



İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİK VERİ BİLİMİ ANABİLİM DALI

**Farklı Diş Yaşı Tahmin Yöntemlerinin Derin Öğrenme ile
Karşılaştırılması: Willems, Cameriere-Avrupa, London
Atlas**

Yüksek Lisans Tezi

Betül Şen Yavuz

Nisan 2025



İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİK VERİ BİLİMİ ANABİLİM DALI

**Farklı Diş Yaşı Tahmin Yöntemlerinin Derin Öğrenme ile
Karşılaştırılması: Willems, Cameriere-Avrupa, London
Atlas**

Yüksek Lisans Tezi

Betül Şen Yavuz

Danışman

Prof. Dr. Handan Ankaralı

Nisan 2025

TEZ JÜRİSİ ONAYI

Betül Şen Yavuz tarafından hazırlanan “Farklı Diş Yaşı Tahmin Yöntemlerinin Derin Öğrenme ile Karşılaştırılması: Willems, Cameriere-Avrupa, London Atlas” başlıklı bu Yüksek Lisans Tezi, Biyolojik Veri Bilimi Anabilim Dalı’nda hazırlanmış ve jürimiz tarafından kabul edilmiştir.

JÜRİ ÜYELERİ

İMZA

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Handan Ankaralı
İstanbul Medeniyet Üniversitesi

Üyeler:

Prof. Dr. Betül Kargül
Marmara Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Muhammet Sinan Başarslan
İstanbul Medeniyet Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 09 / Nisan/ 2025

BEYANLAR

Yazım ve Kaynak Gösterme Kılavuzu Beyanı

Danışmanlığımda yazılan bu tezin APA 7 yazım ve kaynak gösterme kılavuzunda belirtilen kurallara uygun olarak yapılandırıldığı ve bu kılavuzun metin içi kaynak gösterme standartlarının bu tezde tutarlı olarak uygulandığı tarafımdan incelenerek teyit edilmiştir.

İmza

Prof. Dr. Handan Ankaralı

Etik İlkeler Sadakat Beyanı

Hazırladığım bu tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu, akademik ve etik kuralları gözeterek çalıştığımı ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

İmza

Betül Şen Yavuz

İÇİNDEKİLER

BEYANLAR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
TABLOLAR LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	v
KISALTMALAR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	viii
TEŞEKKÜR	x
GİRİŞ	1
GENEL BİLGİLER	2
1. Adli Diş Hekimliği ve Yaş Tahmini.....	2
2. Kronolojik Yaş ve Biyolojik Yaş	3
3. Dişlerin Embriyolojik Gelişimi ve Sürmesi (Erüpsiyon)	4
4. Diş Gelişimini ve Sürmesini Etkileyen Faktörler	7
5. Diş Gelişimine Dayanan Yaş Belirleme Yöntemleri.....	8
5.1. Nolla Yöntemi	9
5.2. Demirjian Yöntemi	9
5.3. Willems Yöntemi	9
5.4. Cameriere-Avrupa Formülü.....	9
5.5. London Atlas Yöntemi.....	10
6. Yapay Zeka	10
7. Makine Öğrenmesi	11
8. Sinir Ağları.....	13
9. Derin Öğrenme.....	13
MATERYAL VE METOT	14
1. Katılımcılar.....	14
2. Dahil Edilme ve Hariç Tutulma Kriterleri	15
3. Radyografik Değerlendirme.....	15
4. Kronolojik Yaş Tahmini	16
5. Diş Yaşı Tahmini Yöntemleri	18

5.1. Willems Yöntemi	18
5.2. Cameriere-Avrupa Yöntemi	20
5.3. London Atlas Yöntemi.....	22
5.4. Derin Öğrenme Algoritması	22
6. İstatistiksel Analizler	23
BULGULAR	24
TARTIŞMA.....	29
KAYNAKÇA.....	35
EKLER.....	43
1. EK-1: ÖZGEÇMİŞ	43
2. EK-2: ETİK ONAYI	44
3. EK-3: KURUM İZİN BEYANI-1	45
4. EK-4: KURUM İZİN BEYANI-2	46
5. EK-5: BENZERLİK RAPORU	47
6. EK-6: GÖNÜLLÜ ONAM FORMU	48
7. EK-7: ÇOCUKLAR İÇİN GÖNÜLLÜ ONAM FORMU	51
8. EK-8: DIŞ YAŞI TAHMİNİ YAPAN DERİN ÖĞRENME ALGORTİMASI LİNKİ.....	52

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Süt dişlerinin oluşum ve sürme kronolojisi (Logan ve Kronfeld, 1933) .	7
Tablo 2. Daimi dişlerin oluşum ve sürme kronolojisi (Logan ve Kronfeld, 1933)	7
Tablo 3. Kızlarda diş mineralizasyonun karşılık gelen sayısal değerler (Willems ve ark., 2001)	20
Tablo 4. Erkeklerde diş mineralizasyonun karşılık gelen sayısal değerler (Willems ve ark., 2001)	20
Tablo 5. Yaş gruplarına göre cinsiyet dağılımı	26
Tablo 6. Kronolojik yaş ile tahmin edilen diş yaşının dört yöntemle karşılaştırmalı sonuçları ve korelasyonları	27
Tablo 7. Her cinsiyette diş yaşı tahmin yöntemlerine göre kronolojik yaş ile diş yaşı arasındaki uyum	28
Tablo 8. Model uyum iyiliği ölçütleri.....	29

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Embriyolojik dönemde gelişmekte olan kafa bölgesinin frontal kesiti ve stomedeum (ilkel ağız) (Gray, 1918)	4
Şekil 2. Embriyolojik dönemde gelişmekte olan kafa bölgesinin sagittal kesiti, maksiller ve mandibular çıkıntılar (Ten Cate, 2003).....	5
Şekil 3. A: Tomurcuk, B: Takke, C ve D: Çan, E: Dişin erüpsiyonu (Bomfim ve ark., 2019)	5
Şekil 4. Süt ve daimi dişler (Durhan, 2023)	6
Şekil 5. Yapay zekanın temel kavramları (Khanagar ver ark. 2021).....	11
Şekil 6. Denetimli öğrenme modeli	12
Şekil 7. Denetimsiz öğrenme modeli	12
Şekil 8. En basit (2 gizli katmanlı) derin öğrenme modeli	14
Şekil 9. Araştırmanın akış şeması	17
Şekil 10. Daimi dişlerin mineralizasyon aşamaları (A-H)	19
Şekil 11. Kök gelişimini tamamlamamış sol mandibular dişlerin apikal açıklıklar arası mesafe ve toplam diş uzunluklarının ölçümü	21
Şekil 12. Yaşlara göre dişlerin mineralizasyon, sürme ve rezorpsiyon durumlarını gösteren atlas (AlQahtani ve ark., 2010)	22

KISALTMALAR

CNN: Konvolüsyonel sinir ağı

ICC: Sınıf içi korelasyon katsayısı

SS: Standart sapma

W: Willems metodu

CA: Cameriere-Avrupa formülü

LA: London Atlas

DÖ: Derin Öğrenme

AIC: Akaike Bilgi Ölçütü

BIC: Bayesian-Schwarz Kriteri

RMSE: Kök Ortalama Kare Hatası

R²: Determinasyon katsayısı

GA: Güven aralığı

ÖZET

Farklı Diş Yaşı Tahmin Yöntemlerinin Derin Öğrenme ile Karşılaştırılması: Willems, Cameriere-Avrupa, London Atlas

Şen Yavuz, Betül

Yüksek Lisans Tezi, Biyolojik Veri Bilimi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Handan Ankaralı

Nisan 2025

Diş yaşı tahmini adli ve klinik diş hekimliği için önemli bir rol oynar. Bu çalışmada 5-16 yaş arasındaki Türk çocuklarının diş yaşının dört farklı yöntem ile tahminin değerlendirilmesi amaçlandı. Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Kliniklerine rutin diş muayenesi için başvuran 5-16 yaş arasında, tanısız olarak mükemmel kategoride panoramik radyografisi olan, sistemik hastalığı veya sendromu olmayan ve çalışmaya katılmayı kendisi ve ebeveyni kabul eden 1169 çocuk çalışmaya dahil edildi. Çocukların kronolojik yaşları hesaplandı, yaşları ve cinsiyet bilgileri kaydedildi. Çocukların diş yaşı Willems, Cameriere-Avrupa, London Atlas ve derin öğrenme yöntemleri ile belirlendi. İncelenen Evrişimli Sinir Ağları modelleri TensorFlow kütüphanesinde uygulandı. Çocukların kronolojik yaşları ile diş yaşı tahminleri arasında basit korelasyonlar ve sınıf içi korelasyonlar hesaplandı. Diş yaşı tahminlerindeki hatalara dayalı olarak Akaike Bilgi Ölçütü, Bayesian-Schwarz Kriteri, Kök Ortalama Kare Hatası ve determinasyon katsayısı değerleri üzerinden uygunluk kriterleri hesaplandı. Verilerin analizi SPSS Ver. 26.0 ve R 4.2.2. yazılımları ile istatistiksel anlamlılık düzeyi 0.05 kabul edilerek yapıldı. Dört yöntemin belirlediği diş yaşları ile kronolojik yaşlar arasında korelasyon gözlemlendi ($p < 0.001$). Ancak, erkeklerde London Atlası ($p = 0.179$) dışındaki yöntemlerle ve kızlarda ($p < 0.001$) dört yöntemle ortalama diş yaş tahminleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmaktaydı. Kronolojik yaş ve yöntemler arasındaki sınıf içi korelasyon incelendiğinde, tüm yöntemlerde neredeyse mükemmel bir uyum gözlemlendi. Sonuç olarak London Atlası, yalnızca Türk erkek çocukların yaşını tahmin etmek için uygundur; fakat diğer yöntemler revize edilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Cameriere-Avrupa, derin öğrenme, diş yaşı tahmini, London Atlas, Willems

ABSTRACT

Comparison of Different Dental Age Estimation Methods with Deep Learning: Willems, Cameriere-Europe, London Atlas

Şen Yavuz, Betül

Master Thesis, Department of Biological Data Science

Supervisor: Prof. Dr. Handan Ankaralı

April 2025

The estimation of dental age plays a crucial role in forensic and clinical dentistry. This study aimed to assess the prediction of dental age in Turkish children aged 5-16 years using four different methods. A total of 1169 children aged 5-16 years, who applied for routine dental examinations at the Marmara University Faculty of Dentistry Clinics, with panoramic radiographs categorized as diagnostically excellent, without systemic diseases or syndromes, and who voluntarily agreed to participate with their parents, were included in the study. The chronological ages of the children were calculated, and their ages and sex information were recorded. The dental age of the children was determined using the Willems, Cameriere-European, London Atlas, and deep learning methods. The Convolutional Neural Network models examined were implemented in the TensorFlow library. Simple correlations and intraclass correlations between children's chronological ages and dental age estimates were calculated. Goodness-of-fit criteria were calculated based on the errors in dental age estimates and the smallest possible values for the Akaike Information Criterion, the Bayesian-Schwarz Criterion, the Root Mean Squared Error, and the coefficient of determination value. The data analysis was conducted using SPSS Ver. 26.0 and R Version 4.2.2 software, with a statistical significance level accepted as 0.05. Simple correlations were observed between dental and chronological ages in all four methods ($p < 0.001$). However, there was a statistically significant difference between the average dental age estimates of methods other than the London Atlas for boys ($p = 0.179$) and the four methods for girls ($p < 0.001$). When the intra-class correlation between chronological age and methods was examined, almost perfect agreement was observed in all methods. In conclusion, the London Atlas is only suitable for boys in predicting the age of Turkish children, and other methods need revision.

Key words: Cameriere-Europe, dental age estimation, deep learning, London Atlas, Willems

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca tüm tecrübelerini benimle paylaşan, tez çalışmamın gerçekleşmesine olanak sağlayan, her aşamasında bana destek olan ve çalışma disiplini her zaman örnek aldığım değerli danışman hocam Sayın **Prof. Dr. Handan Ankaralı'ya,**

Tez jürimde bulunan ve İstanbul Medeniyet Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Sayın **Dr. Öğr. Üyesi Muhammet Sinan Başarslan'a,**

Tez jürimde bulunan, aynı zamanda uzmanlık eğitimimde danışmanım olan ve her zaman desteğini hissettiğim Marmara Üniversitesi Pedodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Sayın **Prof. Dr. Betül Kargül'e,**

Eğitimimiz boyunca birçok katkıda bulunan akademik disiplini, tecrübe, bilgi ve tavsiyeleri ile bize yol göstermeye çalışan TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi Yapay Zeka Mühendisliği Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Sayın **Prof. Dr. Hasan Güçlü'ye,**

Tez çalışmamı mümkün kılan ve bu süreçte desteğini esirgemeyen arkadaşım Warwick Üniversitesi Operational Research and Systems Anabilim Dalı doktora öğrencisi sevgili **Ömer Ekmekçioğlu'na,**

Her zaman yanımda olan, üzerimde çok emeği olan sevgili annem ve babam **Hanife ve Ahmet Şen'e,** çalışkanlığını ve azmini örnek aldığım sevgili kardeşim **Buse Şen'e,**

Hayatımın her döneminde bana hep destek olan sevgili eşim **Atacan Yavuz** ve canım oğlum **Deniz Yavuz'a,**

En içten teşekkürlerimi sunuyorum.

GİRİŞ

Diş yaşının tahmini, özellikle çocuk diş hekimliği ve ortodonti alanlarında, adli ve klinik diş hekimliğinde önemli bir rol oynar (Sezer ve ark., 2022). Özellikle çocuklar ve ergenler için diş yaşı tahmin etmek için çeşitli yöntemler araştırılmaktadır. Diş yaşını bilmek, uygun tedavi zamanını belirlemede önemlidir. Yaşa dayalı geliştirilen tıbbi teknikler, kemik olgunluğu ve diş gelişiminin analizini içerir. Bununla birlikte, bir bireyin büyüme ve gelişimi sırasında geçirdiği kronik hastalıklar veya beslenme bozuklukları, yaş tahmininde sapmalara neden olabilir. Diş gelişimi, kemik olgunluğuna göre çevresel faktörlere göre daha çok genetik faktörlere bağlıdır (Shen ve ark., 2021).

Farklı diş yaşı tahmini yöntemleri, diş röntgenlerini kullanarak dişin mineralizasyon ve sürme miktarları gibi kriterlere dayalı olarak diş yaşını hesaplar (Willems ve ark., 2001; Mohamed ve ark., 2023; AlQahtani ve ark., 2010). Willems formülü, sol alt çenedeki 7 diş için her bir dişi kalsifikasyon seviyesine göre puanlayarak diş yaşını hesaplamak için Demirjian'ın yöntemini modifiye etmiştir (Willems ve ark., 2001). Cameriere-Avrupa yöntemi, apikal açıklığın diş uzunluğuna bölünmesiyle verileri normalize eden bir regresyon formülü içerir (Mohamed ve ark., 2023). London Atlası yöntemi, 15.5 yaşına kadar olan her bir yıl aralığında dişlerin sürme miktarı ve kalsifikasyon seviyelerini gösteren resimlerden oluşan bir atlasır (AlQahtani ve ark., 2010). Willems yöntemi Beyaz Belçikalıların (Willems ve ark., 2001), ve Cameriere-Avrupa yöntemi Avrupalı nüfusun diş yaşını tahmin etmek için geliştirilmiştir (Mohamed ve ark., 2023), London Atlas yöntemindeki şematik resimler ise Birleşik Krallık'taki iskelet kalıntılarını inceleyerek oluşturulmuştur (AlQahtani ve ark., 2010). Diş yaşını tahmin etmek için bazı yöntemler literatürde diğerlerinden daha iyi kabul edilse de Türkiye'nin kuzeybatısında yaşayan çocukların yaşını doğru tahmin edebilen bir yöntemin literatüre dayalı olarak henüz belirlenmediği veya geliştirilmediği söylenebilir (Celikoglu ve ark., 2011; Sezer ve ark., 2022; Pinar Erdem ve ark., 2013).

