



T.C.

ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

**KÜÇÜK AZI VE İKİNCİ BÜYÜK AZI OLGUNLUK
İNDEKSLERİNİN 12.YAŞI TAHMİN ETMEDEKİ
ETKİNLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

Dt. Rukiye Elçin KOÇOĞLU

Danışman

Doç. Dr. Koray SÜRME

2025-ALANYA

T.C.
ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI

**KÜÇÜK AZI VE İKİNCİ BÜYÜK AZI OLGUNLUK
İNDEKSLERİNİN 12.YAŞI TAHMİN ETMEDEKİ
ETKİNLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

DİŞ HEKİMLİĞİNDE UZMANLIK TEZİ

Dt. Rukiye Elçin KOÇOĞLU

**Danışman
Doç. Dr. Koray SÜRME**

2025-ALANYA

ONAY SAYFASI



ETİK BEYAN

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilemeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmamın Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programıyla tarandığını ve “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Rukiye Elçin KOÇOĞLU

TEŞEKKÜR SAYFASI

Uzmanlık eğitimim süresince ve tezimin her aşamasında rehberlik ederek her zaman içtenlikle yaklaşan, bilgiyi aktarma biçimi ve klinik kararlılığı çok şey kazandıran, asistanı olmaktan dolayı kendimi şanslı hissettiğim çok değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Koray SÜRME' ye

Mesleki gelişimime sağladığı katkıların yanı sıra, her zaman ilgi ve içtenliğiyle desteğini hissettiren; insani ve ahlaki değerleriyle hekimlik anlayışımın şekillenmesinde önemli rol oynayan, çok değerli hocam Sayın Doç. Dr. Hayri AKMAN' a

Güncel literatürü klinik pratiğe entegre etme konusundaki rehberliği, hızlı ve etkin çözümler üreten vizyoner bakış açısıyla uzmanlık eğitimime kıymetli katkılar sunan değerli hocam Sayın Doç. Dr. Gül KESKİN' e

Her zaman sevecen yaklaşımıyla sürecime değer katan Doç. Dr. Tuğçe Nur ŞAHİN' e,

Çalışmamın istatistiksel analiz sürecine değerli katkılar sunan Fatih SAĞLAM' a,

Birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum yol arkadaşlarım Dt. Ceren GÜMÜŞ SAKA, Dt. Duygu BAL ve Dt. Gizem KILIÇOĞLU' na,

Bana her zaman emek veren, hayatta daima daha ileriye gitmem için yolumu aydınlatan canım aileme; ellerini her zaman üzerimde hissettiğim kıymetli ablalarım,

Her şeyi daha anlamlı kılan, desteğini her zaman hissettiğim Uzm. Dt. Mehmet KARABOĞA' ya,

Sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

ÖZET

KÜÇÜK AZI VE İKİNCİ BÜYÜK AZI OLGUNLUK İNDEKSLERİNİN 12.YAŞI TAHMİN ETMEDEKİ ETKİNLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Amaç: Yaş belirleme, çocukların hukuki ve sosyal haklarını tanımlamada kritik bir rol oynamaktadır. Birçok ülkede, ceza ehliyeti için minimum yaş sınırı 12'dir. Bu çalışmada, Türk popülasyonunda birinci küçük azı (IPM₁), ikinci küçük azı (IPM₂) ve ikinci büyük azı (I_{2M}) olgunluk indeksleri ile alt çenedeki yedi dişin olgunluk indekslerinin toplam değeri (S değeri) kullanılarak, 12 yaş sınırını için kesim noktaları belirlenmiştir. Ayrıca, bu kesim noktalarının tanısallık performansları değerlendirilmiştir.

Yöntem: Retrospektif olan bu çalışmada, 8–16 yaş aralığındaki bireylere ait toplam 1136 ortopantomografi incelenmiştir. Örneklem rastgele olarak eğitim ve doğrulama grubu olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Eğitim grubunda IPM₁, IPM₂, I_{2M} ve S değeri ölçülerek 12 yaş sınırı için kesim noktaları belirlenmiştir. Doğrulama grubunda, bu kesim noktaları için alıcı işletim karakteristiği (ROC) eğrileri oluşturulmuş ve eğri altında kalan alan (AUC) hesaplanmıştır. Gözlemciler arası ve gözlemci içi uyum, sınıf içi korelasyon katsayısı ile değerlendirilmiştir.

