme teşekkür ederim.

Mustafa Taha GÜLLER

ÖZET

Gömülü Mandibular 3. Molar Dişlerde Panoramik Radyografinin Etkinliğinin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografiyle Elde Edilen Bulgularla Geliştirilmiş Yapay Zeka Modeli Üzerinde Değerlendirilmesi

Amaç: Diş hekimliğinde sıklıkla karşılaşılan problemlerden biri gömülü mandibular 3. molar dişlerdir. Bu dişlerin cerrahi çekim öncesi tedavi planlamasının yapılması ve çekim sonrası oluşabilecek komplikasyonların azalması için mandibular kanalla ilişkisi ve konumu belirlenmelidir. Çalışmamızın amacı yapay zeka modelleri kullanarak panoramik radyografi görüntülerinde gömülü mandibular 3. molar dişlerin mandibular kanalla ilişkisini ve konumunu tespit edebilmek ve yapay zeka mimarilerinin performanslarını karşılaştırmaktır.

Materyal ve Metot: Bu tez çalışmasında; Atatürk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalında 2018-2022 yılları arasında konik ışınlı bilgisayarlı tomografisi çekilmiş olan hastalar incelendi. Panoramik radyografi görüntülerinde 290 hastaya ait toplamda 546 adet gömülü mandibular 3. molar diş çalışmaya dahil edildi. Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet mimarilerinin iki farklı ilgi alanı (ROI) üzerinde dört farklı problemin çözümündeki performansları karşılaştırıldı.

Bulgular: En yüksek performansı 2. problemin (ilişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde veya lingualde) belirlenmesinde %93,2 doğruluk göstererek dikey ROI'de SqueezeNet mimarisi vermiştir. Birinci problemin (ilişki var-ilişki yok) belirlenmesinde Inception-v3 yatay ROI'de %84,8, 3. problemin (ilişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde, lingualde veya diğer) belirlenmesinde GoogLeNet yatay ROI'de %70,0, 4. problemin (ilişki yok veya ilişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde, lingualde ve diğer kategorisinde) belirlenmesinde GoogLeNet yatay ROI' de %77,4 doğrulukta performans göstermiştir.

Sonuç: Yapay zeka modelleri insan gözünün ayırmada zorlandığı ve doğru teşhisi yapamadığı durumlarda yardımcı olabilen teknolojilerdir. Bu çalışma gömülü 3. molar dişlerin mandibular kanalla ilişkisini ve konumunu belirlemede yapay zeka teknolojilerinin başarılı olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Derin öğrenme, gömülü üçüncü molar, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi, panoramik radyografi, yapay sinir ağları, yapay zeka

ABSTRACT

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

Aim: One of the most frequently encountered problems in dentistry is impacted mandibular third molars. The relationship and position of these teeth with the mandibular canal should be determined for treatment planning before surgical extraction and to reduce the complications that may occur after extraction. The aim of our study is to determine the relationship and position of impacted mandibular third molars with the mandibular canal in panoramic radiography images using artificial intelligence models and to compare the performance of artificial intelligence architectures.

Material and method: In this thesis, patients who underwent cone beam computed tomography between 2018 and 2022 at Atatürk University, Faculty of Dentistry, Department of Oral, Dental and Maxillofacial Radiology were examined. Inception-v3, GoogLeNet, and SqueezeNet architectures were compared to solve four different problems in two different regions of interest (ROIs).

Results: The SqueezeNet architecture gave the highest performance in the vertical ROI with 93.2% accuracy in determining problem 2 (If there is a relationship, the mandibular canal is buccal or lingual according to the impacted mandibular 3rd molar). For problem 1 (There is a relationship, no relationship), Inception-v3 showed 84.8% accuracy in horizontal ROI; for problem 3 (If there is a relationship, the mandibular canal is buccal, lingual, or other according to the impacted mandibular 3rd molar), GoogLeNet showed 70.0% accuracy in horizontal ROI. In determining the problem (if there is a relationship, the mandibular canal is in the buccal, lingual, other category, or no relationship according to the impacted mandibular 3rd molar tooth), it performed with an accuracy of 77.4% in GoogLeNet horizontal ROI.

Conclusion: Artificial intelligence models are technologies that can help in cases where the human eye has difficulty distinguishing and making the correct diagnosis. This study shows that artificial intelligence technologies are successful in determining the relationship and position of impacted 3rd molars with the mandibular canal.

Key Words: Artificial intelligence, artificial neural networks, cone beam computed tomography, deep learning, impacted third molar, panoramic radiography

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BT	: Bilgisayarlı tomografi
CLAHE	: Kontrast limitli adaptif histogram eşitleme
ESA	: Evrişimsel sinir ağları
HBYS	: Hastane bilgi yönetim sistemi
KIBT	: Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi
PR	: Panoramik radyografi
TME	: Temporomandibular eklem
YSA	: Yapay sinir ağları
YZ	: Yapay zeka

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Winter sınıflaması	7
Şekil 2.2. Pell ve Gregory derinlik sınıflaması (sırasıyla Seviye A, Seviye B ve Seviye C).....	8
Şekil 2.3. Pell ve Gregory yatay sınıflaması (sırasıyla Sınıf 1, Sınıf 2 ve Sınıf 3)	8
Şekil 2.4. Mandibular kanal ile gömülü mandibular 3. molar dişlerin ilişki türleri	9
Şekil 3.1. Gömülü mandibular 3. molar diş ile mandibular kanal ilişkisi	36
Şekil 3.2. Sağ mandibular gömülü 3. molar diş bulunan hastaların KIBT ve PR görüntüleri.....	37
Şekil 3.3. Kaydedilen PR görüntülerinin iki parçaya ayrılması	40
Şekil 3.4. Sol parçanın “y” eksenine göre simetriği	40
Şekil 3.5. İki farklı ROI alanı ve görüntü iyileştirme	41
Şekil 4.1. Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet 1. problem için karışıklık matrisi	47
Şekil 4.2. Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet 2. problem için karışıklık matrisi	49
Şekil 4.3. Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet 3. problem için karışıklık matrisi	51
Şekil 4.4. Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet 4. problem için karışıklık matrisi)	53

TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Diş hekimliği alanında yapılmış derin öğrenme çalışmaları	29
Tablo 3.1. Derin öğrenme mimarilerinin özellikleri	42
Tablo 4.1. Problemlere göre kullanılan verilerin dağılımı	45
Tablo 4.2. Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet mimarilerinin 1. problem (ilişki var- ilişki yok) performans değerleri	46
Tablo 4.3. Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet mimarilerinin 2. problem (ilişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde veya lingualde) performans değerleri	48
Tablo 4.4. Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet mimarilerinin 3. problem (ilişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde, lingualde veya diğer) performans değerleri	50
Tablo 4.5. Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet mimarilerinin 4. problem (ilişki yok veya ilişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde, lingualde ve diğer kategorisinde) performans değerleri ...	52

1. GİRİŞ

Diş hekimliğinde tanı ve teşhis için en sık başvurulanan yöntem, radyolojik incelemelerdir. Görüntüleme sistemleri iki veya üç boyutlu olduğundan, maksillofasiyal bölgede görülen hastalıkların tanı, tedavi ve takibinin yapılabilmesi için en uygun görüntüleme yönteminin seçilmesi gerekmektedir.

İntraoral radyografiler olarak bitewing, periapikal ve oklüzal radyografiler; ekstraoral radyografiler olarak da panoramik radyografiler (PR) diş hekimliğinde çoğunlukla kullanılan iki boyutlu görüntüleme sistemleridir (Akarslan ve ark., 2008). PR'lerin radyasyon miktarının düşük olması, maksillofasiyal bölgeye ait birçok anatomik yapıyı bir arada ve tek bir görüntüde vermesi, hastanın işlemi anlama ve uygulamasının kolay olması ve çekim süresinin kısa olması gibi birçok avantajı vardır. Bu avantajlarından dolayı diş hekimleri bu görüntüleme yöntemini tercih etmektedir (Flint ve ark., 1998). Dezavantajları ise; intraoral radyografilere göre detayı iyi verememesi, distorsiyonlar, magnifikasyonlar ve süperpozisyonlardır. Bundan dolayı da anatomik yapıların değerlendirilmesi zorlaşabilmektedir.

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT) diş hekimliğinde sık kullanılan üç boyutlu görüntüleme yöntemidir. KIBT implant planlamada, kraniomaksillofasiyal patolojilerin ve kırıkların değerlendirilmesinde, temporomandibular eklemlerin (TME) incelenmesinde ve gömülü dişlerin lokalizasyonunu belirlemede kullanılır (Heiland ve ark., 2004; Honda ve ark., 2004; Kobayashi ve ark., 2004; Sato ve ark., 2004; Ziegler ve ark., 2002). KIBT'nin farklı düzlemlerde görüntü oluşturabilmesi, gerçeğe yakın üç boyutlu görüntü vermesi ve çözünürlüğün yüksek olması bu sistemlere olan ihtiyacı artırmış olsa da radyasyon miktarının yüksek olması dezavantajıdır (Quereshy ve ark., 2008).

Dişler sürme yeteneğinin olmaması veya sürme yolunda engelle karşılaşması durumunda gömük kalabilir (Eshghpour ve ark., 2014). Bu gibi durumlar patolojik olup perikoronit, komşu dişlerde rezorpsiyon, kistik veya tümöral oluşumlara neden olabilir (Ma'aita ve Alwrikat, 2000). Bunlara ek olarak gömülü mandibular 3. molar dişler mandibular kemiği travmalara karşı zayıflatabilir (Meisami ve ark., 2002).

Gömülü mandibular 3. molar dişlerin çekimi yaygın bir tedavi şeklidir ve işlem sonrası komplikasyonlar olabilir. Komplikasyonlar arasında yaygın olanı mandibular kanal içinde seyreden alveolar inferior sinirde meydana gelen hasardır (Wang ve ark., 2015). Diş hekimleri tedavi öncesi genellikle PR üzerinde değerlendirme yapmaktadır. Ancak iki boyutlu görüntü veren PR'lerde mandibular kanal ile gömük dişin süperpozisyonları olduğu zaman ilgili dişin kanal ile ilişkisinin incelenmesi zorlaşır (Sameshima ve Asgarifar, 2001). Gömülü mandibular 3. molar dişlerin çekimi için mandibular kanal ile uzaysal ilişkisinin tanımlanması diş hekimleri için önemlidir. Bunun için kesitsel görüntü veren KIBT'ye başvurulur (Ghaeminia ve ark., 2009).

Yapay zeka (YZ), insan zekasından yola çıkarak bilgisayar aracılığı ile düşünce üretebilen sistemlerdir (Kunz ve ark., 2020). Bazen kusurlu kararlar verebilen insan zekası nedeniyle YZ teknolojilerinin sağlık alanında kullanımı için birçok çalışma mevcuttur. Tanı süresini, uzman kişilere olan ihtiyacı ve insan kaynaklı hataları azaltması ile insan gözünün fark edemediği durumları yazılımlarla tespit etmesinden dolayı YZ kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır.

PR'ye göre KIBT'nin her merkezde bulunmaması, pahalı olması, yorumlanmasının daha zor olması ve en önemlisi radyasyon miktarının fazla olması gibi olumsuzlukları vardır. Yaptığımız çalışmanın amacı KIBT'de saptanan gömülü mandibular 3. molar dişlerinin mandibular kanal ile ilişkisini ve konumunu YZ yöntemleri kullanılarak PR'ler üzerinde tespit edebilmek ve farklı YZ mimarilerinin bu

problemler üzerindeki performanslarını karşılaştırmaktır. Böylece iki boyutlu radyografilerde teşhis etmesi zor olan durumları YZ ile tespit ederek tanı koyma için geçen süreyi, uzman klinisyenlere olan ihtiyacı, görüntüleme sistemleri için harcanan maliyeti ve hastaların aldığı radyasyon dozunu azaltabiliriz.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Erüpsiyon ve Gömülü Diş

Erüpsiyon; dişin işlevsel olmadığı konumundan, oklüzyona doğru fonksiyona geçme hareketi olarak tanımlanır. Bazen dişin ağız boşluğunda görülme durumu olarak da kullanılan bir terimdir (Suri ve ark., 2004).

Gömüklük; dişin normal fonksiyona ulaşamadığı patolojik bir durumdur. Başka bir deyişle kısmen veya tamamen sert veya yumuşak dokuyla çevrili, anatomik konumuna göre sürme ihtimali olmayan dişlere gömülü diş denir (Santosh, 2015).

Süt dişlenme döneminde gömülü dişler nadir olarak görülürken daimi dişlenmede sık rastlanılan bir durumdur (Otsuka ve ark., 2001). Gömülü kalma sıklığı sırasıyla mandibular üçüncü molarlar, maksiller üçüncü molarlar, maksiller daimi kaninler, mandibular premolarlar, maksiller premolarlar, mandibular daimi kaninler, maksiller daimi santral kesiciler ve maksiller daimi lateral kesici dişler şeklindedir. (Chu ve ark., 2003; Dachi ve Howell, 1961; Grover ve Lorton, 1985).

2.1.1. Sürme Mekanizması ve Gömülü Kalma Etiyolojisi

Süt ve daimi dişlerin sürmesi belli bir yaş aralığında gerçekleşen olaydır. Irk, cinsiyet, etnik köken, bireysel ve genetik faktörler dişlerin normal sürme zamanlarını etkiler (Suri ve ark., 2004). Yapılan bir çalışmada sürmenin dental folikül ile alveolar kemikteki osteoklast ve osteoblast hücreleri arasındaki koordineli iletişim ile meydana geldiği söylenmiştir (Wise ve King, 2008). Bu süreçte oluşan bir olumsuzluk, sendromdan kaynaklı veya sendromsuz olarak ortaya çıkabilir. Böylece diş erüpsiyonunda gecikme veya gömük kalma gibi durumlar meydana gelmektedir (Suri ve ark., 2004; Wise ve King, 2008). Başka bir çalışmada ise mandibular 3. molar dişlerin gömülü kalmasının, iskeletsel olgunlaşmanın 3. molar dişin olgunlaşmasına göre daha erken olmasından kaynaklandığı vurgulanmıştır (Svendsen ve Björk, 1988). Çünkü dişin

olgunlaşmasıyla sürmesi arasında ilişki vardır. Dişler, kök uzunluğu 2/3 oranına ulaştığında sürmeye başlamaktadırlar (Haavikko, 1970).

2.2. Üçüncü Molar Dişler

Üçüncü molar dişler, daimi dişlenmede en distalde bulunan dişlerdir. Akil dişleri, 20 yaş dişleri, bilgelik dişleri olarak da isimlendirilirler. Genellikle 18-25 yaşları arasında sürerler (Husain, 2018).

2.2.1. Mandibular Üçüncü Molar Dişler

2.2.1.1. Mandibular Üçüncü Molar Dişlerin Gömük Kalma Nedenleri

Mandibular 3. molar dişlerin gömülü kalma prevalansı yüksektir. Bu yüzden ilgili dişlerin gömülü kalma nedenleri arasında birçok teori öne sürülmüştür. Evrimsel olarak mandibula boyutunda azalma, retromolar boşluğun yetersiz olması, günümüzde diyet alışkanlıklarının değişmesinden dolayı çiğneme işlemini yapmak için efor sarf edilmemesi ve bu yüzden çenelerin büyüme için uyarılmaması, bebeklerin yapay gıdalarla beslenmesi, erken dönemde edinilen alışkanlıklar gibi nedenlerden dolayı dişler gömülü kalmaktadır (Juodzbals ve Daugela, 2013; Santosh, 2015).

2.2.1.2. Gömülü Mandibular Üçüncü Molar Dişlerin Prevalansı

Çenelerde en sık gömük kalan 3. molar dişlerin gömülü kalma prevalansı farklı toplumlarda yapılan çalışmalarda %16,7-68,6 arasında değişmektedir (Hashemipour ve ark., 2013). Birçok araştırmada maksillaya göre mandibulada daha sık gömülü 3. molar diş görüldüğü bildirilmiştir (Al-wusaybie ve ark., 2018; Chu ve ark., 2003). Gömülü kalma sıklığı cinsiyetler arasında farklılık göstermemektedir (Alfadil ve Almajed, 2020; Breik ve Grubor, 2008).

2.2.2. Gömülü Mandibular Üçüncü Molar Dişlerin Sınıflandırılması

Gömülü dişlerin çekim öncesi değerlendirilip uygun cerrahi prosedürün belirlenmesi gerekmektedir. Gömülü dişin anatomik pozisyonunu ve gömüklük

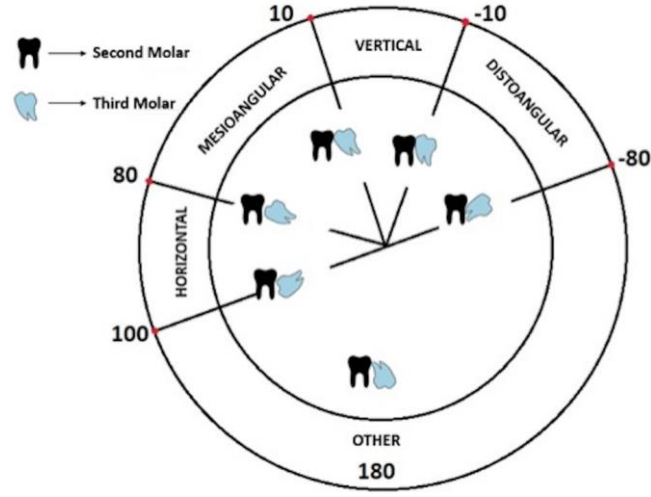
derecesini bilmek, yapılacak cerrahi çekimin zorluğunu ve intraoperatif ve postoperatif komplikasyon riskini öngörmede önemlidir (Almendros-Marqués ve ark., 2008). Bu nedenle preoperatif alınan radyografilerde ilgili dişe ait bazı sınıflandırmalar yapılmaktadır. Pell ve Gregory ve Winter sınıflamaları mandibular 3. molar dişlerin gömüklük sınıflandırılmasında kullanılan geleneksel sistemlerdir (Almendros-Marqués ve ark., 2008).

2.2.2.1. Winter Sınıflaması

Winter sınıflamasında gömülü mandibular 3. molar dişin mandibular 2. molar dişe göre angulasyonunu değerlendirmek için kullanılmaktadır. Winter sınıflaması mandibular 3. molar diş ile mandibular 2. molar dişin uzun eksenleri arasında kalan açıya göre yapılır. Vertikal, mezioangular, distoangular, horizontal, diğer ve bukkolingual olmak üzere 6 gruba ayrılmıştır. Diğer sınıfının içinde mezioinvert, distoinvert ve distohorizontal pozisyonlar bulunmaktadır (Gümrükçü ve ark., 2021).

Winter sınıflamasına göre gömülü 3. molar diş ile 2. molar dişin uzun eksenleri arasında kalan açıya göre gömüklük durumu:

- 10° ile -10° arasındaki açı vertikal gömük
- 11° ile 79° arasındaki açı mezioangular gömük
- -11° ile -79° arasındaki açı distoangular gömük
- 80° ile 100° arasındaki açı horizontal gömük
- 111° ile -80° arasındaki açı diğer (mezioinvert, distoinvert ve distohorizontal)
- Bukkolingual gömüklük (Şekil 2.1.) (Gümrükçü ve ark., 2021).



Şekil 2.1. Winter sınıflaması

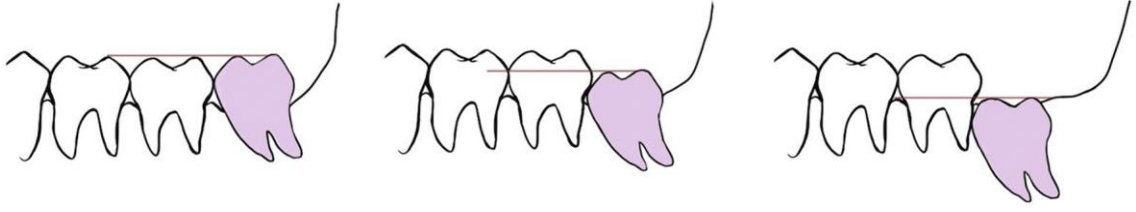
2.2.2.2. Pell ve Gregory Sınıflaması

Pell ve Gregory sınıflamasında 3. molar dişin dikey ve yatay yönde olmak üzere iki tane sınıflaması vardır. Dikey sınıflama 2. molar dişin oklüzal seviyesine, yatay sınıflama ise ramusun anterior kenarına göre yapılmaktadır (Pell, 1933).

Dikey sınıflamada gömülü dişin oklüzal seviyeye göre derinlik durumu belirlenir. Seviye A, B ve C olmak üzere üç grupta sınıflandırılmaktadır.

Dikey Sınıflaması;

- Seviye A: Üçüncü molar dişin oklüzal düzlemi, ikinci molar dişin oklüzal düzlemi ile aynı seviyededir.
- Seviye B: Üçüncü molar dişin oklüzal düzlemi, ikinci molar dişin oklüzal düzlemi ile kolesi arasındadır.
- Seviye C: Üçüncü molar dişin oklüzal düzlemi, ikinci molar dişin kole seviyesinin altındadır (Şekil 2.2.) (Gümrükçü ve ark., 2021).

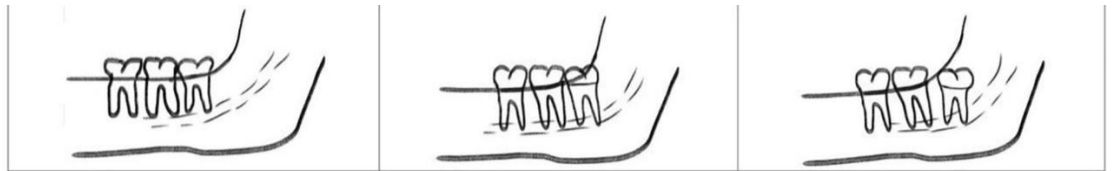


Şekil 2.2. Pell ve Gregory derinlik sınıflaması (sırasıyla Seviye A, Seviye B ve Seviye C)

Yatay sınıflamada gömülü mandibular 3. molar dişin meziodistal çapının, ramusun anterior kenarıyla 2. molar dişin distal yüzeyi arasındaki mesafe kıyaslanarak yapılır. Yatay sınıflama; sınıf 1, 2 ve 3 olmak üzere üç sınıfa ayrılır.

Yatay sınıflamada;

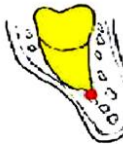
- Sınıf 1: Üçüncü molar dişin meziodistal genişliği, mandibular ramusun anterior kenarıyla ikinci molar dişin distal yüzeyine olan mesafeden daha kısadır.
- Sınıf 2: Üçüncü molar dişin meziodistal genişliği, mandibular ramusun anterior kenarıyla ikinci molar dişin distal yüzeyine olan mesafeden daha uzundur.
- Sınıf 3: Mandibular ramusun ön kenarıyla ikinci molar dişin distal yüzeyine olan mesafede boşluk yoktur (Şekil 2.3.) (Alfadil ve Almajed, 2020).



Şekil 2.3. Pell ve Gregory yatay sınıflaması (sırasıyla Sınıf 1, Sınıf 2 ve Sınıf 3)

2.2.2.3. Gömülü Mandibular    nc  Molar Dişlerin Mandibular Kanal ile İlişkisi

Gömülü mandibular 3. molar dişlerin mandibular kanalla arasındaki yakın anatomik ilişki, ilgili di in çekimi sonrası inferior alveolar sinirde hasarı meydana gelme riskini artırır. Bundan dolayı cerrahi çekim öncesi gömülü mandibular 3. molar di in mandibular kanalla ilişkisinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla standart olarak PR'lere başvurulur. İki boyutlu radyografi yöntemi olan PR görüntülerinde mandibular kanal gömülü mandibular 3. molar di  ile ilişkili olmasa bile s perpozisyonlardan dolayı yakın ili kideymi  gibi görüntü verebilir. PR'lerde mandibular kanalla gömülü 3. molar di  yakın ilişkide ise klinisyenler KİBT görüntülerinde mandibular kanalın tam konumunu belirleme ihtiya ı duyarlar ( ekil 2.4.) (Hossein Ghaeminia ve ark., 2009).

	Lingual	Kökler arasında	Bukkal	İnferior
Gömülü mandibular 3. molar di� ile mandibular kanal arasında temas var				
Gömülü mandibular 3. molar di� ile mandibular kanal arasında temas yok				

Şekil 2.4. Mandibular kanal ile gömülü mandibular 3. molar dişlerin ilişki türleri

2.2.3. Gömülü Mandibular     nc  Molar Di lerden Kaynaklanan Patolojiler ve  ekim Endikasyonları

Gömülü di ler semptom vermediği takdirde çenelerde uzun süre kalabilirler ve rutin muayenede tesadüfen fark edilirler (Kaczor-Urbanowicz ve ark., 2016). Perikoronit, periodontal hastalıklar, periapikal apse, kist ve tümörler, komşu di te meydana getirdiği çürük veya rezorpsiyonlar, karşıt yumuşak doku iltihabı ve ağrısı, malpozisyonlar, ortodontik tedavi amaçlı, alveolar kemik rezorpsiyonları, di    r   , radyoterapi öncesi, protetik tedavi amaçlı, kronik veya idiopatik yüz ağrıları gibi durumlarda mandibular 3. molar di ler için çekim kararı verilebilmektedir (Juodzbaly ve Daugela, 2013; Santosh, 2015).

2.2.3.1. Perikoronitis

Perikoronit, kısmen sürmüş di in k r n n  örten di etin iltihaplanmasıyla ortaya çıkan bir di  eti hastalığıdır. Gömülü mandibular 3. molar dişlerde sıklıkla görülür (Moloney ve Stassen, 2009). Etkilenen di ten kaynaklı enfeksiyon; genellikle alveoler çıkıntının daha ince lingual plakası yoluyla derin boyun, mastikatör, submandibular, parafaringeal veya dilaltı bo lu una yayılabilir (Ohshima ve ark., 2004). Tedavisi genellikle ilgili di in çekilmesi (Schmidt ve ark., 2021).

2.2.3.2. Ağrı

Orofasiyal bölgede görülen a rılar, Uluslararası Orofasiyal Ağrı Sınıflandırması (ICOP) tarafından altı başlık altında yapılmıştır. ("International Classification of Orofacial Pain, 1st edition (ICOP)," 2020)    sınıf çiğneme sistemini ilgilendiren a rılar iken; diğer üç sınıf ise di lerden, dentoalveolar yapılardan ve TME'den kaynaklanmayan orofasiyal a rılardır. Yüz ağrısına neden olan durumlar arasında en sık görüleni ise di  kaynaklıdır (Ziegeler ve ark., 2021). Di  ağrısı dışında, hastanın ifade ettiği ba  ağrısı, basınç hissi veya dişlerde hissedilmeyen ağrının nedeni gömülü 3. molar di lerden

kaynaklı olabilir. İlgili dişin çekimiyle de ağrı semptomu geçebilir (Braumah ve ark., 2018).