Günümüzde derin öğrenme, kemik yaşı tahmininde tatmin edici sonuçlar sunmaktadır ve diş yaşı tahmini için kullanımı artmaktadır. Derin öğrenme, yapay zeka alanında temel bir yaklaşım olup diş yaşını verimli bir şekilde tahmin eder. Derin öğrenme yöntemlerinin, geleneksel radyografik yöntemlere göre daha başarılı olduğu bildirilmiştir (Shen ve ark., 2021; Kim ve ark., 2021; Bunyarit ve ark., 2022). Ayrıca, derin öğrenmenin diş yaşı tahmininde sunduğu hızlı sonuçlar, radyografi ölçümlerine göre işlemi önemli ölçüde kısaltmıştır (Vila-Blanco ve ark., 2020).

Literatürde Türk nüfusunun diş yaşını derin öğrenme kullanarak değerlendiren bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma, Türk nüfusunun diş yaşını tahmin etmek için diş radyografilerine dayalı üç farklı yöntemin ve derin öğrenme yönteminin başarısını değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Sıfır hipotezi, tüm yöntemlerin diş yaşı tahmininde benzer sonuçlar üreteceğiydi.

GENEL BİLGİLER

1. Adli Diş Hekimliği ve Yaş Tahmini

Adli diş hekimliği bilimi ısıruk izleri ve protezlerin analizlerinden kimliklendirme, bireylerin cinsiyet veya ırkının belirlenmesi, dişlerden bireylerin kronolojik yaşının belirlenmesi gibi konularda çalışan adli tıpın bir alt birimidir (Aksan, 2010; Jayapriya ve ark., 2023). Dişler üzerinden kimlik tespiti yapılması 1887 yılında Paris'te Odontoloji Cemiyetinde kabul edilerek uygulanmaya başlanmış, fakat ülkemizde dişler üzerinden ilk kimliklendirmenin yapıldığı vaka 1995 yılında kaydedilmiştir. Günümüzde adli diş hekimliği ile kimliklendirme çalışmaları rutinde uygulanırken, dişler üzerinden yaş tahmini uygulamaları da her geçen gün artmaktadır (Aksan, 2010).

Yaş tahmininde erişkinlerde üçüncü molar dişlerin gelişimi (yirmi yaş dişi), dişlerdeki dentin ve sementin kalınlaşması, dişlerin aşınma miktarı

kriterlerin değerlendirildiği diş yaşı tahminleri kullanılırken (Aksan, 2010), 15 yaş altı çocuklarda dişlerin gelişiminin ve erüpsiyonunun (sürmesinin) devam etmesi nedeniyle farklı teknikler kullanılmaktadır (Akay ve ark., 2018). Dişler üzerinden yapılan diş yaşı tahmin yöntemlerinin yaşayan bireylerde de uygulanabilmesi evlat edinme, sahte kimlikler gibi yasal konuların yanı sıra tıp veya diş hekimliği klinik pratiğinde de kullanılabilirlik sağlar (Celikoglu ve ark., 2011; Jayapriya ve ark., 2023). Diş hekimliği açısından çocuklarda diş yaşı tahmini yer tutucu uygulamaları, çekim, ortodontik tedaviler gibi tedavilerde endikasyonlara veya uygulanacak kuvvetlere karar verilmesinde önemlidir (Celikoglu ve ark., 2011; Sezer ve ark., 2022).

2. Kronolojik Yaş ve Biyolojik Yaş

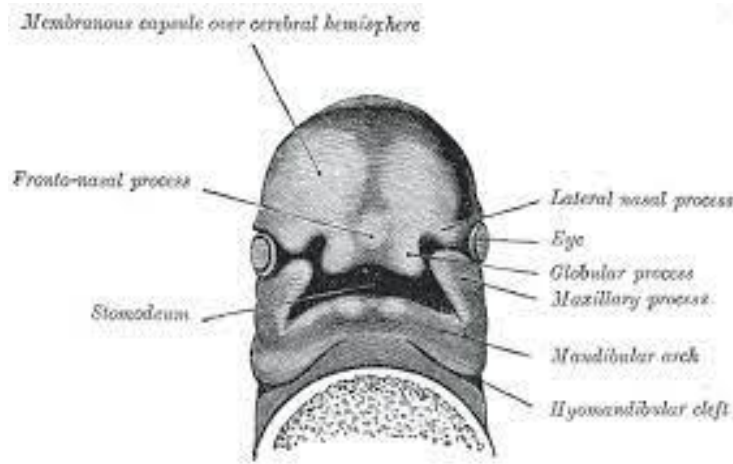
Kronolojik yaş bireyin doğum anından bulunduğu ana kadar geçen zamanla hesaplanır. Biyolojik yaş ise bireyin diş, kemik, ikincil cinsiyet özellikleri, boy ve kilo gibi sistemlerin gelişim aşamaları ve maturasyonunu ifade eder. Bedensel gelişimin yani biyolojik yaşın kronolojik yaş ile ilişkili olduğu belirtilmiştir, fakat adli tıp için önemli olan biyolojik yaş üzerinden belirlenen kronolojik yaştır (Erbudak, 2010). Kızlarda büyüme hızı erkeklerden fazla olsa da dişlerin gelişimi açısından cinsiyetler arasındaki farklılık azdır (Tural, 2019).

Adli Yaş Teşhis alışma Grubu (AFGAD, Study Group on Forensic Age Diagnostics) ve Avrupa Adli Antropoloji Derneği (FASE, Forensic Anthropology

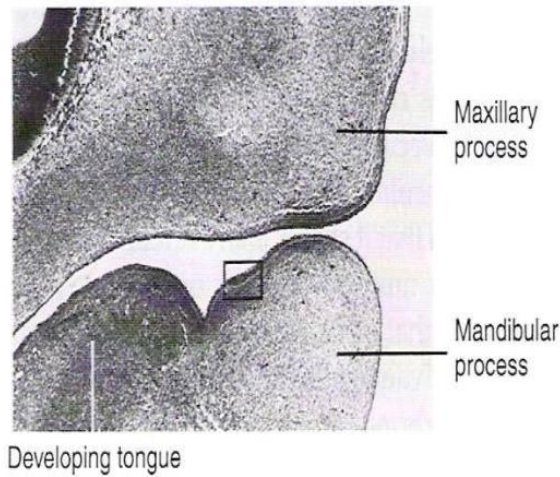
Society of Europe) yasal ve etik problemleri göz önüne alarak yaşayan bireylerde üç yaş belirleme yöntemini içeren bir prosedür geliştirmiştir. İlki fiziksel muayene ve cinsel olgunlaşma belirtilerinin değerlendirmesi yoluyla antropometrik verilerin belgelendirilmesidir. Diğer iki yöntem ise panoramik radyografiler yoluyla diş gelişiminin değerlendirilmesi ve el-bilek veya klavikula radyografileri yardımıyla iskelet büyümesinin incelenmesidir (Schmeling ve ark., 2008).

3. Dişlerin Embriyolojik Gelişimi ve Sürmesi (Erüpsiyon)

Ağız boşluğunun embriyolojik gelişimi intrauterin hayatın 3. haftasında sinyallerin epitelyal ve mezenseşimal dokuları indüklemesi ile ilkel ağız boşluğu stomodeumun oluşması ile başlar (**Şekil 1**). Prenatal dönemde maksilla (üst çene) tek bir kemik, mandibula (alt çene) ise iki ayrı kemik halindedir (**Şekil 2**). Doğum sonrası birinci yılda simfiz bölgesi kemikleşerek mandibula tek bir kemik haline gelir (Ülgen, 2000).

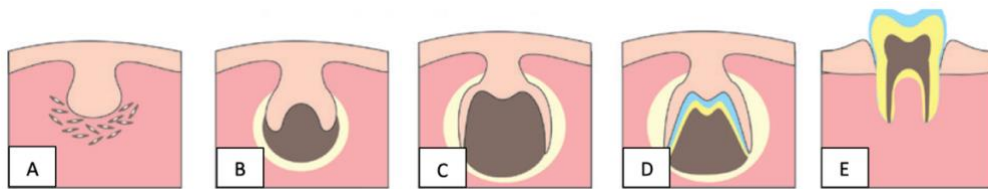


Şekil 1. Embriyolojik dönemde gelişmekte olan kafa bölgesinin frontal kesiti ve stomodeum (ilkel ağız) (Gray, 1918)



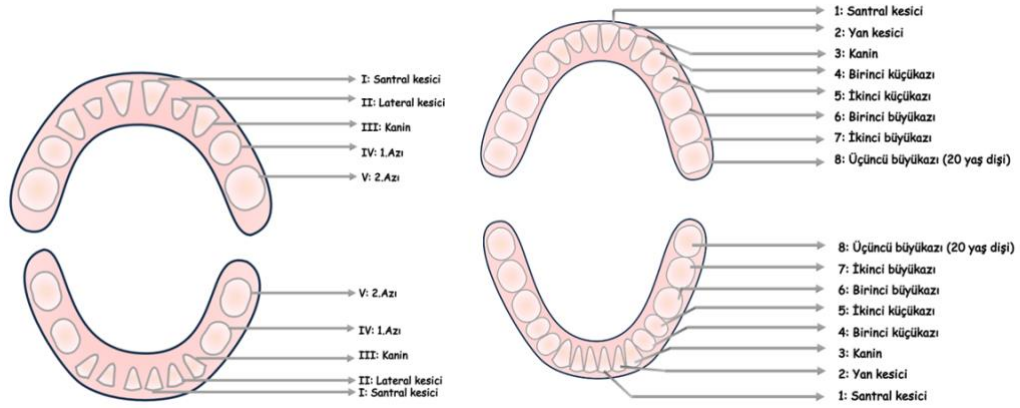
Şekil 2. Embriyolojik dönemde gelişmekte olan kafa bölgesinin sagittal kesiti, maksiller ve mandibular çıkıntılar (Ten Cate, 2003)

Dişler embriyolojik gelişimi ise nöral krest hücrelerinin maksilla ve mandibula bölgelerine göçünden sonra, oral ektoderm hücrelerinin diş laminalarını oluşturacak şekilde kalınlaşması ile başlar. Tüm dişlerin gelişimleri tomurcuk evresi (bud stage), kep evresi (cap stage) ve çan evresi (bell stage) olmak üzere benzer sırayı izler (**Şekil 3**). Gelişimin 8. haftasında oral epitel çene mezenşimi içerisine invajine olarak ileride süt dişlerini oluşturacak olan her bir çenede 10 adet diş tomurcuğunu (germini) oluşturur. Daimi dişlerin diş tomurcukları ise yaklaşık 10 hafta sonra diş laminasının uzantısı olarak oluşur. İkinci ve üçüncü büyük azı diş haricindeki diğer daimi dişlerin tomurcukları intrauterin dönemde oluşur. Gelişimin 10. haftasında mezenşim dokusu diş tomurcuğunu sararak kep şeklinde görülür. Kepin için kısmını oluşturan diş papillası pulpa dokusunun, ektodermal kısmı ise mine dokusunun öncüsüdür. Mezenşim doku kapsüler bir yapı oluşturarak sement ve periodontal ligamentin öncüsü olan diş kesesini oluşturur. Mine organı gelişimin 12. haftasında kep şeklinden çan şekline dönüşür. Dental papilladaki mezenşimal hücreler dentini üretecek olan odontoblastlara farklılaşır. Dentin kalınlaştıkça odontoblast hücrelerin dental papillanın merkezine doğru çekilir ve mine dokusu kronun oluşturacağı şekli belirler. Mineralizasyon dişin tüberkül tepesinden başlar, kron oluştuktan sonra köke doğru devam eder (Ülgen, 2000; Tural, 2019).



Şekil 3. A: Tomurcuk, B: Takke, C ve D: Çan, E: Dişin erüpsiyonu (Bomfim ve ark., 2019)

İntrauterin dönemin 6. haftasında süt dişlerinin tomurcuklarının (20 adet) oluşmaya başlamasından sonra daimi diş tomurcuklarının oluşması doğum sonrası ortalama 15. yıla kadar devam eder (32 adet) (Ülgen, 2000; Tural, 2019) (**Şekil 4**).



Şekil 4. Süt ve daimi dişler (Durhan, 2023)

Süt dişlerinin mineralizasyonu (sert doku oluşumu) intrauterin 14. haftada başlar, kök formasyonu ise doğumdan sonra 18.ay ile 36.ay arasında tamamlanır (**Tablo 1**). Doğumda yarısı oluşan süt dişlerinin kronları doğumdan sonraki ilk yılda tamamlanır (**Tablo 2**). Daimi dişlerin mineralizasyonu ise doğumla başlar, 30.ayda üçüncü büyük azı dişi hariç diğer daimi dişlerin mineralizasyonu başlamış olur. Üçüncü büyük azı dişinin mineralizasyonu ise 8.yaşta başlar. Daimi dişlerin kronları (üçüncü büyük azı dişi hariç) 4-8 yaş aralığında, kökleri 9-15 yaş aralığında tamamlanır. Genel olarak mandibular dişler maksiller dişlerden erken gelişir (Koch ve ark., 2017a).