Bulgular: Optimum kesim noktaları kızlarda; IPM₁ için 0,014, IPM₂ için 0,069, I_{2M} için 0,184 ve S değeri için 0,350 olarak, erkeklerde ise IPM₁ için 0,030, IPM₂ için 0,090, I_{2M} için 0,191 ve S değeri için 0,412 olarak belirlenmiştir. Erkek grubunda en yüksek AUC değerleri; tek değişkenli yöntemlerde 0,966 ile I_{2M}'de, iki değişkenli yöntemlerde 0,969 ile I_{2M}+IPM₁'de hesaplanmıştır. Kız grubunda en yüksek AUC değerleri; tek değişkenli yöntemlerde 0,950 ile IPM₂'de, iki değişkenli yöntemlerde 0,950 ile IPM₁+IPM₂'de hesaplanmıştır. S değeri içeren yöntemde AUC değeri kızlarda ve erkeklerde sırasıyla 0,951 ve 0,970 olarak hesaplanmıştır.

Sonuç: IPM₁, IPM₂, I_{2M} ve S değeri Türk popülasyonunda 12 yaş sınırının ayırt edilmesinde yüksek tanısallık performans göstermiştir. Kızlarda yöntemler arasında AUC değerleri açısından anlamlı bir fark saptanmamış, erkeklerde ise bu fark yalnızca IPM₂ yönteminde görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: adli yaş tahmini, yasal yaş sınırı, olgunluk indeksi, ROC analizi

ABSTRACT

EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF PREMOLAR AND SECOND MOLAR MATURITY INDICES IN ESTIMATING AGE 12

Objective: Age determination plays a crucial role in defining the legal and social rights of children. In many countries, the minimum age of criminal responsibility is set at 12 years. This study aimed to determine cut-off values to distinguish the 12-year age threshold using the first premolar maturity index (IPM₁), second premolar maturity index (IPM₂), second molar maturity index (I_{2M}), and the sum of the seven mandibular teeth indices (S value) in a Turkish population. Additionally, the diagnostic performance of these cut-off values was evaluated.

Method: In this retrospective study, a total of 1136 orthopantomographs of individuals aged 8-16 years were analysed. The sample was randomly divided into two groups as training and validation group. In the training group, IPM₁, IPM₂, I_{2M} and S value were measured and cut-off values were determined for 12 age limits. In the validation group, receiver operating characteristic (ROC) curves were generated for these cut-off values and the area under the curve (AUC) was calculated. Interobserver and intraobserver agreement was assessed with the intraclass correlation coefficient.

Results: The optimal cut-off values were determined to be 0,014 for IPM₁, 0,069 for IPM₂, 0,184 for I_{2M}, and 0,350 for the S value in females; and 0,030 for IPM₁, 0,090 for IPM₂, 0,191 for I_{2M}, and 0,412 for the S value in males. The highest AUC values for the male group were calculated as 0,966 for I_{2M} in univariate methods and 0,969 for I_{2M}+IPM₁ in bivariate methods. For the female group, the highest AUC values were calculated as 0,950 for IPM₂ in univariate methods and 0,950 for IPM₁+IPM₂ in bivariate methods. In the method containing the S value, the AUC values were calculated as 0,951 and 0,970 for females and males, respectively.

Conclusion: IPM₁, IPM₂, I_{2M}, and the S value showed high diagnostic performance for the 12-year age threshold in Turkish children. There was no significant difference between the methods in terms of AUC in females, whereas a significant difference was observed only for the IPM₂ method in males.

Key words: forensic age estimation, legal age threshold, maturity index, ROC analysis

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER.....	viii
TABLolar.....	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç ve Kapsam.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Adli Bilim ve Adli Odontolojİ Kavramları	3
2.1.1. Adli Bilim.....	3
2.1.2. Adli Odontoloji	3
2.1.3. Diş Sert Dokularının DNA Analizindeki Rolü.....	6
2.2. Yaş ve Yaş Tahmini Kavramı	7
2.2.1. Yaş Kavramı	7
2.2.2. Yaş Tahmini Kavramı.....	7
2.3. Yaş Tahmininin Hukuki ve Sosyal Boyutu.....	8
2.3.1. Türk Ceza Hukukunda Çocuğun Cezai Sorumluluğu	8
2.3.2. İstatistiklerle Çocuk ve Suça Sürüklenme.....	10
2.3.3. Adli Yaş Tahmini Başvuruları ve Olgu Profili	11