2.2.3.3. Trismus

Trismus, kişinin ağzını açamaması durumudur. Çiğneme kaslarının kasılması ve ağız açıklığının sınırlanmasına neden olan ve mandibular hipomobilité olarak da tanımlanan bir durumdur (Bensadoun ve ark., 2010; Rapidis ve ark., 2015). Gömülü mandibular 3. molar dişte meydana gelen perikoronitin bir komplikasyonu olan trismus, enfeksiyonun çiğneme kaslarında meydana getirdiği spazm nedeniyle görülür (Monisha ve ark., 2018).

2.2.3.4. Çürük

Üçüncü molar dişte restorasyonu mümkün olmayan çürük lezyonlarında veya komşu 2. molar dişin distal yüzeyinde neden olduğu çürükten dolayı dişe çekim endikasyonu konulabilmektedir (Santosh, 2015). İlgili bölgelerde yeterli ağız hijyeni için erişimin olamaması ve karyojenik plak oluşumu çürüğe neden olur (McArdle ve ark., 2018). Bazen de 2. molar dişin distal servikal bölgesindeki çürüğün tedavisi veya çürük oluşumunu engellemek için 3. molar dişin çekimi yapılmaktadır (McArdle ve ark., 2018). Gömüklük pozisyonunun ve açısının 2. molar dişte çürük oluşumuna etkisi vardır. Yapılan bir çalışmada 3. molar dişlerin horizontal pozisyonda gömülü kalmasında daha sık çürük meydana geldiği bildirilmiştir (Marques ve ark., 2017). Fakat başka çalışmalarda ise mezioangular pozisyonda gömülü kalmasının 2. molar dişte daha çok çürüğe neden olduğu ortaya konmuştur (Arslan ve ark.; McArdle ve ark., 2018).

2.2.3.5. Komşu İkinci Molar Dişte Rezorpsiyon

Dişler temasta iken oluşan basınçtan dolayı rezorpsiyon meydana gelir (Oenning ve ark., 2015). Üçüncü molar dişler, komşu 2. molar dişlerde kök rezorpsiyonuna neden olabilir (Juodzbaly ve Daugela, 2013; Santosh, 2015). Kök rezorpsiyonun pulpa

kavitesine ulaşmadığı veya pulpanın enfekte olmadığı durumlarda genellikle semptom vermezler (Fuss ve ark., 2003). Rezorpsiyonun meydana gelebilmesi için bitişik dişlerin temasta olması gerekir. Kök rezorpsiyonu yaşa ve gömüklük pozisyonuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Enabulele ve Obuekwe, 2017). Yapılan çalışmalarda mezioangular ve horizontal gömülü pozisyonlarda rezorpsiyon gelişme ihtimalinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Enabulele ve Obuekwe, 2017; Oenning ve ark., 2015).

2.2.3.6. Kist ve Tümörler

Dental folikül gömülü diş kuronunu sarmakta olup dişlerin gelişiminde ve erüpsiyonunda rol oynar (Haghanifar ve ark., 2014). Genişliği 2,5 mm'den az olan, radyolüsent görünüm veren foliküller normal olarak kabul edilir (Dongol ve ark., 2018). Bu boyutlardan fazla olursa patolojik bir bulgu olarak kabul edilir. Gömülü 3. molar dişler odontojenik kistlere ve tümörlere neden olabilir ve asemptomatik olduğu sürece rutin radyolojik muayenede tesadüfen fark edilirler (Steed, 2014). Kist veya tümör gelişme sıklığı yapılan çalışmalar arasında %2-%6,2 arasında tespit edilmiştir (Stathopoulos ve ark., 2011). En yaygın olarak dentigeröz kist, odontojenik keratokist ve ameloblastomaya neden olurlar (Haghanifar ve ark., 2014). Bu lezyonlar arasında malignite gelişme oranı ise oldukça nadirdir (Güven ve ark., 2000). Birkaç çalışmada dentigeröz kistten kaynaklı skuamöz hücreli karsinom vakası bildirilmiştir (Güven ve ark., 2000; Stathopoulos ve ark., 2011). Gömülü 3. molar dişlerin ileride patoloji oluşturmaması ve çekim kaynaklı morbiditenin daha az olması için erken yaşta profilaktik amaçlı çekimi önerilmektedir (Haghanifar ve ark., 2014; Stathopoulos ve ark., 2011).

2.2.3.7. Çene Fraktürleri

Mandibula; rijit ve sert bir kemik olup maksillofasiyal bölgede meydana gelen fraktürlerin en sık görüldüğü ikinci kemiktir (Soós ve ark., 2020). Mandibulada en sık

kondiler bölge (%56,5) olmak üzere sırasıyla simfiz (%45), korpus (%25,5) ve angulus (%16,5) sahalarında fraktürler görülür (Soós ve ark., 2020).

Gömülü 3. molar diş, angulus bölgesindeki kemiği zayıflatır. Bunun nedeninin kortikal tabakanın bozulması veya kemik boşluğunu dolduran diştan kaynaklı olduğu yönündedir (Bezerra ve ark., 2013; Meisami ve ark., 2002). Yapılan sistematik derlemelerde gömülü 3. molar diş bulunan çenelerde angulus bölgesinde fraktür oluşma riskinin 3,27 kat arttığı, kondil bölgesinde meydana gelen fraktür riskinin ise azaldığı söylenmiştir (Armond ve ark., 2017a; Armond ve ark., 2017b).

2.2.3.8. Yanak Isırma

Yanak ısırma, travmaya sebep olan kronik bir durumdur. Etiyolojisi arasında psikolojik, nörolojik ve dental durumlar yer alır (Ghom ve Ghom, 2014). Dental durumlar arasında maloklüzyon, sivri dişler, protetik tedavinin hatalı olması, yanak şişmesi ve 3. molar dişler bulunur (Gümüş ve ark., 2015).

2.2.3.9. Alt Kesicilerde Çapraşıklık ve Ortodontik Tedavi

Mandibular 3. molar dişlerin alt kesici dişlerde meydana getirdiğı geç dönem çapraşıklığı tartışılan bir durumdur (Santosh, 2015). Steed (2014), ortodontik nedenlerle, 2. molar dişin sürmesini engellediğinde veya başka bir şekilde komşu dişlerin sağlığını etkilemesi durumunda 3. molar dişlerin çekilmesi gerektiğini söylemiştir. Yapılan eski çalışmalarda ise konjenital 3. molar dişleri olmayan kişilerde daha az anterior çapraşıklık olduğu sonucuna varılmıştır (Kaplan, 1974; Vego, 1962). Niedzielska (Niedzielska, 2005) Üçüncü molar dişlerin sürmesi için yer varsa diğer dişlerde yer değiştirmeye neden olmayacağını söylemiştir. Marciani (Marciani ve Clinics, 2007) ise 3. molar dişlerinin çıkarılmasının mandibular arkta ön çapraşıklığı veya post-ortodontik nüksü önleyeceğine dair kesin bir kanıtın olmadığını ve halen tartışma konusu olduğunu söylemiştir. Sonuç

olarak 3. molar dişlerin neden olacağı çapraşıklık çözüme kavuşamamış bir durumdur (Zawawi ve Melis, 2014).

2.2.3.10. Periodontal Hastalıklar

Gömülü 3. molar dişlerin periodontal sağlık üzerine olumsuz etkisinden biri komşuluğundaki diş üzerinedir (Garaas ve ark., 2011). İkinci molar dişin gömülü 3. molar dişin bakan yüzeyinde periodontitis sıklıkla görülür (Dias ve ark., 2020). Gömülü dişin çekimi yapıldıktan sonra hem 2. molar dişin distal yüzeyindeki hem de genel periodontal sağlıkta düzelme olduğu bildirilmiştir (Blakey ve ark., 2009).

2.2.3.11. Marjinal Kemik Kaybı

Mevcut kemik desteği seviyesi periodontal sağlığı ve dişlerin prognozunu doğrudan etkiler (Dias ve ark., 2020). Gömülü 3. molar dişler, 2. molar dişlerin distal yüzünde kemik kaybına neden olan faktörlerden biridir (Hermann ve ark., 2019a). Dias ve ark. (2020) gömülü dişin gömük pozisyonunun ve hastanın yaşının kemik kaybına etkisinin olduğunu, cinsiyetin ise bir rolünün olmadığını söylemişlerdir. Mezioangular ve horizontal pozisyon ile ileri yaşın kemik kaybı riskini artırdığını bildirmişlerdir.

2.2.3.12. Protez Altında Problemler

Protetik planlama yapılan bölgede gömülü bir 3. molar diş varsa çıkarılması düşünülmelidir (Sardar ve ark., 2019). Üçüncü molar diş, oral kaviteyle ilişkili, yumuşak dokuyla kaplı veya ince bir kortikal kemikle örtülüyse üstteki protez nedeniyle tahriş olma riski vardır. Bu kronik tahriş, yumuşak dokunun iltihaplanmasına, şişmesine ve ülserleşmesine yol açabilir. Hasta kronik ağrı yaşayabilir ve sonunda enfeksiyon gelişebilir (Synan ve Stein., 2020).

2.2.3.13. Kök Rezorpsiyonu

Gömülü 3. molar diş, komşu 2. molar dişte eksternal kök rezorpsiyonuna neden olabilmektedir (Santosh, 2015; Suter ve ark., 2019). Ana etken, diş köküne doğrudan

temas ile uygulanan basınç kaynaklıdır (Heithersay, 2007; Suter ve ark., 2019). Gömülü 3. molar dişin gömük kalma pozisyonu rezorpsiyon gelişme riskini artırır. Özellikle mezioangular ve horizontal pozisyonlarda bu risk daha fazladır. Sebebi ise bu pozisyonlarda 3. molar ve 2. molar dişlerin doğrudan temas halinde olma eğilimindendir (Oenning ve ark., 2014). Pulpaya ulaşmayan hafif veya orta dereceli kök rezorpsiyonları genellikle asemptomatiktir ve sıklıkla klinik muayene ile saptanmaz (Suter ve ark., 2019). Bu nedenle, eksternal kök rezorpsiyonu hakkında güvenilir radyografik bilgi klinik karar vermede yardımcı olacaktır.

2.2.4. Gömülü Mandibular    nc  Molar Dişlerin  ekim Kontrendikasyonları

Gömülü 3. molar dişler, çekim endikasyonu konulmadan önce klinik karar sürecinde kapsamlı bir şekilde incelenmelidir. Cerrahi çekimin potansiyel faydalarının riskler karşısında değerlendirilmesinin yapılması gerekmektedir. Hastanın yaşı, sistemik hastalıklar ve  evre anatomik yapılar da meydana gelebilecek hasarlar diş çekiminin kontrendikasyonlarındandır (De Bruyn ve ark., 2020).

2.2.5. Gömülü Mandibular    nc  Molar Dişlerin Tedavi Yaklaşımları

Tedavi planlaması, hastanın başvuru şikayeti ve öyküsüne, fizik muayeneye, radyografik değerlendirme, tanı ve prognoza bağlıdır. Planlama; takip, sürdürme, dişin çekimi ve transplantasyon olmak üzere dört farklı şekilde yapılmaktadır (Santosh, 2015).

Gömülü mandibular 3. molar dişlerde, anamnezde hasta şikayeti ve ilgili bölgede patoloji belirtileri yoksa uzun süreli gözlem yapılmalıdır. Gömülü dişlerin çoğu sürme potansiyeline sahiptir ve doğrudan cerrahi tedavi için herhangi bir endikasyon ortaya çıkmazsa yıllık veya iki yılda bir değerlendirme önerilir (Santosh, 2015).

Folikül, sklerotik kemik, hipertrofik yumuşak doku ve odontoma gibi nedenlerle süremeyen ve 2. molar dişin olmadığı durumlarda gömülü 3. molar dişlerin sürdürülmesi tercih edilebilir (Santosh, 2015).

Gömülü 3. molar dişler, kuren ve kök anatomisinin uygunluğuna bağlı olarak alveolar bölgelerde nakil için kullanılmaktadır (Santosh, 2015). Travmaya bağlı diş kaybı, ileri derecede çürük diş, kök kırığı, konjenital diş eksikliği, çekimi yapılan diş vb. durumlardan dolayı dişin eksik olduğu durumlarda diş transplantasyon tedavisi uygulanmaktadır (Afzal ve ark., 2017).

Gömülü 3. molar dişlerin patolojilerinin önlenmesinde ve tedavisinde, pre-op ve post-op cerrahi müdahalelerde oluşabilecek riskleri en aza indirmek için çekimleri yapılmaktadır (Błochowiak ve ark., 2019; Santosh, 2015).

2.2.6. Gömülü Mandibular Üçüncü Molar Diş Çekiminde Görülen Komplikasyonlar

Komplikasyonlar, operasyon prosedüründen, hastadan ve çekimi yapan doktordan kaynaklanmak üzere multifaktöriyel olarak meydana gelebilir (Pippi ve Perfetti, 2002). Komplikasyonlar intraoperatif ve postoperatif olmak üzere iki sınıfa ayrılır. İntraoperatif komplikasyonlar; mandibula fraktürü, komşu dişte meydana gelen hasar, diş veya diş parçalarının yumuşak dokulara kaçması, kanama, mandibular sinirin veya lingual sinirin hasar görmesidir (Juodzbaly ve Daugela, 2013). Postoperatif komplikasyonlar ise; ağrı, ödem, hematoma ve ekimoz, trismus, alveolar osteitis, TME rahatsızlıkları ve operasyon sahasının enfeksiyonudur (Bouloux ve ark., 2007)

2.2.6.1. İntraoperatif Komplikasyonlar

2.2.6.1.1. Mandibula Fraktürü

Gömülü mandibular 3. molar dişin aşırı travmatik çekimi mandibulada fraktüre neden olabilir (Chrcanovic ve Custodio, 2010). Uygulanan kuvvet mandibular kemiğin

direncinden daha fazla olduğuunda fraktür meydana gelirken bazen de küçük bir kuvvet karşısında fraktür oluşabilir (Susarla ve ark., 2003). Mandibular kemiğin direnci fizyolojik atrofi, osteoporoz, kistik lezyonlar, malign veya benign lezyonlar, inflamatuvar durumlardan veya cerrahi müdahale sırasında sekonder olarak meydana gelebilir (Krimmel ve Reinert, 2000). Gömülü 3. molar dişlerin çıkarılması sırasında mandibula kırıkları özellikle sinir hasarı ile ilişkiliyse ciddi sonuçlar doğurur (Libersa ve ark., 2002).

2.2.6.1.2. Komşu Dişte Meydana Gelen Hasar

3. molar dişleri çıkarmak için uygulanan kuvvet sırasında komşu dişlere zarar vermek mümkündür (Susarla ve ark., 2003). Komşu dişin kırılması, lüksasyonu, restorasyonun veya protetik materyalin zarar görmesi gibi durumlar çekim sırasında meydana gelebilir. Çıkarılan diş veya dişler yerine tüm çalışma alanı daha iyi incelenirse komşu dişlerde bu komplikasyonların meydana gelmesi en aza indirilebilir. Bununla birlikte, yeterli farkındalık ve dikkatli cerrahi teknikle bile, çürük veya büyük restorasyona sahip dişlerin kırılması bazen kaçınılmazdır (Susarla ve ark., 2003).

2.2.6.1.3. Diş veya Diş Parçalarının Yumuşak Dokulara Kaçması

Dişlerin veya diş parçalarının fasiyal boşluklara veya maksiller sinüse kaçması dikkat gerektiren bir durumdur (Susarla ve ark., 2003). Dişin distolingual açılanması, ince ya da içi boşalmış lingual kortikal kemik ve lüksasyon sırasında aşırı ya da kontrolsüz kuvvet bu komplikasyonun gerçekleşmesine yol açabilecek önemli faktörlerdir (Bouloux ve ark., 2007). Mandibular 3. molar dişler sublingual, submandibular, pterygomandibular ve lateral faringeal boşluklara kaçabilir (Bouloux ve ark., 2007). Çekilen dişin boşluklara kaçtıktan sonra çıkarma kararları, radyografik veya tomografik kesitlerden üç boyutlu analiz kullanılarak planlanmalıdır (Susarla ve ark., 2003).

2.2.6.1.4. Kanama

3. molar diş çekimi sonrası kanama %0,2 ile %5,8 arasında görülmektedir. Lokal veya sistemik nedenlere bağlı olarak intraoperatif veya postoperatif meydana gelir (Bouloux ve ark., 2007). Distoangular gömülü dişlerde, daha derin gömülü dişlerde ve yaşlı hastalarda kanama riski daha yüksektir (Jensen, 1974).

2.2.6.1.5. Mandibular Sinir ve Lingual Sinir Hasarı

Mandibular 3. molar diş çekimi sırasında mandibular sinir, lingual sinir ve bukkal sinirde hasarlar meydana gelebilir. Bu sinirler doğrudan veya dolaylı kuvvetler sonucu zarar görebilir. Doğrudan gelen kuvvetlerden kaynaklı yaralanmalar anesteziik enjeksiyonlardan, ezilmeden, ekstraksiyon işlemi sırasında veya yumuşak doku yönetiminden ve alet kullanımından kaynaklanan hasarları içerir. Sinirlerdeki dolaylı yaralanmalar, kök enfeksiyonları, hematomlardan kaynaklanan basınç ve ameliyat sonrası ödem gibi fizyolojik olayların sonucu olabilir. Lingual sinir hasar insidansı %0,4-%25 arasında iken; mandibular sinir hasar insidansı %0,81-%22 arasında görülmektedir (Juodzbals ve Daugela, 2013). Dişin tamamen gömülü olması ve horizontal gömülü kalması mandibular sinir hasarı gelişme riskini artırmaktadır (Juodzbals ve Daugela, 2013).

2.2.6.2. Postoperatif Komplikasyonlar

2.2.6.2.1. Ağrı

Üçüncü molar diş cerrahisinin neden olduğu ağrı, genellikle anestezinin işleme bağlı olarak ortadan kalkmasından sonra başlar ve ameliyattan 6 ila 24 saat arasında en yüksek seviyeye ulaşır (Smailienė ve ark., 2019). Ağrı beklenen bir durumdur ve tedavide nonsteroid antiinflatuvar ilaçlar ve narkotikler de dahil olmak üzere çok sayıda analjezik kullanımı savunulmaktadır (Isola ve ark., 2019). Birçok çalışma, postoperatif

ağrıyı azaltmak için nonsteroid antiinflamatuvar ilaçların preoperatif kullanımının bir rolü olduğunu öne sürmüştür (Susarla ve ark., 2003).

2.2.6.2.2. Ödem

Ödem ve şişlik, gömülü 3. molar dişlerin çekiminden sonra gelişebilen sekeldir. Şişlik genellikle ameliyattan 2 ile 3 gün sonra maksimum seviyeye ulaşır, 4. gün azalması ve 7. günden sonra tamamen çözülmesi beklenir (Susarla ve ark., 2003). Perioperatif dönemde buz kullanımı ve başın yüksekte tutulması postoperatif şişliği sınırlayabilir ve hasta konforunu artırabilir (Susarla ve ark., 2003). Sistemik kortikosteroidlerin ameliyat öncesi kullanımının ani şişmeyi azalttığı savunulmuştur ancak etkinlikleri konusunda hala tartışmalar mevcuttur (Susarla ve ark., 2003). Ödemin artmasına neden olabilecek diğer faktörler arasında diş çekiminin zor olması ve operasyon süresinin uzunluğu sayılabilir (Sortino ve Cicciù, 2011)

2.2.6.2.3. Hematom ve Ekimoz

Hematom ve ekimoz, diş çekimi işlemi sonrasında oluşan doku hasarı ve kanama sonucu meydana gelir (Cho ve ark., 2015). Hematom, yara bölgesinde kanın birikmesi sonucu oluşan bir topaktır. Ekimoz ise, yara bölgesinde kanın dokulara sızması sonucu oluşan bir morluktur.

Diş çekimi sırasında dokuların hasar görmesi, kanamanın artmasına ve dolayısıyla hematom veya ekimoz oluşumuna neden olabilir. Bunun yanı sıra, kanın pıhtılaşması sürecinde herhangi bir bozukluk da hematom veya ekimoz oluşumuna neden olabilir. (Dudek ve ark., 2016).

2.2.6.2.4. Trismus

Diş çekimi sonrası trismus, çene kaslarının aşırı gerginleşmesi ve çene hareketlerinin kısıtlanmasıyla karakterize olan bir durumdur (Soni ve ark., 2016). Bu durum, diş çekimi işlemi sırasında veya sonrasında meydana gelen doku hasarı ve

iltihaplanma sonucu oluşabilir (Atalay ve ark., 2014). Diş çekimi işlemi sırasında kullanılan aletler ve uygulanan basınç nedeniyle çene kasları hasar görebilir. Bu hasar, kasların iltihaplanmasına ve şişmesine neden olabilir (Susarla ve ark., 2003). Bu da çene hareketlerinin kısıtlanmasına ve trismusun oluşmasına neden olabilir. Ayrıca, diş çekimi sonrası yara bölgesinde enfeksiyon gelişebilir. Bu enfeksiyon da iltihaplanmaya ve trismusun oluşmasına neden olabilir. Bunun yanı sıra, diş çekimi sonrası ağrı ve rahatsızlık nedeniyle kişi çene kaslarını sürekli sıkmaya veya çiğnemeye çalışabilir. Bu da çene kaslarının yorgunluğuna ve trismusun oluşmasına neden olabilir (López Carriches ve ark., 2006).

2.2.6.2.5. Alveolar Osteitis

Diş çekimi sonrası alveolar osteitis, alveolit veya dry socket, diş çekimi yarasının iyileşmesi sırasında ortaya çıkan ve diş çekimi sonrası oluşabilen ağrılı bir durumdur (Çebi, 2018; Soni ve ark., 2016). Diş çekimi sonrası alveolit oluşumundaki risk faktörleri arasında cinsiyet, bağışıklık sistemi baskılanmış kişiler, yaş, travmatik diş çekimi, perikoronit, diş çekimi sonrası yara bakımının yetersiz olması, diş çekimi sonrası sigara içmek sayılabilir (Blum ve Surgery, 2002; Noroozi ve Philbert, 2009). Alveolit; diş çekimi sonrası ağrı, kötü koku ve yara bölgesindeki boşluğun açık kalması gibi belirtilerle kendini gösterir (Noroozi ve Philbert, 2009).

2.2.6.2.6. Temporomandibular Eklemden Gelişen Rahatsızlıklar

TME rahatsızlıkları, ağız açma ve kapanma sırasında çene eklemi bölgesinde ağrı, çene hareketlerinde sınırlılık, çene kilitlenmesi, kulak çevresinde ağrı ve baş ağrısı gibi semptomlarla kendini gösterir.

Mandibular 3. molar dişlerin çekim prosedürü, hastanın ağzını uzun bir süre boyunca geniş açmasını ve mandibulaya değişken miktarda kuvvet uygulamasını içerdiğinden, çenelere aşırı yüklenmenin veya yaralanmanın mümkün olduğu öne

sürülmüştür (Huang ve ark., 2002). Böylelikle TME rahatsızlığı olan hastalarda mevcut rahatsızlık şiddetlenebilir veya daha kötüleşebilir. Bu sonuç, özellikle cerrahın doğru cerrahi tekniği kullanmaması, mandibular 3. molar dişlerini çekerken alt çeneyi desteklememesi veya genel anestezi altında hastanın koruyucu açma mekanizmasının aşılması durumunda söz konusu olur (Bouloux ve ark., 2007). Diş çekimi sonrası TME rahatsızlıklarının önlenmesi için, diş çekimi öncesinde hastaların mevcut TME sorunları veya diğer çene problemleri hakkında diş hekimlerine bilgi vermesi önerilir. Diş çekimi sırasında çene eklemine ve çevre dokulara zarar verilmemesi için diş hekimlerinin işlemler sırasında dikkatli olmaları ve çene kaslarının aşırı gerilmesini önlemeleri gerekir (Bouloux ve ark., 2007).

2.2.6.7. Operasyon Sahası Enfeksiyonu

Üçüncü molar dişler çıkarıldıktan sonra postoperatif enfeksiyonların oluşma ihtimalinin %0,8 ile %4,2 arasında değiştiği bildirilmiştir (Bouloux ve ark., 2007). Enfeksiyonlar postoperatif erken veya geç dönemde gelişebilir ve mandibular 3. molar dişlerin bulunduğu bölgeler daha sık etkilenir (Haug ve ark., 2005; Sisk ve ark., 1986). Ameliyat sonrası enfeksiyonlar için yaşın, gömüklük derecesinin, kemik çıkarma veya diş kesimi ihtiyacının, alt alveoler nörovasküler paketin açığa çıkmasının, diş eti iltihabı veya perikoronit varlığının, klinisyen deneyiminin ve antibiyotik kullanımının risk faktörleri olduğu öne sürülmüştür (Bouloux ve ark., 2007).

2.2.7. Gömülü Mandibular Üçüncü Molar Dişlerin Radyolojik Değerlendirilmesinde Kullanılan Görüntüleme Sistemleri

2.2.7.1. Panoramik Radyografi

Diş hekimliğinde radyolojik değerlendirme için sıklıkla başvuru alan görüntüleme sistemi PR'lerdir. Maksillofasiyal bölgede bulunan birçok anatomik sahayı tek bir film üzerinde göstermesi, düşük maliyeti ve nispeten düşük radyasyon dozu nedeniyle

genellikle 3. molar dişlerin tanı ve tedavi planlamasında radyografik inceleme yöntemi olarak kullanılır (Jasa ve ark., 2014). Bu görüntüleme tekniği dişlerin, çene kemiklerinin, sinüslerin, nazal fossanın, TME'nin ve çevre dokuların görüntülenmesini sağlar. Tedavi planlamasında veya postoperatif kontrollerin değerlendirilmesinde kullanılır (Tsapaki, 2017).