Tablo 1. Süt dişlerinin oluşum ve sürme kronolojisi (Logan ve Kronfeld, 1933)

	Diş germlerinin oluşması (prenatal)	Sert doku formasyonunun başlaması (prenatal)	Minenin tamamlanması (postnatal)	Dişin sürmesi	Kökün kapanması	Fizyolojik rezorpsiyonun başlangıcı	Dişin düşmesi	
I	3. hafta	14. hafta	1.5 ay	6-10 ay	5-8 ay	18. ay	4 yaş	7-8 yaş
II	3. hafta	16. hafta	2.5 ay	8-12 ay	7-10 ay	24. ay	5 yaş	8-9 yaş
III	3. hafta	17. hafta	9 ay	16-20 ay	39. ay	9 yaş	11-12 yaş	9-11 yaş
IV	10. hafta	15. hafta	6 ay	11-18 ay	30. ay	6 yaş	9-11 yaş	10-12 yaş
V	10. hafta	18. hafta	10 ay	20-30 ay	36. ay	8 yaş	9-12 yaş	11-13 yaş

Tablo 2. Daimi dişlerin oluşum ve sürme kronolojisi (Logan ve Kronfeld, 1933)

	Diş germlerinin oluşması (prenatal)	Sert doku formasyonunun başlaması (prenatal)	Minenin tamamlanması (postnatal)	Dişin sürmesi	Kökün kapanması
1	3. ay	3. ay	4-5 yaş	7-8 yaş	6-7 yaş
2	3. ay	12. ay	4-5 yaş	8-9 yaş	7-8 yaş
3	3. ay	4. ay	6-7 yaş	11-12 yaş	9-11 yaş
4	3. ay	18. ay	5-6 yaş	10-11 yaş	10-12 yaş
5	3. ay	24. ay	6-7 yaş	10-12 yaş	11-13 yaş
6	5.ay	Doğum	3 yaş	5-7 yaş	5-7 yaş
7	1 yaş	30. ay	7-8 yaş	12-14 yaş	12-13 yaş
8	5 yaş	8. yaş	12-16 yaş	17-30 yaş	17-30 yaş

4. Diş Gelişimini ve Sürmesini Etkileyen Faktörler

Dişlerin gelişimi ve sürmesini genetik, cinsiyet, beslenme ve prematüre doğum gibi çeşitli lokal ve genel faktörler etkiler (Gülcan, 2016). Kızların diş gelişimi erkeklerden yarım yıl kadar öndedir (Koch ve ark., 2017a). Bu durum kızların erkeklere göre pubertal atılıma 2 yıl önce girmesi

ile ilişkilidir. Sadece sürme zamanları değil sürme kronolojileri de cinsiyete göre farklılık gösterir. Kaninlerin ve küçükazı dişlerinin sürmesinde farklılıklar gözlenir (Gülcan, 2016). Prematüre çocuklarda 6 yaşına kadar sıklıkla dişlerin sürmesinde gecikme olduğu, yaklaşık 9 yaşlarında büyüme gelişimin yakalandığı ve farkın kapandığı bildirilmiştir (Zaidi ve ark., 2015). Beslenme bozukluklarının da hem süt hem daimi dentisyonda sürme gecikmesine neden olduğu fakat süt dişlerin mineralizasyonu daha kısa olduğu için daimi dişlerden daha fazla etkilendiği bildirilmiştir (Alvarez ve Navia, 1989).

Dişlerin erken sürmesi trizomi 13, Hallermann-Streiff ve Ellis-van Creveld sendromu gibi 50 farklı sendromla ilişkili olabilir. Geç diş sürmesi ise 150'den fazla farklı sendromla ve kronik hastalıklarla ilişkilidir. Hipopituitarizm ve hipotiroidizm gibi endokrinopatilerde hem süt hem de daimi dişlerin sürmesinde gecikme görülür. Kemik metabolizmasının bozulduğu iskelet displazisi gözlenen sendromlarda genellikle dişlerin sürmesi gecikir. Kleidokranial displazide daimi dişlerde daha şiddetli olmak üzere hem daimi hem süt dişlerinde geç sürme görülür. Azalmış osteoklastik aktivite gözlenen Triko-dento-osseöz sendromda da benzer şekilde her iki dentisyonda da sürme gecikmesi görülür (Koch ve ark., 2017b).

5. Diş Gelişimine Dayanan Yaş Belirleme Yöntemleri

Erişkinlerde diş yaşı daimi dişlerdeki morfolojik ve biyokimyasal değişikliklerin değerlendirilmesi ile tayin edilirken, çocuklarda diş yaşı tayini süt ve daimi dişlerin gelişim aşamalarının (diş germelerinin oluşumu, dişlerin mineralizasyonu, kron ve kökün oluşma miktarı), sürme zamanlarının değerlendirilmesi ile tayin edilir. Çocuklarda daha az değişkenin röntgenler yardımıyla değerlendirilmesine bağlı olarak daha az hata payı ile diş yaşı tahmini yapılabilir. Ayrıca röntgenler üzerinden diş yaşı tahmini daha pratik olarak uygulanabilir (Akay ve ark., 2018).

5.1. Nolla Yöntemi

1960 yılında geliştirilen Nolla yönteminde maksilla ve mandibulanın tek tarafındaki dişlerin her biri için (üçüncü büyük azı dişi hariç) 0-10 arasında skorlama yapılır, kız ve erkekler için ayrı olan tablolardan skorlara karşılık gelen diş yaşı hesaplanır (Nolla, 1960). Karadayı ve ark. (2010), Türk toplumunun diş yaşı tahmini için Nolla ve Demirjian metotlarını değerlendirdiği çalışmasında her iki yönteminde Türk toplumu için uygun olmadığını belirtirken, Miloğlu ve ark. (2011) Nolla yönteminin erkek bireylerde hata oranının daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

5.2. Demirjian Yöntemi

1973 yılında geliştirilen Demirjian yönteminde mandibuladaki dişlerin her biri için (üçüncü büyük azı dişi hariç) mineralizasyon aşamalarına göre A-H arasında sekiz skorlama yapılmıştır (Demirjian ve ark., 1973). Daha sonra toplam olgunluk skoru 0-100 arasında belirlenip standart tablolar yardımıyla diş yaşına dönüştürülür (Gungor ve ark., 2015). Daha sonra Demirjian ve Goldstein (1976) değerlendirilen yaş grubunu genişleterek, dört diştten yaş tayini yapılacak şekilde yöntemi modifiye etmişlerdir.

5.3. Willems Yöntemi

2001 yılında geliştirilen Willems yöntemi Demirjian yönteminin bir modifikasyonudur. Bu yöntemde mandibulanın sol tarafındaki 7 diş için (üçüncü büyük azı dişi hariç tüm dişler) dişin mineralizasyonuna göre A-H arasında sekiz skorlama yapılır. Daha sonra her bir cinsiyet için ayrı olan skorlama tablosundan harfin karşılığı olan skorlar toplanarak diş yaşı hesaplanır (Willems ve ark., 2001).

5.4. Cameriere-Avrupa Formülü

2006 yılında Cameriere ve ark. (2006) İtalyan Avrupalı (Caucasian) çocuklarda dişlerin açık apekslerinin ölçümünü baz alan bir diş yaşı tahmin

yöntemi geliştirmişlerdir. Daha sonra 2007 yılında Avrupa'daki çocuklar için değerdendirilmek üzere yöntemi Cameriere-Avrupa yöntemi olarak modifiye etmişlerdir (Cameriere ve ark. 2007). Bu yöntem, sol alt mandibular dişlerin kök gelişimi ve apikal açılmasının ölçülmesini içerir. Tamamlanmış kök gelişimine sahip diş sayısı N_0 olarak temsil edilir. Tek köklü ($A_i, i = 1, \dots, 5$) ve çok köklü ($A_i, i = 6, 7$) açık-apeks dişlerinin apikal açıklıklarının iç yüzeyleri arasındaki mesafe ölçülür. Muhtemel büyütme ve açılma hatalarını en aza indirmek için her diş için belirtilen mesafe (X_i), toplam diş uzunluğuna ($L_i, i = 1, \dots, 7$) bölünür. Tüm X_i değerdlerinin toplamı, s değeri (toplam A_i/L_i değerdleri) ile birlikte Cameriere-Avrupa formülüne yerleştirilir ve bireyin diş yaşı hesaplanır. Formülde, değışken g , erkekler için 1, kadınlar için 0 olarak atanır ve formül " $Yaş = 8.387 + (0.282 * g) - (1.692 * X_5) + (0.835 * N_0) - (0.116 * s) - (0.139 * s * N_0)$ " olarak ifade edilir (Sezer ve Çarıkçioğlu, 2022a; Mohamed ve ark., 2023).

5.5. London Atlas Yöntemi

2010 yılında geliştirilen London Atlas yönteminde süt ve daimi dişlerin intrauterin döneminden başlayarak, 1.5 yaştan başlayan birer yıl ara ile yaşlar için görüntüler sunan bir atlasdır. Hastanın panoramik radyografisine en yakın görüntü seçilerek hastanın diş yaşı tahmin edilir. Görüntüde süt dişlerinin pozisyonu ve köklerinin rezorbsiyon dereceleri, daimi dişlerin mineralizasyonu ve kök gelişimi değerdendirilir (AlQahtani ve ark., 2010).

6. Yapay Zeka

İnsan gibi düşünme, öğrenme, karar verme, problem çözme gibi etkinliklerin otomatik olarak yapılabilmesi yapay zeka olarak tanımlanmıştır. Yapay zeka insan bilişsel becerilerini taklit edebilen makine veya teknolojileri temsil eder. Yapay zekayı oluşturan temel kavramlar (Şekil 5) makine öğrenmesi, yapay sinir ağları ve derin öğrenmedir (Sağlam, 2021).



Şekil 5. Yapay zekanın temel kavramları (Khanagar ver ark. 2021)

7. Makine Öğrenmesi

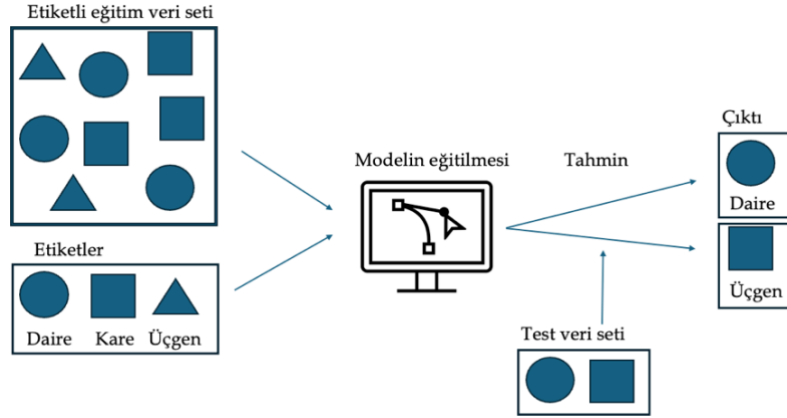
Makine öğrenmesi yapay zekanın bir alt alanıdır ve makinelerin insan müdahalesi olmadan bir veri kümesine dayalı sonuçları algoritmalar aracılığı ile çözmesidir (Khanagar ver ark. 2021). Makine öğrenmesi algoritmalar ile verilerin istatistiksel kalıplarını ve yapılarını kendi kendine öğrenir, açıkça programlanmadan tahmin yapabilir, veri kümesine dayalı matematiksel modeller oluşturur. Bu algoritmalar veriye maruz kaldıkça öğrenerek gelişir (Sen ve ark., 2020).

Veri setinin eğitim seti olarak adlandırılan kısmındaki etiketli veriler üzerinden sınıflandırıcı eğitilir, daha sonra hiç tanıtılmamış örneklerden oluşan test seti ile sınıflandırıcının performansı değerlendirilir (Zhang, 2020).

Makine öğrenmesinde denetimli öğrenme, denetimsiz öğrenme, destekleyici öğrenme ve hibrit öğrenme yöntemleri kullanılır (Türk, 2021).

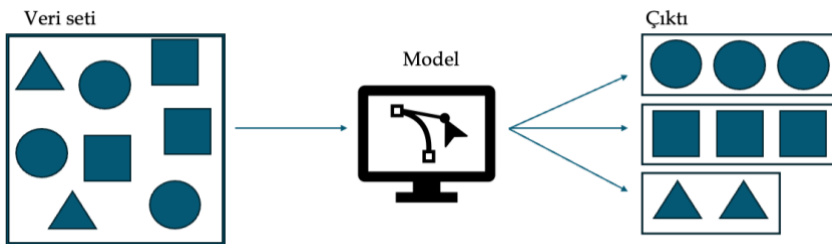
Denetimli öğrenmede (supervised learning); girdi ve çıktı verisi birlikte verilir (**Şekil 6**). Çıktı verilerinin istenilen değerlerle aynı olup olmadığı kontrol edilir. Verilerin hangi sınıfa ait olduğu tahmin edilir.

Denetimli öğrenmede kullanılan modeller; destek vektör makinaları, doğrusal regresyon, lojistik regresyon, yapay sinir ağları, karar ağacı, rastgele orman (random forest) ve K-en yakın komşudur (k-nearest neighbors) (Türk, 2021).



Şekil 6. Denetimli öğrenme modeli

Denetimsiz öğrenmede (unsupervised learning), modele sadece girdi verisi verilir (**Şekil 7**). Model girdi verisinden kendi kendine öğrenir. Öncelikle sınıfların ayrımı yapılır, daha sonra da veriler sınıflandırılır (Türk, 2021).



Şekil 7. Denetimsiz öğrenme modeli

Destekleyici öğrenmede (supportive learning), denetimsiz öğrenmeye benzer şekilde modele sadece girdi verisi girilir, fakat sistem için bir danışman bulunarak çıktıların istenilen değerlerde olup olmadığı kontrol edilir (Türk, 2021).

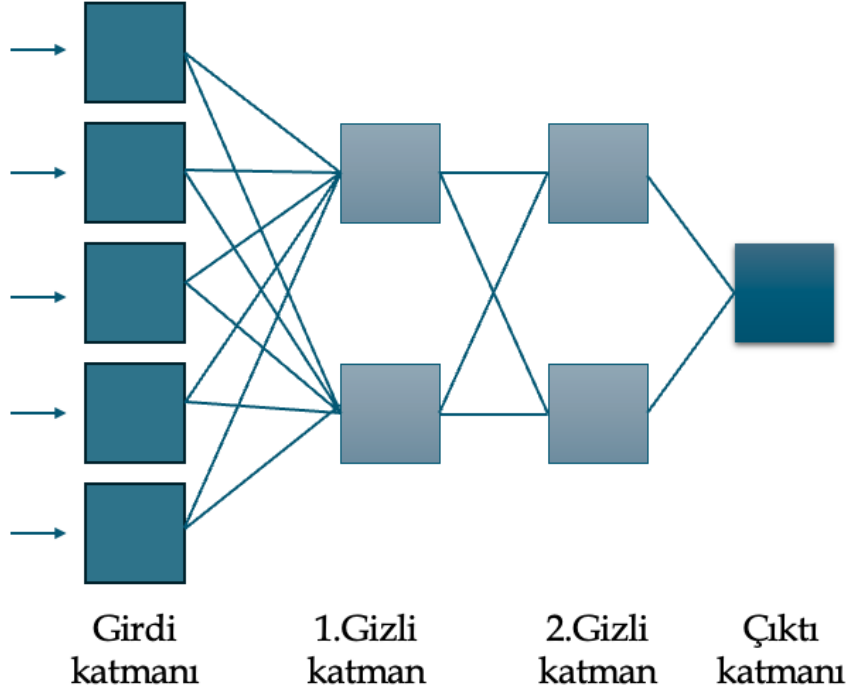
Hibrit öğrenme ise, denetimli ve denetimsiz öğrenme yöntemlerinin kombinasyonu gibidir. Sınıflandırma yapmak için kullanılır (Türk, 2021).

8. Sinir Ağları

Sinir ağları sinyalleri yapay nöronlar aracılığı ile hesaplayan algoritmalarlardır. Sinir ağlarının amacı insan beyni gibi çalışan sinir ağları oluşturmaktır (Khanagar ver ark. 2021).

9. Derin Öğrenme

Birçok problemi çözmede makine öğrenimi gibi en fazla iki katmanlı yöntemlerin kullanılması yeterli olsa da daha karmaşık veriler için bu yöntemler yetersizdir. Günümüzde karmaşık verilerin artması ile derin öğrenme gibi yapay sinir ağlarının öğrenme performansını arttıracak yöntemler geliştirilmiştir (Sapci ve Sapci, 2020). Derin öğrenme, girdi verilerini analiz etmek için derin bir sinir ağında çok katmanlı sinir ağlarını kullanan makine öğreniminin bir bileşenidir. Derin öğrenmenin amacı, özellik algılamayı iyileştirmek için kalıpları otomatik olarak tanımlayan bir sinir ağı oluşturmaktır (Khanagar ver ark. 2021). Piksel kümesinden oluşan görüntüler gibi karmaşık verilerin anlaşılması için derin öğrenme karmaşıklık hiyerarşisi kullanır. Girdi katmanının yanı sıra çok sayıda gizli katmanlardan ve bir dizi çıktı katmanından oluşur (**Şekil 8**). Gizli katmanlar verilerin değerleri yerine verilerin ilişkilerini anlamayı sağlar (Goodfellow ve ark., 2016; Türk, 2021).