2.3.4. Göç ve Kimliksiz Bireyler	11
2.4. Farklı Yaş Belirteçleri.....	12
2.4.1. Kronolojik Yaş	12
2.4.2. Kemik Dokusu ve Kemik Yaşı.....	14
2.4.3. Diş Dokusu ve Diş Yaşı.....	16
2.5. Diş Yaşı Tahmini İçin Bilimsel Yöntemler	24
2.5.1. Logan ve Kronfeld Yöntemi	26
2.5.2. Schour ve Massler Metodu.....	26
2.5.3. Nolla Metodu	26
2.5.4. Gleiser ve Hunt Metodu	27
2.5.5. Moores, Fanning ve Hunt Metodu	28
2.5.6. Haavikko Yöntemi	28
2.5.7. Demirjian Metodu	28
2.5.8. Willems Metodu.....	30
2.5.9. Cameriere Metodu, Başlangıç Çalışması ve Avrupa Formülü	31
2.6. Kesim Noktası Kavramı, Diş Olgunluk İndeksleri	33
3.GEREÇ VE YÖNTEM	35
3.1. Çalışmanın Türü, Etik Onay ve Veri Toplama Süreci	35
3.2. Örneklem Büyüklüğü ve Dağılımı	35
3.3. Panoramik Radyografiler ve Değerlendirme Standartları.....	36
3.4. Çalışmanın Tasarımı.....	37

3.4.1. Ön Çalışma ile Gözlemci Standardizasyonu.....	37
3.4.2. Ana Çalışma	38
3.5. Ölçüm Süreci.....	40
3.5.1. Kök Ucu Açık Dişlere Ait Ölçüm	40
3.5.2. Kök Ucu Kapalı Dişlere Ait Ölçüm	40
3.5.3. Diş Olgunluk İndekslerinin Ölçümleri.....	41
3.6. İstatistiksel Analiz Yöntemleri	42
4. BULGULAR.....	44
5.TARTIŞMA.....	68
6.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	81
KAYNAKLAR.....	83
EKLER.....	108
EK-1 Etik Kurul Onayı	108
ÖZGEÇMİŞ.....	110

SİMGELER ve KISALTMALAR

%	: Yüzde
°C	: Santigrat
AUC	: Area Under the Curve
DNA	: Deoksiribonükleik asit
GN	: Gerçek Negatif
GP	: Gerçek Pozitif
ICC	: Intraclass Correlation Coefficient
ID	: Identification
I _{2M}	: İkinci büyük azı dişi olgunluk indeksi
I _{3M}	: Üçüncü büyük azı dişi olgunluk indeksi
IOM	: International Organization for Migration
IPM ₁	: Birinci küçük azı dişi olgunluk indeksi
IPM ₂	: İkinci küçük azı dişi olgunluk indeksi
kVp	: Kilovolt peak
mA	: Milliampere
mSv	: Millisievert
mtDNA	: Mitokondriyal DNA
NRPB	: National Radiological Protection Board
ROC	: Receiver Operating Characteristic

SRY	: Sex-determining Region Y
TCK	: Türk Ceza Kanunu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TW	: Tanner-Whitehouse Atlas
UNHCR	: United Nations High Commissioner for Refugees
YI	: Youden Index
YN	: Yanlış Negatif
YP	: Yanlış Pozitif