Gömülü dişlerin tanısı ve teşhisinde öncelikli olarak PR'ler kullanılmaktadır (Hermann ve ark., 2019b). Gömülü dişler hakkında verdiği bilgiler;

- Gömülü dişin pozisyonu: PR, gömülü dişin konumunu belirlemek için kullanılır. Bu teknik, dişin çene kemiği içindeki yerini ve diğer dişlere göre konumunu gösterir (Watanabe ve ark., 2017).
- Dişin gelişim aşaması: PR, gömülü dişin gelişim aşamasını değerlendirmek için kullanılır. Bu teknik, dişin çene kemiği içerisinde gelişimini tamamlayıp tamamlayamadığını belirlemek için kullanılabilir (Watanabe ve ark., 2017).
- Çevre anatomik oluşumların ve dokuların değerlendirilmesi: PR, gömülü dişin çevresindeki yumuşak ve sert dokuların durumunu değerlendirmek için kullanılır. Ayrıca gömülü dişe komşu dişlerin durumunu ve etkilendiği diğer yapıları incelemek için kullanılabilir (Oenning ve ark., 2014).
- Olası komplikasyonların tespiti: PR, gömülü dişin çevresindeki kemik kaybı, kistler, tümörler veya enfeksiyonlar gibi patolojileri belirlemek ve mandibular kanalla olan ilişkinin tespiti için kullanılabilir (Nakagawa ve ark., 2007; Polat ve ark., 2008).
- Tedavi planlaması: PR, gömülü dişin tedavi planlaması için kullanılır. Bu görüntüleme yöntemi dişin çekilmesi, cerrahi olarak çıkarılması veya diğer tedavi seçenekleri hakkında karar vermek için kullanılabilir (Bell ve ark., 2003; Jerjes ve ark., 2006).

- Takip ve kontrol: Gömülü dişlerin takip edilmesi ve kontrol altında tutulması önemlidir. PR, diş hekimlerine gömülü dişin gelişimini ve durumunu takip etmek için belli aralıklarda tekrarlanacak görüntülemedir (Niedzielska ve ark., 2006).

Fakat bu görüntüleme sisteminde projeksiyon hatalarının, süperpozisyonların, artefaktların, distorsiyonların ve magnifikasyonların oluşması; ilgili gömülü dişler hakkında gerekli bilgileri veremeyebilir ve yanlış yorumlanmaya sebep olabilir (Acar ve Kamburoğlu, 2014; Sams ve ark., 2021).

2.2.7.2. Lateral Oblik Radyografi

Lateral oblik radyografi ekstraoral görüntüleme tekniğidir. PR cihazının olmadığı veya kusma refleksi olan hastalarda kullanılabilir. Düşük maliyet ve düşük radyasyon dozu açısından tercih edilir. Ramus, angulus ve korpusun posterior fraktürlerinin görüntülenmesinde kullanılır. Ayrıca bu radyografi tekniği dikey tüp kaydırma yöntemiyle gömülü 3. molar dişin konumunu ve mandibular kanalla ilişkisini tespit etmede kullanılabilir (Jasa ve ark., 2014).

2.2.7.3. Bilgisayarlı Tomografi

Bilgisayarlı tomografi (BT), tıbbi görüntüleme tekniklerinden biridir ve X-ışını kullanarak vücut içindeki organların kesitler halinde görüntülenmesini sağlar. BT'yi birçok röntgen görüntüsünün birleştirilmesiyle oluşan kesitsel görüntüler bütünüdür. Bu görüntüler, bir bilgisayar tarafından işlenir ve sonuçta üç boyutlu bir görüntü oluşur.

BT, ilk olarak 1972 yılında Godfrey Hounsfield ve Allan Cormack tarafından geliştirilmiş ve o zamandan beri tıp alanında önemli bir yer edinmiştir. İlk zamanlarda tarayıcılar kafa görüntülenmesini sağlarken ilerleyen zamanlarda tüm vücudu tarayabilen BT sistemleri kliniklerde yerini almaya başlamıştır (Kalender ve Biology, 2006). Geleneksel bilgisayarlı tomografi (Fan Beam) yelpaze ışınlı BT olarak da adlandırılır. Bu

BT'ler iki boyutlu olarak değerdendirilebilen veya üç boyutlu bir hacim oluşturmak için birleştirilebilen dilimler sağlayan yelpaze şeklinde bir ışın oluşturmak için bir kolimatör kullanır (Shaye ve ark., 2015). BT'nin çalışma prensibi, röntgen ışınlarının vücuttan geçirilmesi ve farklı dokular tarafın X-ışınının zayıflatma değeri (atenüasyon) ile ilgilidir. Her doku, farklı şekillerde röntgen ışınlarını emer ve bu da değişik gri tonlarında görüntüler oluşturur. İnceleme alanındaki yapılarda süperpozisyonlar oluşmaz ve yüksek kontrastlı görüntüler elde edilir (Fleischmann ve Boas, 2011).

BT, vücudun herhangi bir bölgesindeki anormallikleri tanımlamak, tümörleri veya diğer hastalıkları teşhis etmek ve tedaviye yanıtı izlemek için kullanılır. Diş hekimliğinde ise dental implant planlanmasında, travmalarda, periodontolojide, kraniyofasiyal ve ortognatik cerrahide, TME hastalıklarında, oral ve maksillofasiyal patoloji ve rekonstrüksiyonda ve gömülü dişlerin incelenmesinde kullanılmaktadır (Ito ve ark., 2001; Klenk ve Kovacs, 2004; Orentlicher ve ark., 2010).

2.2.7.4. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

Geçmişte BT görüntüleme işlemleri, hastane ortamında veya görüntüleme merkezlerinde yapılmaktaydı. Maliyetlerin fazlalığı, BT'ye erişimin zorluğu, yüksek radyasyon dozu, görüntüleri okuma ve yorumlama konusunda eğitim eksikliği nedeniyle bu teknolojiler diş hekimliğinde tam anlamıyla benimsenmemişti (Orentlicher ve ark., 2010). 1998 yılında Mozzo ve ark. özellikle diş hekimliğinde kullanılmak üzere ilk KIBT cihazını ürettiklerini bildirdiler (Mozzo ve ark., 1998). Bu teknoloji BT'ye kıyasla hastayı daha düşük radyasyona maruz bırakan, çözünürlüğü yüksek, tarama süresi kısa, daha ucuz ve klinik kullanıma uygun boyutlardadır (Kaviani ve ark., 2014).

Konik ışınlı tarayıcılar, üç boyutlu bir hacim olarak kaydedilen konik şeklinde bir X-ışını yaymaları bakımından farklılık göstermektedir. Bu hacim daha sonra hemen hemen her düzlemde iki boyutlu görüntülere dilimlenmektedir (Shaye ve ark., 2015).

Böylece BT'nin yüksek görüntü çözünürlüğünü sağladığını, KIBT'nin ise radyasyona maruz kalmada önemli bir azalma sağladığını ortaya koymaktadır. Ayrıca KIBT'nin yumuşak doku çözünürlüğü daha düşüktür ancak radyolojik değerlendirmede yeterli kemik çözünürlüğüne sahiptir (Shaye ve ark., 2015).

KIBT diş hekimliğinde;

- Oral ve maksillofasiyal bölgede görülen kistlerin, tümörlerin, fraktürlerin kalsifikasyonların, süpernümerer ve gömülü dişlerin konumu ve çevre anatomik yapılarla ilişkisinin tespitinde,
- Kanal sayısı ve morfolojisinin, apikal lezyonların, kök rezorpsiyonu ve fraktürlerinin incelenmesinde,
- Ortodontik analizlerin yapılmasında,
- Postoperatif değerlendirmelerde,
- TME hastalıklarının teşhisinde,
- Paranasal sinüs incelemelerinde,
- Dental implantolojide,
- Sanal tedavi planlaması ve simülasyonunda olmak üzere geniş kullanım alanına sahiptir (Danforth ve Miles, 2007; Kernen ve ark., 2020; Shukla ve ark., 2017; Venkatesh ve Elluru, 2017).

2.3. Yapay Zeka

YZ terimi ilk defa 1956 yılında Dartmouth Kolejinde yapılan konferansda kullanılmıştır (Haenlein ve Kaplan, 2019). Bu dönemde, bilim insanları YZ alanında büyük bir ilerleme katetmeyi ummuşlardır. İlerleyen zamanlarda (1973-1980) YZ çalışmaları için yapılan yüksek harcamalar ve birçok olumsuz eleştirilerden dolayı YZ çalışmaları yavaşlamıştır ve bu döneme YZ kışı denilmektedir (Öztürk ve Şahin, 2018).

1980'li yıllardan sonra ülkeler arası YZ rekabeti ortaya çıkmış ve YZ çalışmaları tekrardan canlanmıştır (Öztürk ve Şahin, 2018).

YZ, insan benzeri düşünme, öğrenme ve karar verme yeteneklerini bilgisayar sistemlerinin sahip olmasını sağlayan güncel ve popüler bir teknolojidir (Mijwel, 2015; Mohammad-Rahimi ve ark., 2023). YZ, birçok insanın hayatını kolaylaştıran ve dünya için önemli bir gelişme olanağı sağlayan bir teknolojidir. Bugün YZ teknolojileri sağlık, hukuk, işletme, otomotiv, uzay bilimleri, enerji, finans, eğitim ve daha birçok sektörde kullanılmaktadır (Borges ve ark., 2021; Furano ve ark., 2020; Jha ve ark., 2019; Surden, 2019; Zhang ve Lu, 2021).

İnsan yetenekleri bazen hatalı veya kusurlu kararlar verebilir fakat karmaşık durumlarla başa çıkabilir. Tanı ve teşhis için geçen sürenin kısalmasına, uzman kişilere olan ihtiyacın ve insana bağlı hataların azalmasına katkı sağladığı için dış hekimliği alanında da çok sayıda YZ çalışmaları mevcuttur (Schwendicke ve ark., 2020; Shan ve ark., 2021).

2.3.1. Yapay Zeka Teknolojileri

2.3.1.1. Uzman Sistemler

Uzman insanların sorunları çözme yeteneğini modelleyen YZ teknolojisidir. Uzman sistemin uygulama yöntemi; uzmanların belirli bir alandaki bilgi, deneyim ve araştırma bilgilerini veri tabanında ve bilgi tabanında depolamak, ardından yorumlayıcı ve muhakeme motoru tarafından çalıştırılarak uzmanların kullanımına sunmaktır (Zhang ve Lu, 2021). Bir uzmanla aynı düzeyde problem çözme becerisine ulaşabilir.

2.3.1.2. Bulanık Mantık

Karar verme süreci, insan bilgisinde mevcut olan farklı belirsizlik düzeylerinden büyük ölçüde etkilenmektedir. Gerçek dünya bilgilerinin kesin olmayan ve bilgilerin parça parça sunulduğu durumlarda çelişkili bilgiler belirsizliğe yol açabilecektir (Mittal

ve ark., 2020). Bulanık mantık, mantık teorisinin şeklidir ve mantığın doğruluk değeri 0 ile 1 arasında çok değer alabilen gerçek bir sayı değeri olarak kabul edilebilir (Hellmann, 2001; Vyas ve ark., 2022). Doğru/yanlış, evet/hayır, yüksek/düşük gibi geleneksel değerlendirmeler yerine bunlar arasında ara değerlerin tanımlanmasını sağlar (Hellmann, 2001). Böylece bulanık mantık sistemleri belirsizlikler içerisinde tahminde bulunarak karar vermeye yardımcı olur.

2.3.1.3. Genetik Algoritmalar

Biyolojik evrime dayalı bilgisayarlı optimizasyon tekniklerine genetik algoritmalar denir. Temel olarak, en uygun olanın hayatta kalması ilkesine göre olası çözümlerden oluşan bir popülasyonu sürdürerek soruna çözümler bulurlar. Uygunluk fonksiyonu şeklinde tanımlanan bir fonksiyonun değişkenleri olarak kromozom veya genom adı verilen bir dizi çözüm seçerler. Bu çözüm kümesi, aşamalı şekilde yeni nesiller oluşturmak için kullanılan bir başlangıç popülasyonu olarak kabul edilir. Popülasyonun üyeleri, gelecek nesilleri oluşturmak için mutasyon ve çaprazlama süreçlerinden geçer. Her fonksiyon için genetik algoritmalar tarafından en iyi ve en uygun çözüm kümesi aranır (Abdoli ve ark., 2010; Katoch ve ark., 2021).

2.3.1.4. Makine Öğrenmesi

Makine öğrenimi, yeni bilgi veya beceriler elde etmek için bilgisayarların insan öğrenme davranışlarını nasıl simüle ettiği veya gerçekleştirdiği konusunda uzmanlaşmıştır ve kendi performansını sürekli iyileştirmek için mevcut bilgi yapısını yeniden düzenler. Eğitim verilerine ihtiyaç duyan makine öğrenimi, daha önce öğrenilen verilerin istatistiksel modeline dayalı olarak yeni verilerin ve koşulların tahminlerini sağlayan bir tekniktir (Mohammad-Rahimi ve ark., 2021; Zhang ve Lu, 2021).

2.3.1.4.1. Derin Öğrenme

Derin öğrenme, insan sinir sisteminden ilham alan yapay sinir ağlarına (YSA) dayalı makine öğreniminin alt kümesidir. Geleneksel makine öğreniminde model, verilerin manuel olarak çıkarılan özelliklerinden öğrenirken, derin öğrenmede temsiller (özellik çıkarma dahil) ham girdi verilerinden öğrenilir (Mohammad-Rahimi ve ark., 2023). Derin öğrenme diş hekimliğinde sınıflandırma, regresyon, segmentasyon, landmark tespiti, nesne algılama ve görüntü işleme olmak üzere çeşitli uygulama alanları için kullanılmıştır (Mohammad-Rahimi ve ark., 2023).

2.3.2. Diş Hekimliğinde Yapay Zeka Uygulamaları

Maksillofasiyal radyoloji, restoratif ve protetik diş tedavisi, endodonti, oral patoloji, periodontoloji, implantoloji, ortodonti, adli diş hekimliği ve pediatrik diş hekimliği alanlarında yapılan çok sayıda YZ çalışmaları mevcuttur (Carrillo-Perez ve ark., 2022; Ding ve ark., 2023; Mayta-Tovalino ve ark., 2023).

Diş hekimliğinde radyoloji görüntülerine ait verilerin fazla olması ve görüntülerin depolanması, aynı zamanda da kolay erişilebilir olmasından dolayı YZ modelleri genellikle radyolojik görüntüler üzerine yoğunlaşmıştır. Dental radyolojik görüntülerde otomatik diş tespiti ve diş numaralandırılması, (Chen ve ark., 2019) mandibular kanal segmentasyonu, (Lahoud ve ark., 2022) periapikal lezyon tespiti, (Orhan ve ark., 2020) TME hastalıkları tespiti, (Bas ve ark., 2012) maksiller sinüs patolojileri, (Kuwana ve ark., 2021) osteoporoz tanısı, (Lee ve ark., 2020) radyolojik diş yaşı (Velemínská ve ark., 2013) ve radyolojik görüntüleri iyileştirmek (Hegazy ve ark., 2019) için çalışmalar yapılmıştır.

2.3.2.1. Diş Hekimliğinde Derin Öğrenme Uygulamaları

Çok katmanlı YSA olan evrişimsel sinir ağları (ESA), bir derin öğrenme mimarisidir. ESA'lar kenarları, köşeleri, şekilleri ve makroskopik desenler gibi karmaşık

görüntü verilerini işlemek için kullanışlıdır (Schwendicke ve ark., 2020). Herhangi bir fonksiyona yaklaşabilir ve herhangi bir girdiyi belirli bir çıktıya eşleyebilir. Örneğin görüntü sınıflandırma (bu görüntü çürük lezyonu içeriyor mu?), nesne algılama (bu görüntünün neresinde diş veya çürük lezyonu var?) ve segmentasyon (çürükten hangi pikseller etkilenir?) gibi görevlerde kullanılabilir (Rodrigues ve ark., 2021). Yeterince fazla miktarda veri mevcutsa, ESA'lara sağlanan verilerin istatistiksel modellerini temsil edecek şekilde eğitilebilir (Schwendicke ve ark., 2020).

ESA'lar aracılığıyla görüntü analizi için, genellikle etiketli görüntüler kullanılır. Buradaki en büyük zorluklardan biri doğru bir etiket oluşturmaktır. Bu nedenle, etiketleme genellikle aynı görüntüler üzerinde farklı uzmanlar tarafından yapılmalıdır. Birden fazla uzmana sahip olmak, her bir uzmanın bireysel sınırlamalarının ve hatalarının azaltılmasını sağlar (Rodrigues ve ark., 2021).

Diş hekimliğinde derin öğrenme uygulamalarıyla ilgili yapılan bazı çalışmaların amacı, dental görüntüleme yöntemi, veri setinin boyutu, kullanılan derin öğrenme mimarisi, performans değerlendirme ölçütleri ve yılı Tablo 2.1.'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Diş hekimliği alanında yapılmış derin öğrenme çalışmaları

Amaç	Dental Görüntüleme Yöntemi	Veri Setinin Boyutu	Derin Öğrenme Mimarisi	Performans Değerlendirme Ölçütleri	Referans ve Yılı
Diş tespiti ve sınıflandırma	PR	100	AlexNet	Doğruluk: Kesici ve kanin-0,924 Premolar-0,917 Molar-0,943	Oktay, 2017

Tablo 2.1. (Devamı)

Amaç	Dental Görüntüleme Yöntemi	Veri Setinin Boyutu	Derin Öğrenme Mimarisi	Performans Değerlendirme Ölçütleri	Referans ve Yılı
Diş tespiti ve sınıflandırma	KIBT	52	AlexNet	Doğruluk: 0,888	Miki ve ark., 2017
Diş tespiti ve sınıflandırma	Periapikal film	196	ESA	F1 skoru: 0,749	Yang ve ark., 2018
Kök sayısı	KIBT	760	AlexNet	Doğruluk: 0,874 AUC: 0,870 Kesinlik: 0,963 Duyarlılık: 0,773	Hiraiwa ve ark., 2019
			GoogLeNet	Doğruluk: 0,853 AUC: 0,850 Kesinlik: 0,947 Duyarlılık: 0,742	
Diş çürüğü tespiti ve teşhisi	Periapikal film	3000	GoogLeNet Inception-v3	Doğruluk: 0,820 AUC: 0,845	Lee ve ark., 2018a
Diş çürüğü tespiti	Bitewing	3000	Tam ESA	F1 Skoru: 0,70 Kesinlik: 0,615 Duyarlılık: 0,805	Srivastava ve ark., 2017
Diş çürüğü tespiti	Ağız içi fotoğraf	88	Maske Bölgesel ESA	Doğruluk: 0,889	Moutselo ve ark., 2019
Diş çürüğü tespiti	Kızılötesine yakın ışık transillüminasyon	226	ResNet18	Doğruluk: 0,690 AUC: 0,730 Kesinlik: 0,690 Duyarlılık: 0,460	Schwendicke ve ark., 2020
			Resnext50	Doğruluk: 0,680 AUC: 0,740 Kesinlik: 0,680 Duyarlılık: 0,590	
Dental plak sınıflaması	Kantitatif ışık etkili floresans	427	ESA	F1 Skoru: 0,760	Imangaliyev ve ark., 2017
Diş hastalığı	Periapikal film	251	VGG16	Doğruluk: 0,884	Prajapati ve ark., 2017
Periodontal hastalık sınıflaması	Periapikal film	1740	VGG19 temel alan ESA	Doğruluk: Premolar-0,81 Molar-0,767	Lee ve ark., 2018b
Periodontal hastalık tespiti	Ağız içi fotoğraf	405	ESA	ROC: 0,746 Kesinlik: 0,347 Duyarlılık: 0,621	Rana ve ark., 2017

Tablo 2.1. (Devamı)

Amaç	Dental Görüntüleme Yöntemi	Veri Setinin Boyutu	Derin Öğrenme Mimarisi	Performans Değerlendirme Ölçütleri	Referans ve Yılı
Periodontal hastalık tespiti	PR	100	Bölgesel ESA	F1: 0,81 Kesinlik: 0,81 Hassasiyet: 0,84	Thanathornwong ve Suebnukarn, 2020
Periodontal hastalık tespiti	Mikroskopik görüntü	1000	AlexNet	Doğruluk: 0,755	Aberin ve De Goma, 2018
Periodontal kemik kaybı	PR	12179	DeNTNet	F1: 0,75	Kim ve ark., 2019
Osteoporoz tespiti	PR	1268	Tek sütunlu derin ESA	Doğruluk: 0,98 AUC: 0,999 F1: 0,979	Lee ve ark., 2020
			Çok sütunlu derin ESA	Duyarlılık: 0,960 Doğruluk: 0,985 AUC: 0,998 F1: 0,985 Duyarlılık: 0,970	
PR’de hata tespiti ve görüntü iyileştirilmesi	PR	5166	ESA	Ortalama mutlak hata: 0,749	Du ve ark., 2018
Lenf nodu metastazı lokalizasyonu ve teşhisi	Ultrasonografi	812	ESA-GAP	Doğruluğu: 0,830 Duyarlılık: 0,795	Lee ve ark., 2018c
Lenf nodu metastazı lokalizasyonu ve teşhisi	BT	441	AlexNet	Doğruluk: 0,782 AUC: 0,80 Duyarlılık: 0,754	Ariji ve ark., 2019
Oral lezyon tespiti ve sınıflandırılması	Ağız içi fotoğraf	2155	ResNet101	F1: 0,870	Welikala ve ark., 2020
Oral lezyon tespiti	PR	85	ESA	AUC: 0,89	Ekert ve ark., 2019
Anatomik segmentasyon	KIBT	20	Tam evrişimli ağ	Doğruluk: 0,987	Egger ve ark., 2018
Anatomik segmentasyon	PR	1000	U-Net	Dice benzerlik katsayısı: 0,987	Dasanayaka ve ark., 2019
Vertikal kök kırığı tespiti	PR	300	DetectNet	F1: 0,830 Kesinlik: 0,930 Duyarlılık: 0,750	Fukuda ve ark., 2020a

Tablo 2.1. (Devamı)

Amaç	Dental Görüntüleme Yöntemi	Veri Setinin Boyutu	Derin Öğrenme Mimarisi	Performans Değerlendirme Ölçütleri	Referans ve Yılı
Yaş tahmini	PR	20	AlexNet	Ortalama doğruluk: 0,510	De Tobel ve ark., 2017
Yaş tahmini	PR	2575	CapsNet	Doğruluk: 0,760	Alkaabi ve ark., 2019
Cinsiyet tahmini	PR	4000	VGG16	Doğruluk: 0,967	Milosevic ve ark., 2019
3. molar dişin gelişim evresi	PR	400	DenseNet201	Doğruluk: 0,610	Merdietio Boedi ve ark., 2020
3. molar diş ile mandibular kanal tespiti	PR	81	U-Net	3. molar: Dice benzerlik katsayısı: 0,936 Duyarlılık: 0,947 Mandibular kanal: Dice benzerlik katsayısı: 0,805 Duyarlılık: 0,847	Vinayahalingam ve ark., 2019
3. molar diş ile mandibular kanal ilişkisi	PR	571	ResNet50	Doğruluk: 0,630 F1skoru: 0,610 Duyarlılık: 0,630 Kesinlik: 0,620	Choi ve ark., 2022
3. molar diş ile mandibular kanal ilişkisi	PR	503	YOLOv4	F1 skoru: 0,849 Duyarlılık: 0,829 Kesinlik: 0,871	Zhu ve ark., 2021

Tablo 2.1. (Devamı)

Amaç	Dental Görüntüleme Yöntemi	Veri Setinin Boyutu	Derin Öğrenme Mimarisi	Performans Değerlendirme Ölçütleri	Referans ve Yılı
3. molar diş ile mandibular kanal ilişkisi	PR	300	AlexNet	Doğruluk: 0,840-0,90	Fukuda ve ark., 2020b
				Hassasiyet: 0,80-0,880	
				AUC: 0,890-0,910	
			GoogLeNet	Doğruluk: 0,820-0,920	
				Hassasiyet: 0,760-0,880	
				AUC: 0,830-0,930	
Ortodontik analiz	Lateral sefalometrik film	1983	VGG16	Doğruluk: 0,710-0,880	Hwang ve ark., 2021
				Hassasiyet: 0,620-0,880	
				AUC:0,750-0,910	
			YOLOv3	2 mm aralığında Başarı tespit oranı: 0,755	
				Başarı sınıflandırma oranı: 0,815	
Alveolar kemik tespiti	Ultrasonografi	50	U-Net	Dice benzerlik katsayısı: 0,750±0,127 Duyarlılık: 0,778±0,132	Duong ve ark., 2019

3. MATERYAL VE METOT

Bu tez çalışmasının etik kurulu belgesi Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı Etik Kurulu'nun 22/06/2021 tarihli, 07/2021 oturum sayılı ve 39 nolu kararı ile alınmıştır (EK-2).

Bu çalışmada, PR görüntülerinde gömülü mandibular 3. molar dişler ile mandibular kanalı birlikte içeren iki farklı ilgi alanı (region of interest-ROI) alınarak gömülü mandibular 3. molar dişler ile mandibular kanalın ilişkisi ve gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanalın konumu derin öğrenme modellerinden Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet kullanılarak değerlendirildi. Üç farklı derin öğrenme modelinin performansları karşılaştırıldı.

3.1. Görüntülerin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi

Gömülü mandibular 3. molar dişlerin mandibular kanal ile ilişkisinin kesin tanımlanması için altın standart olarak üç boyutlu görüntüleme sistemleri kullanılmaktadır. Çalışmamızda, Atatürk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı'nda 2018-2022 yılları arasında KIBT çekilen hastaların raporlarında anahtar kelime olarak “gömük 38” ve “gömük 48” yazılarak tarama yapıldı. Daha sonra KIBT görüntülerinde mandibular kanal belirlenerek gömülü mandibular 3. molar dişe göre konumu değerlendirildi ve gözlemci tarafından kaydedildi. İlgili hastalara ait PR görüntüleri fakültemize ait Hastane Bilgi Yönetim Sistemi (HBYS) Diş Otomasyonunda incelendi ve görüntüler Windows Bitmap (.bmp) formatında kaydedildi. HBYS Diş Otomasyon sistemimizde PR bulunmayan hastaların Teletıp sisteminde mevcut olan PR görüntüleri varsa indirildi.. Tüm hastaların KIBT çekilme tarihine yakın olan PR görüntüleri seçildi. KIBT çekilmiş, HBYS Diş Otomasyon Sistemimizde veya Teletıp sisteminde bulunan hastaların PR görüntüsü çalışmaya dahil edildi. Fakat, YZ algoritmalarının daha verimli ve doğrulukta çalışabilmesi için uygun sayıda verinin olması gerektiğinden Atatürk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, HBYS

Diş Otomasyonu Sisteminden rastgele tarama yapılarak gömülü mandibular 3. molar diş bulunan fakat kanalla ilişkisi kesin olmayan hastaların PR görüntüleri de çalışmada kullanılmak üzere kaydedildi. Bu görüntülerde gömülü 3. molar diş ile mandibular kanal arasında infero-süperior yönde kemik dokusu bulunuyordu. Sonuç olarak çalışmamız için 290 hastaya ait PR görüntülerinde toplamda 546 tane gömülü mandibular 3. molar diş kullanarak YZ modelleri değerlendirildi.