Şekil 8. En basit (2 gizli katmanlı) derin öğrenme modeli

MATERYAL VE METOT

1. Katılımcılar

Çalışmaya başlamadan önce çalışma protokolü, Marmara Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 05.05.2023.720 onay numarası ile değerlendirildi ve onaylandı. Çalışma, Helsinki Bildirgesi'nde belirtilen insan içeren tıbbi araştırma prensiplerine uygun olarak yürütüldü. Çalışmada yer alan tüm katılımcıların velilerinden veya yasal velayet sahiplerinden yazılı bilgilendirilmiş onam alındı.

Bu çalışma, 2023 Mayıs ve 2023 Eylül tarihleri arasında Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Kliniklerine rutin diş muayenesi için başvuran 5-16 yaş arasındaki çocukların dijital panoramik radyografilerinin analizi ile yürütülmüştür. Marmara Üniversitesi'ne başvuran hastalar, İstanbul veya çevre illerde yaşayan Türkiye'nin kuzeybatısındaki insanlardan oluşmaktadır. Tural'ın (2019) çalışmasına dayalı olarak

G*Power 3.1 yazılımı kullanılarak %95 güvenilirlik (1- α), %95 test gücü (1- β), 0.130 etki büyüklüğü ile 773 örnek büyüklüğü tespit edilmiştir. Yaklaşık %20'lik veri kaybı göz önüne alındığında, çalışma için gereken katılımcı sayısı 930 olarak belirlenmiştir.

2. Dahil Edilme ve Hariç Tutulma Kriterleri

1 Mayıs 2023 ile 30 Eylül 2023 tarihleri arasında panoramik radyografileri çekilen, radyografik görüntüleme sırasında 5 ila 16 yaş arasında olan, radyografileri Birleşik Krallık Ulusal Radyolojik Koruma Kurulu (Ulusal Radyolojik Koruma Kurulu, 2001) tarafından tanısal mükemmel (Sınıf 1) kategorisinde olan ve sistemik hastalığı veya sendromu olmayan çocuklar çalışmaya dahil edildi.

Hiperdonti, hipodonti veya diğer diş anomalileri, periapikal veya periodontal lezyonları, herhangi bir nedenle diş kaybı, ortodontik tedavi öyküsü, çene kisti ve tümörleri veya orofasial ve diş travma öyküsü olan çocuklar çalışmadan çıkarıldı.

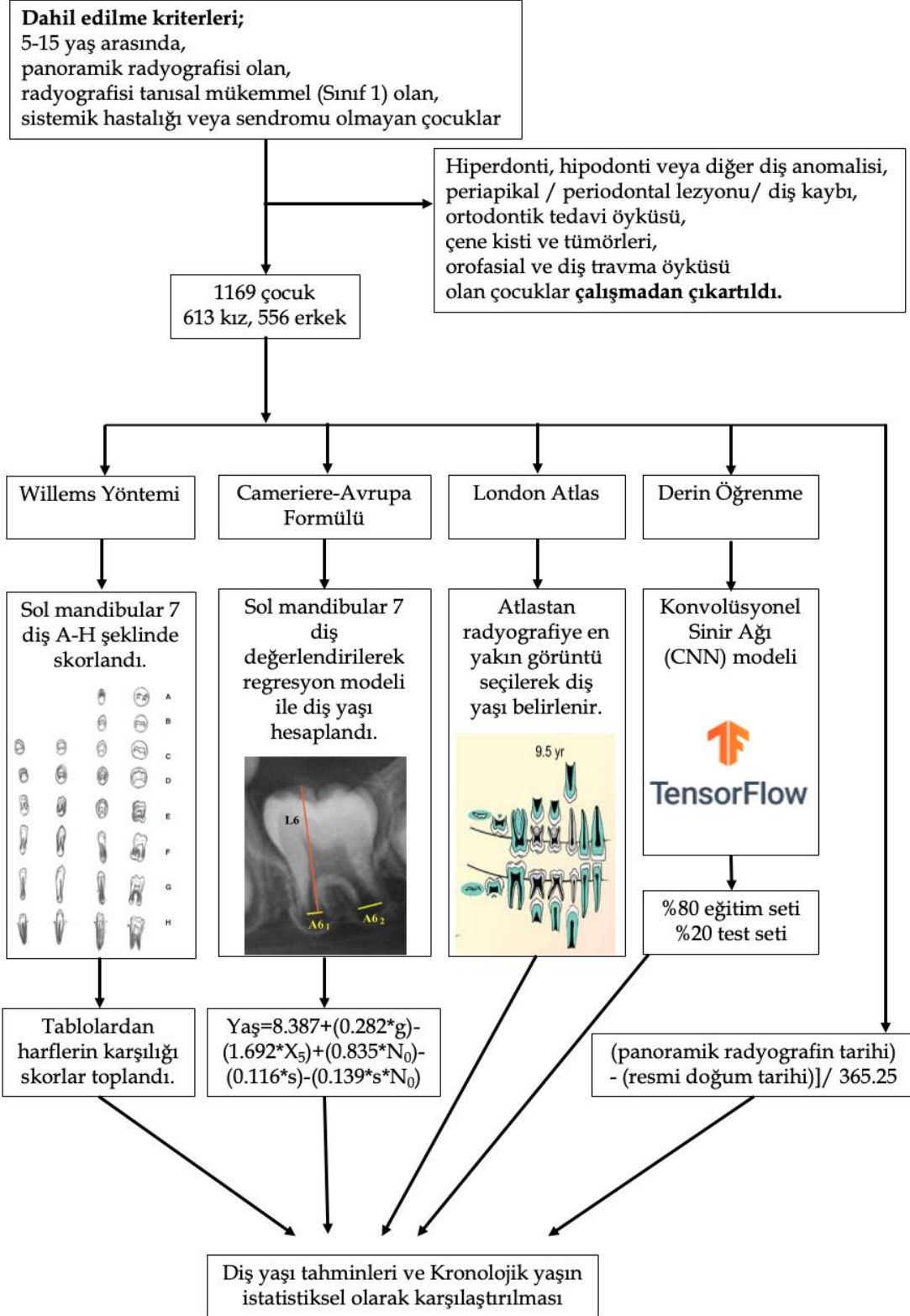
3. Radyografik Değerlendirme

Çalışmaya dahil edilen tüm dijital panoramik radyografiler, Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Kliniği'nde, Morita cihazı (VeraView IC5, J. Morita MFG. Şirketi, Kyoto, Japonya) kullanılarak çekilmiştir. Radyografilerin tanısal doğruluğu, Birleşik Krallık Ulusal Radyolojik Koruma Kurulu'nun (Ulusal Radyolojik Koruma Kurulu, 2001) kriterlerine uygun olarak değerlendirilmiştir. Bu kriterlere göre, Sınıf 1, tanısal olarak mükemmel radyografileri temsil eder ve herhangi bir ışınlama, pozisyonlama veya prosedür hatası içermezken, Sınıf 2 (tanısal olarak kabul edilebilir) radyografileri bazı küçük ışınlama, pozisyonlama veya prosedür hataları içerebilir. Diğer taraftan, Sınıf 3 radyografileri (tanısal olarak kabul edilemez), kabul edilemez olarak değerlendirilen

derecede ışınlama, pozisyonlama ve/veya prosedür hataları içerir. Değerlendirmelerin geğerliliği açısından, bir çalışmaya dahil edilen radyografilerin en az %70'inin Sınıf 1, %20'sinin Sınıf 2 ve %10'unun Sınıf 3 olması gerektiği belirtilmiştir (Ulusal Radyolojik Koruma Kurulu, 2001). Bu çalışmada, sadece Sınıf 1 tanısıl kaliteye sahip panoramik radyografiler değerlendirmeye alınmıştır.

4. Kronolojik Yaş Tahmini

Hastaların kronolojik yaşı, Microsoft Excel yazılımında [(panoramik radyografin tarihi) - (resmi doğum tarihi)] / 365.25 formülü kullanılarak ondalık formda hesaplandı. Hastaların cinsiyet bilgileri de kronolojik yaşlarının yanı sıra kaydedildi (**şekil 9**).



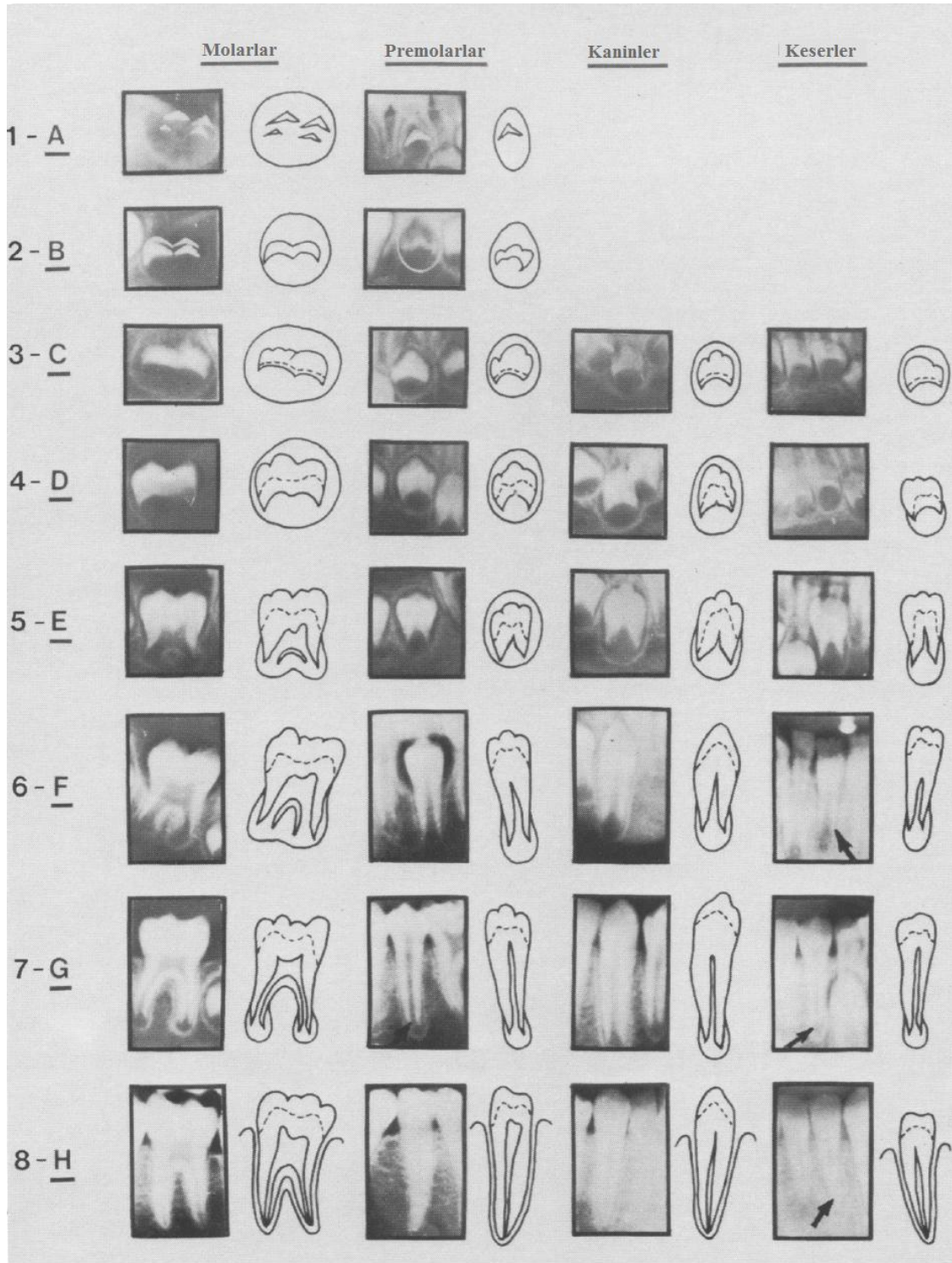
Şekil 9. Araştırmanın akış şeması

5. Diş Yaşı Tahmini Yöntemleri

Diş yaşı belirleme işlemi Willems, Cameriere-Avrupa, London Atlas ve derin öğrenme yöntemleri kullanılarak yapıldı.

5.1. Willems Yöntemi

Willems ve ark. (2001) tarafından geliştirilen Willems yöntemi, kronolojik yaşla karşılaştırıldığında yaş tahminlerinin yaşları fazla tahmin etme eğiliminde olan Demirjian yöntemine dayalı yaş tespitlerini geliştirmek için ANOVA testi kullanılarak geliştirilmiştir. Bu yöntem başlangıçta beyaz Belçika nüfusuna uygulanmıştır. Willems yöntemi kullanılarak yaş tespiti, sol alt çene 7 adet azı dişin dental mineralizasyon evrelerine dayanır (**Şekil 10**) (Demirjian ve ark., 1973). Bu evreler, Willems tarafından sağlanan tablolara (**Tablo 3 ve 4**) dayalı olarak puanlandı ve puanların toplamı bireyin diş yaşı olarak kaydedildi (Willems ve ark., 2001).



Şekil 10. Daimi dişlerin mineralizasyon aşamaları (A-H)

Tablo 3. Kızlarda diş mineralizasyonun karşılık gelen sayısal değerler (Willems ve ark., 2001)

Dişler	A	B	C	D	E	F	G	H
Santral kesici	-	-	1.83	2.19	2.34	2.82	3.19	3.14
Lateral kesici	-	-	-	0.29	0.32	0.49	0.79	0.7
Kanin	-	-	0.6	0.54	0.63	1.08	1.72	2.0
Birinci küçükazı	-0.95	-0.15	0.16	0.41	0.6	1.27	1.58	2.19
İkinci küçükazı	-0.19	0.01	0.27	0.17	0.35	0.35	0.55	2.21
Birinci büyükazı	-	-	-	0.62	0.9	1.56	1.82	2.21
İkinci büyükazı	0.1	0.11	0.21	0.32	0.66	1.28	2.09	4.04

Tablo 4. Erkeklerde diş mineralizasyonun karşılık gelen sayısal değerler (Willems ve ark., 2001)

Dişler	A	B	C	D	E	F	G	H
Santral kesici	-	-	1.68	1.49	1.5	1.86	2.07	2.19
Lateral kesici	-	-	0.55	0.63	0.74	1.08	1.32	1.64
Kanin	-	-	-	0.04	0.31	0.47	1.09	1.9
Birinci küçükazı	0.15	0.56	0.75	1.11	1.48	2.03	2.43	2.83
İkinci küçükazı	0.08	0.05	0.12	0.27	0.33	0.45	0.4	1.15
Birinci büyükazı	-	-	-	0.69	1.14	1.6	1.95	2.15
İkinci büyükazı	0.18	0.48	0.71	0.8	1.31	2.0	2.48	4.17

5.2. Cameriere-Avrupa Yöntemi

Cameriere-Avrupa formülü, 2007 yılında Cameriere ve meslektaşları tarafından Avrupa ve çevre ülkelerdeki çocukların diş yaşı belirlemesi için geliştirilmiştir (Cameriere ve ark. 2007). Bu yöntem dişlerin apikal açıklarının dişin total uzunluğuna bölünerek normalize edildiği bir regresyon formülünü içerir.