ŞEKİLLER

Şekil 2.1. Nolla'nın Diş Gelişim Aşamaları.....	27
Şekil 2.2. Demirjian'ın Diş Gelişim Aşamaları	29
Şekil 2.3. Cameriere Yöntemine Göre Yapılan Ölçüm Örneği	33
Şekil 3.1. Tek ve Çift Köklü Dişlerde Ölçüm Örneği	40
Şekil 4.1. Genel Örneklem, IPM_1 , IPM_2 , I_{2M} ve S Değerinin Kronolojik Yaş ile İlişkisini Gösteren Nokta Grafikleri	46
Şekil 4.2. Erkek, IPM_1 , IPM_2 , I_{2M} ve S Değerinin Kronolojik Yaş ile İlişkisini Gösteren Nokta Grafikleri	46
Şekil 4.3. Kız, IPM_1 , IPM_2 , I_{2M} ve S Değerinin Kronolojik Yaş ile İlişkisini Gösteren Nokta Grafikleri	46
Şekil 4.4. Erkek, Tek Değişkenli Yöntemlerin ROC Eğrileri	47
Şekil 4.5. Erkek, IPM_1 Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği.....	47
Şekil 4.6. Erkek, IPM_2 Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği.....	48
Şekil 4.7. Erkek, I_{2M} Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği	48
Şekil 4.8. Erkek, Eğitim Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktalarının Ayrıştırma Grafiği	50
Şekil 4.9. Erkek, Doğrulama Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktalarının Ayrıştırma Grafiği	50
Şekil 4.10. Kız, Tek Değişkenli Yöntemlerin ROC Eğrileri.....	51
Şekil 4.11. Kız, IPM_1 Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği.....	51
Şekil 4.12. Kız, IPM_2 Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği	51
Şekil 4.13. Kız, I_{2M} Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği.....	52
Şekil 4.14. Kız, Eğitim Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktalarının Ayrıştırma Grafiği	53
Şekil 4.15. Kız, Doğrulama Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktalarının Ayrıştırma Grafiği	54
Şekil 4.16. Erkek, İki Değişkenli Yöntemlerin ROC Eğrileri	54
Şekil 4.17. Erkek, $I_{2M}+IPM_1$ Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği	55
Şekil 4.18. Erkek, $I_{2M}+IPM_2$ Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği	55
Şekil 4.19. Erkek, IPM_1+IPM_2 Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği.....	55

Şekil 4.20. Erkek, Eğitim Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktalarının Ayrıştırma Grafiği	57
Şekil 4.21. Erkek, Doğrulama Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktalarının Ayrıştırma Grafiği	57
Şekil 4.22. Kız, İki Değişkenli Yöntemlerin ROC Eğrileri	58
Şekil 4.23. Kız, $I_{2M}+IPM_1$ Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği	58
Şekil 4.24. Kız, $I_{2M}+IPM_2$ Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği	58
Şekil 4.25. Kız, IPM_1+IPM_2 Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği.....	59
Şekil 4.26. Kız, Eğitim Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktalarının Ayrıştırma Grafiği	60
Şekil 4.27. Kız, Doğrulama Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktalarının Ayrıştırma Grafiği	61
Şekil 4.28. Erkek, S değeri ROC Eğrileri	61
Şekil 4.29. Erkek, S Değeri Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği	62
Şekil 4.30. Erkek, Eğitim Grubu, $S=0,412$ Kesim Noktasının Ayrıştırma Grafiği....	63
Şekil 4.31. Erkek, Doğrulama Grubu, $S=0,412$ Kesim Noktasının Ayrıştırma Grafiği	63
Şekil 4.32. Kız, S Değeri ROC Eğrileri	64
Şekil 4.33. Kız, S Değeri Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği.....	64
Şekil 4.34. Kız, Eğitim Grubu, $S=0,350$ Kesim Noktasının Ayrıştırma Grafiği.....	66
Şekil 4.35. Kız, Doğrulama Grubu, $S=0,350$ Kesim Noktasının Ayrıştırma Grafiği.	66

TABLULAR

Tablo 2.1. TÜİK, 2020-2023 Güvenlik Birimlerine Gelen veya Getirilen Çocukların Yaş Dağılımı.....	11
Tablo 2.2. Süt Dişlerinin Gelişim Dönemleri	23
Tablo 2.3. Daimi Dişlerin Gelişim Dönemleri	24
Tablo 2.4. Nolla Diş Gelişim Aşamalarının Açıklamaları	27
Tablo 2.5. Demirjian Diş Gelişim Aşamalarının Açıklamaları.....	30
Tablo 2.6. Willems Erkeklerde Diş Gelişim Skorları	30
Tablo 2.7. Willems Kızlarda Diş Gelişim Skorları.....	30
Tablo 3.1. Örneklem Sayısı ve Dağılımı	36
Tablo 3.2. NRPB Kalite Ölçeği	37
Tablo 3.3. Eğitim ve Doğrulama Grubu Yaş ve Cinsiyet Dağılımı	39
Tablo 3.4. Eğitim Grubunda Kaydedilen Veriler	39
Tablo 3.5. Doğrulama Grubunda Kaydedilen Veriler	39
Tablo 4.1. Yaş Ortalamaları ve Standart Sapmaları	44
Tablo 4.2. Yaş ve Cinsiyet Dağılımı	44
Tablo 4.3. Korelasyon Katsayıları, r ; Pearson Katsayısı, ρ ; Spearman Katsayısı	45
Tablo 4.4. Erkek, Eğitim Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktaları ve Performans Ölçümleri	48
Tablo 4.5. Erkek, Doğrulama Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktaları ve Performans Ölçümleri	49
Tablo 4.6. Erkek, Eğitim Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kontenjans Tablosu	49
Tablo 4.7. Erkek, Doğrulama Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kontenjans Tablosu	49
Tablo 4.8. Kız, Eğitim Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktaları ve Performans Ölçümleri	52
Tablo 4.9. Kız, Doğrulama Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktaları ve Performans Ölçümleri	52
Tablo 4.10. Kız, Eğitim Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kontenjans Tablosu ..	53
Tablo 4.11. Kız, Doğrulama Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kontenjans Tablosu	53