Çalışmada gömülü mandibular 3. molar dişlerin NewTom 3G (Quantitative Radiology, Verona, Italy) ve NewTom VGI evo (Quantitative Radiology, Imola, Italy) olmak üzere iki farklı KIBT cihazlarda çekilen görüntüleri NewTom NNT Software 11.5 sürümü kullanılarak incelendi.

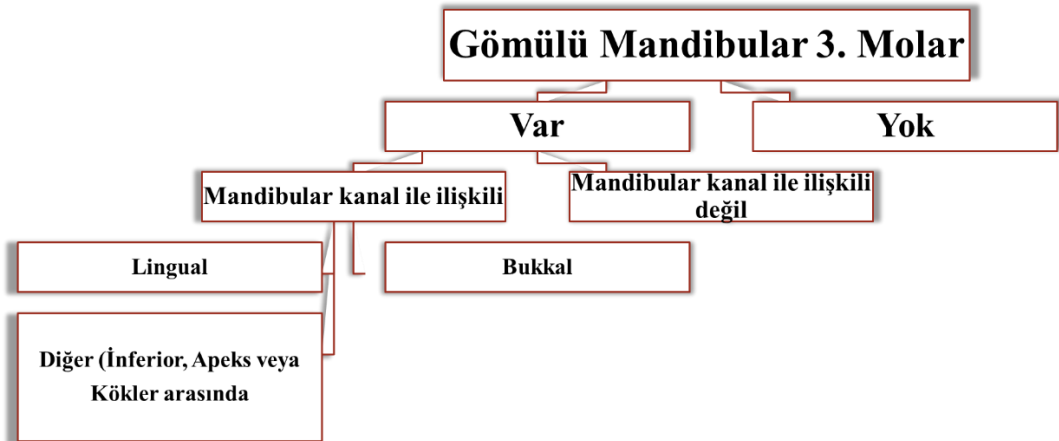
Araştırmaya Dahil Edilmeme Kriterleri:

- KIBT çekilme tarihinde 18 yaşın altında olan hastalar
- PR çekilme tarihinde 18 yaşın altında olan hastalar
- KIBT çekilme tarihi ile PR çekilme tarihi arasında 1 yıldan fazla olan hastalar
- KIBT görüntüsünde mandibular gömülü 3. molar diş olup PR görüntülerinde ilgili diş bulunmayan hastalar
- KIBT görüntüsü bulunan ama HBYS Diş Otomasyon Sisteminde veya Teletıp sisteminde PR bulunmayan hastalar
- KIBT veya PR görüntülerinde gömülü mandibular 3. molar diş olan fakat kök oluşumu tamamlanmamış hastalar
- KIBT görüntüleri olmayan, HBYS Diş Otomasyon Sisteminde rastgele taradığımız PR görüntülerinde gömülü mandibular 3. molar diş ile mandibular kanalın ilişkisinin kesin olarak anlaşılamadığı hastaların PR görüntüleri
- KIBT görüntüleri olmayan, HBYS Diş Otomasyon Sisteminde rastgele taradığımız PR görüntülerinde 3. molar diş olup gömülü olmayan hastalar
- Konjenital diş eksikliği bulunan hastaların PR görüntüleri

- Konjenital sendrom, kraniofasiyal sendrom, dudak damak yarığı, kraniofasiyal bölge kemik hastalıkları, kraniofasiyal bölgede patolojileri olan veya ortognatik cerrahi görmüş hastaların PR görüntüleri
- Hasta veya çekim kaynaklı artefaktı (metal artefaktı, çekim sırasında hasta pozisyonundan kaynaklı artefaktlar, hareket artefaktı vb. sebeplerden meydana gelen bozukluklar) bulunan PR görüntüleri

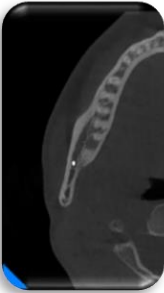
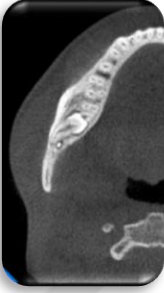
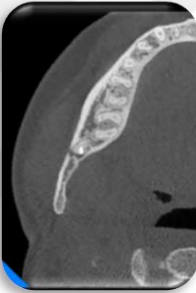
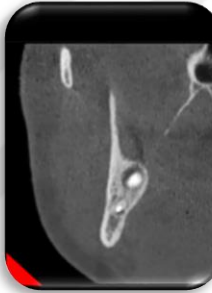
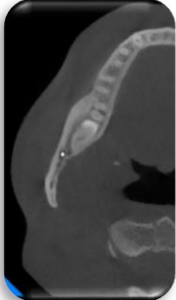
3.1.1. Gömülü Mandibular 3. Molar Dişlerin Sınıflandırılması ve Veri Kümesi

KIBT görüntülerinde gömülü mandibular 3. molar dişlerin sınıflaması iki aşamada yapıldı. İlk olarak gömülü mandibular 3. molar diş mandibular kanalla “ilişki var” ve “ilişki yok” şeklinde sınıflandırıldı. İkinci olarak eğer ilişki var ise mandibular kanalın mandibular gömülü 3. molar dişe göre konumu belirlendi (Şekil 3.1.). Konum bukkal, lingual ve diğer olarak gruplandırıldı. Mandibular kanalın gömülü mandibular 3. molar dişin inferiorunda, apeksinde veya kökleri arasında olması diğer grubunu oluşturdu.



Şekil 3.1. Gömülü mandibular 3. molar diş ile mandibular kanal ilişkisi

KIBT görüntülerinde gömülü mandibular 3. molar dişlerin mandibular kanalla ilişkisini ve karşılığında denk gelen PR görüntüleri Şekil 3.2. 'de verilmiştir.

		KIBT Görüntüsü		PR Görüntüsü
		Aksiyal kesit	Parasagittal kesit	
İlişki var	Bukkal			
	Lingual			
	Diğer			
İlişki yok				
	PR görüntüsünde kesin ilişkisi olmayan	KIBT bulunmayan hasta		

Şekil 3.2. Sağ mandibular gömülü 3. molar dişi bulunan hastaların KIBT ve PR görüntüleri

Dört farklı problemi incelemek için veri seti ayrılarak YZ modelleri eğitildi ve performansları değerlendirildi.

1. Problem: İlişki var-ilişki yok
2. Problem: İlişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde veya lingualde
3. Problem: İlişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde, lingualde veya diğer kategorisinde
4. Problem: İlişki yok veya ilişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde, lingualde ve diğer kategorisinde

3.1.2. Görüntü Veri Kümesinin Oluşturulması ve Ön İşleme

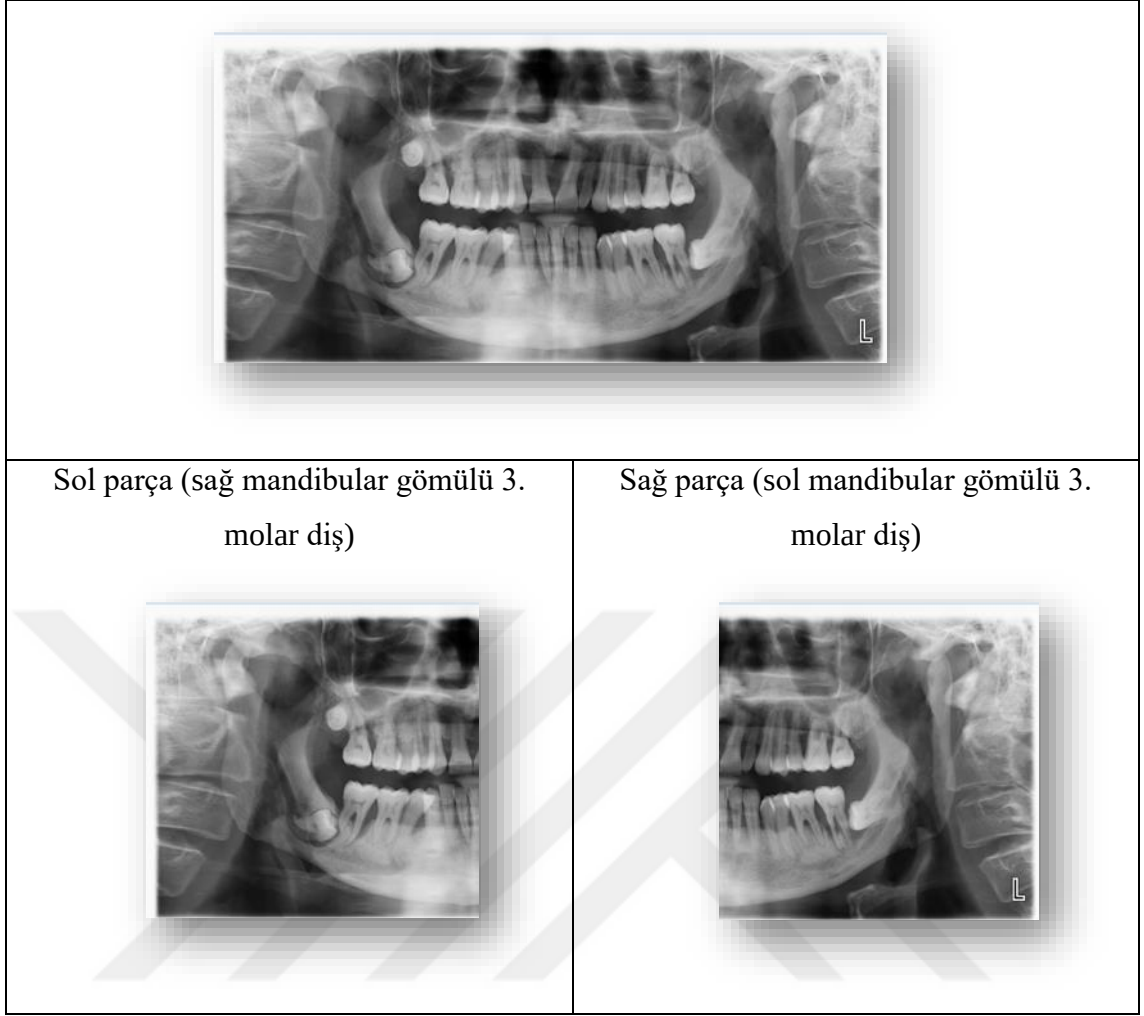
Derin öğrenme modelleri nesneleri veya patolojileri tespit etmek, segmentlere ayırmak veya sınıflandırmak için kullanılmaktadır (Schwendicke ve ark., 2019). Bu görevleri yapabilmesi için bir görüntüye ve görüntüye karşılık gelen veri ek açıklaması da denilen etiketlere (denetimli derin öğrenme) ihtiyaç duyar (Mohammad-Rahimi ve ark., 2023). Denetimli derin öğrenme gerçekleştirilmesi için etiketleme işlemi altın standart aracılığıyla oluşturulmalıdır (Mohammad-Rahimi ve ark., 2023). Çalışmamızda etiketleme işlemi için altın standart olan KIBT görüntüleri referans alınmıştır.

Hastalara ait PR görüntüleri HBYS Diş Otomasyon Sisteminden “.bmp” formatında ve 32 bit derinliğinde kaydedildi. Dikey ve yatay olarak iki farklı ROI alanı seçildi (Şekil 3.5.). ROI alanlarının büyüklüğü sadece gömülü mandibular 3. molar dişi ve mandibular kanalı içerecek şekilde belirlendi. Kırılma işlemi Microsoft Corporation tarafından geliştirilen “Ekran Alıntısı Aracı” ile manuel olarak yapıldı. Dikey ROI’ler ortalama 110x130 piksel boyutlarındayken, yatay ROI’ler ortalama 170x120 piksel boyutlarındaydı. Görüntüleri iyileştirmede, tıbbi radyolojik görüntüleme için geliştirilen, genellikle lokal bölgelere uygulanan ve düşük kontrastlı görüntülerde başarılı sonuçlar

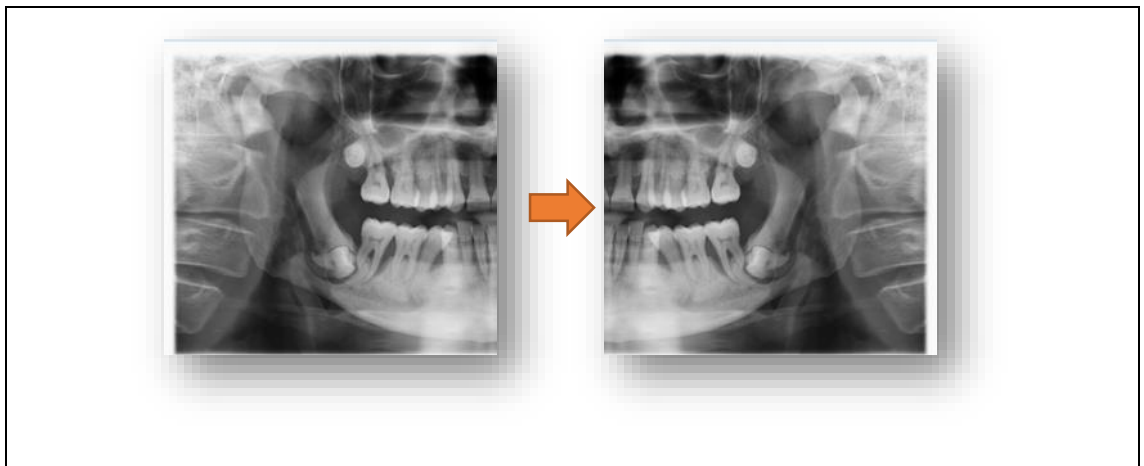
veren Kontrast Limitli Adaptif Histogram Eşitleme (CLAHE) yöntemi kullanıldı (Campos ve ark., 2019) (Şekil 3.5.). Böylece görüntülerde kontrast ayarlaması yapıldı ve detaylar belirgin hale getirildi.

3.1.3. Görüntü Veri Kümesinin Arttırılması

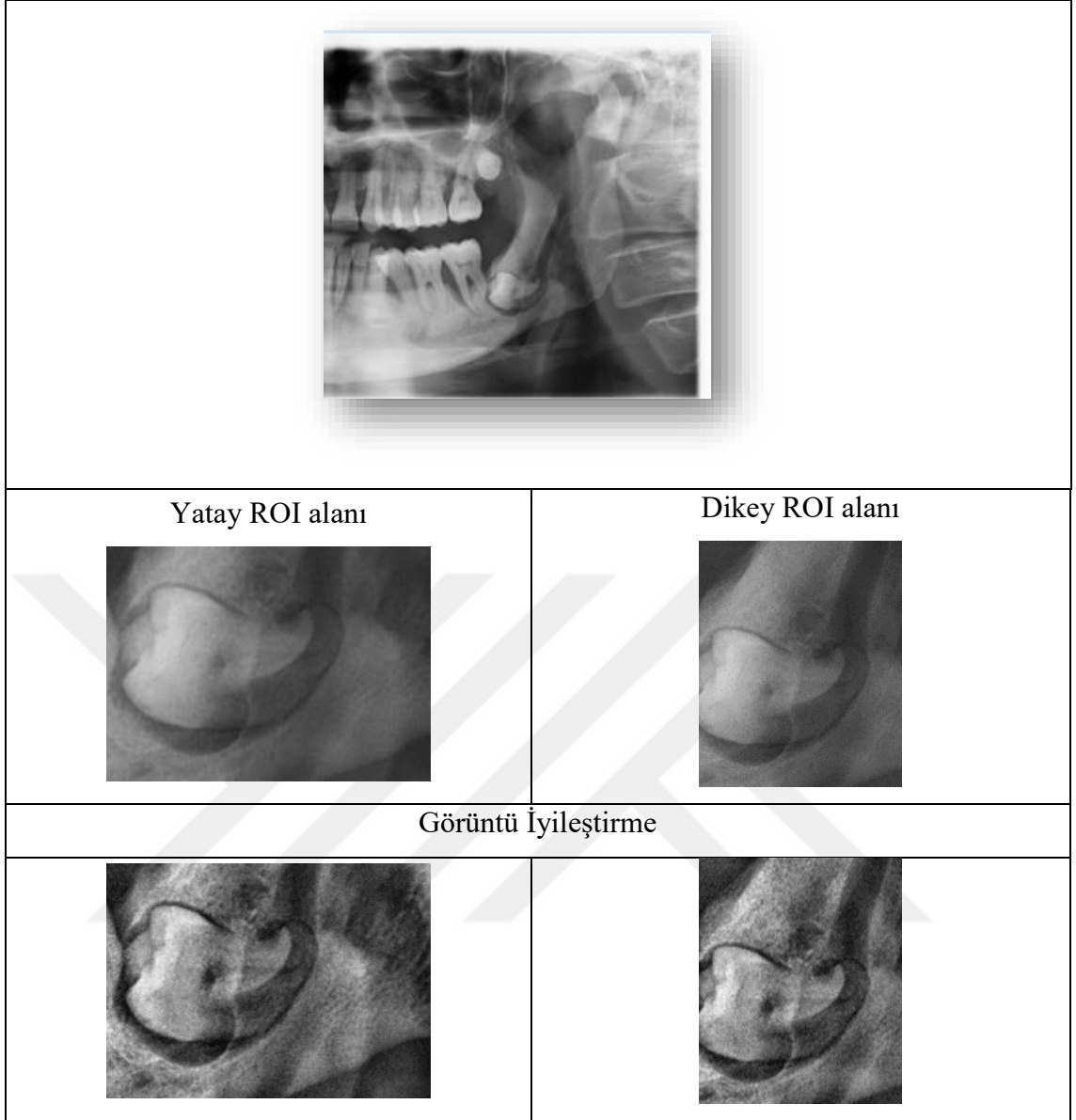
Derin öğrenme modellerini eğitmek için büyük miktarda veri sayısına ihtiyaç vardır. Ancak eğitim için bazı uygulamalarda sınırlı veri seti vardır. Bu sorunun çözümünden biri veri artırmadır (Bansal ve ark., 2022). Çalışmamızda kaydedilen PR görüntüleri sağ ve sol olmak üzere iki parçaya ayrıldı (Şekil 3.3.). Eğer sağ mandibular gömülü 3. molar diş varsa sol parçanın görüntüsü “y” eksenine göre simetriği alındı (Şekil 3.4.). Böylece sağ mandibular gömülü 3. molar diş, sol mandibular 3. molar diş gibi değerlendirilerek hem sağ mandibular 3. molar dişe ait veri sayısı artırıldı hem de veri kümeleri arasındaki dengesizliğin önüne geçilmeye çalışıldı. Ayrıca veri sayısının az olmasından dolayı transfer öğrenme tekniklerinden faydalanıldı.



Şekil 3.3. Kaydedilen PR görüntülerinin iki parçaya ayrılması



Şekil 3.4. Sol parçanın “y” eksenine göre simetriği



Şekil 3.5. İki farklı ROI alanı ve görüntü iyileştirme

3.2. Derin Öğrenme Algoritmaları

Google çalışanları tarafından geliştirilen ve derin ESA olan GoogLeNet, temel olarak “Inception” adı verilen mimariyi kullanan 22 katmanlı bir derin öğrenme modelidir (Alake, 2020). GoogLeNet mimarisi, 2014’de yapılan ImageNet Büyük Ölçekli Görsel Tanıma Yarışması (ILSVRC14)’nda görüntü sınıflamada en iyi performansı göstermiş ve birinci olmuştur (Ergin, 2018). Diğer modellere göre daha az sayıda parametrelere sahiptir, eğitimi hızlı ve daha az bellek kullanımına olanak veren bir modeldir (Szegedy ve ark., 2015) (Tablo 3.1.).

Inception-v3, GoogLeNet mimarisinin daha gelişmiş bir modeli olup üçüncü versiyonudur. Katman sayısı 48 olup GoogLeNet'e göre daha fazladır (Sam ve ark., 2019). Inception-v3'ün parametre sayısı az olduğundan daha derin bir ağ yapısına sahiptir ve hata oranı daha azdır (Lin ve ark., 2019) (Tablo 3.1.).

SqueezeNet, AlexNet'den 50 kat daha az parametre içeren, 510 kat daha küçük olacak şekilde sıkıştırılmış ve ImageNet'de benzer performans gösteren bir derin öğrenme mimarisidir (Iandola ve ark., 2016). SqueezeNet mimarisinin oluşturulma amacı, daha az bellek kullanan ve daha hızlı çalışan küçük bir sinir ağı modeli oluşturmaktır (Özyurt ve ark., 2020) (Tablo 3.1.).

Tablo 3.1. Derin öğrenme mimarilerinin özellikleri

Derin Öğrenme Mimarisi	Katman Sayısı	Boyut	Parametre Sayısı (milyon)	Görüntü Giriş Boyutu
GoogLeNet	22	27 MB	7.0	224x224
Inception-v3	48	48 MB	23.9	299x299
SqueezeNet	18	5.2 MB	1.24	227x227

3.2.1. Transfer Öğrenme

İnsanlar problemlere çözüm ararken geçmiş deneyimlerinden faydalanır ve bu sayede benzer çözümler içeren problemlerde daha etkin çözümler üretir. Durumlar ne kadar benzerse bilgiyi aktarmak ve kullanmak o kadar kolaylaşır (Sarkar, 2018). Transfer öğrenme, insan zekasının sahip olduğu geçmiş tecrübelerinden faydalanma becerisini makinelerin öğreniminde kullanmasıdır (Koçer, 2012, s.10). Görevler arası bilgi veya veri transfer etmek için transfer öğrenme kullanılmaktadır. Bu yöntem sayesinde bir veri kümesinden öğrenilen bir model, farklı bir veri kümesindeki benzer bir görev için kullanılabilir. Bu durum daha fazla veri kümesine ihtiyaç duyulan durumlarda fayda sağlar (Cai ve ark., 2020). Transfer öğrenme sayesinde öğrenme gelişir ve hızlanır, daha

az veri kullanılabilir ve derin öğrenme modelinin performansı artar (Deepak ve Ameer, 2019; Sarkar, 2018).

Bu tez çalışmasında, mandibular gömülü 3. molar dişlerin mandibular kanalla ilişkisini ve konumunu tespit etmek için ImageNet veri setiyle eğitilen GoogLeNet, Inception-v3 ve SqueezeNet modelleri kullanıldı. Transfer öğrenme işlemi gerçekleştirilerek daha yüksek performans değerleri elde edilmeye çalışıldı.

3.2.2. Derin Öğrenme Algoritmalarının Eğitilmesi

Çalışmamızda dört ayrı problem için veri setindeki görüntüler hold-out ile parçalandı. Görüntülerin %70'i eğitim, %30'u test için kullanıldı.

Görüntüler GoogLeNet, Inception-v3 ve SqueezeNet modellerinde kullanılmadan önce ağların giriş katman boyutuna göre Matlab kullanılarak yeniden boyutlandırıldı. (Tablo 3.1.)

Çalışmamızda Intel® Core™ i7-9750H CPU @ 2.60, 16 GB RAM, NVIDIA GeForce RTX 2060 özellikleri olan bir adet bilgisayar kullanıldı.

3.2.3. Değerlendirme Metrikleri

3.2.3.1. Karışıklık Matrisi

Karışıklık matrisi (hata matrisi, confusion matrix), bir sınıflandırma modelinin performansını değerlendirmek için kullanılan bir metriktir (Room, 2019). Bu matris, tahmin edilen sınıfların gerçek sınıflarla karşılaştırılmasını gösterir ve modelin doğruluğunu (accuracy), kesinliğini (precision), duyarlılığını (recall) ve F1 skorunu hesaplamak için kullanılır (Lovell ve ark., 2022).

Karışıklık matrisi, dört ana terimden oluşmaktadır. Bunlar;

1. Gerçek Pozitif (True Positive) (TP): Gerçek sınıf pozitif iken, modelin pozitif olarak tahmin ettiği durumlar.

2. Yanlış Pozitif (False Positive) (FP): Gerçek sınıf negatif iken, modelin pozitif olarak tahmin ettiği durumlar.
3. Gerçek Negatif (True Negative) (TN): Gerçek sınıf negatif iken, modelin negatif olarak tahmin ettiği durumlar.
4. Yanlış Negatif (False Negative) (FN): Gerçek sınıf pozitif iken, modelin negatif olarak tahmin ettiği durumlar.

Çalışmamızda; üç farklı derin öğrenme mimarilerinin performansları doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 skoru kullanılarak değerlendirildi.

Doğruluk (Accuracy), doğru tahmin edilen örneklerin toplam sayısının, tüm örneklerin toplam sayısına bölünmesiyle hesaplanır. Yani, bir sınıflandırıcının tüm sınıflar için doğru tahmin ettiği örneklerin yüzdesini ölçer.

$$\text{Doğruluk (Accuracy)} = (TP + TN) / (TP + TN + FP + FN)$$

Kesinlik (Precision), bir sınıflandırıcının doğru pozitif tahminlerinin toplam sayısının, tüm pozitif tahminlerin toplam sayısına bölünmesi ile hesaplanır.

$$\text{Kesinlik (Precision)} = TP / (TP + FP)$$

Duyarlılık (Recall), gerçek pozitif örneklerin toplam sayısının, gerçek pozitif örneklerin toplam sayısı ve yanlış negatif örneklerin toplam sayısına bölünmesiyle hesaplanır.

$$\text{Duyarlılık (Recall)} = TP / (TP + FN)$$

F1 Skoru, kesinlik ve duyarlılığın harmonik ortalaması alınarak hesaplanır.

$$\text{F1 Skoru} = 2 * ((\text{Kesinlik} * \text{Duyarlılık}) / (\text{Kesinlik} + \text{Duyarlılık}))$$

4. BULGULAR

Çalışmamızda, PR görüntülerinde gömülü mandibular 3. molar dişin mandibular kanalla olan ilişkisini tespit etmede üç farklı derin sinir ağı modellerinin başarıları incelendi. Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet mimarilerinin, farklı iki ROI alanlarında belirlediğimiz dört ayrı problemi çözmedeki performansları değerlendirildi. Her bir model için doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değerleri hesaplandı ve karşılaştırıldı.

Çalışmamızda dört farklı problemi değerlendirmede kullanılan 546 adet gömülü mandibular 3. molar dişin dağılımları Tablo 4.1.'de verildi. Sinir ağı modelleri her bir problem için iki farklı ROI seçilerek ayrı ayrı eğitildi ve değerlendirildi.

Tablo 4.1. Problemlere göre kullanılan verilerin dağılımı

	Gruplar	Gömülü Mandibular 3. Molar Diş Sayısı	Toplam Gömülü Mandibular 3. Molar Diş Sayısı
1. Problem	İlişki var	299	546
	İlişki yok	247	
2. Problem	Bukkal	92	196
	Lingual	104	
3. Problem	Bukkal	92	299
	Lingual	104	
	Diğer	103	
4. Problem	Bukkal	92	546
	Lingual	104	
	Diğer	103	
	İlişki yok	247	

4.1. Derin Öğrenme Mimarilerinin Performans Sonuçları

4.1.1. İlişki Var-İlişki Yok (1. Problem) Sınıflandırma Sonuçları

Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet mimarilerinin her iki ROI'de 1. problemin (ilişki var-ilişki yok) çözümünde doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değerleri Tablo 4.2.'de verildi.