Formüldeki değerler:

N_0 = Kök gelişimini tamamlamış (apeksi kapalı) diş sayısı

A_i = apikal açıklıklar arası mesafe (çok köklü dişler için köklerin apikal açıklıklarının toplamı)

L_i = toplam diş uzunluğu

X_i = A_i/L_i , (büyütme ve aç hatalarını en aza indirmek için normalleştirme işlemi)

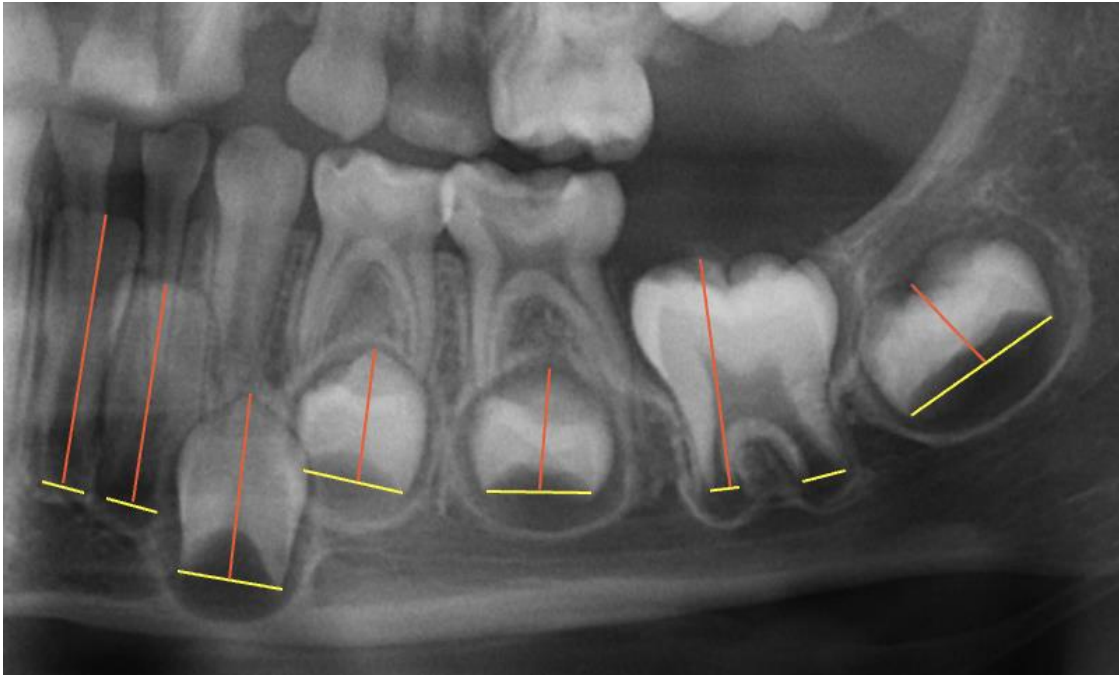
s = X_i değerlerinin toplamı

g = erkekler için 1, kadınlar için 0 olacak şekilde cinsiyet katsayısıdır (Mohamed ve ark., 2023).

Cameriere-Avrupa formülü (Mohamed ve ark., 2023):

$$\text{Yaş} = 8.387 + 0.282.g - 1.692.X_5 + 0.835.N_0 - 0.116.s - 0.139.s.N_0$$

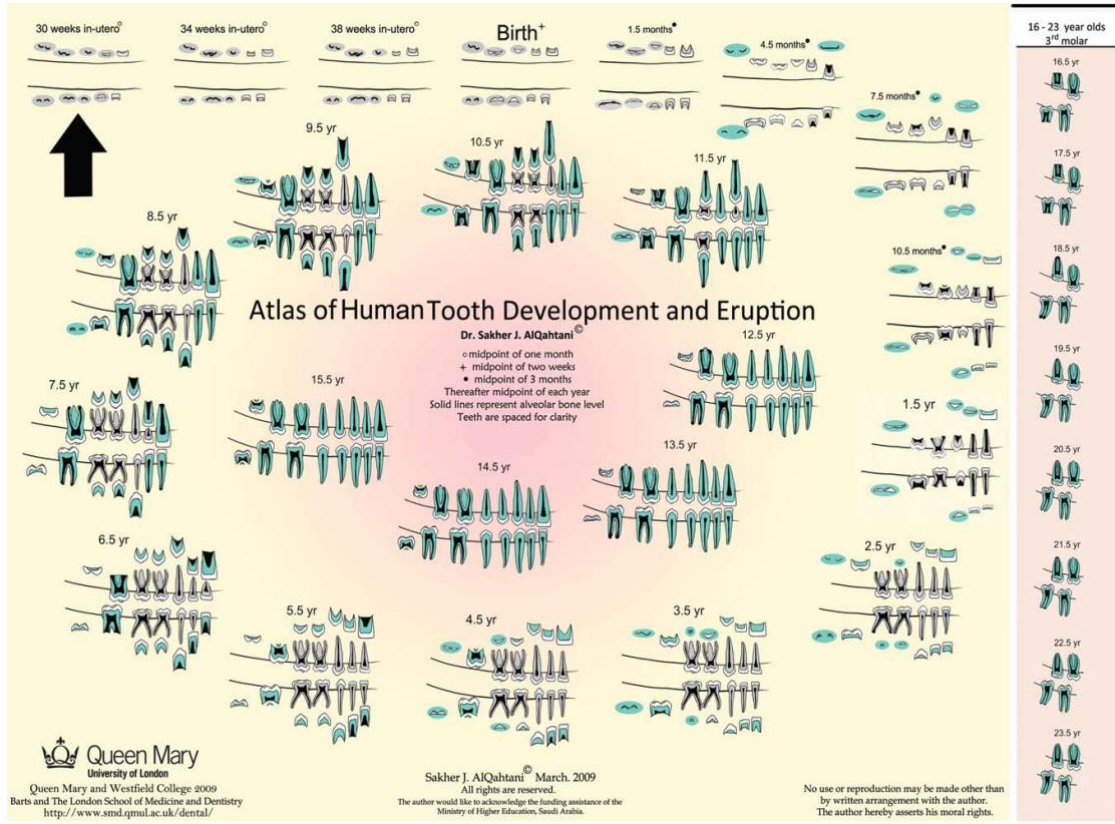
Ölçümler için, çalışmaya dahil edilen tüm radyografiler bir bilgisayar destekli ölçüm programına aktarıldı (ImageJ sürüm 1.49v, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, ABD) (**Şekil 11**).



Şekil 11. Kök gelişimini tamamlamamış sol mandibular dişlerin apikal açıklıklar arası mesafe ve toplam diş uzunluklarının ölçümü

5.3. London Atlas Yöntemi

2010 yılında geliştirilen London Atlas, belirli yaşlar için oluşturulan şematik görüntülerden oluşur. Atlasın referans görüntüleri, kanıtlara dayanarak ve birden fazla dilde mevcut olup, çocuğun panoramik radyografisi için en uygun görüntüyü belirlemek için incelenir (Şekil 12) (AlQahtani ve ark., 2010; Sezer ve ark., 2022).



Şekil 12. Yaşlara göre dişlerin mineralizasyon, sürme ve rezorpsiyon durumlarını gösteren atlas (AlQahtani ve ark., 2010)

5.4. Derin Öğrenme Algoritması

Derin öğrenme ile diş yaşı tahmininin incelenen popülasyon için uygun olup olmadığı Python programlama dili ve TensorFlow kütüphanesi kullanılarak geliştirilen bir Konvolüsyonel Sinir Ağı (CNN) modeli kullanılarak test edildi. Sınıflama ve regresyon çalışmalarını yürütmek için veri seti eğitim ve test veri seti olarak iki bölüme ayrıldı. Yaygın olarak kullanılan %80 eğitim seti-

%20 test veri seti düzeni izlendi. Ayrıca, hiperparametre, model ve mimari seçimi için eğitim verisinin bir kısmı doğrulama için ayrıldı. Doğrulama için eğitim verisinin yüzde doksanı eğitim, geriye kalan yüzde onu doğrulama için kullanıldı. Son tahminleri oluşturmak için eğitim verisinin tamamı model eğitiminde kullanıldı ve test verisinde elde edilen sonuçlar raporlandı. Bu deney, diğer incelenen yöntemlerle karşılaştırılabilir sonuçlar elde etmek ve tüm veri setini tahmin edebilmek amacıyla çapraz doğrulama yöntemiyle beş kez gerçekleştirildi.

Veri seti hazırlanırken, röntgen görüntüleri hastaların kronolojik yaşları ve cinsiyet bilgileri ile eşleştirildi. Bundan sonra, görüntülerin eğitim sürecinin hesaplama çabasını azaltmak için boyutu küçültüldü. 224x224 piksel çözünürlükteki görüntülerin kullanılmasına karar verildi. X-ray görüntülerinin üzerine her hastanın cinsiyet bilgisi, tahmin sonuçlarını artırmak için ek bir özellik olarak kullanıldı.

Derin öğrenme kullanılarak dış yaş tahmini literatürü, ResNet, Xception, EfficientNet ve diğer benzeri CNN mimarilerinin kullanımını içermektedir. Bu çalışmada çeşitli mimariler incelendi ve gözlemlenen sayısal sonuçlara dayanarak bir ResNet varyantına odaklanma kararı alındı. Ayrıca, transfer öğrenmenin daha iyi sonuçlar elde etmeye katkıda bulunup bulunmadığını belirlemek için transfer öğrenme kullanımı incelendi. Ön eğitilmiş bir modelden (örneğin ResNet50) transfer öğrenme kullanmanın sadece sonuçları artırmadığını, aynı zamanda sonuçlara hafif bir olumsuz etkisi olduğu gözlemlendi. Sonuç olarak, daha basit bir ResNet modeli kullanıldı. Model, üç evrişimli katmanın ardından on ResNet bloğundan oluşmaktadır. ResNet bloklarının çıktısını düzleştirdikten sonra kronolojik yaş tahminini elde etmek için beş besleme ileri katman kullanıldı.

6. İstatistiksel Analizler

Yaş verilerinin normal dağılıp dağılmadığı Kolmogorov-Smirnov testi kullanılarak değerlendirildi. Yaşla ilgili cinsiyetler arası farklar bağımsız örneklem t-testi kullanılarak belirlendi. Kronolojik yaş ile dört yöntemden elde

edilen tahmini diş yaşı arasındaki farkları test etmek için bağımlı örneklem t-testi kullanıldı. Tahmin edilen ve kronolojik yaşlar arasındaki ilişkiler ilk olarak Pearson korelasyon analizi kullanılarak incelenmiştir. Kronolojik yaş ile diş yaşı arasındaki uyum sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) kullanılarak analiz edildi. ICC, Shrout ve Fleiss (1979) tarafından önerilen kategorilere göre yorumlandı. Ayrıca, derin öğrenme algoritması ile kronolojik yaşın tahmin performansı, çeşitli uyum iyiliği kriterleri (ortalama mutlak hata, hata kareler ortalaması, AIC vb.) ile değerlendirildi. Analizler SPSS (Ver. 26.0) ve R 4.2.2 yazılımı kullanılarak gerçekleştirildi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi 0.05 olarak kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmaya 5-16 yaş aralığında 613'ü (%52.44) kız, 556'sı (%47.56) erkek olmak üzere toplam 1169 çocuk dahil edilmiştir. Katılımcıların yaş gruplarına göre cinsiyet dağılımı **Tablo 5'**te sunulmuştur. Kronolojik yaşları 5 ila 16 arasında değişen bu çocuklar için, verilen yaş aralığında her yaş için en az 27 ve en fazla 73 birey bulunmaktadır. Ayrıca, kız ve erkeklerin gelişimindeki farkları göz önüne alarak diş yaşları, üç farklı yöntemle göre ayrı ayrı tahmin edildi ve ayrıca derin öğrenme algoritması kullanılarak yeni tahminler yapıldı. Bu tahminlerin ortalamaları, kronolojik yaşın ortalaması ile karşılaştırıldığında, **Tablo 6'**da verilen sonuçlar elde edildi. Tablo 6 değerlendirildiğinde, London Atlas yöntemi ile erkeklerdeki ortalama tahmininin kronolojik yaşın ortalaması ile arasında önemli bir fark olmadığı görüldü ($p=0.179$), diğer iki yöntemin ve derin öğrenme algoritmasının tahminleri ise kronolojik yaşın ortalamasından önemli ölçüde farklıydı ($p<0.001$). Cameriere-Avrupa formülü ve derin öğrenme, tüm çocukların diş yaşını sırasıyla ortalama 0,35 ve 0,09 yıl düşük tahmin ederken, Willems ve London Atlas yöntemleri diş yaşını sırasıyla ortalama 0,68 ve 0,16 yıl yüksek tahmin etti. Ayrıca hem kızlarda hem de erkeklerde derin öğrenme ve bilinen üç yöntemin tahminleri ile kronolojik yaş arasında anlamlı ve yüksek derecede bir korelasyon vardı (Tablo 6).

Tablo 5. Yaş gruplarına göre cinsiyet dağılımı

Yaş grupları	Cinsiyet		
	Kız	Erkek	Toplam (%)
5.00–5.99	35 (5.71)	47 (8.45)	82 (7.02)
6.00–6.99	58 (9.46)	45 (8.09)	103 (8.81)
7.00–7.99	44 (7.18)	58 (10.43)	102 (8.73)
8.00–8.99	58 (9.46)	57 (10.25)	115 (9.84)
9.00–9.99	68 (11.09)	60 (10.79)	128 (10.95)
10.00–10.99	60 (9.79)	73 (13.13)	133 (11.38)
11.00–11.99	58 (9.46)	53 (9.53)	111 (9.50)
12.00–12.99	68 (11.09)	57 (10.25)	125 (10.69)
13.00–13.99	60 (9.79)	44 (7.91)	104 (8.90)
14.00–14.99	51 (8.32)	35 (6.30)	86 (7.36)
15.00–15.99	52 (8.48)	28 (5.04)	80 (6.84)
Toplam (%)	613 (100)	556 (100)	1169 (100)

Tablo 6. Kronolojik yaş ile tahmin edilen diş yaşının dört yöntemle karşılaştırmalı sonuçları ve korelasyonları

Cinsiyet	Kronolojik yaş ile her yöntem tahmini arasındaki ortalama fark			Kronolojik yaş ile her yöntem tahmini arasındaki basit korelasyon		
	Kronolojik yaş	Metot	Tahmin edilen diş yaşı	r	P†	P‡
	Ortalama ± SS		Ortalama ± SS	P†	r	P‡
Kız (n=613)	10.69 ± 2.97	W	11.37 ± 3.35	<0.001	0.944	<0.001
		CA	10.30 ± 2.60	<0.001	0.951	<0.001
		LA	10.95 ± 2.91	<0.001	0.954	<0.001
		DÖ	10.61 ± 2.48	<0.001	0.810	<0.001
Erkek (n=556)	10.17 ± 2.87	W	10.85 ± 2.99	<0.001	0.952	<0.001
		CA	9.86 ± 2.54	<0.001	0.949	<0.001
		LA	10.22 ± 2.92	0.179	0.948	<0.001
		DÖ	10.06 ± 2.5	<0.001	0.834	<0.001

SS: Standart sapma, W: Willems, CA: Cameriere-Avrupa, LA: London

Atlas, DÖ: Derin Öğrenme, †: Bağımlı örneklem t-testi, ‡: Pearson

korelasyon analizi

Yöntemler tarafından tahmin edilen kronolojik yaş ile diş yaşındaki uyum, bu tahminlerin başarısını en iyi yansıtan ölçüttü. Bu amaçla, kronolojik yaş ile tahminler arasındaki uyumu gösteren sınıf içi korelasyon katsayıları (ICC) hesaplandı ve sonuçlar **Tablo 7'**de verildi. Tablo incelendiğinde, tüm yöntemin tahminlerinin ICC değerlerinin +1'e çok yakın olması nedeniyle oldukça başarılı

olduğu anlaşıldı. Ancak, derin öğrenme algoritmasının tahmin başarısının diğer üç yönteme göre biraz zayıf olduğu gözlemlendi. Bu sonuçlar için başka bir destekleyici bulgu da **Tablo 8**'de verilen uygunluk kriterleriydi. Bu kriterler, bu tahminlerdeki hatalara dayalı olarak hesaplandı ve AIC (Akaike Bilgi Ölçütü), BIC (Bayesian-Schwarz Kriteri) ve RMSE (Kök Ortalama Kare Hatası) kriterleri için mümkün olan en küçük değerler ile, R^2 (Determinasyon katsayısı) değeri 100%'e yakın olanlar, en iyi tahminleri gösterir. Bu açıdan, üç yöntemin tahminlerinin birbirine oldukça benzer olduğu, ancak derin öğrenmenin tahminlerinin daha az başarılı olduğu görüldü.