Tablo 4.12. Erkek, Eğitim Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktaları ve Performans Ölçümleri	56
Tablo 4.13. Erkek, Doğrulama Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktaları ve Performans Ölçümleri	56
Tablo 4.14. Erkek, Eğitim Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kontenjans Tablosu	56
Tablo 4.15. Erkek, Doğrulama Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kontenjans Tablosu	57
Tablo 4.16. Kız, Eğitim Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktaları ve Performans Ölçümleri	59
Tablo 4.17. Kız, Doğrulama Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktaları ve Performans Ölçümleri	59
Tablo 4.18. Kız, Eğitim Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kontenjans Tablosu....	60
Tablo 4.19. Kız, Doğrulama Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kontenjans Tablosu	60
Tablo 4.20. Erkek, Eğitim Grubu, S Değeri Performans Ölçümleri.....	62
Tablo 4.21. Erkek, Doğrulama Grubu, S Değeri Performans Ölçümleri.....	62
Tablo 4.22. Erkek, Eğitim Grubu, S Değeri Kontenjans Tablosu.....	63
Tablo 4.23. Erkek, Doğrulama Grubu, S Değeri Kontenjans Tablosu	63
Tablo 4.24. Kız, Eğitim Grubu, S Değeri Performans Ölçümleri	64
Tablo 4.25. Kız, Doğrulama Grubu, S Değeri Performans Ölçümleri	65
Tablo 4.26. Kız, Eğitim Grubu, S Değeri Kontenjans Tablosu	65
Tablo 4.27. Kız, Doğrulama Grubu, S Değeri Kontenjans Tablosu	65
Tablo 4.28. Erkek, Doğrulama Grubu, AUC Farklılıkları	67
Tablo 4.29. Kız, Doğrulama Grubu, AUC Farklılıkları.....	67

1. GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam

Bir bireyin yaş, cinsiyet, etnik köken ve fiziksel özellikler gibi temel nitelikleri kimlik olarak tanımlanmaktadır. Bu özellikler arasında bireyin kimliğini tanımlamada, yaş kavramı önemli bir unsur olarak öne çıkmaktadır.⁽¹⁾ Farklı nedenler ile bireyin kimlik tespiti ve dolayısıyla yaş tahmini gerekebilir. Bu nedenle adli tıp çeşitli disiplinler ile iş birliği içinde çalışarak, kimlik tespitinin doğruluğunu ve güvenilirliğini artırmayı hedeflemektedir.⁽²⁾ Yaş tahmin yöntemleri adli tıp ve diş hekimliği gibi alanlarda önemli bir çalışma konusudur. Yaş tahmin çalışmalarının önemi; yaşayan bireylerde hukuki ve cezai sorumluluğun açıklığa kavuşturulması,⁽³⁾ küresel bir sorun olan göç ve mülteci hareketlerinin⁽⁴⁾ veya yetersiz doğum kayıtlarının neden olduğu kimlik ve yaş belirsizliklerinden doğan sorunların⁽⁵⁾ giderilmesi ihtiyacından kaynaklanmaktadır.^(5, 6) Hukuki ve sosyal açıdan kritik bir konu haline gelen yaş tahmin çalışmalarının artan önemi nedeniyle, bu alanda daha fazla araştırma ve geliştirmeye ihtiyaç duyulmaktadır.⁽⁷⁾ Yaş tahmin çalışmalarında kemikler ve dişler en sık tercih edilen dokular arasındadır.⁽⁸⁻¹¹⁾ Diş gelişimine dayalı birçok yöntem geliştirilmiş olup bunlar arasında radyolojik yöntemler daha sık kullanılmaktadır. Radyolojik yöntemler arasında; Demirjian, Nolla ve Cameriere yöntemi gibi çeşitli metotlar yer almaktadır.^(10, 12, 13)