Tablo 4.2. Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet mimarilerinin 1. problem (ilişki var-ilişki yok) performans değerleri

Sinir Ağı Mimarisi	ROI Alanı	Doğruluk	Kesinlik	Duyarlılık	F1 Skor
Inception-v3	Dikey	%76,83	%83,04	%78,89	%80,91
	Yatay	%84,76	%87,37	%86,11	%86,74
GoogLeNet	Dikey	%71,34	%80,58	%73,89	%77,09
	Yatay	%73,78	%80,72	%75,99	%78,99
SqueezeNet	Dikey	%71,95	%75,06	%73,48	%74,27
	Yatay	%71,95	%79,85	%74,32	%76,99

Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet modellerinin ilişki var-ilişki yok sınıflandırmasında doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değerleri yatay ROI'de daha yüksekti. Sadece SqueezeNet mimarisinde dikey ve yatay ROI doğruluk değerleri benzer sonuçlar gösterdi. Inception-v3 modeli ilişki var-ilişki yok sınıflandırmasında hem dikey ve hem de yatay ROI'de diğer modellere göre daha iyi performans gösterdi.

İlişki var-ilişki yok (1. problem) sınıflandırmasında her üç modelin karışıklık matrisi Şekil 4.1.'de gösterilmektedir.

Inception-v3		Dikey ROI					Yatay ROI			
	Tahmin Sınıf	İlişki var	52 %31.7	0 %0.0	%100.0	Tahmin Sınıf	İlişki var	65 %39.6	0 %0.0	%100.0
		İlişki yok	38 %23.2	74 %45.1	%66.1		İlişki yok	25 %15.2	74 %45.1	%74.7
			%57.8	%100.0	%76.8			%72.2	%100.0	%84.8
			İlişki var	İlişki yok				İlişki var	İlişki yok	
		Gerçek Sınıf					Gerçek Sınıf			
GoogLeNet		Dikey ROI					Yatay ROI			
	Tahmin Sınıf	İlişki var	43 %26.2	0 %0.0	%100	Tahmin Sınıf	İlişki var	48 %29.3	1 %0.6	%98.0
		İlişki yok	47 %28.7	74 %45.1	%61.2		İlişki yok	42 %25.6	73 %44.5	%63.5
			%47.8	%100	%71.3			%53.3	%98.6	%73.8
			İlişki var	İlişki yok				İlişki var	İlişki yok	
		Gerçek Sınıf					Gerçek Sınıf			
SqueezeNet		Dikey ROI					Yatay ROI			
	Tahmin Sınıf	İlişki var	52 %31.7	8 %4.90	%86.7	Tahmin Sınıf	İlişki var	45 %27.4	1 %0.60	%97.8
		İlişki yok	38 %23.2	66 %40.2	%63.5		İlişki yok	45 %27.4	73 %44.5	%61.9
			%57.8	%89.2	%72.0			%50.0	%98.6	%72.0
			İlişki var	İlişki yok				İlişki var	İlişki yok	
		Gerçek Sınıf					Gerçek Sınıf			

Şekil 4.1. Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet 1. problem için karışıklık matrisi

4.1.2. İlişki Varsa Gömülü Mandibular 3. Molar Dişe Göre Mandibular Kanal Bukkalde veya Lingualde (2. Problem) Sınıflandırma Sonuçları

Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet mimarilerinin her iki ROI’de 2. problemin (ilişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde veya lingualde) çözümünde doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değerleri Tablo 4.3.’de verildi.

Tablo 4.3. Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet mimarilerinin 2. problem (ilişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde veya lingualde) performans değerleri

Sinir Ağı Mimarisi	ROI Alanı	Doğruluk	Kesinlik	Duyarlılık	F1 Skor
Inception-v3	Dikey	%86,44	%88,89	%87,10	%87,98
	Yatay	%81,36	%82,98	%81,91	%82,44
GoogLeNet	Dikey	%84,75	%84,97	%84,97	%84,97
	Yatay	%74,58	%80,15	%75,63	%77,83
SqueezeNet	Dikey	%93,22	%93,28	%93,38	%93,33
	Yatay	%77,97	%79,46	%78,51	%78,99

Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet modellerinin ilişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde veya lingualde sınıflandırmasında doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değerleri dikey ROI’de daha yüksekti. İlişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde veya lingualde sınıflandırmasında dikey ROI’de en iyi performansı SqueezeNet modeli gösterirken, yatay ROI’de ise Inception-v3 modeli en iyi performansı gösterdi.

İlişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde veya lingualde (2. problem) sınıflandırmasında her üç modelin karışıklık matrisi Şekil 4.2.’de gösterilmektedir.

Inception-v3		Dikey ROI					Yatay ROI			
	Tahmin Sınıf	Lingual	23 %39.0	0 %0.00	%100	Tahmin Sınıf	Lingual	22 %37.3	2 %3.40	%91.7
		Bukkal	8 %13.6	28 %47.5	%77.8		Bukkal	9 %15.3	26 %44.1	%74.3
			%74.2	%100	%86.4			%71.0	%92.9	%81.4
			Lingual	Bukkal				Lingual	Bukkal	
		Gerçek Sınıf					Gerçek Sınıf			
GoogLeNet		Dikey ROI					Yatay ROI			
	Tahmin Sınıf	Lingual	25 %42.4	3 %5.10	%89.3	Tahmin Sınıf	Lingual	17 %1.70	1 %1.70	%94.4
		Bukkal	6 %10.2	25 %42.4	%80.6		Bukkal	14 %23.7	27 %45.8	%65.9
			%80.6	%89.3	%84.7			%54.8	%96.4	%74.6
			Lingual	Bukkal				Lingual	Bukkal	
		Gerçek Sınıf					Gerçek Sınıf			
SqueezeNet		Dikey ROI					Yatay ROI			
	Tahmin Sınıf	Lingual	28 %47.5	1 %1.70	%96.6	Tahmin Sınıf	Lingual	21 %35.6	3 %5.1	%87.5
		Bukkal	3 %5.10	27 %45.8	%90.0		Bukkal	10 %16.9	25 %42.4	%71.4
			%90.3	%96.4	%93.2			%67.7	%89.3	%78.0
			Lingual	Bukkal				Lingual	Bukkal	
		Gerçek Sınıf					Gerçek Sınıf			

Şekil 4.2. Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet 2. problem için karışıklık matrisi

4.1.3. İlişki Varsa Gömülü Mandibular 3. Molar Dişe Göre Mandibular Kanal Bukkalde, Lingualde veya Diğer (3. Problem) Sınıflandırma Sonuçları

Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet mimarilerinin her iki ROI’de 3. problemin (ilişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde, lingualde veya diğer) çözümünde doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değerleri Tablo 4.4.’de verildi.

Tablo 4.4. Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet mimarilerinin 3. problem (ilişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde, lingualde veya diğer) performans değerleri

Sinir Ağı Mimarisi	ROI Alanı	Doğruluk	Kesinlik	Duyarlılık	F1 Skor
Inception-v3	Dikey	%53,33	%54,57	%54,15	%54,36
	Yatay	%63,33	%62,79	%64,29	%63,53
GoogLeNet	Dikey	%57,78	%56,86	%58,68	%57,76
	Yatay	%70,0	%70,22	%70,74	%70,48
SqueezeNet	Dikey	%57,78	%55,66	%59,02	%57,29
	Yatay	%63,33	%67,91	%64,17	%65,99

Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet modellerinin ilişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde, lingualde veya diğer sınıflandırmasında doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değerleri yatay ROI’de daha yüksekti. İlişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde, lingualde veya diğer sınıflandırmasında yatay ROI’de en iyi performansı GoogLeNet modeli gösterirken, dikey ROI’de ise GoogLeNet ve SqueezeNet modelleri benzer performans gösterdi.

İlişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde, lingualde veya diğer (3. problem) sınıflandırmasında her üç modelin karışıklık matrisi Şekil 4.3.’de gösterilmektedir.

Inception-v3		Dikey ROI						Yatay ROI				
	Tahmin Sınıf	Lingual	16 %17.8	1 %1.10	10 %11.1	%59.3		Lingual	13 %14.4	0 %0.00	9 %10.0	%59.1
		Bukkal	12 %13.3	22 %24.4	11 %12.2	%48.9		Bukkal	10 %11.1	26 %28.9	4 %4.40	%65.0
		Diğer	3 %3.3	5 %5.6	10 %11.1	%55.6		Diğer	8 %8.90	2 %2.20	18 %20.0	%64.3
			%51.6	%78.6	%32.3	%53.3			%41.9	%92.9	%58.1	%63.3
			Lingual	Bukkal	Diğer				Lingual	Bukkal	Diğer	
		Gerçek Sınıf						Gerçek Sınıf				
GoogLeNet		Dikey ROI						Yatay ROI				
	Tahmin Sınıf	Lingual	15 %16.7	0 %0.00	13 %14.4	%53.6		Lingual	21 %23.3	1 %1.10	11 %12.2	%63.6
		Bukkal	5 %5.60	24 %26.7	5 %5.60	%70.6		Bukkal	5 %5.60	26 %28.9	4 %4.40	%74.3
		Diğer	11 %12.2	4 %4.40	13 %14.4	%46.4		Diğer	5 %5.60	1 %1.10	16 %17.8	%72.7
			%48.4	%85.7	%41.9	%57.8			%67.7	%92.9	%51.6	%70.0
			Lingual	Bukkal	Diğer				Lingual	Bukkal	Diğer	
		Gerçek Sınıf						Gerçek Sınıf				
SqueezeNet		Dikey ROI						Yatay ROI				
	Tahmin Sınıf	Lingual	14 %15.6	0 %0.00	14 %15.6	%50.0		Lingual	10 %11.1	0 %0.00	2 %2.20	%83.3
		Bukkal	4 %4.40	27 %30.0	6 %6.70	%73.0		Bukkal	8 %8.90	25 %27.8	7 %7.80	%62.5
		Diğer	13 %14.4	1 %1.10	11 %12.2	%44.0		Diğer	13 %14.4	3 %3.30	22 %24.4	%57.9
			%45.2	%96.4	%35.5	%57.8			%32.3	%89.9	%71.0	%63.3
			Lingual	Bukkal	Diğer				Lingual	Bukkal	Diğer	
		Gerçek Sınıf						Gerçek Sınıf				

Şekil 4.3. Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet 3. problem için karışıklık matrisi

4.1.4. İlişki Yok veya İlişki Varsa Gömülü Mandibular 3. Molar Dişe Göre Mandibular Kanal Bukkalde, Lingualde ve Diğer Kategorisinde (4. Problem) Sınıflandırma Sonuçları

Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet mimarilerinin her iki ROI’de 4. problemin (ilişki yok veya ilişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde, lingualde ve diğer kategorisinde) çözümünde doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değerleri Tablo 4.5.’de verildi.

Tablo 4.5. Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet mimarilerinin 4. problem (ilişki yok veya ilişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde, lingualde ve diğer kategorisinde) performans değerleri

Sinir Ağı Mimarisi	ROI Alanı	Doğruluk	Kesinlik	Duyarlılık	F1 Skor
Inception-v3	Dikey	%69,51	%65,77	%61,38	%63,50
	Yatay	%75,61	%72,38	%68,96	%70,63
GoogLeNet	Dikey	%64,02	%56,37	%54,24	%55,29
	Yatay	%77,44	%73,73	%74,76	%74,24
SqueezeNet	Dikey	%69,51	%74,34	%62,14	%67,70
	Yatay	%76,22	%74,56	%69,87	%72,14

Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet modellerinin ilişki yok veya ilişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde, lingualde veya diğer sınıflandırmasında doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değerleri yatay ROI’de daha yüksekti. İlişki yok veya ilişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde, lingualde veya diğer sınıflandırmasında yatay ROI’de en iyi performansı GoogLeNet modeli gösterirken, dikey ROI’de ise Inception-v3 ve SqueezeNet modelleri benzer performans gösterdi.

İlişki yok veya ilişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde, lingualde ve diğer kategori (4. problem) sınıflandırmasında her üç modelin karışıklık matrisi Şekil 4.4.’de gösterilmektedir

Inception-v3	Tahmin Sınıf	Dikey ROI					
		Lingual	11 %6.70	0 %0.00	6 %3.70	1 %0.60	%61.1
		Bukkal	3 %1.80	26 %15.9	4 %2.40	3 %1.80	%72.2
		Diğer	5 %3.00	0 %0.00	7 %4.30	0 %0.00	%58.3
		İlişki yok	12 %7.30	2 %1.20	14 %8.50	70 %42.7	%71.4
			%38.5	%92.9	%22.6	%94.6	%69.5
			Lingual	Bukkal	Diğer	İlişki yok	
		Gerçek Sınıf					
	Tahmin Sınıf	Yatay ROI					
		Lingual	17 %10.4	0 %0.00	4 %2.40	2 %1.20	%73.9
		Bukkal	5 %3.00	15 %9.10	0 %0.00	1 %0.60	%71.4
		Diğer	2 %1.20	12 %7.30	23 %14.0	2 %1.20	%59.0
		İlişki yok	7 %4.30	1 %0.60	4 %2.40	69 %42.1	%85.2
			%54.8	%53.6	%74.2	%93.2	%75.6
			Lingual	Bukkal	Diğer	İlişki yok	
		Gerçek Sınıf					
GoogLeNet	Tahmin Sınıf	Dikey ROI					
		Lingual	13 %7.90	1 %0.60	11 %6.70	0 %0.00	%52.0
		Bukkal	13 %7.90	22 %13.4	7 %4.30	5 %3.00	%46.8
		Diğer	1 %0.60	0 %0.00	1 %0.60	0 %0.00	%50.0
		İlişki yok	4 %2.40	5 %3.00	12 %7.30	69 %42.1	%76.7
			%41.9	%78.6	%3.20	%93.2	%64.0
			Lingual	Bukkal	Diğer	İlişki yok	
		Gerçek Sınıf					
	Tahmin Sınıf	Yatay ROI					
		Lingual	18 %11.0	0 %0.00	6 %3.70	5 %3.00	%62.1
		Bukkal	4 %2.40	27 %16.5	2 %1.20	2 %1.20	%77.1
		Diğer	5 %3.00	0 %0.00	18 %11.0	3 %1.80	%69.2
		İlişki yok	4 %2.40	1 %0.60	5 %3.00	64 %39.0	%86.5
			%58.1	%96.4	%58.1	%86.5	%77.4
			Lingual	Bukkal	Diğer	İlişki yok	
		Gerçek Sınıf					
SqueezeNet	Tahmin Sınıf	Dikey ROI					
		Lingual	15 %9.1	0 %0.00	3 %1.80	1 %0.60	%78.9
		Bukkal	7 %4.30	24 %14.6	3 %1.80	5 %3.00	%61.5
		Diğer	1 %0.60	0 %0.00	7 %4.30	0 %0.00	%87.5
		İlişki yok	8 %4.90	4 %2.40	18 %11.0	68 %41.5	%69.4
			%48.4	%85.7	%22.6	%91.9	%69.5
			Lingual	Bukkal	Diğer	İlişki yok	
		Gerçek Sınıf					
	Tahmin Sınıf	Yatay ROI					
		Lingual	15 %9.10	0 %0.00	6 %3.70	2 %1.20	%65.2
		Bukkal	7 %4.30	27 %16.5	8 %4.90	1 %0.60	%62.8
		Diğer	2 %1.20	0 %0.00	12 %7.30	0 %0.00	%85.7
		İlişki yok	7 %4.30	1 %0.60	5 %3.00	71 %43.3	%84.5
			%48.4	%96.4	%38.7	%95,9	%76,2
			Lingual	Bukkal	Diğer	İlişki yok	
		Gerçek Sınıf					

Şekil 4.4. Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet 4. problem için karışıklık matrisi)

5. TARTIŞMA

Dişler; çene kemiği içerisinde kuren oluştuktan sonra erüpsiyona başlar ve karşı çenedeki dişle teması girerek fonksiyonel oklüzyonu meydana getirir. Sürme mekanizmasının gerçekleşebilmesinde iki önemli faktör vardır. Bunlardan biri dişin sürmesi için gerekli kuvvetin oluşmasıdır. İkinci ise sürme yolunda kemik, süt dişi veya dişeti dokusu gibi engellerin olmamasıdır. Dişlerin sürmesi için gereken itici kuvvet kök oluşumuyla meydana geldiği düşünülse de dişleri hareket ettiren mekanizma henüz tam açıklığa kavuşturulamamıştır (Proffit ve Frazier-Bowers, 2009).

Dişlerin fizyolojik sürme zamanından yaklaşık iki yıl geçmesine rağmen kemik dokusu ve/veya mukoza altında kısmen veya tamamen kalan dişlere “gömülü diş” denilmektedir (Brodetska ve ark., 2020). Yapılan birçok çalışmada gömülü kalma sıklığı en fazla olan dişlerin mandibular 3. molar dişler olduğu söylenmiştir (Alberto, 2020; Chu ve ark., 2003; Kaczor-Urbanowicz ve ark., 2016). Literatürde gömülü 3. molar dişlerin çenelerde görülme sıklığını araştıran farklı yıl ve popülasyonlarda yapılmış çalışmalar mevcuttur (Aitasalo ve ark., 1972; Al-Anqudi ve ark., 2014; Alfadil ve Almajed, 2020; Kumar ve ark., 2017; Schersten ve ark., 1989; Syed ve ark., 2013). Schersten ve ark. (1989) diş hekimliği öğrencilerinde gömülü 3. molar dişlerin görülme sıklığını araştırmış, cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılığın olmadığını ve dişlerin mandibulada daha sık gömülü kaldığını söylemişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada gömülü mandibular 3. molar dişlerin görülme sıklığının maksillaya göre 4,1 kat daha fazla olduğu bildirilmiştir (Al-Anqudi ve ark., 2014). 18 ile 45 yaş arasında 3800 PR içeren bir çalışmada gömülü 3. molar dişin erkeklerde ve mandibulada daha sık görüldüğü vurgulanmıştır (Syed ve ark., 2013). Bu bağlamda çalışmamıza klinik pratikte sık karşılaşılan bu problemin hızlı çözülmesi ve hekimlere zaman ve fikir açısından fayda sağlayacağını düşündüğümüz gömülü 3. molar

dişleri dahil ettik. Aynı zamanda YZ modelinin daha iyi sonuçlar vermesi için gerekli olan veri sayısını elde etmeye çalıştık.

Ağrı, kendisinde olan veya komşu dişte oluşturduğu çürük, perikoronit, odontojenik kist veya tümör, komşu dişte patolojik rezorpsiyon, TME problemleri, yanak ısırma veya ortodontik tedavi gibi nedenlerden dolayı 3. molar dişlerin çekimi yapılmaktadır (Santosh, 2015). Mandibular 3. molar dişlerin çekiminde inferior alveolar sinirde geçici veya kalıcı hasar meydana gelebilir (Cheung ve ark., 2010; Renton ve ark., 2005). Bu hasar gömülü mandibular 3. molar dişlerin çekiminde karşılaşılan ciddi bir komplikasyondur (Benediktsdóttir ve ark., 2004). Cerrahi operasyon öncesi gömülü 3. molar dişin inferior alveolar sinir ile ilişkisinin belirlenmesiyle bu komplikasyonun oluşma ihtimali azalacaktır. Gömülü 3. molar dişlerin inferior alveolar sinir ilişkisini radyolojik olarak incelemede birincil olarak PR'ler, intraoral radyografiler, BT veya KIBT gibi görüntüleme yöntemleri kullanılmaktadır (Bell, 2004).

Diş hekimliğinde radyolojik muayene için temel görüntüleme tekniği olarak kullanılan PR'ler; dişleri, maksillayı, mandibulayı, TME'yi ve maksiller sinüsü tek bir filmde göstermesi, uygulama kolaylığı, radyasyon miktarının düşük olması ve görüntünün elde edilmesi için geçen sürenin kısa olması gibi avantajlara sahiptir (Suomalainen ve ark., 2015). Ancak magnifikasyonlar, geometrik distorsiyonlar, süperpozisyonlar, hayalet görüntüler, detayın iyi olmaması ve imaj tabakası dışında kalan objelerin iyi izlenememesi gibi dezavantajları mevcuttur (Farman, 2007; Razi ve ark., 2009; Suomalainen ve ark., 2015). Bu olumsuz özelliklerinden dolayı gerekli görüldüğü durumlarda ileri görüntüleme tekniği olan KIBT'ye başvurulur. KIBT özellikle görüntüleri süperpozisyonlu göstermesi ve incelenilecek alanın tam konumunu vermesi bakımından önemli bilgiler sunar (Terlemez ve ark., 2019). Maksiller dişlerin maksiller sinüs tabanına olan mesafesini PR ve KIBT görüntülerinde karşılaştırılan bir çalışmada PR görüntülerinin güvenilir ölçüler vermediği

ortaya konmuştur (Terlemez ve ark., 2019). Mandibular kanal ile gömülü mandibular 3. molar diş ilişkisinin değerlendirilmesinde KIBT ve PR'nin karşılaştırıldığı çalışmalarda kesin tanı için KIBT'nin kullanılması gerektiği vurgulanmıştır (Dalili ve ark., 2011; Maegawa ve ark., 2003; Neves ve ark., 2012; Tantanapornkul ve ark., 2007). Bunun sebebi ise özellikle PR'lerin mandibular kanal ile gömülü mandibular 3. molar dişin bukkolingual ilişkisi hakkında kesin bir bilgi verememesidir. Bu doğrultuda çalışmamızda da KIBT görüntülerinden elde ettiğimiz bulgular ışığında PR'ler etiketlendi. Böylece ekstra bir görüntüleme sistemine ihtiyaç olmadan derin öğrenme yöntemleriyle PR'lerin gömülü mandibular 3. molar dişin mandibular kanalla ilişkisini bulmadaki başarısını değerlendirdik.

Yapılan çalışmalarda PR görüntülerinde mandibular kanalın mandibular 3. molar dişle süperpozisyonlarında, bu iki anatomik yapının temasına bakılmaksızın konumsal ilişkisini tahmin etmede bazı radyolojik bulgular kullanılmıştır. PR görüntülerinde mandibular 3. molar dişin kökünde koyulaşma olması, köklerde sapma meydana gelmesi, kökün koyu ve bifid apeksinin olması, mandibular kanal korteksinin kesintiye uğraması ve mandibular kanalın yön değiştirmesi bu bulgular arasındadır (Datta ve ark., 2021; Szalma ve ark., 2010; Umar ve ark., 2010). Umar ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada PR'de radyolojik bulgu olarak mandibular kanalın radyoopak çizgisinin kaybolduğu ve mandibular kanalın yön değiştirdiği durumlarda, KIBT görüntüleriyle uyumlu olarak genellikle diş ile mandibular kanal temasının olduğunu söylemişlerdir. KIBT incelemelerinde mandibular 3. molar dişin kökünde koyulaşma olan vakaların %76,9'unda temasın var olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte yapılan başka bir çalışmada önceki çalışmada bakılan bulguların duyarlılığının %14,6 ile %68,3 arasında değiştiğini belirtmişler ve PR'nin mandibular 3. molar diş çekiminden sonra mandibular kanal hasarını öngörmede yetersiz olduğunu vurgulamışlardır (Szalma ve ark., 2010). Datta ve ark. (2021) 3. molar dişin mandibular kanalla yakın ilişkisini gösteren kesin radyolojik bulguları olan ve cerrahi olarak çıkarılan

100 hastadan sadece 12 hastada ilişkinin kesin klinik bulgularını sunmuştur. Bu durum sadece PR görüntülerine bakılarak mandibular kanalın mandibular 3. molar dişe göre konumunu kesin olarak belirlemenin doğru olmadığını kanıtlar niteliktedir. Biz de çalışmamızda KIBT görüntülerinde konumsal ilişkiyi belirledikten sonra bu sonuçları PR görüntüleri üzerinde YZ modellerini eğittik ve performansını değerlendirdik.

Mandibular 3. molar dişlerin mandibular kanalla ilişkisini YZ modelleri kullanarak tespit edebilen çalışmalar vardır (Fukuda ark., 2020b; Zhu ve ark., 2021). Ancak yapılan bu çalışmalarla bizim çalışmamız arasında bazı farklılıklar mevcuttur.

Veri setinde 600 PR bulunan bir çalışmada, mandibular 3. molar diş ile mandibular kanal arasındaki temas ilişkisi üç farklı ESA algoritması (AlexNet, GoogLeNet ve VGG16) kullanılarak değerlendirilmiştir (Fukuda ve ark., 2020b). Veri setinde 300'er adet temaslı ve temassız PR bulunmaktadır. ESA algoritmaları 70x70 ile 140x140 piksel boyutlarında olmak üzere farklı kırpılmış görüntü yamalarıyla iki kez eğitilmiştir. Üç ESA modeli arasında yama boyutundan en az etkilenenin AlexNet olduğunu, en çok etkilenen modelin ise VGG16 olduğunu söylemişlerdir (Fukuda ve ark., 2020b). AlexNet'in daha basit ve daha az katmana sahip olmasından dolayı yama boyutundan az etkilendiğini söylemişlerdir. Özellikle 140x140 piksel boyutlarında eğitilen modeller arasında AlexNet ile VGG16 arasında önemli farkların olduğunu, AlexNet'in daha başarılı olup %84-85, VGG16'nın ise %71-73 arasında doğruluk değeri gösterdiğini söylemişlerdir. Bu bağlamda özellikle VGG16 kullanılarak oluşturulan derin öğrenme modellerinde görüntü boyutunun dikkatli bir şekilde seçilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Ayrıca daha küçük pikseli görüntü yamalarında daha iyi sonuç aldıklarını söylemişlerdir. Bu durumu da büyük pikseli görüntülerin barındırdığı gereksiz bilgilere atfetmişlerdir. Çalışmada farklı piksel boyutlarında AlexNet %84-90, GoogLeNet %82-92 ve VGG16 ise %71-88 arasında doğruluk değerleri göstermişlerdir. Bizim çalışmamızda ise yatay ROI'de %84,4 doğruluk

değeriyle Inception-v3 modeli en iyi performansı gösterdi. Bunun nedeni ise Fukuda ve ark. (2020b)'nın sınıflandırmayı PR görüntüler üzerinde yaparak YZ modellerini eğitmesi, çalışmamızda farklı merkezlerden de alınan PR görüntülerinin kullanılması, daha az verinin bulunması ve veri dağılımındaki dengesizlik olabilir. Bu çalışmanın sınırlamalarından biri de veri setinde bulunan PR'lerde 3. molar dişlerin mandibular kanalla olan ilişkisinin alanında deneyimli radyologların ortak görüşüyle belirlenmesidir. PR'lerde mandibular 3. molar dişlerin bukkal veya lingual komşuluktaki mandibular kanalla ilişkisi kesin olarak tespit edilememektedir. Bunun sebebi ise iki boyutlu radyografilerin dezavantajlarından biri olan süperpozisyonlardır. Kesin teşhis üç boyutlu görüntüleme yöntemleriyle konulmakta olup çalışmamızda KIBT görüntüleri referans alınarak gömülü mandibular 3. molar dişlerin mandibular kanala göre ilişkisine bakılıp PR'ler etiketlenmiştir. Ayrıca çalışmamızda farklı olarak gömülü mandibular 3. molar dişlerin mandibular kanalla ilişkisinin olduğu durumda mandibular kanalın mandibular 3. molar dişe göre konumunu tespit ettik.