Tablo 7. Her cinsiyette diş yaşı tahmin yöntemlerine göre kronolojik yaş ile diş yaşı arasındaki uyum

Uyum								
	Kronolojik yaş ve Willems		Kronolojik yaş ve Cameriere-Avrupa		Kronolojik yaş ve London Atlas		Kronolojik yaş ve Derin Öğrenme	
	ICC	95% GA	ICC	95% GA	ICC	95% GA	ICC	95% GA
Kız	0.92	0.90-0.93	0.93	0.92-0.94	0.95	0.94-0.96	0.88	0.87-0.90
Erkek	0.93	0.91-0.94	0.94	0.92-0.95	0.95	0.94-0.96	0.90	0.88-0.68
Toplam	0.92	0.91-0.93	0.94	0.93-0.94	0.95	0.94-0.96	0.89	0.88-0.91

ICC: Sınıf içi korelasyon katsayısı, W: Willems, CA: Cameriere-Avrupa, LA: London Atlas, DÖ: Derin Öğrenme, GA: Güven Aralığı

Tablo 8. Model uyum iyiliği ölçütleri

Metot	AIC	BIC	RMSE	R ²
Willems	3176	3192	0.939	0.897
Cameriere-Avrupa	3115	3130	0.915	0.903
London Atlas	3096	3111	0.907	0.904
Derin Öğrenme	4519	4535	1.670	0.676

AIC: Akaike Bilgi Ölçütü, BIC: Bayesian-Schwarz Kriteri, RMSE: Kök Ortalama Kare Hatası, R²: Determinasyon Katsayısı

TARTIŞMA

Yaş tahmini, sadece adli tıpta değil, aynı zamanda diş tedavileri belirlenirken veya doğum tarihleri tam olarak bilinmeyen bireylerin yaşlarını belirlerken klinik uygulamada da önemlidir (Kim et al., 2021; Shen et al., 2021). Yaş tahmini için kullanılan yöntemler arasında, endokrin hastalıklar ve beslenme gibi çevresel faktörlerden en az etkilenen diş gelişimine dayalı hesaplamalar kullanılmaktadır (Aksan, 2010). Diş gelişimi yoluyla yaşı tahmin eden yöntemlerin bir avantajı, materyal bütünlüğünü bozmamalarıdır. Ayrıca, diş gelişimini kullanarak çocukların diş yaşı tahmin ederken, dişlerin mineralizasyonu ve sürmesi devam ederken değerlendirme yapılır. Gözlemciler arası hata oranlarının çok düşük olması da başka bir avantajıdır (Aksan, 2010). Bununla birlikte, çoğu yöntem dişlerin mineralizasyonu veya sürmesi ile ilgili çoklu aşamalar içerir, bu nedenle klinik uygulama açısından zaman alan prosedürlerdir ve bu da bir dezavantaj oluşturur (Kumaresan et al., 2014). Bu bilgiler ışığında, bu çalışma Türkiye'de yaşayan 5 ila 16 yaş arasındaki çocukların kronolojik yaşını tahmin etmek için radyografik görüntü üzerinden üç farklı diş

yaşı tahmini yöntemi ve bir derin öğrenme algoritmasının başarısını değerlendirmeyi amaçlamıştır.

Literatürde, Haavikko, Nolla, Demirjian, Cameriere, Willems ve London Atlas gibi yöntemleri kullanarak Türk çocuklarının diş yaşı tahminini değerlendiren birçok çalışma bulunmaktadır (Gungor et al., 2015; Kırzioğlu, Ceyhan, & Bayraktar, 2019; Sezer & Çarıkçioğlu, 2022b; Sezer et al., 2022; Tural, 2019). Demirjian yöntemini değerlendiren çalışmalar, bu yöntemin kuzey (Tunc ve Koyuturk, 2008), kuzeybatı (Pınar Erdem et al., 2013), doğu (Celikoglu, Cantekin, & Ceylan, 2011) ve batı (Altunsoy et al., 2015) Türk çocukları için yetersiz olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, güney Türk çocukları için uygun bulunsa da yöntemin revizyon gerektirdiği belirtilmiştir (Gungor et al., 2015). Türk çocuklarının diş yaşı tahmininde Nolla yöntemini değerlendiren bir çalışmada, Nolla yönteminin erkekler için uygun olduğu ancak kızların diş yaşını tahmin etmede uygun olmadığı ve her iki cinsin dental maturasyonunun düşük tahmin edildiği rapor edilmiştir (Miloglu et al., 2011). Ayrıca, Kırzioğlu ve ark. (2019), Nolla yönteminin yanı sıra Haavikko ve Demirjian yöntemlerinin de Türk çocukları için uygun olmadığını iddia etmiştir. Ancak, Haavikko yönteminin diğer yöntemlere göre kronolojik yaşa daha yakın sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Sezer ve Çarıkçioğlu (2022b), London Atlas'ın kuzeybatı Türk erkek çocuklarının diş yaşı tahmininde uygun olduğunu ancak kızlar için ve total örneklem için olarak uygun olmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca, Haavikko yönteminin London Atlas ve Cameriere-Avrupa yöntemlerine göre kronolojik yaşa daha yakın sonuçlar verdiğini, ancak bu yöntemlerin hiçbirinin Türk çocuklarının diş yaşı tahmininde uygun olmadığı sonucuna varmışlardır. 2019'da Tural, Demirjian ve Willems yöntemlerinin kronolojik yaşı fazla tahmin ettiğini, Haavikko ve Cameriere yöntemlerinin ise düşük tahmin ettiğini ve bu yöntemler arasında Cameriere yönteminin diş yaşı tahmininde en yakın sonucu verdiğini belirtmiştir (Tural, 2019). Sezer ve ark. (2022), London Atlas, Cameriere-Avrupa ve Willems yöntemlerinin molar-keser hipomineralizasyonu olan ve olmayan çocukların yaşlarını tahmin etmedeki başarısını değerlendirmiştir. Bulgular, London Atlas ve Cameriere-Avrupa formülünün,

molar-keser hipomineralizasyonu olmayan çocukların diş yaşı tahmininde Willems yönteminden daha doğru tahminler sağladığını göstermiştir. Bu çalışmalar göz önüne alındığında, Türk nüfusunda kronolojik yaş tahmini için henüz uygun bir yöntem ortaya çıkmamıştır. Sadece bazı yöntemlerin Türkiye'nin belirli bölgelerinde belirli cinsiyetlere yönelik tahminler sağladığı belirtilmiştir. Bu çalışmalardaki sınırlı örneklem büyüklüğü, bu sonuçlara katkıda bulunmuş olabilir. Bu nedenle, bu tez çalışması gibi daha büyük örneklem büyüklüğüne sahip çalışmalar, literatüre katkı sağlayabilir. Bu çalışmada, Türk çocuklarının diş yaşı, bir araştırmacı tarafından panoramik radyografi görüntüleri üzerinden Willems, Cameriere-Avrupa ve London Atlas yöntemleri kullanılarak manuel olarak değerlendirildi. Bulgular, London Atlas'ın erkek çocuklar için diş yaşı tahminini doğru bir şekilde gerçekleştirdiğini gösterdi ve bu bulgu, Sezer ve Çarıkçıoğlu'nun 2022'deki çalışmasının sonuçlarıyla uyumluydu (Sezer & Çarıkçıoğlu, 2022b). Ayrıca, bu çalışmada London Atlas'ın kız çocukları için diş yaşı tahminini doğru bir şekilde gerçekleştirmede ve diğer üç yöntemin de her iki cinsiyet için kronolojik yaşı doğru bir şekilde tahmin etmediği gözlemlendi. Bu sonuç, hala Türk çocuklarının diş yaşı tahmininde ideal bir yöntem olmadığı sonucunu desteklemektedir. Bu düşünce doğrultusunda bu çalışmada Türk çocuklarının yalnızca manuel yöntemlerle değil, bir derin öğrenme algoritması kullanarak diş yaşlarının tahmini amaçlandı. Derin öğrenme algoritmalarıyla diş yaşı tahmininin doğru yapılması, adli ve klinik diş hekimliği alanına hem zaman hem de nesnellik açısından büyük bir katkı sağlayabilir (Vila-Blanco et al., 2020).

Bu çalışmada, derin öğrenme yöntemi, üç manuel yöntemle benzer şekilde kronolojik yaş ile yüksek düzeyde koreleydi ve ICC da benzer şekilde oldukça başarılıydı. Bu sonuçlar klinikte beklenen uyumun altında kalmıştır (Hwang et al., 2019). Bu durumun sebebi her yaş grubu için değişen örneklem büyüklüğünün 80 ila 133 arasında olması olabilir. Literatürde, diş hekimliğindeki çoğu derin öğrenme uygulamasının doğruluğu genellikle %90'ın altındadır. Hwang ve arkadaşları (2019), üç boyutlu tomografi kullanılarak anatomik sınıflandırmada %98 doğruluk elde etmek için her bir grupta 1000'den fazla veri

setine ihtiyaç duyulduğunu ve bu doğruluğu %99'a çıkarmak için her bir grup için 4000'den fazla veri setine ihtiyaç duyulduğunu rapor etmişlerdir. Bu çalışmada diş yaşı tahmini, daha büyük bir veri seti elde etmek amacıyla diş hekimliği uygulamalarında rutin olarak kullanılan panoramik radyografiler kullanılarak gerçekleştirildi. Panoramik radyografilerin üç boyutlu tomografiye kıyasla görüntü kalitesi ve büyütme açısından farklı olması nedeniyle, daha düşük doğruluk beklenmektedir. Ancak, üç boyutlu tomografiler genellikle hiperdonti, çene kisti veya tümörü gibi nedenlerle çekildiğinden, çoğu görüntü genel nüfusun diş yaşı tahmininde kullanmak için uygun değildir. Bununla birlikte, bu çalışmadaki verilerin aynı merkezde aynı röntgen çekim standartları ile elde edilmiş olması, cihaz ve ışınlama özelliklerinden kaynaklanan görüntü varyasyonunun olmaması, çalışmanın güçlü yanlarından biridir.

Bunyarit ve arkadaşları (2022), Malezyalı Hint çocuklarının ve adölesanların diş yaşını Chaillet ve Demirjian yöntemlerini kullanarak belirlemiştir. Daha sonra, bu skorlara dayalı olarak yapay sinir ağı kullanarak yeni bir tahmin modeli geliştirmişler ve bu modifiye edilmiş skorların diş yaşını daha doğru şekilde tahmin ettiğini bildirmişlerdir (Bunyarit et al., 2022). Diğer yandan, Shen ve arkadaşları (2021), 5-13 yaş arasındaki çocukların diş yaşını Cameriere yöntemini kullanarak belirlemiş ve ardından bu skorlara dayanarak random forest, destek vektör makinesi ve lineer regresyon modellerini kullanarak diş yaşlarını tahmin etmiştir. Makine öğrenimi modellerinin, Cameriere formülünden daha yüksek doğrulukla tahmin yaptığını bildirmişlerdir (Shen et al., 2021). Bu çalışmalarda, diş yaşı tahmini ölçümleri manuel olarak araştırmacılar tarafından yapılmış ve diş yaşı tahmin formülleri ve skorları modifiye edilerek doğruluğun arttırılması amaçlanmıştır. Buna karşın, bu tez çalışmasında zaman alıcı ölçümleri yapılmadan doğrudan görüntüler üzerinden yaş tahmini yapılması amaçlanmıştır. Bu da çalışmanın güçlü yanlarından bir diğeridir. Ancak, bu çalışmanın grup başına düşük örneklem büyüklüğünün çalışmanın bir limitasyonu olduğu ve bu durumun derin öğrenme algoritmasının doğruluğunun daha düşük olmasına neden

olabileceği unutulmamalıdır. Derin öğrenme algoritmasını iyileştirmek için, daha uzun süre veri toplayarak örneklem büyüklüğünü artırabilir.

Diş hekimliğinde derin öğrenmenin kullanıldığı çoğu çalışmada, intraoral radyografiler veya kesilmiş (cropped) panoramik radyografi görüntüleri kullanılarak diş çürüğü tespiti veya anatomik bölgelerin tanımlanması gibi konular üzerinde araştırma yapılmıştır (Khanagar et al., 2021). Benzer şekilde, Kahaki ve arkadaşları (2019), panoramik radyografi kullanarak diş yaşı değerlendikleri çalışmalarında, görüntüyü birinci azı dişi ile üçüncü azı dişi bölgesini içerecek şekilde kesmişlerdir. Bu tez çalışmasında gerçekleştirilen diş yaşı tahminiyle karşılaştırıldığında, bu görevler temel olarak ikili sınıflandırmayı içerdiğinden daha az karmaşık yöntemlerdir. Ayrıca, çürük tespiti piksel yoğunluklarına dayanırken, yaş tahmini tüm panoramik radyografi üzerinden gerçekleştirilir. Bu fark, kesilmiş görüntüler üzerinden daha öngörülebilir sonuçlara yol açar. 2017 ve 2023'te gerçekleştirilen iki çalışma, diş yaşını üçüncü azı dişlerinin gelişim aşamalarına göre sınıflandırmak için konvolüsyonel sinir ağı (CNN, convolutional neural networks) yaklaşımını kullanmış ve sınıflandırma doğruluğunda %10 artış ve %91-93 oranında doğruluk bildirmiştir (De Tobel et al., 2017; Sathyavathi & Baskaran, 2023). Bunun yanı sıra, konvolüsyonel ağları kullanarak panoramik radyografinin tamamını analiz eden bir çalışmada, 19-90 yaş arasındaki bireyler için belirlenen yaşın ortalama mutlak hatasının 4.06 olduğunu belirtmişlerdir (Milošević et al., 2021). Bu çalışmada diş yaşı tahmini, literatürdeki çoğu çalışmada olduğu gibi görüntüler kesildikten sonra birkaç dişin gelişim aşamalarından değil, panoramik radyografi içindeki tüm dişlerden yapılmıştır. Bu durum, tahmin süresini 1-2 saniye gibi çok kısa sürelerle indirmiştir. Ayrıca, bu çalışmada tahmin sonuçlarını iyileştirmek için cinsiyet bilgisi de ek bir özellik olarak kullanılmıştır. Vila-Blanco ve arkadaşları (2020) tarafından yayımlanan bir çalışmada da cinsiyet özelliklerini içeren ikinci bir CNN yolu ekleyen DASNet'in, sıralı bir CNN yolunu içeren DANet'ten daha doğru sonuçlar verdiğini bildirmiştir.