Cameriere yönteminde; açık kök ucuna sahip olan dişlerin kök ucu açıklığının dişin uzunluğuna oranı hesaplanmakta ve cinsiyet gibi bazı değişkenler ile birlikte yaş tahmini için regresyon modelleri oluşturulmaktadır.⁽¹⁰⁾ Bu formül ile doğrudan kronolojik yaş tahmini yapılmaktadır. Bu yöntem farklı popülasyonlarda test edilmiştir.⁽¹⁴⁻¹⁸⁾ Cameriere'in tanıttığı diş olgunluk indeksleri ise doğrudan yaş tahmini yapmamaktadır. Bunun yerine bireylerin belirli bir yaş sınırını aşmış olmalarını belirlemeye yönelik, daha az diş ölçümünü içeren pratik yöntemler olarak kullanılmaktadır.⁽¹⁹⁻²³⁾ Özellikle üçüncü büyük azı dişi olgunluk indeksi (I_{3M}), 18 yaş sınırını ayırt etmek için farklı popülasyonlarda geniş çapta uygulanmış ve 0,08 kesim noktası 18 yaş sınırı için yaygın olarak kabul görmüştür.^(22, 24-27)

Dünya genelinde 192 ülkedeki çocuk hakları ve ceza ehliyeti için minimum yaş sınırını inceleyen kapsamlı bir çalışmada, ceza ehliyeti için minimum yaş sınırının 6'dan 18

yaşa kadar geniş bir aralıkta olduğu tespit edilmiş ve medyan yaş değeri 12 olarak rapor edilmiştir.⁽²⁸⁾ Türkiye'de Türk Ceza Kanunu'nda ceza ehliyeti kapsamında kritik yaş sınırları; 12, 15, 18 ve 21 olarak belirlenmiştir. Türk Ceza Kanunu'na göre ceza ehliyeti için minimum yaş sınırı 12 yaştır.⁽²⁹⁾ Ancak Türk popülasyonunda kritik öneme sahip olan 12 yaş sınırına yönelik ikinci büyük azı dişli olgunluk indeksi (I_{2M}) ile ilgili çalışmaların sınırlı olduğu görülmüştür.⁽²¹⁾ Ayrıca mevcut literatür incelendiğinde Türk popülasyonu için, birinci ve ikinci küçük azı dişleri olgunluk indeksleri (IPM_1 ve IPM_2) ile ilgili 12 yaş sınırına yönelik herhangi bir çalışmanın bulunmadığı görülmektedir. Bu durum, bu çalışmanın adli uygulamalarda referans olabilecek yeni veriler sağlayarak katkı sunma potansiyelini artırmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Türk popülasyonunda IPM_1 , IPM_2 ve I_{2M} olgunluk indeksleri ile alt çene 7 daimi dişin olgunluk indekslerinin toplamını ifade eden S değerini kullanarak 12 yaş sınırını temsil eden kesim noktalarını belirlemek ve bu değerlerin yaş sınırını tahmin etme performanslarını bağımsız bir grupta test etmektir. Bu kapsamda hem kesim noktalarının belirlenmesi hem de belirlenen kesim noktalarının yaş tahmini sürecindeki kullanımının değerlendirilmesi hedeflenmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Adli Bilim ve Adli Odontoloji Kavramları

Adli bilim ve adli odontoloji, bireylerin kimliklendirilmesi başta olmak üzere birçok adli süreçte kullanılan bilimsel yöntemlerin temelini oluşturmaktadır.^(2,30) Bu bölümde adli bilim ve adli odontolojinin; tanımları, kapsamı ve tarihsel gelişimlerine yer verilmiştir.