Zhu ve ark. (2021) derin öğrenme ağları kullanarak PR'lerde mandibular 3. molar diş ile mandibular kanalın ilişkisini tespit etmeyi amaçlamışlardır. Değerlendirme metriği olarak ortalama kesinlik, kesinlik, duyarlılık ve F1 skoru kullanmışlardır. Çalışmanın veri seti 503 PR'den oluşmaktadır. Mandibular 3. molar diş sayısı 858 olup bunların 530'unda ilişki yok iken 328 tanesinde ilişki vardır. Çalışmamıza benzer şekilde bu çalışmada da KIBT görüntüleri incelenerek mandibular 3. molar diş ile mandibular kanal ilişkisini belirleyip sınıflandırma yapılmıştır. Çalışmada YOLOv4 adlı derin öğrenme modeli kullanılmış ve bu modelin performansı beş diş hekiminin değerlendirmeleri ve derin öğrenme modeliyle diş hekimlerinin ortak kararlarının karşılaştırılması yapılmıştır. YOLOv4 modelinin ortalama kesinlik, kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değerleri sırasıyla; %83,0, %88,7, %91,7 ve %90,2 olup diş hekimlerinden daha yüksek performans göstermiştir. Bizim çalışmamızda ise Inception-v3 modeli yatay ROI'de kesinlik %84,8, duyarlılık %86,1 ve F1 skoru %86,7

performans değerlerini verdi. Bunun nedeni ise çalışmamızdaki veri sayısının daha az olması ve farklı merkezlerden de alınan PR görüntülerinin kullanılması olabilir. Ayrıca yapılan çalışmada diş hekimleriyle derin öğrenme modeli kombinasyonunun tek başına derin öğrenme modelinden veya tek başına diş hekimlerinden daha üstün olduğunu sonucuna varmışlardır. Böylece iki görüşün kombinasyonu klinik olarak daha iyi bir yardımcı olabilir. Çalışma sonuçları arasında beş diş hekiminin sınıf içi korelasyon katsayısının 0,302 olduğu ve aynı PR görüntülerinde mandibular 3. molar diş ile mandibular kanal arasındaki ilişkiyle ilgili aynı düşüncenin diş hekimleri arasında zayıf olduğunu vurgulamışlardır (Zhu ve ark., 2021). Bu da hekimlerin klinik tecrübelerinin farklı seviyelerde olması kaynaklı olabilir. Bu sonuçlar doğrultusunda KIBT kullanımının inferior alveolar sinir hasar riskini azaltabileceğini vurgulamışlardır. Bu çalışmanın sınırlamaları ise tek bir model YZ algoritması kullanmasıdır. Farklı modeller kullanılarak performans karşılaştırılması yapıp daha yüksek performans sonuçları elde edilebilirdi. Ayrıca biz bu çalışmadan farklı olarak mandibular kanalın mandibular 3. molar dişe göre konumunu belirlemek ve performanslarını karşılaştırmak için üç farklı mimarı kullandık.

Takebe ve ark. (2022) mandibular kanalın mandibular 3. molar diş ile temasının otomatik değerlendirilmesi için YOLOv3 tabanlı bir derin öğrenme modeli önermişlerdir. 384 hastaya ait PR görüntülerinde toplamda 579 mandibular 3. molar diş bulunan veri seti kullanmışlardır. KIBT görüntülerinde temas ilişkisini mandibular kanalın kortikal duvarının varlığına ve yokluğuna göre yapmışlardır. Çalışmanın doğruluğu %89,4, duyarlılığı %92,5, kesinliği %89,1 ve F1 skoru %90,8 olarak performans gösterdiğini söylemişlerdir. Uzman kişilerle kıyasladıklarında ise YZ modelinin çok daha yüksek performans gösterdiğini söylemişlerdir (Takebe ve ark., 2022). Bu çalışmada ise sadece YOLOv3 kullanılmış ve diğer YZ modelleriyle kıyaslama yapılmamıştır. Ayrıca mandibular kanal temasının varlığı

veya yokluğu incelenmiş olup kanalın mandibular 3. molar dişe göre konumuna bakmamışlardır.

Sukegawa ve ark. (2022) ResNet50 ve ResNet50 v2 mimarileri kullanarak KIBT görüntüleri rehberliğindeki PR görüntülerinde mandibular 3. molar dişlerin mandibular kanalla temas ilişkisine bakmışlardır. Çalışma veri setini toplamda 1279 adet mandibular 3. molar diş oluşturmuştur. İki derin öğrenme gradyan yöntemi kullandıkları algorithmada değerlendirme metrikleri olarak doğruluk, kesinlik, duyarlılık, F1 skoru ve karakteristik eğrisi altındaki alan (AUC) değerlerine bakmışlardır. ResNet50 %85,5-85,0 arasında doğruluk, %81,0-80,4 arasında kesinlik, %78,5-78,1 arasında duyarlılık, %79,4-78,9 arasında F1 skor ve %88,3-87,5 arasında AUC değerleri göstermiştir. ResNet50 v2 ise %86,0-85,3 arasında doğruluk, %81,6-80,9 arasında kesinlik, %79,1-78,2 arasında duyarlılık, %80,0-79,2 arasında F1 skor, %89,0-88,4 arasında AUC değerleri göstermiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda tüm ölçütlerde ResNet50 v2 daha yüksek performans sergilemiştir. Bizim çalışmamızda ise Inception-v3 mimarisi yatay ROI'de %84,8 doğruluk değeriyle yakın performans sergilerken; kesinlik (%87,4), duyarlılık (%86,1) ve F1 skor (%86,7) ölçütlerinde ise bizim çalışmamız daha iyi performans ortaya koymuştur. Ayrıca bu çalışmada mandibular kanalın mandibular 3. molar dişe göre konumsal ilişkisine bakılmamıştır.

Choi ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada mandibular kanal ile mandibular 3. molar dişlerin konum ilişkisini belirlemek ve performansını uzman kişiler ile karşılaştırmak için ESA modeli olan ResNet50 kullanmışlardır. Veri setini 394 hastaya ait 571 mandibular 3. molar diş oluşturmuştur. Görüntüleri 202 tanesi temaslı, 246 tanesi temas etmeyen, 61 tanesi bukkal ve 62 tanesi ise lingual olmak üzere dört grupta sınıflandırmışlardır. Mandibular kanalın konumunu KIBT görüntülerine bakılarak referans almışlardır. ResNet50 modeli temas etme durumunu belirlemede %72,3 doğruluk gösterirken, bukkolingual pozisyonu

belirlemede bu oran %80,6 bulunmuştur. YZ modelinin performansının uzman kişilere kıyasla her iki problemi çözmede daha iyi olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada sadece bir YZ modeli bulunması ve problemler için ayrı verilerin kullanılması performans değerlerinin daha düşük çıkmasına sebep olmuştur. YZ modelinin ise bukkolingual konumu belirlemede temas ilişkisini tespit etmeye oranla daha iyi olduğunu söylemişler ve bizim çalışmamızla benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Bizim çalışmamızda üç farklı YZ mimarileri kullanılmıştır. Temas ilişkisinde (1. problem) Inception-v3 modeli yatay ROI'de %84,8 doğruluk değeriyle, bukkolingual konumu belirlemede (2. problem) en iyi performansı SqueezeNet modeli dikey ROI'de %93,2 doğruluk değeriyle Choi ve ark. (2022) yaptıkları çalışmaya göre daha yüksek performanslar elde edildi. Çalışmamızda bukkolingual ve diğer sınıflamasında (3. problem) ise GoogLeNet modeli %70,0 ile en yüksek doğruluk değerine sahipti. Ayrıca Choi ve ark. (2022) çalışmasında sadece temassız gruba bakılarak bukkolingual ilişki belirlenirken, bizim çalışmamızda temaslı gruplar (3. problem) ve hem temaslı hem de temassız grupların içerdiği (4. problem) sınıflamalar yapıp değerlendirildi. Dördüncü problem performansında GoogLeNet %77,4 ile en yüksek performansı gösterdi.

Literatürde mandibular kanal ile mandibular 3. molar dişleri segmente ayıran ve birbirine göre konumlarını tahmin edebilen YZ çalışmaları mevcuttur (Kempers ve ark., 2023; Vinayahalingam ve ark., 2019; Buyuk ve ark., 2022). Vinayahalingam ve ark. (2019) yaptığı 81 PR görüntüsü içeren çalışmasında mandibular 3. molar dişlerle mandibular kanalın segmentasyonunu ESA mimarisi olan U-Net kullanarak yapmışlardır. Değerlendirme parametresi olarak Dice benzerlik katsayısını kullanmışlardır. Mandibular 3. molar diş için bu değerin $94,7 \pm 0.033$ ve mandibular kanal için ise $84,7 \pm 0.099$ olduğunu söylemişlerdir. Kempers ve ark. (2023) 1227 mandibular 3. molar dişi bulunan 733 PR görüntüsü üzerinde yaptıkları çalışmada mandibular kanal ile mandibular 3. molar dişi segmente ederek konumsal ilişkiyi bir derin öğrenme modeliyle tespit etmeye

çalışmışlardır. Konumsal ilişkiyi dişin kök apeksinin mandibular kanala göre durumunu PR görüntülerinde üç sınıfta incelemişlerdir. Önerdikleri yöntemde %95,1 doğruluk elde etmişlerdir (Kempers ve ark., 2023). Büyük ve ark. (2022) 1880 adet PR kullanarak yaptıkları çalışmada mandibular kanal ile mandibular 3. molar dişlerin segmentasyonu ve ilişkisini belirlemede birleştirilmiş derin öğrenme mimarisi kullanmışlardır. Mandibular kanal ve mandibular 3. molar dişin segmentasyonu için U-Net, sınıflama için ise AlexNet mimarilerini tercih etmişlerdir. Sınıflandırma modelinde %80 doğruluk elde etmişlerdir. Her üç çalışmada da referans olarak PR görüntüleri alındığından süperpozisyonlardan kaynaklı mandibular 3. molar dişlerin mandibular kanalla uzaysal konum ilişkisini kesin olarak tespit etmemişlerdir.

Radyolojik görüntüler, hastalıkları teşhis etmede önemli bir rol oynamaktadır. Düşük kontrast ve net olmayan görüntü radyolojik incelemede sorun oluşturmaktadır (Kurt ve ark., 2012). Görüntünün kalitesini artırmak daha iyi radyolojik yorumlamayı sağlarken; kontrast geliştirme görüntü analizi, nesne algılama ve görüntü bölümleme gibi görevlerin performansını iyileştirmek için de kullanılmaktadır (Campos ve ark., 2019). Bulanıklığı giderme, gürültü giderme ve kontrast geliştirme görüntü geliştirme işlemlerine bazı örneklerdir (Campos ve ark., 2019). Görüntü geliştirme, diğer otomatik görüntü işleme adımları için daha iyi girdi sağlamak amacıyla görüntülerdeki bilgilerin yorumlanmasını veya algılanmasını iyileştirmektedir (Kurt ve ark., 2012). Yapılan bir araştırmada tıbbi görüntülerin geliştirilmesinde kullanılan çeşitli yöntemler test edilmiş ve karşılaştırılmış, CLAHE yönteminin görüntülerdeki kontrastı artırmada daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir (Panetta ve ark., 2021). Çalışmamızda ise retrospektif olarak HBYS Diş Otomasyon Sistemimizde ve Teletıp Sisteminde PR görüntüleri “bitmap” formatında indirildi ve popüler bir yöntem olan CLAHE kullanılarak görüntülerde kontrast ayarlaması yapıldı (Koonsanit ve ark., 2017).

Derin öğrenme birçok katmanı içeren bir tekniktir. Radyolojik görüntülerde segmentasyon ve sınıflandırma görevlerinde verimli bir şekilde çalıştığı için derin öğrenmenin alt başlığı olan ESA'lar kullanılır (Moeskops ve ark., 2016). ESA'ların yapısı canlılardaki sinir sistemlerine benzemesinden dolayı nöral ağ olarak adlandırılır. Düşük seviyeli bilgi girdileri, nöronların bir sonraki katmanla bağlantılarını kurar. Üst seviyedeki katmanda her bir nöron daha yeni ve karmaşık bir çıktı oluşturmak için alt seviyedeki nöronlardan gelen girdileri birleştirir (McBee ve ark., 2018). Böylece ara katmanların sayısı arttıkça en üst seviyedeki katmanın karmaşıklığı ve zenginliği artar. Daha fazla katmana sahip olması algoritmanın performansını artırdığını göstermiştir (Krizhevsky ve ark., 2017). Alt katman ile üst katman arasında bağlantılı hiyerarşik bir yapı bulunmaktadır (Doğan ve Türkoğlu, 2019). İlk katmanda girdi olarak verilen temsili veri üzerinde başlangıçta basit özellikler tespit edilir. Daha sonra ise ilerleyen üst katmanlarda özellik çıkarımı gerçekleşir ve daha karmaşık bir hale gelir. Her nesnenin tanımlanması için daha yüksek seviyede özellikler oluşturur (Şeker ve ark., 2017). Özellik çıkarımı model ağının eğitimi sırasında gerçekleşir. Bu çıkarımın daha iyi yapılabilmesi için uygun alanda derin öğrenme ağının kullanılması gerekmektedir (Doğan ve Türkoğlu, 2019). Problemin yapısı, tercih edilen modeli belirlemektedir. Diş hekimliği radyoloji alanında derin öğrenme algoritmaları nesne tespiti, sınıflandırma ve segmentasyon için kullanılmaktadır (McBee ve ark., 2018). Bu görevleri daha iyi yapılabilmesi için uygun derin öğrenme algoritmalarının seçilmesi gerekmektedir. Mandibular 3. molar dişlerle ilgili yapılan çalışmalarda birçok çeşit derin öğrenme algoritması kullanılmıştır. Vinayahalingam ve ark. (2019) PR görüntülerinde mandibular kanal ile mandibular 3. molar dişi segmente etmek için U-Net'i kullanmışlardır. Fukuda ve ark. (2020b) mandibular kanal ile mandibular 3. molar dişin temas ilişkisini PR'de tespit etmek için AlexNet, GoogLeNet ve VGG-16 mimarilerini tercih ederken; benzer amaç için başka bir çalışmada ise YOLOv3 ile değerlendirme yapılmıştır (Takebe ve

ark. 2022). Choi ve ark. (2022) KIBT referans alınarak PR görüntülerinde mandibular 3. molar dişlerin mandibular kanal ile ilişkisini ve konumunu belirlemede ResNet50 mimarisini kullanmışlardır. Zhu ve ark. (2021) ise yaptıkları çalışmada önceki çalışmadan farklı olarak sadece mandibular 3. molar dişlerin mandibular kanalla olan ilişkisini değerlendirmede YOLOv4 mimarisini tercih etmişlerdir. Kempers ve ark. (2023) mandibular 3. molar dişin kök apeksinin mandibular kanala göre durumunu PR görüntülerinde üç sınıfta incelemek için MobileNet V2 modelini kullanmışlardır. Sukegawa ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada KIBT görüntüleri referans alınarak PR görüntülerinde mandibular 3. molar dişlerin mandibular kanal ile ilişkisini belirlemede ResNet50 ve ResNet50 v2 ESA mimarilerini kullanmayı tercih etmişlerdir. Bu nedenle çalışmamızda dört farklı problemi çözmede veri setlerini sınıflandırarak önceki çalışmalarda kullanılan GoogLeNet ve Inception-v3 modellerini kullandık. Mandibular kanal ile mandibular 3. molar dişlerin ilişkisini ve konumunu belirlemede daha önce kullanılmayan SqueezeNet mimarisini tercih ettik ve performanslarını karşılaştırdık.

ESA algoritmalarının eğitimi için kullanılan veri setindeki görsellerin ROI'leri optimum boyutlarda olmalıdır. Derin öğrenme mimarisinin daha iyi sonuçlar verebilmesi için gereksiz görsel bilgileri içermeyen ROI boyutu seçilmelidir. Boyut olarak küçük alınan ROI'ler gerekli bilgiler içermeyebilirken; büyük ROI'ler yanıltıcı ve daha fazla bilgiler barındırır ve böylece gerekli eğitim verilemez (Hiraiwa ve ark., 2019). Çalışmamızda dikey ve yatay olmak üzere iki farklı boyutta ROI oluşturuldu ve her iki ilgili alanda mandibular gömülü 3. molar diş ile mandibular kanalı içerecek şekilde manuel olarak belirlendi. Daha sonra üç farklı derin öğrenme mimarisinin giriş katman boyutuna uygun olarak yeniden boyutlandırıldı. Fukuda ve ark. (2020b) üç farklı derin öğrenme mimarilerini (AlexNet, VGG16 ve GoogLeNet) kullanarak mandibular kanal ile mandibular 3. molar dişin temas ilişkisini inceledikleri çalışmada 70x70 ve 140x140 piksel boyutlarında iki farklı yama

kullanmışlar ve küçük boyuttaki yamada daha iyi sonuç elde ettiklerini bildirmişlerdir. Bunun nedenini büyük boyuttaki yamaların gereksiz bilgiler içermesinden kaynaklı olduğunu söylemişlerdir. Bizim çalışmamızda mandibular kanal ile gömülü mandibular 3. molar dişin temas ilişkisini (1. problem) belirlemede Inception-v3 modelinin yatay ROI'de doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değerleri diğer derin öğrenme modellerine göre daha yüksekti. SqueezeNet mimarilerinde yatay ve dikey ROI'lerde doğruluk değerleri aynı iken; kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değerleri yatay ROI'de daha yüksekti. GoogLeNet mimarisinde yatay ROI'de doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değerleri daha yüksekti. Bu sonuçlar doğrultusunda mandibular gömülü 3. molar diş ile mandibular kanal arasındaki temas ilişkisini belirlemede yatay ROI'lerin daha doğru bilgiler içerdiği söylenebilir.

Mandibular kanal ile gömülü mandibular 3. molar dişin bukkal ve lingual konumsal ilişkisini (2. problem) belirlemede SqueezeNet mimarisi dikey ROI'de en yüksek doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değerlerini gösterdi ve diğer iki mimarinin iki farklı ROI'lerine göre en iyi performansı sundu. Inception-v3 ve GoogLeNet mimarileri yatay ROI'ye göre dikey ROI'de daha yüksek doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değeri gösterdi. Böylece mandibular gömülü 3. molar dişin mandibular kanalla bukkal ve lingual konum ilişkisini belirlemede dikey ROI'lerin daha doğru bilgiler içerdiği söylenebilir.

Mandibular kanalın mandibular 3. molar dişe göre konumunda diğer kategorisi içerisinde bulunan inferior, apeks veya kökler arasında olan konumsal ilişkiler derin öğrenme mimarilerinin en zorlandığı durumdu. Bunun nedeni diğer kategoride bulunan konumsal ilişkinin PR görüntülerinde oluşturduğu görüntü değişikliği ve bukkal ve lingual konuma göre daha az verinin olması olabilir. Bu kategorinin bulunduğu 3. ve 4. problemlerin değerlendirilmesinde derin öğrenme mimarilerinin performansı 1. ve 2. problemin değerlendirilmesine göre daha düşük performanslar gösterdi. Mandibular kanalın gömülü mandibular 3. molar dişe göre bukkal, lingual ve diğer konumsal ilişkisinin (3. problem)

belirlenmesinde GoogLeNet mimarisi yatay ROI'de en yüksek doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değerleri gösterdi ve diğer iki mimarinin her iki ROI'lerine göre daha iyi performans sergiledi. Inception-v3 ve SqueezeNet mimarileri dikey ROI'ye göre yatay ROI'de daha iyi doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değerleri sergiledi. İki mimarinin yatay ROI'de performans değerleri benzerdi.

Mandibular kanalın gömülü mandibular 3. molar dişe göre ilişki yok veya ilişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde, lingualde ve diğer kategoride (4. problem) performansının değerlendirilmesinde GoogLeNet mimarisi yatay ROI'de en yüksek doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değerleri gösterdi ve diğer iki mimarinin her iki ROI'lerine göre daha iyi performans sergiledi. Inception-v3 ve SqueezeNet mimarileri dikey ROI'ye göre yatay ROI'de daha iyi doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değerleri ortaya koydu. Inception-v3 ve SqueezeNet mimarileri ise dikey ROI'de benzer doğruluğa sahipti. Derin öğrenme modelleri 3. probleme göre 4. problemde daha iyi performans gösterdi. Bunun nedeni çalışmamızdaki YZ mimarilerinin ilişki yok sınıflamasını belirlemede daha iyi sonuçlar vermesidir.

Çalışmamızda gömülü mandibular 3. molar dişlerin mandibular kanala göre temas ve konumsal ilişkisinin üç farklı derin öğrenme mimarisi kullanarak başarılı bir şekilde tespit edilebildiği görüldü. Gelecek çalışmalarda veri sayısının artırılması ve YZ algoritmalarının geliştirilmesiyle gömülü mandibular 3. molar dişlerin mandibular kanalla olan ilişkisini ileri görüntüleme yöntemleri olmadan belirlemek mümkün olabilecektir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, gömülü mandibular 3. molar dişlerin mandibular kanal ile ilişkisi ve konumu Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet mimarileri kullanılarak değerlendirildi. Bu mimarilerin iki farklı ROI'de dört farklı problemin tespitindeki performansları karşılaştırıldı. Çalışmanın sonuçları doğrultusunda;

- Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet modellerinin ilişki var-ilişki yok (1. problem) sınıflandırmasında doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değerleri yatay ROI'de daha yüksekti. Sadece SqueezeNet mimarisinde dikey ve yatay ROI doğruluk değerleri benzer sonuçlar gösterdi. Inception-v3 modeli ilişki var-ilişki yok sınıflandırmasında hem dikey hem de yatay ROI'de diğer modellere göre daha iyi performans gösterdi.
- Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet modellerinin ilişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde veya lingualde (2. problem) sınıflandırmasında doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değerleri dikey ROI'de daha yüksekti. İlişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde veya lingualde sınıflandırmasında SqueezeNet modeli dikey ROI'de en iyi performansı gösterirken; yatay ROI'de ise en iyi performansı Inception-v3 modeli sergiledi.
- Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet modellerinin ilişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde, lingualde veya diğer (3. problem) sınıflandırmasında doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değerleri yatay ROI'de daha yüksekti. İlişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde, lingualde veya diğer sınıflandırmasında yatay ROI'de en iyi performansı GoogLeNet modeli gösterirken; dikey ROI'de GoogLeNet ve SqueezeNet modelleri benzer performans sergiledi.

- Inception-v3, GoogLeNet ve SqueezeNet modellerinin 4. problem (ilişki yok veya ilişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde, lingualde, diğer kategorisinde) sınıflandırmasında doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1 skor değerleri yatay ROI’de daha yüksekti. İlişki yok veya ilişki varsa gömülü mandibular 3. molar dişe göre mandibular kanal bukkalde, lingualde ve diğer kategorisi sınıflamasında yatay ROI’de en iyi performansı GoogLeNet modeli gösterirken; dikey ROI’de Inception-v3 ve SqueezeNet modelleri benzer performans sergiledi.
- Çalışmamız, mandibular gömülü 3. molar dişlerin mandibular kanalla ilişkisinin YZ modelleri aracılığıyla PR görüntülerinde tespit edilebileceğini destekler niteliktedir. Böylelikle ileri görüntüleme sistemlerine gerek kalmadan cerrahi operasyon öncesi YZ algoritmaları kullanılarak PR görüntülerinde kanal değerlendirmesi yapılabilir.
- Çalışmamızda diğer grubuna ait PR görüntü sayısının az olması nedeniyle YZ modellerinin performansı olumsuz yönde etkilendi. Gelecek çalışmalarda gruplar arası veri sayısının dengeli ve yeterli sayıda olması algoritmaların performansını iyileştirecektir.
- Çalışmamızda birden fazla kurumda bulunan farklı cihazlardan elde edilen PR görüntüleri kullanıldı. Sonuçlar doğrultusunda, eğitilen YZ modellerinin birçok merkezde kullanılabileceği desteklemektedir.
- Çalışmamızda ROI boyutları manuel yapıldığından farklı piksel boyutlarında radyolojik görüntüler kullanılmıştır. Gelecek çalışmalarda ROI boyutları standardize edilerek daha iyi sonuçlar elde edilebilir.
- Çalışmamızda gömülü mandibular 3. molar diş ve mandibular kanalı içeren bölge manuel olarak belirlendikten sonra YZ modellerine girdi olarak verildi.

Gelecek çalışmalarda mandibular kanalı ve mandibular 3. molar dişi otomatik tespit edebilen modeller geliştirilebilir.

- Sonuç olarak, YZ teknolojileri, gelecekte birçok sektörde önemli bir rol oynayacak ve insanların hayatını kolaylaştırmaya devam edecektir. Ancak, YZ teknolojileri hala insan zekasına göre birçok yönden eksik olup bazı işlevleri gerçekleştirmekte zorlanabilmektedir.
- İlerleyen dönemlerde YZ algoritmaları geliştirilerek daha başarılı sonuçlar elde edilebilir.