Sonuç olarak, direkt panoramik radyografi kullanılarak diş yaşı tahmin edildiğinde derin öğrenme yöntemi, Willems, Cameriere-Europe ve London Atlas yöntemlerinden daha düşük doğruluk göstermiştir. Derin öğrenme algoritması grup başına örneklem sayısı arttırılarak veya görüntülerin ön işleme yapılarak ileri çalışmalarla iyileştirilebilir. London Atlas'ın Türk çocuklarının diş yaşı tahmininde sadece erkek çocuklar için uygun olduğu, Willems, Cameriere-Avrupa formülleri ve derin öğrenme yöntemlerinin klinik kullanımı açısından gözden geçirilmesi gerektiği sonucu çıkarılmıştır.

KAYNAKÇA

Akay, G., Atak, N., & Güngör, K. (2018). Adli dişhekimliğinde dişler kullanılarak yapılan yaş tayini yöntemleri. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 39(2), 73-82.

Aksan, B. (2010). Çocuklarda diş sürme zamanlarından yaş tahmini: Yeni bir adli yaklaşım olarak Foti metodunun Türkiye'deki çocuk popülasyonuna uygulanması. İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü Tıp Bilimleri Anabilim Dalı (Danışman: M.Y.İşcan).

Altunsoy, M., Nur, B. G., Akkemik, O., Ok, E., & Evcil, M. S. (2015). Applicability of the Demirjian method for dental age estimation in western Turkish children. *Acta Odontologica Scandinavica*, 73(2), 121-125.

AlQahtani, S. J., Hector, M. P., & Liversidge, H. M. (2010). Brief communication: The London atlas of human tooth development and eruption. *American Journal of Physical Anthropology*, 142(3), 481-490.

Alvarez, J. O., & Navia, J. M. (1989). Nutritional status, tooth eruption, and dental caries: a review. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 49(3), 417-426.

Bomfim, B. B., Prado, R., Sampaio, R. K., Conde, D. C., de Andrade, B. A. B., Agostini, M., & Romañach, M. J. (2019). Primordial odontogenic tumor: report of a new case and literature review. *Head and Neck Pathology*, 13, 125-130.

Bunyarit, S. S., Nambiar, P., Naidu, M., Asif, M. K., & Poh, R. Y. Y. (2022). Dental age estimation of Malaysian Indian children and adolescents: applicability of Chaillet and Demirjian's modified method using artificial neural network. *Annals of Human Biology*, 49(3-4), 192-199.

Cameriere, R., Ferrante, L., & Cingolani, M. (2006). Age estimation in children by measurement of open apices in teeth. *International Journal of Legal Medicine*, 120, 49-52.

Cameriere, R., De Angelis, D., Ferrante, L., Scarpino, F., & Cingolani, M. (2007). Age estimation in children by measurement of open apices in teeth: a European formula. *International Journal of Legal Medicine*, 121, 449-453.

Celikoglu, M., Cantekin, K., & Ceylan, I. (2011). Dental age assessment: The applicability of Demirjian method in eastern Turkish children. *Journal of Forensic Sciences*, 56, S220-S222.

De Tobel, J., Radesh, P., Vandermeulen, D., & Thevissen, P. W. (2017). An automated technique to stage lower third molar development on panoramic radiographs for age estimation: a pilot study. *The Journal of Forensic Odontostomatology*, 35(2), 42.

Demirjian, A., Goldstein, H., & Tanner, J. M. (1973). A new system of dental age assessment. *Human Biology*, 211-227.

Demirjian, A., & Goldstein, H. (1976). New systems for dental maturity based on seven and four teeth. *Annals of Human Biology*, 3(5), 411-421.

Durhan, A. (2023). Büyüme gelişim, Ağız-diş sağlığı. Birinci basamak çalışanları için sağlığın korunması ve geliştirilmesine yönelik sağlık eğitimi rehberi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Yayınları.

Erbudak, H. Ö. (2010). Bireylerde pulpa boyutuna göre belirlenen yaş ile kronolojik yaş arasındaki uyumun panoramik radyograflarda incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü (Danışman: M.Özbek).

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. MIT press.

Gungor, O. E., Kale, B., Celikoglu, M., Gungor, A. Y., & Sari, Z. (2015). Validity of the Demirjian method for dental age estimation for Southern Turkish children. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 18(5), 616-619.

Gülcan, B. (2016). Çocuk hastalarda beden kitle indeksi ile diş yaşı arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi. [Çocuk Diş Hekimliği, Uzmanlık Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. (Danışman: Sezin Özer).

Gray, H. (1918) *Anatomy of the human body*, 20th edition. Philadelphia and New York: Lea & Febiger.

Hwang, J. J., Jung, Y. H., Cho, B. H., & Heo, M. S. (2019). An overview of deep learning in the field of dentistry. *Imaging Science in Dentistry*, 49(1), 1-7.

Jayapriya, T., Keluskar, V., Sridhar, M., Kumar, L., & Fernandes, A. (2023). Correlation of chronological age with dental age estimated using modified Cameriere's method and UT-age estimation software—a cross-sectional study. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 13(1), 7.

Kahaki, S. M., Nordin, M. J., Ahmad, N. S., Arzoky, M., & Ismail, W. (2020). Deep convolutional neural network designed for age assessment based on orthopantomography data. *Neural Computing and Applications*, 32, 9357-9368.

Karadayi, B. (2010). Dişlerden erişkin ve erişkin olmayan bireylerden yaş belirlenmesi: dijital radyolojik teknik uygulamaları. [Adli Tıp Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi]. (Danışman: M. Yaşar İşcan).

Khanagar, S. B., Al-Ehaideb, A., Maganur, P. C., Vishwanathaiah, S., Patil, S., Baeshen, H. A., Sarode, S. C., & Bhandi, S. (2021). Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry–A systematic review. *Journal of Dental Sciences*, 16(1), 508-522.

Kırzioğlu, Z., Ceyhan, D., & Bayraktar, C. (2019). Dental age estimation by different methods in patients with amelogenesis imperfecta. *Forensic Science International*, 298, 341-344.

Kim, S., Lee, Y. H., Noh, Y. K., Park, F. C., & Auh, Q. S. (2021). Age-group determination of living individuals using first molar images based on artificial intelligence. *Scientific Reports*, 11(1), 1073.

Koch, G., Kreiborg, S., & Andreasen J. O. (2017a). *Pediatric Dentistry: A clinical approach. Eruption and shedding of teeth. Third edition.* John Wiley & Sons, Ltd. P.40-54.

Koch, G., Thesleff, I., & Kreiborg, S. (2017b). *Pediatric Dentistry: A clinical approach. Tooth development and disturbances in number and shape of teeth. Third edition.* John Wiley & Sons, Ltd. P.28-39.

Kumaresan, R., Cugati, N., Chandrasekaran, B., & Karthikeyan, P. (2014). Reliability and validity of five radiographic dental-age estimation methods in a population of Malaysian children. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 7(1), 102-109.

Logan, W. H., & Kronfeld, R. (1933). Development of the human jaws and surrounding structures from birth to the age of fifteen years. *The Journal of the American Dental Association*, 20(3), 379-428.

Miloglu, O., Celikoglu, M., Dane, A., Cantekin, K., & Yilmaz, A. B. (2011). Is the assessment of dental age by the Nolla method valid for eastern Turkish children?. *Journal of Forensic Sciences*, 56(4), 1025-1028.

Milošević, D., Vodanović, M., Galić, I., & Subašić, M. (2022). Automated estimation of chronological age from panoramic dental X-ray images using deep learning. *Expert Systems with Applications*, 189, 116038.

Mohamed, E. G., Redondo, R. P. D., Koura, A., EL-Mofty, M. S., & Kayed, M. (2023). Dental age estimation using deep learning: a comparative survey. *Computation*, 11(2), 18.

National Radiological Protection Board (NRPB). (2001). Guidance notes for dental practitioners on the safe use of X-ray equipment. London, UK: NRPB and Department of Health.

Nolla, C. M. (1960). The development of the permanent teeth. *Journal of Dentistry for Children*, 27, 254-266.

Pinar Erdem, A., Yamac, E., Erdem, M. A., Sepet, E., & Aytepe, Z. (2013). A new method to estimate dental age. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71(3-4), 590-598.

Sağlam H. Derin öğrenme yöntemine dayalı yapay zekâ algoritmalarıyla konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntülerinde dişlerin tespit edilmesi ve numaralandırılması. [Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi]. (Danışman: İbrahim Şevki Bayrakdar).

Sapci, A. H., & Sapci, H. A. (2020). Artificial intelligence education and tools for medical and health informatics students: systematic review. *JMIR Medical Education*, 6(1), e19285.

Sathyavathi, S., & Baskaran, K. R. (2023). Human age estimation using deep convolutional neural network based on dental images (orthopantomogram). *IETE Journal of Research*, 1-8.

Schmeling, A., Grundmann, C., Fuhrmann, A., Kaatsch, H. J., Knell, B., Ramsthaler, F., Reisinger, W., Riepert, T., Ritz-Timme, S., Rösing, F.W., Röttscher, K., & Geserick, G. (2008). Criteria for age estimation in living individuals. *International Journal of Legal Medicine*, 122, 457-460.

Sen, D., Chakrabarti, R., Chatterjee, S., Grewal, D. S., & Manrai, K. (2020). Artificial intelligence and the radiologist: the future in the Armed Forces Medical Services. *BMJ Military Health*, 166(4), 254-256.

Sezer, B., & Çarıkçioğlu, B. (2022a). 12-15 yaş aralığındaki adölesanlarda diş çürüğünün diş yaşı ve gelişimine etkisi. *Current Research in Dental Sciences*, 32(1), 29-33.

Sezer, B., & Çarıkçioğlu, B. (2022b). Accuracy of the London Atlas, Haavikko's Method and Cameriere's European Formula of dental age estimation in Turkish children. *Legal Medicine (Tokyo, Japan)*, 54, 101991.

Sezer, B., Çarıkçioğlu, B., & Kargül, B. (2022). Dental age and tooth development in children with molar-incisor hypomineralization: A case-control study. *Archives of Oral Biology*, 134, 105325.

Shen, S., Liu, Z., Wang, J., Fan, L., Ji, F., & Tao, J. (2021). Machine learning assisted Cameriere method for dental age estimation. *BMC Oral Health*, 21(1), 1-10.

Ten Cate, A. R., Sharpe, P. T., Roy, S., & Nanci, A. (2003). Development of the tooth and its supporting tissues. In: Nanci A, editor. *Ten Cate's oral histology. Development, structure, and function*. 6th edition. St. Louis: Mosby; P:79e110.

Tunc, E. S., & Koyuturk, A. E. (2008). Dental age assessment using Demirjian's method on northern Turkish children. *Forensic Science International*, 175(1), 23-26.

Tural, M. (2019). Çocuklarda farklı diş yaşı tespit yöntemlerinin güvenilirliğinin değerlendirilmesi. [Çocuk Diş Hekimliği, Uzmanlık Tezi, Ordu Üniversitesi]. (Danışman: Hüseyin Şimşek).

Türk, E. (2021). Gömülü mandibular üçüncü molar dişlerin pozisyon özelliklerinin yapay zeka ile değerlendirilmesi. [Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi]. (Danışman: Özlem Görmez).

Ülgen, M. (2000). *Ortodontik Tedavi Prensipleri*, 1.baski. İstanbul: Yeditepe Üniversitesi Yayınları. S:213-352.

Vila-Blanco, N., Carreira, M. J., Varas-Quintana, P., Balsa-Castro, C., & Tomas, I. (2020). Deep neural networks for chronological age estimation from OPG images. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 39(7), 2374-2384.

Willems, G., Van Olmen, A., Carels, C., & Spiessens, B. (2001). Dental age estimation in Belgian children: Demirjian's technique revisited. *Journal of Forensic Sciences*, 46(4), 893-895.

Zaidi, I., Thayath, M. N., Singh, S., & Sinha, A. (2015). Preterm birth: a primary etiological factor for delayed oral growth and development. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 8(3), 215.

Zhang, X. D. (2020). Machine learning. In: *A matrix algebra approach to artificial intelligence*. Singapore: Springer. P:223-440.

EKLER

1. EK-1: ÖZGEÇMİŞ

A. KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	Betül Şen Yavuz
Akademik unvan/pozisyon	Doç. Dr.
Görev yeri	Pedodonti Anabilim Dalı

B. EĞİTİM BİLGİLERİ

Yıl	Bölüm	Kurum	Derece
25.06.2013	Diş Hekimliği Fakültesi	Marmara Üniversitesi	Lisans
05.01.2018	Çocuk Diş Hekimliği	Marmara Üniversitesi	Uzmanlık
09.06.2023	Çocuk Gelişimi	İstanbul Üniversitesi	Lisans
09.04.2025	Biyolojik Veri Bilimi	İstanbul Medeniyet Üniversitesi	Yüksek Lisans

C. İŞ TECRÜBESİNE AİT BİLGİLER

Tarih Aralığı	Kurum	Görev
2019-2020	Bahçeşehir Üniversitesi	Dr. Öğr. Üyesi
2021-2022	İstanbul Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi	Dr. Öğr. Üyesi
2022-2025	Marmara Üniversitesi	Dr. Öğr. Üyesi
2025-Devam ediyor	Marmara Üniversitesi	Doç. Dr.

D. ÖZGEÇMİŞ SAHİBİNİN İMZASI

Yukarıda beyan ettiğim bilgilerin doğru ve güncel olduğunu kabul ve beyan ederim.

Ad Soyadı	Betül Şen Yavuz
Tarih (gün/ay/yıl olarak)	09.02.2025
İmza	

2. EK-2: ETİK ONAYI



Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

	PROTOKOL KODU	09.2023.720
	PROJE ADI	Farklı Yöntemlerin Derin Öğrenme ile Desteklenerek Diş Yaşı Tayininde Kullanılması
	SORUMLU ARAŞTIRICI ÜNVANI/ADI	Dr. Öğr. Üyesi Betül ŞEN YAVUZ

KARAR BİLGİLERİ	Tarih 31.05.2023
-----------------	------------------

Yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gereke, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve gerçekleştirilmesinde sakınca bulunmadığı için Kurulumuzca onaylanmasına oy birliği ile karar verilmiştir. Onay sonrasında yapılacak her türlü proje değişiklikleri (katılımcılar, başlık vb.) veya protokol değişikliklerinin Etik Kurula bildirilerek proje onayının yenilenmesi gerekmektedir.