KAYNAKLAR

- Abdoli, M., Ay, M. R., Ahmadian, A., Dierckx, R. A. and Zaidi, H., 2010. Reduction of dental filling metallic artifacts in CT-based attenuation correction of PET data using weighted virtual sinograms optimized by a genetic algorithm. *J Medical physics*, 37(12), 6166-6177.
- Aberin, S. T. A. and de Goma, J. C., 2018. Detecting periodontal disease using convolutional neural networks. 2018 IEEE 10th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (HNICEM),
- Acar, B. and Kamburoğlu, K. 2014., Use of cone beam computed tomography in periodontology. *World Journal of Radiology*, 6(5), 139.
- Afzal, A., Saraf, P., Dandagi, S. and Vishwanath, M. 2017., Autotransplantation of an unerupted wisdom tooth immediately after removal of grossly destroyed permanent mandibular first molar, A case report. *Pediatric dentistry*, 7(3), 210-216.
- Aitasalo, K., Lehtinen, R. and Oksala, E. 1972., An orthopantomography study of prevalence of impacted teeth. *International Journal of Oral Surgery*, 1(3), 117-120.
- Akarslan, Z. Z., Akdevelioğlu, M., Güngör, K. and Erten, H. 2008., A comparison of the diagnostic accuracy of bitewing, periapical, unfiltered and filtered digital panoramic images for approximal caries detection in posterior teeth. *Dentomaxillofac Radiol*, 37(8), 458-463.
- Al-Anqudi, S. M., Al-Sudairy, S., Al-Hosni, A. and Al-Maniri, A. 2014., Prevalence and pattern of third molar impaction: a retrospective study of radiographs in Oman. *Sultan Qaboos University Medical Journal*, 14(3), e388.

- Al-wusaybie, M. M., Al-Ramil, A. M., Al-Wosaibi, A. M. and Bukhary, M. T., 2018. Prevalence of impacted teeth and associated pathologies—a radiographic study, Al Ahsa, Saudi Arabia population. *J The Egyptian Journal of Hospital Medicine*, 70(12), 2130-2136.
- Alake, R., 2020. Deep learning: Googlenet explained. *J Towards Data Science*.
- Alberto, P., 2020. Surgical exposure of impacted teeth. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics*, 32(4), 561-570.
- Alfadil, L. and Almajed, E., 2020. Prevalence of impacted third molars and the reason for extraction in Saudi Arabia. *J The Saudi dental journal*, 32(5), 262-268.
- Alkaabi, S., Yussof, S. and Al-Mulla, S., 2019. Evaluation of convolutional neural network based on dental images for age estimation. 2019 International Conference on Electrical and Computing Technologies and Applications (ICECTA),
- Almendros-Marqués, N., Berini-Aytés, L. and Gay-Escoda, C., 2008. Evaluation of intraexaminer and interexaminer agreement on classifying lower third molars according to the systems of Pell and Gregory and of Winter. *J Journal of Oral Maxillofacial Surgery*, 66(5), 893-899.
- Ariji, Y., Fukuda, M., Kise, Y., Nozawa, M., Yanashita, Y., Fujita, H., Katsumata, A. and 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. *J Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology Oral Radiology*, 127(5), 458-463.
- Armond, A. C. V., Martins, C. d. C., Glória, J. C. R., Galvão, E. L., Dos Santos, C. and Falci, S. G. M., 2017a. Influence of third molars in mandibular fractures. Part 2: mandibular condyle—a meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 46(6), 730-739.

- Armond, A. C. V., Martins, C. d. C., Glória, J. C. R., Galvão, E. L., dos Santos, C. D. and Falci, S. G. M., 2017b. Influence of third molars in mandibular fractures. Part 1: mandibular angle—a meta-analysis. *J International journal of oral maxillofacial surgery*, 46(6), 716-729.
- Arslan, Z. B., Yıldız, D. B. ve Yaşar, F., 2019. Gömülü üçüncü molar dişlerin ikinci molar dişlere etkisinin KIBT ile değerlendirilmesi. *J Selcuk Dental Journal*, 6(4), 453-458.
- Atalay, B., Güler, N., Cabbar, F. and Şençift, K., 2014. Determination of incidence of complications and life quality after mandibular impacted third molar surgery*
Mandibuler gömülü üçüncü molar dişlerin çekimi sonrası gelişen komplikasyonların insidansının ve hastaların yaşam kalitesinin belirlenmesi. *J Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 48(1), 31-46.
- Bansal, M. A., Sharma, D. R. and Kathuria, D. M., 2022. A systematic review on data scarcity problem in deep learning: solution and applications. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 54(10), 1-29.
- Bas, B., Ozgonenel, O., Ozden, B., Bekcioglu, B., Bulut, E. and Kurt, M., 2012. Use of artificial neural network in differentiation of subgroups of temporomandibular internal derangements: a preliminary study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 70(1), 51-59.
- Bell, G. W., 2004. Use of dental panoramic tomographs to predict the relation between mandibular third molar teeth and the inferior alveolar nerve: Radiological and surgical findings, and clinical outcome. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 42(1), 21-27.
- Bell, G. W., Rodgers, J. M., Grime, R. J., Edwards, K. L., Hahn, M. R., Dorman, M. L., Keen, W.D., Stewart, D.J.C. and Hampton, N., 2003. The accuracy of dental

- panoramic tomographs in determining the root morphology of mandibular third molar teeth before surgery. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 95(1), 119-125.
- Benediktsdóttir, I. S., Wenzel, A., Petersen, J. K. and Hintze, H., 2004. Mandibular third molar removal: risk indicators for extended operation time, postoperative pain, and complications. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 97(4), 438-446.
- Bensadoun, R. J., Riesenbeck, D., Lockhart, P. B., Elting, L. S., Spijkervet, F. K. and Brennan, M. T., 2010. A systematic review of trismus induced by cancer therapies in head and neck cancer patients. *Supportive Care in Cancer*, 18, 1033-1038.
- Bezerra, T. P., Junior, F. S., Scarparo, H. C., Costa, F. W. G. and Studart-Soares, E. C., 2013. Do erupted third molars weaken the mandibular angle after trauma to the chin region? A 3D finite element study. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 42(4), 474-480.
- Blakey, G. H., Parker, D. W., Hull, D. J., White Jr, R. P., Offenbacher, S., Phillips, C. and Haug, R. H., 2009. Impact of removal of asymptomatic third molars on periodontal pathology. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 67(2), 245-250.
- Błochowiak, K., Aleksandrak, P., Kropielnicki, K., Handschuh, J., Pawlik, P. and Stanek, A., 2019. Extraction of asymptomatic impacted third molars—a review. *European Journal of Clinical and Experimental Medicine*, (1), 71-78.
- Blum, I. R., 2002. Contemporary views on dry socket (alveolar osteitis): a clinical appraisal of standardization, aetiopathogenesis and management: a critical review. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 31(3), 309-317.
- Borges, A. F., Laurindo, F. J., Spínola, M. M., Gonçalves, R. F. and Mattos, C. A., 2021. The strategic use of artificial intelligence in the digital era: Systematic literature

- review and future research directions. *International Journal of Information Management*, 57, 102225.
- Bouloux, G. F., Steed, M. B. and Perciaccante, V. J., 2007. Complications of third molar surgery. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics*, 19(1), 117-128.
- Braimah, R. O., Ibikunle, A. A., Taiwo, A. O., Ndukwe, K. C., Owotade, J. F. and Aregbesola, S. B., 2018. Pathologies associated with impacted mandibular third molars in Sub-Saharan Africans. *Dentistry and Medical Research*, 6(1), 2-6.
- Breik, O. and Grubor, D., 2008. The incidence of mandibular third molar impactions in different skeletal face types. *Australian dental journal*, 53(4), 320-324.
- Brodetska, L., Natrus, L., Lisakovska, O., Kaniura, O., Iakovenko, L., Skrypnyk, I. and Flis, P., 2020. The regulatory role of the RANKL/RANK/OPG signaling pathway in the mechanisms of tooth eruption in patients with impacted teeth. *BMC Oral Health*, 20, 1-10.
- Buyuk, C., Akkaya, N., Arsan, B., Unsal, G., Aksoy, S., and Orhan, K., 2022. A Fused Deep Learning Architecture for the Detection of the Relationship between the Mandibular Third Molar and the Mandibular Canal. *Diagnostics*, 12(8), 2018.
- Cai, C., Wang, S., Xu, Y., Zhang, W., Tang, K., Ouyang, Q., Lai, L. and Pei, J., 2020. Transfer learning for drug discovery. *Journal of Medicinal Chemistry*, 63(16), 8683-8694.
- Campos, G. F. C., Mastelini, S. M., Aguiar, G. J., Mantovani, R. G., Melo, L. F. D. and Barbon, S., 2019. Machine learning hyperparameter selection for contrast limited adaptive histogram equalization. *EURASIP Journal on Image and Video Processing*, 2019, 1-18.
- Carrillo-Perez, F., Pecho, O. E., Morales, J. C., Paravina, R. D., Della Bona, A., Ghinea, R., Pulgar, R., Perez, M. D. M., and Herrera, L. J., 2022. Applications of

- artificial intelligence in dentistry: A comprehensive review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 34(1), 259-280.
- Chen, H., Zhang, K., Lyu, P., Li, H., Zhang, L., Wu, J., Lee, and 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.
- Cheung, L. K., Leung, Y. Y., Chow, L. K., Wong, M. C. M., Chan, E. K. K. and Fok, Y. H., 2010. Incidence of neurosensory deficits and recovery after lower third molar surgery: a prospective clinical study of 4338 cases. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 39(4), 320-326.
- Cho, H., Jung, H. D., Kim, B. J., Kim, C. H. and Jung, Y. S., 2015. Complication rates in patients using absorbable collagen sponges in third molar extraction sockets: a retrospective study. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 41(1), 26.
- Choi, E., Lee, S., Jeong, E., Shin, S., Park, H., Youm, S., Son, Y. and Pang, K., 2022. Artificial intelligence in positioning between mandibular third molar and inferior alveolar nerve on panoramic radiography. *Scientific Reports*, 12(1), 2456.
- Chrcanovic, B. R. and Custodio, A. L. N., 2010. Considerations of mandibular angle fractures during and after surgery for removal of third molars: a review of the literature. *Oral and maxillofacial surgery*, 14, 71-80.
- Chu, F. C. S., Li, T. K. L., Lui, V. K. B., Newsome, P. R. H., Chow, R. L. K. and Cheung, L. K., 2003. Prevalence of impacted teeth and associated pathologies-a radiographic study of the Hong Kong Chinese population. *Hong Kong Medical Journal*, 9(3), 158-163.

- Çebi, A. T., 2018. Diş Çekimi Sonrası Gözlenen Alveolit Vakalarının Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 9(1), 53-56.
- Dachi, S. F. and Howell, F. V., 1961. A survey of 3, 874 routine full-month radiographs. II. A study of impacted teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, 14, 1165-1169.
- Dalili, Z., Mahjoub, P. and 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.
- Danforth, R. A. and Miles, D. A., 2007. Cone beam volume imaging (cbvi): 3d applications for dentistry. *Irish Dent*, 10(9), 14-18.
- Dasanayaka, C., Dharmasena, B., Bandara, W. R., Dissanayake, M. B. and Jayasinghe, R., 2019 . Segmentation of mental foramen in dental panoramic tomography using deep learning. In 2019 14th Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS) (pp. 81-84). IEEE.
- Datta, S., Malick, R., Menon, S., Sham, M. E., Kumar, V. and Archana, S., 2021. Correlation of panoramic radiological and intra-operative findings of impacted mandibular 3rd molar in relation to inferior alveolar canal: A prospective study. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*, 20, 689-695.
- De Bruyn, L., Vranckx, M., Jacobs, R., & Politis, C., 2020. A retrospective cohort study on reasons to retain third molars. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 49(6), 816–821
- De Tobel, J., Radesh, P., Vandermeulen, D. and 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.
- Deepak, S. and Ameer, P. M., 2019. Brain tumor classification using deep CNN features via transfer learning. *Computers in biology and medicine*, 111, 103345.
- Dias, M. J. M., Franco, A., Junqueira, J. L. C., Fayad, F. T., Pereira, P. H. and Oenning, A. C., 2020. Marginal bone loss in the second molar related to impacted mandibular third molars: comparison between panoramic images and cone beam computed tomography. *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal*, 25(3), e395.
- Ding, H., Wu, J., Zhao, W., Matinlinna, J. P., Burrow, M. F. and Tsoi, J. K., 2023. Artificial intelligence in dentistry—A review. *Frontiers in Dental Medicine*, 4, 1085251.
- Doğan, F. ve Türkoğlu, İ., 2019. Derin öğrenme modelleri ve uygulama alanlarına ilişkin bir derleme. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 10(2), 409-445.
- Dongol, A., Sagtani, A., Jaisani, M. R., Singh, A., Shrestha, A., Pradhan, A., Acharya, P., Yadav, A. K., Yadav, R. P., Mahat, A. K., Maharjan, I. K. and Pradhan, L., 2018. Dentigerous cystic changes in the follicles associated with radiographically normal impacted mandibular third molars. *International Journal of Dentistry*, 2018.
- Du, X., Chen, Y., Zhao, J. and Xi, Y., 2018. A convolutional neural network based auto-positioning method for dental arch in rotational panoramic radiography. In 2018 40th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC) (pp. 2615-2618).

- Dudek, D., Marchionni, S., Gabriele, M., Iurlaro, A., Helewski, K., Toti, P., Gelpi, F., Bertossi, D. and Barone, A., 2016. Bleeding rate after tooth extraction in patients under oral anticoagulant therapy. *Journal of Craniofacial Surgery*, 27(5), 1228-1233.
- Duong, D. Q., Nguyen, K. C. T., Kaipatur, N. R., Lou, E. H., Noga, M., Major, P. W., Punithakumar, K. and Le, L. H., 2019. Fully automated segmentation of alveolar bone using deep convolutional neural networks from intraoral ultrasound images. In 2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC) (pp. 6632-6635).
- Egger, J., Pfarrkirchner, B., Gsaxner, C., Lindner, L., Schmalstieg, D. and Wallner, J., 2018. Fully convolutional mandible segmentation on a valid ground-truth dataset. In 2018 40th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC) (pp. 656-660).
- Ekert, T., Krois, J., Meinhold, L., Elhennawy, K., Emara, R., Golla, T. and Schwendicke, F., 2019. Deep learning for the radiographic detection of apical lesions. *Journal of endodontics*, 45(7), 917-922.
- Enabulele, J. E. and Obuekwe, O. N., 2017. Prevalence of caries and cervical resorption on adjacent second molar associated with impacted third molar. *Journal of oral and maxillofacial surgery, medicine, and pathology*, 29(4), 301-305.
- Ergin, T., 2018. Convolutional Neural Network (ConvNet yada CNN) nedir, nasıl çalışır. Medium, <https://medium.com/@tuncerergin/convolutional-neural-network-convnetyada-cnn-nedir-nasil-calisir-97a0f5d34cad>, (23.12.2022).
- Eshghpour, M., Nezadi, A., Moradi, A., Shamsabadi, R. M., Rezaer, N. M. and Nejat, A., 2014. Pattern of mandibular third molar impaction: A cross-sectional study in northeast of Iran. *Nigerian journal of clinical practice*, 17(6), 673-677.

- Farman, A. G., 2007. Getting the most out of panoramic radiographic interpretation. In *Panoramic Radiology: Seminars on Maxillofacial Imaging and Interpretation*. Springer, Berlin Heidelberg, pp 1–5
- Fleischmann, D. and Boas, F. E., 2011. Computed tomography—old ideas and new technology. *European radiology*, 21, 510-517.
- Flint, D. J., Paunovich, E., Moore, W. S., Wofford, D. T. and Hermes, C. B., 1998. A diagnostic comparison of panoramic and intraoral radiographs. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 85(6), 731-735.
- Fukuda, M., Inamoto, K., Shibata, N., Aiji, Y., Yanashita, Y., Kutsuna, S., Nakata, K., Katsumata, A., Fujita, H. and Aiji, E., 2020a. Evaluation of an artificial intelligence system for detecting vertical root fracture on panoramic radiography. *Oral Radiology*, 36, 337-343.
- Fukuda, M., Aiji, Y., Kise, Y., Nozawa, M., Kuwada, C., Funakoshi, T., Muramatsu, C., Fujita, H., Katsumata, A. and Aiji, E., 2020b. 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.
- Furano, G., Meoni, G., Dunne, A., Moloney, D., Ferlet-Cavrois, V., Tavoularis, A., Byrne, J., Buckley, L., Psakaris, M., Voss, K. and Fanucci, L., 2020. Towards the use of artificial intelligence on the edge in space systems: Challenges and opportunities. *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, 35(12), 44-56.
- Fuss, Z., Tsesis, I. and Lin, S., 2003. Root resorption—diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors. *Dental traumatology*, 19(4), 175-182.

- Garaas, R., Moss, K. L., Fisher, E. L., Wilson, G., Offenbacher, S., Beck, J. D. and White Jr, R. P., 2011. Prevalence of visible third molars with caries experience or periodontal pathology in middle-aged and older Americans. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 69(2), 463-470.
- Ghaeminia, H., Meijer, G. J., Soehardi, A., Borstlap, W. A., Mulder, J. and Bergé, S. J., 2009. Position of the impacted third molar in relation to the mandibular canal. Diagnostic accuracy of cone beam computed tomography compared with panoramic radiography. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 38(9), 964-971.
- Ghom, A. G. and Ghom, S. A. L., 2014. Textbook of oral medicine, Third Edition. JP Medical Ltd, 151 p, New Delhi, India.
- Grover, P. S. and Lorton, L., 1985. The incidence of unerupted permanent teeth and related clinical cases. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 59(4), 420-425.
- Gümrükçü, Z., Balaban, E. and Karabağ, M., 2021. Is there a relationship between third-molar impaction types and the dimensional/angular measurement values of posterior mandible according to Pell & Gregory/Winter Classification?. *Oral radiology*, 37, 29-35.
- Gümüş, H. Ö., Dinçel, M., Albayrak, H., Kocaağaoğlu, H. H. and Etöz, O., 2015. Yanak Isırma Alışkanlığının Basit Bir Aparey ile Önlenmesi. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences Cases Journal Identity*, 1(4), 219-220.
- Güven, O., Keskin, A. and Akal, Ü. K., 2000. The incidence of cysts and tumors around impacted third molars. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 29(2), 131-135.

- Haavikko, K., 1970. The formation and the alveolar and clinical eruption of the permanent teeth. An orthopantomographic study. *Suomen Hammaslaakariseuran toimituksia= Finska tandlakarsallskapetets forhandlingar*, 66(3), 103-170.
- Haenlein, M. and Kaplan, A., 2019. A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence. *California management review*, 61(4), 5-14.
- Haghanifar, S., Moudi, E., Seyedmajidi, M., Mehdizadeh, M., Nosrati, K., Abbaszadeh, N., Bijani, A. and Ghorbani, H., 2014. Can the follicle-crown ratio of the impacted third molars be a reliable indicator of pathologic problem?. *Journal of Dentistry*, 15(4), 187.
- Hashemipour, M. A., Tahmasbi-Arashlow, M. and Fahimi-Hanzaie, F., 2013. Incidence of impacted mandibular and maxillary third molars: a radiographic study in a Southeast Iran population. *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal*, 18(1), e140.
- Haug, R. H., Perrott, D. H., Gonzalez, M. L. and Talwar, R. M., 2005. The American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons age-related third molar study. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 63(8), 1106-1114.
- Hegazy, M. A., Cho, M. H., Cho, M. H. and Lee, S. Y., 2019. U-net based metal segmentation on projection domain for metal artifact reduction in dental CT. *Biomedical engineering letters*, 9, 375-385.
- Heiland, M., Schulze, D., Rother, U. and Schmelzle, R., 2004. Postoperative imaging of zygomaticomaxillary complex fractures using digital volume tomography. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 62(11), 1387-1391.
- Heithersay, G. S., 2007. Management of tooth resorption. *Australian Dental Journal*, 52, S105-S121.

- Hellmann, M., 2001. Fuzzy logic introduction. *Université de Rennes*, 1(1), 1-9.
- Hermann, L., Wenzel, A., Schropp, L. and Matzen, L. H., 2019a. Marginal bone loss and resorption of second molars related to maxillary third molars in panoramic images compared with CBCT. *Dentomaxillofacial Radiology*, 48(4), 20180313.
- Hermann, L., Wenzel, A., Schropp, L. and Matzen, L. H., 2019b. Impact of CBCT on treatment decision related to surgical removal of impacted maxillary third molars: does CBCT change the surgical approach?. *Dentomaxillofacial Radiology*, 48(8), 20190209.
- Hiraiwa, T., Arij, Y., Fukuda, M., Kise, Y., Nakata, K., Katsumata, A., Fujita, H. and 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.
- Honda, K., Arai, Y., Kashima, M., Takano, Y., Sawada, K., Ejima, K. and Iwai, K., 2004. Evaluation of the usefulness of the limited cone-beam CT (3DX) in the assessment of the thickness of the roof of the glenoid fossa of the temporomandibular joint. *Dentomaxillofacial Radiology*, 33(6), 391-395.
- Huang, G. J., LeResche, L., Critchlow, C. W., Martin, M. D. and Drangsholt, M. T., 2002. Risk factors for diagnostic subgroups of painful temporomandibular disorders (TMD). *Journal of dental research*, 81(4), 284-288.
- Husain, M. A., 2018. Dental anatomy and nomenclature for the radiologist. *Radiologic Clinics*, 56(1), 1-11.
- Hwang, H. W., Moon, J. H., Kim, M. G., Donatelli, R. E. and Lee, S. J., 2021. Evaluation of automated cephalometric analysis based on the latest deep learning method. *The Angle Orthodontist*, 91(3), 329-335.

- Iandola, F. N., Han, S., Moskewicz, M. W., Ashraf, K., Dally, W. J. and Keutzer, K., 2016. SqueezeNet: AlexNet-level accuracy with 50x fewer parameters and < 0.5 MB model size. arXiv preprint, <https://arxiv.org/abs/1602.07360>, (02.02.2023).
- Imangaliyev, S., van der Veen, M. H., Volgenant, C., Loos, B. G., Keijser, B. J., Crielaard, W. and Levin, E., 2017. Classification of quantitative light-induced fluorescence images using convolutional neural network. arXiv preprint, <https://arxiv.org/abs/1705.09193>, (02.02.2023).
- International Classification of Orofacial Pain (2020). 1st edition (ICOP). Cephalalgia, 40(2), 129–221.
- Isola, G., Matarese, M., Ramaglia, L., Cicciù, M. and Matarese, G., 2019. Evaluation of the efficacy of celecoxib and ibuprofen on postoperative pain, swelling, and mouth opening after surgical removal of impacted third molars: A randomized, controlled clinical trial. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 48(10), 1348-1354.
- Ito, K., Yoshinuma, N., Yoshinuma, E., Arai, Y. and Shinoda, K., 2001. Clinical application of a new compact computed tomography system for evaluating the outcome of regenerative therapy: a case report. *Journal of periodontology*, 72(5), 696-702.
- Jasa, G. R., Vizzotto, M. B., da Silveira, P. F., da Silveira, H. E. D., da Silveira, H. L. D., Correa, L. R. and Raveca, T., 2014. Buccal-lingual localization of the mandibular canal in relationship with the third molar using the lateral oblique technique. *Journal of Oral and Maxillofacial Radiology*, 2(1), 15-20.
- Jensen, P. S., 1974. Hemorrhage after oral surgery: an analysis of 103 cases. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 37(1), 2-16.

- Jerjes, W., El-Maaytah, M., Swinson, B., Upile, T., Thompson, G., Gittelmon, S., Baldwin, D., Hadi, H., Vourvachis, M., Abizadeh, N., Al Khawalde, and M., Hopper, C., 2006. Inferior alveolar nerve injury and surgical difficulty prediction in third molar surgery: the role of dental panoramic tomography. *Journal of Clinical Dentistry*, 17(5), 122.
- Jha, K., Doshi, A., Patel, P. and Shah, M., 2019. A comprehensive review on automation in agriculture using artificial intelligence. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 2, 1-12.
- Juodzbalsys, G. and Daugela, P., 2013. Mandibular third molar impaction: review of literature and a proposal of a classification. *Journal of oral and maxillofacial research*, 4(2), 1-12.
- Kaczor-Urbanowicz, K., Zadurska, M. and Czochrowska, E., 2016. Impacted Teeth: An Interdisciplinary Perspective. *Advances in clinical and experimental medicine: official organ Wroclaw Medical University*, 25(3), 575-585.
- Kalender, W. A., 2006. X-ray computed tomography. *Physics in Medicine and Biology*, 51(13), R29-R43.
- Kaplan, R. G., 1974. Mandibular third molars and postretention crowding. *American journal of orthodontics*, 66(4), 411-430.
- Katoch, S., Chauhan, S. S. and Kumar, V., 2021. A review on genetic algorithm: past, present, and future. *Multimedia tools and applications*, 80, 8091-8126.
- Kaviani, F., Rashid, R. J., Shahmoradi, Z. and Gholamian, M., 2014. Detection of foreign bodies by spiral computed tomography and cone beam computed tomography in maxillofacial regions. *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects*, 8(3), 166.