ÜYELER	Unvanı / Adı / Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu / EK Üyeligi	Onaylanan Proje ile İlişkisi	Toplantıya katılım
	Prof. Dr. Haner DİRESKENELİ	Romatoloji	M.Ü Tıp Fakültesi/ Başkan	☒ Var ☐ Yok	☒ Evet ☐ Hayır
	Prof. Dr. Tülin ERGUN	Dermatoloji	M.Ü Tıp Fakültesi/Başkan Yrd.	☒ Var ☐ Yok	☒ Evet ☐ Hayır
	Prof. Dr. Handan KAYA	Patoloji	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	☒ Var ☐ Yok	☒ EVET ☐ HAYIR
	Prof. Dr. M. Bahadır GÜLLÜOĞLU	Genel Cerrahi	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	☒ Var ☐ Yok	☒ Evet ☐ Hayır
	Prof. Dr. Rezzan GÜLHAN	Farmakoloji	M: Ü. Tıp Fak. Üye	☒ Var ☒ Yok	☒ Evet ☐ Hayır
	Prof. Dr. Semra SARDAŞ	Eczacı	İstinye Üniv. Sağlık Bilimleri Fak./Üye	☒ Var ☐ Yok	☒ Evet ☐ Hayır
	Prof. Dr. Bayaz DOĞAN	Diş Hekimi	M.Ü Diş Hekimliği Fak./Üye	☒ Var ☐ Yok	☒ Evet ☐ Hayır
	Prof. Dr. Beste Melek ATASOY	Radyasyon Onkolojisi	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	☒ Var ☐ Yok	☒ Evet ☐ Hayır
	Prof. Dr. Elib KARAKOÇ AYDINER	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	☒ Var ☒ Yok	☒ Evet ☐ Hayır
	Prof. Dr. Meltem KORAY	Diş Hekimi	İstanbul Üniv. Diş Hekimliği Fak./Üye	☒ Var ☐ Yok	☒ Evet ☐ Hayır
	Prof. Dr. Gürkan SERT	Tıp Tarihi ve Etik	M. Ü. Tıp Fak. Üye	☒ Var ☐ Yok	☒ Evet ☐ Hayır
	Doç. Dr. Figen DEMİR	Halk Sağlığı	Acıbadem Üniv. Tıp Fak.	☒ Var ☐ Yok	☒ Evet ☐ Hayır
	Prof. Dr. Pınar MEGA TİBER	Biyofizik	M.Ü Tıp Fakültesi/Üye	☒ Var ☐ Yok	☒ Evet ☐ Hayır
	Zeynep AKGÜN	Sağlık Mensubu olmayan kişi	Serbest Meslek	☒ Var ☐ Yok	☒ Evet ☐ Hayır
	Öncel Onur AKBAŞ	Hukukçu	Üye	☒ Var ☐ Yok	☒ Evet ☐ Hayır

3. EK-3: KURUM İZİN BEYANI-1

Evrak Tarih ve Sayısı: 13.03.2023-501017



T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığı

Sayı : E-23423087-605.01-501017
Konu : Akademik Çalışma (Dr. Öğr. Üyesi Betül
ŞEN YAVUZ)

13.03.2023

DAĞITIM YERLERİNE

İlgi : 13.03.2023 tarihli ve 30779607-622.03-499678 sayılı yazınız.

İlgi yazınız incelenmiş olup; Dr. Öğr. Üyesi Betül ŞEN YAVUZ'un talebi; adigeçen çalışmanın Girişimsel Olmayan Etik Kurul uygunluğu olması ve çalışmada kullanılacak verilerin sahiplerinden KVKK kapsamında Açık Rıza Beyanı alınması koşuluyla uygundur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Korkut ULUCAN
Dekan V.

Dağıtım:
Gereği:
Dr. Öğr. Üyesi BETÜL ŞEN YAVUZ

Bilgi:
Pedodonti Anabilim Dalı Başkanlığına

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Doğrulama Kodu :BSFL9R58J7 Pin Kodu :08052

Belge Takip Adresi : <https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5709&eD=BSFL9R58J7&eS=501017>

Adres:Marmara Üniversitesi Başbüyük Sağlık Yerleşkesi, Dişhekimliği Fakültesi,
Başbüyük / Maltepe / İSTANBUL
Telefon:0216 777 5000 Faks:0216 777 5001
e-Posta:dishekimligi@marmara.edu.tr Elektronik Ağ:http://dhf.marmara.edu.tr
Kep Adresi:marmarauniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: EMRE KARATAŞ
Unvanı: Belge Memuru



Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

4. EK-4: KURUM İZİN BEYANI-2



T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
Diş Hekimliği Fakültesi
Ağız Diş Çene Radyolojisi Anabilim Dalı

24/04/2023

MARMARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU BAŞKANLIĞI'NA

Dr. Öğretim Üyesi Betül ŞEN YAVUZ' un "Farklı Yöntemlerin Derin Öğrenme ile Desteklenerek Diş Yaşı Tayininde Kullanılması" isimli araştırmasında Anabilim Dalımız arşiv görüntüleri kullanılacaktır.

Saygılarımla.

Prof. Dr. Şebnem ERÇALIK YALÇINKAYA
Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi
Anabilim Dalı Başkanı



Marmara Üniversitesi
Başbüyük Sağlık
Yerleşkesi, Dişhekimliği
Fakültesi, Başbüyük Yolu
9/3 34854 Başbüyük /
Maltepe / İstanbul

0216 421 16 21
0216 421 02 91 (Fax)
Ayrıntılı bilgi için:

dishekimligi@marmara.edu.tr
<http://dental.marmara.edu.tr>
Sevgi BATAR

5. EK-5: BENZERLİK RAPORU

Turnitin Orijinallik Raporu

İşleme kondu: 12-Oca-2024 10:02 +03
NUMARA: 2269779371
Kelime Sayısı: 7876
Gönderildi: 3

12.02-3 Betül Yavuz tarafından

Benzerlik Endeksi	Kaynağa göre Benzerlik
%9	İnternet Sources: %7 Yayınlar: %2 Öğrenci Ödevleri: %2

1% match (26-Ara-2022 tarihli internet) https://dergipark.org.tr/en/download/issue-full-file/68571
1% match (15-Ara-2022 tarihli öğrenci ödevleri) Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) on 2022-12-15
< 1% match (23-Eyl-2022 tarihli internet) https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/119068/yokAcikBilim_10241980.pdf?isAllowed=v&sequence=-1
< 1% match (13-Eki-2022 tarihli internet) https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/148091/yokAcikBilim_10130145.pdf?isAllowed=v&sequence=-1
< 1% match (02-Eki-2022 tarihli internet) https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/646170/yokAcikBilim_448386.pdf?isAllowed=v&sequence=-1
< 1% match (30-Eyl-2022 tarihli internet) https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/213442/yokAcikBilim_10112884.pdf?isAllowed=v&sequence=-1
< 1% match (09-Kas-2022 tarihli internet) https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/110529/yokAcikBilim_10337035.pdf?isAllowed=v&sequence=-1
< 1% match (09-Kas-2022 tarihli internet) https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/101896/yokAcikBilim_10242386.pdf?isAllowed=v&sequence=-1
< 1% match (04-Eki-2022 tarihli internet) https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/215905/yokAcikBilim_10336584.pdf?isAllowed=v&sequence=-1
< 1% match (03-Eki-2022 tarihli internet) https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/146686/yokAcikBilim_10134512.pdf?isAllowed=v&sequence=-1
< 1% match (14-Eki-2022 tarihli internet) https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/286033/yokAcikBilim_10023867.pdf?isAllowed=v&sequence=-1
< 1% match (02-Eki-2022 tarihli internet) https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/148081/yokAcikBilim_10133459.pdf?isAllowed=v&sequence=-1
< 1% match (04-Eki-2022 tarihli internet) https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/74207/yokAcikBilim_10082416.pdf?isAllowed=v&sequence=-1
< 1% match (27-Eki-2022 tarihli internet) https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2458798
< 1% match (09-May-2022 tarihli internet) https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1472632
< 1% match (27-May-2023 tarihli internet) https://dergipark.org.tr/en/download/issue-file/64125

6. EK-6: GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Versiyon 1

11.05.2023

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU MARMARA ÜNİVERSİTESİ DIŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

Dr. Öğr. Üyesi Betül Şen Yavuz sorumluluğunda yürütülen “**Farklı diş yaşı tahmin yöntemlerinin derin öğrenme ile karşılaştırılması: Willems, Cameriere-Avrupa, London Atlas**” isimli çalışmamızın amacı adli durumlarda veya tedavi zamanının karar verilmesinde kullanılan diş yaşı tayin yöntemlerinin pratikte uygulamasını kolaylaştırmak ve hekimin karar süresini kısaltmak amacıyla bir yapay zeka uygulaması olan derin öğrenme ile kullanılmasıdır.

Çalışmamız gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmamıza katılmak zorunlu değildir. İstedığınız zaman çocuğunuz bu çalışmadan çıkabilir. Çocuğunuzun bu çalışmaya dahil edilmesinin nedeni rutin tedaviniz sırasında panoramik radyografisinin çekilmiş olmasıdır. Eğer çocuğunuzun çalışmaya katılmasını kabul ederseniz, Marmara Üniversitesi arşivinden çocuğunuzun panoramik radyografisi alınacaktır. Çocuğunuzun ismi çalışmada kullanılmayacaktır. Araştırma konusu ile ilgili ve gönüllünün araştırmaya katılmaya devam isteğini etkileyebilecek yeni bilgiler elde edildiğinde araştırmaya katılan çocuğunuz ve yasal temsilcisi sizler zamanında bilgilendirilecektir. Çocuğunuzun çalışmaya katılımı durumunda herhangi bir risk yoktur. Kullanımı sakıncalı olan herhangi bir ilaç veya besin yoktur. Araştırma ile ilgili olarak Dr. Öğr. Üyesi Betül Şen Yavuz çocuğunuzun uygulama dışı bırakabilme yetkisine sahiptir.

Çalışmayı destekleyen herhangi bir kurum yoktur. Herhangi bir gideriniz olmayacaktır. Çocuğunuzun bu araştırmada yer almanız nedeniyle size hiçbir ödeme yapılmayacaktır. Bu araştırmada yer almak tamamen sizin ve çocuğunuzun isteğine bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilir ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; reddetme veya vazgeçme durumunda bile sonraki bakımınız garanti altına alınacaktır. Araştırmacı, röntgenin uygulanan çalışmanın gereklerine uymaması gibi nedenlerle isteğiniz dışında ancak bilginiz dahilinde çocuğunuzun araştırmadan çıkarabilir. Bu durumda da sonraki bakımı garanti altına alınacaktır.

Uygulama süresi boyunca, zorunlu olarak araştırma dışı ilaç almak durumunda kaldığınızda Sorumlu Araştırmacıyı önceden bilgilendirmek için, araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da çalışma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki ya da diğer rahatsızlıklarınız için no’lu telefondan Dr. Öğr. Üyesi Betül Şen Yavuz’a başvurabilirsiniz. Mesai sonrası iletişim ise telefonu ile ulaşabilirsiniz.

Araştırmanın sonuçları bilimsel amaçla kullanılacaktır; çalışmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından çıkarılmanız durumunda, sizle ilgili tıbbi veriler bilimsel amaçla kullanılmayacaktır. Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz.

Katılımcının/Hastanın Beyanı

Dr. Öğr. Üyesi Bettül Şen Yavuz tarafından Marmara Üniversitesi Diş Hastanesi Pedodonti Anabilim dalında tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” (denek) olarak davet edildim. Eğer bu araştırmaya katılırsam hekim ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağımın bilincindeyim. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi amacıyla araştırmacı tarafından araştırmadan çıkartılabileceğimi de biliyorum. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır. İster doğrudan ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğimi biliyorum.

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte Dr. Öğr. Üyesi Bettül Şen Yavuz () no’lu telefonda arayabileceğimi ya da Marmara Üniversitesi Başbüyük Sağlık Yerleşkesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Başbüyük Yolu 9/3 34854 Başbüyük / Maltepe / İstanbul adresinden ulaşabileceğimi biliyorum. Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersen, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı” (denek) olarak yer alma kararımı aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. İmzalamış bulunduğum bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

Versiyon 1

11.05.2023

GÖNÜLLÜ ONAY FORMU

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri gösteren metni okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Bu formun imzalı ve tarihli bir kopyası bana verildi.

VELAYET veya VESAYET ALTINDA BULUNANLAR için VELİ veya VASİNİN:

ADI-SOYADI:

ADRESİ:

TEL. & FAKS:

TARİH:

İMZASI:

AÇIKLAMALARI YAPAN ARAŞTIRMACI:

ADI SOYADI:

TARİH:

İMZA:

**RIZA ALMA İŞLEMİNE BAŞINDAN SONUNA KADAR TANIKLIK EDEN KURULUŞ
GÖREVLİSİNİN:**

ADI-SOYADI:

İMZASI:

GÖREVİ:

7. EK-7: ÇOCUKLAR İÇİN GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Versiyon 1

11.05.2023

Sevgili,

Benim adım Betül Şen Yavuz, senin yaşlarında olan çocuklarda “**Farklı diş yaşı tahmin yöntemlerinin derin öğrenme ile karşılaştırılması: Willems, Cameriere-Avrupa, London Atlas**” isimli bilimsel bir araştırma yapıyoruz. Çalışmamızın amacı siz çocukların dişlerinin siyah beyaz fotoğrafları yani röntgenlerinden diş yaşlarını tahmin etmektir. Bu araştırmayı sürdürebilmek için senin yaşlarındaki çocukları araştırmaya katmamız gerekiyor. Araştırmaya Dr. Öğr. Üyesi Betül Şen Yavuz, Arş. Gör. Dt. Seray Şahin katılacaklar. Eğer sen de bu araştırmaya katılmayı istersen sadece daha önceden çektiğimiz olduğun röntgenini kullanacağız. Çalışmamız sırasında can acıtıcı bir işlem olmayacaktır. Bu araştırmanın sonuçlarını başka doktorlara da söyleyeceğiz ancak senin adını kimseye açıklamayacağız. Eğer bu çalışmaya katılırsan senin yaşlarındaki çocukların diş tedavilerinin süresinin kısalmasında katkıda bulunmuş olacaksın.

Bu araştırma hakkında anne ve babana bilgi vereceğiz ve senin de bu çalışmaya katılıp katılmaman için onlardan izin alacağız. Sen de bu konuyu anne ve/veya baban ile konuşabilirsin. Eğer katılmak istemezsen hiç kimse sana kızmaz veya küsmez.

Aklına şimdi gelen veya daha sonra gelecek soruları bana sorabilirsin. Telefon numaram ve adresim aşağıda yazıyor.

Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorsan lütfen aşağıya adını ve soyadını yazarak imzanı at.

Çocuğun adı- soyadı:

Çocuğun imzası:

Tarih:

Velisinin adı- soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Rıza alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisinin

Adı soyadı:

Görevi:

Adres:

Telefon:

İmza:

Sorumlu araştırmacı: Dr. Öğr. Üyesi Betül Şen Yavuz

Telefon:

**8. EK-8: DİŞ YAŞI TAHMİNİ YAPAN DERİN ÖĞRENME ALGORTİMASI
LİNKİ**

<https://gitfront.io/r/omere/VCj6ff4CmeKL/DeepDentalAge/>