- Kempers, S., van Lierop, P., Hsu, T. M. H., Moin, D. A., Bergé, S., Ghaeminia, H., Tong, X. and Vinayahalingam, S., 2023. Positional assessment of lower third molar and mandibular canal using explainable artificial intelligence. *Journal of Dentistry*, 133, 104519.
- Kernen, F., Kramer, J., Wanner, L., Wismeijer, D., Nelson, K. and Flügge, T., 2020. A review of virtual planning software for guided implant surgery-data import and visualization, drill guide design and manufacturing. *BMC Oral Health*, 20, 1-10.
- Kim, J., Lee, H. S., Song, I. S. and Jung, K. H., 2019. DeNTNet: Deep Neural Transfer Network for the detection of periodontal bone loss using panoramic dental radiographs. *Scientific reports*, 9(1), 17615.
- Klenk, G. and Kovacs, A., 2004. Do we need three-dimensional computed tomography in maxillofacial surgery?. *Journal of Craniofacial Surgery*, 15(5), 842-850.
- Kobayashi, K., Shimoda, S., Nakagawa, Y. and Yamamoto, A., 2004. Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 19(2), 228-231.
- Koçer, B., 2012. Transfer öğrenmede yeni yaklaşımlar. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya: Selçuk Üniversitesi.
- Koonsanit, K., Thongvigitmanee, S., Pongnapang, N. and Thajchayapong, P., 2017. Image enhancement on digital x-ray images using N-CLAHE. In 2017 10th Biomedical engineering international conference (BMEICON) (pp. 1-4).
- Krimmel, M. and Reinert, S., 2000. Mandibular fracture after third molar removal. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 58(10), 1110-1112.
- Krizhevsky, A., Sutskever, I. and Hinton, G. E., 2012. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. In *Proceedings of the 25th International*

- Conference on Neural Information Processing Systems*. 1097–1105 (ACM, Lake Tahoe, Nevada, 2012).
- Kumar, V. R., Yadav, P., Kahsu, E., Girkar, F. and Chakraborty, R., 2017. Prevalence and pattern of mandibular third molar impaction in Eritrean population: a retrospective study. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 18(2), 100-6.
- Kunz, F., Stellzig-Eisenhauer, A., Zeman, F. and Boldt, J., 2020. Evaluation of a fully automated cephalometric analysis using a customized convolutional neural network. *Journal of orofacial orthopedics*, 81(1), 52-68.
- Kurt, B., Nabiyeve, V. V. and Turhan, K., 2012. Medical images enhancement by using anisotropic filter and clahe. In 2012 International symposium on innovations in intelligent systems and applications (pp. 1-4).
- Kuwana, R., Ariji, Y., Fukuda, M., Kise, Y., Nozawa, M., Kuwada, C., Muramatsu, C., Katsumata, A., Fujita, H. and 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.
- Lahoud, P., Diels, S., Niclaes, L., Van Aelst, S., Willems, H., Van Gerven, A., Quirynen, M. and Jacobs, R., 2022. Development and validation of a novel artificial intelligence driven tool for accurate mandibular canal segmentation on CBCT. *Journal of dentistry*, 116, 103891.
- Lee, J. H., Kim, D. H., Jeong, S. N. and Choi, S. H., 2018a. Detection and diagnosis of dental caries using a deep learning-based convolutional neural network algorithm. *Journal of dentistry*, 77, 106-111.
- Lee, J. H., Kim, D. H., Jeong, S. N. and Choi, S. H., 2018b. Diagnosis and prediction of periodontally compromised teeth using a deep learning-based convolutional

- neural network algorithm. *Journal of periodontal and implant science*, 48(2), 114-123.
- Lee, J. H., Baek, J. H., Kim, J. H., Shim, W. H., Chung, S. R., Choi, Y. J. and Lee, J. H., 2018c. 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, K. S., Jung, S. K., Ryu, J. J., Shin, S. W. and Choi, J., 2020. Evaluation of transfer learning with deep convolutional neural networks for screening osteoporosis in dental panoramic radiographs. *Journal of clinical medicine*, 9(2), 392.
- Libersa, P., Roze, D., Cachart, T. and Libersa, J. C., 2002. Immediate and late mandibular fractures after third molar removal. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 60(2), 163-165.
- Lin, C., Li, L., Luo, W., Wang, K. C. and Guo, J., 2019. Transfer learning based traffic sign recognition using inception-v3 model. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, 47(3), 242-250.
- López Carriches, C., Martínez González, J. M. and Donado Rodríguez, M., 2006. The use of methylprednisolone versus diclofenac in the treatment of inflammation and trismus after surgical removal of lower third molars. *Medicina oral patología, oral y cirugía bucal*, 11(5), e440-e445.
- Lovell, D., Miller, D., Capra, J. and Bradley, A., 2022. Never mind the metrics--what about the uncertainty? Visualising confusion matrix metric distributions. arXiv preprint, <https://arxiv.org/abs/2206.02157>, (22.05.2023).
- Ma'aita, J. and Alwrikat, A., 2000. Is the mandibular third molar a risk factor for mandibular angle fracture?. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 89(2), 143-146.

- Maegawa, H., Sano, K., Kitagawa, Y., Ogasawara, T., Miyauchi, K., Sekine, J. and Inokuchi, T., 2003. Preoperative assessment of the relationship between the mandibular third molar and the mandibular canal by axial computed tomography with coronal and sagittal reconstruction. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 96(5), 639-646.
- Marciani, R. D., 2007. Third molar removal: an overview of indications, imaging, evaluation, and assessment of risk. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics*, 19(1), 1-13.
- Marques, J., Montserrat-Bosch, M., Figueiredo, R., Vilchez-Pérez, M. A., Valmaseda-Castellón, E. and Gay-Escoda, C., 2017. Impacted lower third molars and distal caries in the mandibular second molar. Is prophylactic removal of lower third molars justified?. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 9(6), e794–e798.
- Mayta-Tovalino, F., Munive-Degregori, A., Luza, S., Cárdenas-Mariño, F. C., Guerrero, M. E. and Barja-Ore, J., 2023. Applications and Perspectives of Artificial Intelligence, Machine Learning and “Dentronics” in Dentistry: A Literature Review. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 13(1), 1-8.
- McArdle, L. W., Patel, N., Jones, J. and McDonald, F., 2018. The mesially impacted mandibular third molar: The incidence and consequences of distal cervical caries in the mandibular second molar. *The Surgeon*, 16(2), 67-73.
- McBee, M. P., Awan, O. A., Colucci, A. T., Ghobadi, C. W., Kadom, N., Kansagra, A. P., Tridandapani, S. and Auffermann, W. F., 2018. Deep learning in radiology. *Academic radiology*, 25(11), 1472-1480.

- Meisami, T., Sojat, A., Sandor, G. K. B., Lawrence, H. P. and Clokie, C. M. L., 2002. Impacted third molars and risk of angle fracture. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 31(2), 140-144.
- Merdietio Boedi, R., Banar, N., De Tobel, J., Bertels, J., Vandermeulen, D. and Thevissen, P. W., 2020. Effect of lower third molar segmentations on automated tooth development staging using a convolutional neural network. *Journal of Forensic Sciences*, 65(2), 481-486.
- Mijwel, M. M., 2015. History of Artificial Intelligence. *Computer Science, College of Science*, 1(1), 1-6.
- Miki, Y., Muramatsu, C., Hayashi, T., Zhou, X., Hara, T., Katsumata, A. and Fujita, H., 2017. Classification of teeth in cone-beam CT using deep convolutional neural network. *Computers in biology and medicine*, 80, 24-29.
- Milošević, D., Vodanović, M., Galić, I. and Subašić, M., 2019. Estimating biological gender from panoramic dental x-ray images. In 2019 11th international symposium on image and signal processing and analysis (ISPA) (pp. 105-110).
- Mittal, K., Jain, A., Vaisla, K. S., Castillo, O. and Kacprzyk, J., 2020. A comprehensive review on type 2 fuzzy logic applications: Past, present and future. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 95, 103916.
- Moeskops, P., Viergever, M. A., Mendrik, A. M., De Vries, L. S., Benders, M. J. and Išgum, I., 2016. Automatic segmentation of MR brain images with a convolutional neural network. *IEEE transactions on medical imaging*, 35(5), 1252-1261.
- Mohammad-Rahimi, H., Nadimi, M., Rohban, M. H., Shamsoddin, E., Lee, V. Y. and Motamedian, S. R., 2021. Machine learning and orthodontics, current trends and

- the future opportunities: A scoping review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 160(2), 170-192.
- Mohammad-Rahimi, H., Rokhshad, R., Bencharit, S., Krois, J. and Schwendicke, F., 2023. Deep learning: a primer for dentists and dental researchers. *Journal of Dentistry*, 130, 104430.
- Moloney, J. and Stassen, L. F., 2009. Pericoronitis: treatment and a clinical dilemma. *Journal of Iranian Dental Association*, 55(4), 190-2.
- Monisha, N., Ganapathy, D., Sheeba, P. S. and Kanniappan, N., 2018. Trismus: A review. *Journal of pharmacy research*, 12(1), 130-33.
- Moutselos, K., Berdouses, E., Oulis, C. and Maglogiannis, I., 2019. Recognizing occlusal caries in dental intraoral images using deep learning. In 2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC) (pp. 1617-1620).
- Mozzo, P., Procacci, C., Tacconi, A., Tinazzi Martini, P. and Bergamo Andreis, I. A., 1998. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *European radiology*, 8, 1558-1564.
- Nakagawa, Y., Ishii, H., Nomura, Y., Watanabe, N. Y., Hoshiba, D., Kobayashi, K. and Ishibashi, K., 2007. Third molar position: reliability of panoramic radiography. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 65(7), 1303-1308.
- Neves, F. S., Souza, T. C., Almeida, S. M., Haiter-Neto, F., Freitas, D. Q. and Boscolo, 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. *Dentomaxillofacial radiology*, 41(7), 553-557.

- Niedzielska, I. A., Drugacz, J., Kus, N. and Kręska, J., 2006. Panoramic radiographic predictors of mandibular third molar eruption. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 102(2), 154-158.
- Niedzielska, I., 2005. Third molar influence on dental arch crowding. *The European Journal of Orthodontics*, 27(5), 518-523.
- Noroozi, A. R. and Philbert, R. F., 2009. Modern concepts in understanding and management of the “dry socket” syndrome: comprehensive review of the literature. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 107(1), 30-35.
- Oenning, A. C. C., Melo, S. L. S., Groppo, F. C. and Haiter-Neto, F., 2015. Mesial inclination of impacted third molars and its propensity to stimulate external root resorption in second molars—a cone-beam computed tomographic evaluation. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 73(3), 379-386.
- Ohshima, A., Ariji, Y., Goto, M., Izumi, M., Naitoh, M., Kurita, K., Shimoizato, K. and Ariji, E., 2004. Anatomical considerations for the spread of odontogenic infection originating from the pericoronitis of impacted mandibular third molar: computed tomographic analyses. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 98(5), 589-597.
- Oktaý, A. B., 2017. Tooth detection with convolutional neural networks. In 2017 Medical Technologies National Congress (TIPTEKNO) (pp. 1-4).
- Orentlicher, G., Goldsmith, D. and Horowitz, A., 2010. Applications of 3-dimensional virtual computerized tomography technology in oral and maxillofacial surgery: current therapy. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 68(8), 1933-1959.

- Orhan, K., Bayrakdar, I. S., Ezhov, M., Kravtsov, A. and Özyürek, T., 2020. Evaluation of artificial intelligence for detecting periapical pathosis on cone-beam computed tomography scans. *International endodontic journal*, 53(5), 680-689.
- Otsuka, Y., Mitomi, T., Tomizawa, M. and Noda, T., 2001. A review of clinical features in 13 cases of impacted primary teeth. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 11(1), 57-63.
- Öztürk, K. ve Şahin, M. E., 2018. Yapay sinir ağları ve yapay zekâ'ya genel bir bakış. *Takvim-i Vekayi*, 6(2), 25-36.
- Özyurt, F., Sert, E. and Avcı, D., 2020. An expert system for brain tumor detection: Fuzzy C-means with super resolution and convolutional neural network with extreme learning machine. *Medical hypotheses*, 134, 109433.
- Panetta, K., Rajendran, R., Ramesh, A., Rao, S. P. and Agaian, S., 2021. Tufts dental database: a multimodal panoramic x-ray dataset for benchmarking diagnostic systems. *IEEE journal of biomedical and health informatics*, 26(4), 1650-1659.
- Pell, G. J., 1933. Impacted mandibular third molars, classification and modified technique for removal. *Dental Digest*, 39, 330-338.
- Pippi, R. and Perfetti, G., 2002. Lingual displacement of an entire lower third molar. Report of a case with suggestions for prevention and management. *Minerva stomatologica*, 51(6), 263-268.
- Polat, H. B., Özcan, F., Kara, I., Özdemir, H. and Ay, S., 2008. Prevalence of commonly found pathoses associated with mandibular impacted third molars based on panoramic radiographs in Turkish population. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 105(6), e41-e47.

- Prajapati, S. A., Nagaraj, R. and Mitra, S., 2017. Classification of dental diseases using CNN and transfer learning. In 2017 5th International Symposium on Computational and Business Intelligence (ISCBI) (pp. 70-74).
- Proffit, W. R. and Frazier-Bowers, S. A., 2009. Mechanism and control of tooth eruption: overview and clinical implications. *Orthodontics and craniofacial research*, 12(2), 59-66.
- Quereshy, F. A., Savell, T. A. and Palomo, J. M., 2008. Applications of cone beam computed tomography in the practice of oral and maxillofacial surgery. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 66(4), 791-796.
- Rana, A., Yaune, G., Wong, L. C., Gupta, O., Muftu, A. and Shah, P., 2017. Automated segmentation of gingival diseases from oral images. In 2017 IEEE Healthcare Innovations and Point of Care Technologies (HI-POCT) (pp. 144-147).
- Rapidis, A. D., Dijkstra, P. U., Roodenburg, J. L. N., Rodrigo, J. P., Rinaldo, A., Stojan, P., Takes, R. P. and Ferlito, A., 2015. Trismus in patients with head and neck cancer: etiopathogenesis, diagnosis and management. *Clinical Otolaryngology*, 40(6), 516-526.
- Razi, T., Moslemzade, S. H. and Razi, S., 2009. Comparison of linear dimensions and angular measurements on panoramic images taken with two machines. *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects*, 3(1), 7.
- Renton, T., Hankins, M., Sproate, C. and McGurk, M., 2005. A randomised controlled clinical trial to compare the incidence of injury to the inferior alveolar nerve as a result of coronectomy and removal of mandibular third molars. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 43(1), 7-12.
- Rodrigues, J. A., Krois, J. and Schwendicke, F., 2021. Demystifying artificial intelligence and deep learning in dentistry. *Brazilian oral research*, 35, e094.

- Room, C. (2019). Confusion Matrix. *Machine Learning*, 6, 27.
- Sam, S. M., Kamardin, K., Sjarif, N. N. A. and Mohamed, N., 2019. Offline signature verification using deep learning convolutional neural network (CNN) architectures GoogLeNet inception-v1 and inception-v3. *Procedia Computer Science*, 161, 475-483.
- Sameshima, G. T. and Asgarifar, K. O., 2001. Assessment of root resorption and root shape: periapical vs panoramic films. *The Angle Orthodontist*, 71(3), 185-189.
- Sams, C. M., Dietsche, E. W., Swenson, D. W., DuPont, G. J. and Ayyala, R. S., 2021. Pediatric panoramic radiography: techniques, artifacts, and interpretation. *Radiographics*, 41(2), 595-608.
- Santosh, P., 2015. Impacted mandibular third molars: Review of literature and a proposal of a combined clinical and radiological classification. *Annals of medical and health sciences research*, 5(4), 229-234.
- Sardar, T., Sheikh, G., Aslam, S., Khan, N. M. and Rana, J. A., 2019. Pattern of Angulations and Common Indications for Extraction of Impacted Mandibular Third Molar at KMU-Institute of Dental Sciences, Kohat. *Journal of Islamabad Medical and Dental College*, 8(2), 79-83.
- Sarkar, D., 2018. A comprehensive hands-on guide to transfer learning with real-world applications in deep learning. *Towards Data Science*, 20(2020), 4.
- Sato, S., Arai, Y., Shinoda, K. and Ito, K., 2004. Clinical application of a new cone-beam computerized tomography system to assess multiple two-dimensional images for the preoperative treatment planning of maxillary implants. *Quintessence international*, 35(7), 525-528.
- Schersten, E., Lysell, L. and Rohlin, M., 1989. Prevalence of impacted third molars in dental students. *Swedish dental journal*, 13(1-2), 7-13.

- Schmidt, J., Kunderova, M., Pilbauerova, N., & Kapitan, M., 2021. A Review of Evidence-Based Recommendations for Pericoronitis Management and a Systematic Review of Antibiotic Prescribing for Pericoronitis among Dentists: Inappropriate Pericoronitis Treatment Is a Critical Factor of Antibiotic Overuse in Dentistry. *International journal of environmental research and public health*, 18(13), 6796.
- Schwendicke, F., Elhennawy, K., Paris, S., Friebertshäuser, P. and Krois, J., 2020. Deep learning for caries lesion detection in near-infrared light transillumination images: A pilot study. *Journal of dentistry*, 92, 103260.
- Schwendicke, F. A., Samek, W. and Krois, J., 2020. Artificial intelligence in dentistry: chances and challenges. *Journal of dental research*, 99(7), 769-774.
- Shan, T., Tay, F. R. and Gu, L., 2021. Application of artificial intelligence in dentistry. *Journal of dental research*, 100(3), 232-244.
- Shaye, D. A., Tollefson, T. T. and Strong, E. B., 2015. Use of intraoperative computed tomography for maxillofacial reconstructive surgery. *JAMA facial plastic surgery*, 17(2), 113-119.
- Shukla, S., Chug, A. and Afrashtehfar, K. I., 2017. Role of cone beam computed tomography in diagnosis and treatment planning in dentistry: an update. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 7(3), 125-136.
- Sisk, A. L., Hammer, W. B., Shelton, D. W. and 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.
- Smailienė, D., Trakinienė, G., Beinorienė, A. and Tutlienė, U., 2019. Relationship between the position of impacted third molars and external root resorption of adjacent second molars: a retrospective CBCT study. *Medicina*, 55(6), 305.

- Soni, N., Singh, V., Mohammad, S., Singh, R. K., Pal, U. S., Singh, R., Jyatasana, A. and Pal, M., 2016. Effects of honey in the management of alveolar osteitis: A study. *National Journal of Maxillofacial Surgery*, 7(2), 136-147.
- Soós, B., Tóth, Á., Di Nardo, M. D. and Szalma, J., 2020. Association between third molar impaction status and angle or condylar fractures of the mandible: a retrospective analysis. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 78(7), e1-e8.
- Sortino, F. and Cicciù, M., 2011. Strategies used to inhibit postoperative swelling following removal of impacted lower third molar. *Dental research journal*, 8(4), 162.
- Srivastava, M. M., Kumar, P., Pradhan, L. and Varadarajan, S., 2017. Detection of tooth caries in bitewing radiographs using deep learning. arXiv preprint, <https://arxiv.org/abs/1711.07312>, (01.04.2023).
- Stathopoulos, P., Mezitis, M., Kappatos, C., Titsinides, S. and Stylogianni, E., 2011. Cysts and tumors associated with impacted third molars: is prophylactic removal justified?. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 69(2), 405-408.
- Steed, M. B., 2014. The indications for third-molar extractions. *The Journal of the American Dental Association*, 145(6), 570-573.
- Suomalainen, A., Pakbaznejad Esmaeili, E. and Robinson, S., 2015. Dentomaxillofacial imaging with panoramic views and cone beam CT. *Insights into imaging*, 6, 1-16.
- Surden, H. (2019). Artificial intelligence and law: An overview. *Georgia State University Law Review*, 35, 19-22.
- Suri, L., Gagari, E. and Vastardis, H., 2004. Delayed tooth eruption: pathogenesis, diagnosis, and treatment. A literature review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 126(4), 432-445.

- Susarla, S. M., Blaeser, B. F. and Magalnick, D., 2003. Third molar surgery and associated complications. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics*, 15(2), 177-186.
- Suter, V. G. A., Rivola, M., Schriber, M., Leung, Y. Y. and Bornstein, M. M., 2019. Risk factors for root resorption of second molars associated with impacted mandibular third molars. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, 48(6), 801-809.
- Svendsen, H. and Björk, A., 1988. Third molar impaction—a consequence of late M3 mineralization and early physical maturity. *The European Journal of Orthodontics*, 10(1), 1-12.
- Syed, K. B., Zaheer, K. B., Ibrahim, M., Bagi, M. A. and Assiri, M. A., 2013. Prevalence of impacted molar teeth among Saudi population in Asir region, Saudi Arabia—a retrospective study of 3 years. *Journal of international oral health: JIOH*, 5(1), 43-47.
- Synan, W. and Stein, K., 2020. Management of impacted third molars. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics*, 32(4), 519-559.
- Szalma, J., Lempel, E., Jeges, S., Szabó, G. and Olasz, L., 2010. The prognostic value of panoramic radiography of inferior alveolar nerve damage after mandibular third molar removal: retrospective study of 400 cases. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 109(2), 294-302.
- Szegedy, C., Liu, W., Jia, Y., Sermanet, P., Reed, S., Anguelov, D., Erhan, D., Vanhoucker, V. and Rabinovich, A., 2015. Going deeper with convolutions. *In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 1-9).

- Şeker, A., Diri, B. ve Balık, H. H., 2017. Derin öğrenme yöntemleri ve uygulamaları hakkında bir inceleme. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3(3), 47-64.
- Takebe, K., Imai, T., Kubota, S., Nishimoto, A., Amekawa, S. and Uzawa, N., 2023. Deep learning model for the automated evaluation of contact between the lower third molar and inferior alveolar nerve on panoramic radiography. *Journal of Dental Sciences*, 18(3), 991-996.
- Tantanapornkul, W., Okouchi, K., Fujiwara, Y., Yamashiro, M., Maruoka, Y., Ohbayashi, N. and Kurabayashi, T., 2007. A comparative study of cone-beam computed tomography and conventional panoramic radiography in assessing the topographic relationship between the mandibular canal and impacted third molars. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 103(2), 253-259.
- Terlemez, A., Tassoker, M., Kizilcakaya, M. and Gulec, M., 2019. Comparison of cone-beam computed tomography and panoramic radiography in the evaluation of maxillary sinus pathology related to maxillary posterior teeth: Do apical lesions increase the risk of maxillary sinus pathology?. *Imaging science in dentistry*, 49(2), 115-122.
- Thanathornwong, B. and Suebnukarn, S., 2020. Automatic detection of periodontal compromised teeth in digital panoramic radiographs using faster regional convolutional neural networks. *Imaging Science in Dentistry*, 50(2), 169-174.
- Tsapaki, V., 2017. Radiation protection in dental radiology—Recent advances and future directions. *Physica Medica*, 44, 222-226.
- Umar, G., Bryant, C., Obisesan, O. and Rood, J. P., 2010. Correlation of the radiological predictive factors of inferior alveolar nerve injury with cone beam computed tomography findings. *Oral Surgery*, 3(3), 72-82.

- Vego, L., 1962. A longitudinal study of mandibular arch perimeter. *The Angle Orthodontist*, 32(3), 187-192.
- Velemínská, J., Pilný, A., Čepěk, M., Kot'ová, M. and Kubelková, R., 2013. Dental age estimation and different predictive ability of various tooth types in the Czech population: data mining methods. *Anthropologischer Anzeiger*, 70(3), 331-345.
- Venkatesh, E. and Elluru, S. V., 2017. Cone beam computed tomography: basics and applications in dentistry. *Journal of Istanbul University faculty of Dentistry*, 51(3), 102-121.
- Vinayahalingam, S., Xi, T., Bergé, S., Maal, T. and De Jong, G., 2019. Automated detection of third molars and mandibular nerve by deep learning. *Scientific reports*, 9(1), 1-7.
- Vyas, S., Gupta, S., Bhargava, D. and Boddu, R., 2022. Fuzzy Logic System Implementation on the Performance Parameters of Health Data Management Frameworks. *Journal of Healthcare Engineering*, 2022, 1-11.
- Wang, W. Q., Chen, M. Y., Huang, H. L., Fuh, L. J., Tsai, M. T. and Hsu, J. T., 2015. New quantitative classification of the anatomical relationship between impacted third molars and the inferior alveolar nerve. *BMC Medical imaging*, 15, 1-6.
- Watanabe, P. C. A., Faria, V., Camargo, A. J. and Dos Santos, M. C. M. F., 2017. Multiple radiographic analysis (systemic disease): dental panoramic radiography. *Journal of Oral Health and Dental Care*, 1(1), 007.
- Welikala, R. A., Remagnino, P., Lim, J. H., Chan, C. S., Rajendran, S., Kallarakkal, T. G., Zain, R. B., Jayasinghe, R. D., Rimal, J., Kerr, A. R., Amtha, R., Patil, K., Tilakaratne, W. M., Gibson, J., Cheong, S. C. and Barman, S. A., 2020. Automated detection and classification of oral lesions using deep learning for early detection of oral cancer. *IEEE Access*, 8, 132677-132693.

- Wise, G. E. and King, G. J., 2008. Mechanisms of tooth eruption and orthodontic tooth movement. *Journal of dental research*, 87(5), 414-434.
- Yang, J., Xie, Y., Liu, L., Xia, B., Cao, Z. and Guo, C., 2018. Automated dental image analysis by deep learning on small dataset. In 2018 IEEE 42nd annual computer software and applications conference (COMPSAC), 1, 492-497.
- Zawawi, K. H. and Melis, M., 2014. The role of mandibular third molars on lower anterior teeth crowding and relapse after orthodontic treatment: a systematic review. *The Scientific World Journal*, 2014, 1-6.
- Zhang, C. and Lu, Y., 2021. Study on artificial intelligence: The state of the art and future prospects. *Journal of Industrial Information Integration*, 23, 100224.
- Zhu, T., Chen, D., Wu, F., Zhu, F. and Zhu, H., 2021. Artificial intelligence model to detect real contact relationship between mandibular third molars and inferior alveolar nerve based on panoramic radiographs. *Diagnostics*, 11(9), 1-9.
- Ziegeler, C., Beikler, T., Gosau, M. and May, A., 2021. Idiopathic Facial Pain Syndromes: An Overview and Clinical Implications. *Deutsches Arzteblatt International*, 118(6), 81-87.
- Ziegler, C. M., Woertche, R., Brief, J. and Hassfeld, S., 2002. Clinical indications for digital volume tomography in oral and maxillofacial surgery. *Dentomaxillofacial Radiology*, 31(2), 126-130.

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	Mustafa Taha GÜLLER
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	%0	% 15
II. Genel Bilgiler	%3	% 35
III. Materyal ve Metot	%4	% 35
IV. Bulgular	%1	% 15
V. Tartışma	%0	% 20

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımlar 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 : 39

22.06.2021

AĞIZ DİŞ VE ÇENE RADYOLOJİSİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

16.06.2021 tarih ve 13 sayılı yazınız ekinde gönderilen ve Prof. Dr. Özkan MİLOĞLU danışmanlığında yürütülecek olan ve Arş. Gör. Dt. Mustafa Taha GÜLLER'in birlikte hazırladıkları **“GÖMÜLÜ MANDİBULAR 3.MOLAR DİŞLERDE PANORAMİK RADYOGRAFİNİN ETKİNLİĞİNİN KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİYLE ELDE EDİLEN BULGULARLA GELİŞTİRİLMİŞ YAPAY ZEKA MODELİ ÜZERİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ”** 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: 22/06/2021

Oturum Sayısı: 07/ 2021

KARAR

SORUMLU ARAŞTIRMACI	<i>Prof. Dr. Özkan MİLOĞLU Arş. Gör. Dt. Mustafa Taha GÜLLER</i>
Araştırmanın Açık Adı	<i>GÖMÜLÜ MANDİBULAR 3.MOLAR DİŞLERDE PANORAMİK RADYOGRAFİNİN ETKİNLİĞİNİN KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİYLE ELDE EDİLEN BULGULARLA GELİŞTİRİLMİŞ YAPAY ZEKA MODELİ ÜZERİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ</i>
Karar No	39.
Alınan Karar	Prof. Dr. Özkan MİLOĞLU danışmanlığında yürütülecek olan ve Arş. Gör. Dt. Mustafa Taha GÜLLER'in birlikte hazırladıkları " <i>GÖMÜLÜ MANDİBULAR 3.MOLAR DİŞLERDE PANORAMİK RADYOGRAFİNİN ETKİNLİĞİNİN KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİYLE ELDE EDİLEN BULGULARLA GELİŞTİRİLMİŞ YAPAY ZEKA MODELİ ÜZERİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ</i> " 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 mevcudun oybirliği ile karar verildi.