2.1.1. Adli Bilim

Adli bilim kavramı, yaşayan veya ölmüş bireylerin kimlik belirleme sürecine dahil olarak, bireylerin ayırt edici özelliklerini analiz eden ve bilinmeyen tanımlamak için tıbbi ve bilimsel verileri inceleyen bir bilim dalıdır.⁽³⁰⁾ Adli bilim tıp bilimlerinden; tıp hekimi, diş hekimi, psikiyatrist, patolojisyen, jinekolog ve eczacı gibi çeşitli disiplinler ile iş birliği içinde çalışarak adli süreci kolaylaştırmayı ve kimlik tespitinin doğruluğunu artırmayı hedeflemektedir.⁽²⁾

2.1.2. Adli Odontoloji

Adli bilimin temel çatılarından biri olan adli odontoloji kavramı, dental dokularla ilgili bilgileri yöneterek adli bilim, diş hekimliği ve hukuk arasında güçlü bir köprü oluşturmaktadır.⁽³¹⁾ Adli odontoloji kavramı, 1960'lara kadar fazla bilinirlik kazanmamış olsa da ilk kez adli odontoloji eğitimi adıyla Amerika Birleşik Devletleri'nde resmî olarak bir enstitü programına dahil edilmiş ve yapılandırılmıştır.⁽³²⁾ Türkiye'de adli tıp anabilim dalının ilk kez 1940'ta İstanbul, 1946'da Ankara ve 1958'de Ege Üniversitesi tıp fakülteleri bünyesinde kurulduğu bilinmektedir. 1979 yılı itibarıyla adli tıp dersleri hukuk, tıp ve diş hekimliği fakültelerinde müfredata dahil edilmiştir. Adli diş hekimliği konulu adli tıp derslerine ise ilk defa Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde Prof. Dr. Sema Aka rehberliğinde yer verilmiştir.⁽³¹⁾ Adli odontolojinin öncüsü olarak anılan diş hekimi Amoëdo, dişlere göre toplu adli kimliklendirmenin ilk defa yapıldığı, 4 Mayıs 1897 tarihinde meydana gelen Bazaar de la Charité yangını olarak bilinen olayın ardından, L'art Dentaire en Médecine Légale adlı ilk adli diş hekimliği kitabını kaleme almıştır.⁽³³⁾ Bu yangında kimliklendirilemeyen bireylerde kimlik tespiti için ölüm öncesi ile ölüm sonrası diş kayıtları kıyaslanmış ve diş morfolojilerinin farklılığından yararlanılarak kimlik tespitleri yapılmıştır.⁽³⁴⁾ Amoëdo bu yangının ardından, diş

dokusunun son derece dayanıklı bir materyal olarak adli odontolojide kritik bir role sahip olduğunu belirtmiştir.⁽³⁵⁾ Adli odontoloji için kritik bir unsur olan diş dokusu; yüksek sıcaklık, düşük sıcaklık, kimyasal madde, mikroorganizma istilaları ve fiziksel travma gibi çeşitli çevresel saldırılara direnç göstererek iç yapısını korumaktadır.⁽³⁶⁾ Ayrıca beslenme ve hormon gibi uyarıcı faktörlerden çok fazla etkilenmedikleri için güçlü bir DNA bilgisi taşımaktadır.⁽³⁷⁾ Özellikle küçük ve parçalanmış veya karışmış olan adli materyallerde kimlik tespiti için DNA analizi tek seçenek olarak kalabilmektedir ve diş sert dokularından DNA başarılı bir şekilde elde edilebilmektedir. Bu özelliği sayesinde adli odontoloji adli bilimlerin temel ve önemli bir disiplini olarak önemini korumaya devam etmektedir.^(38, 39)

Kimliklendirme sürecinde yüz yapıları, ağız bölgesi ve dişler dışında diş restorasyonları da (amalgam dolgular, kompozit dolgular, sabit kron köprü protezleri ve hareketli protezler vs.) ayırt edici özellikler arasında değerlendirilmektedir.⁽⁴⁰⁾ Tarihte bir diş hekimi tarafından gerçekleştirilen ilk adli uygulama, 1776 yılında diş hekimi Revere tarafından yapılmıştır. Revere, 1775 yılında savaşta ölen ancak cesedi 1 yıl sonra bulunan arkadaşı Warren'ın kimliğini, kendi yaptığı gümüş tel ile bağlı köprü restorasyonunu saptayarak tespit etmiştir.⁽⁴¹⁾ Günümüzde dental fotoğraf kayıtları, radyografiler ve bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler sayesinde ilgili kayıtları belgeleme, arşivleme ve paylaşma imkânı da arttığı için adli odontoloji hızlı, güvenilir ve faydalı sonuçlar üretebilmektedir. Diş hekimliğindeki bu gelişmeler, bireylerin hızlıca kimliklendirilmesi gereken doğal afetler gibi toplu kayıpların yaşandığı durumlarda, diş kayıtlarının önemli bir veri kaynağı olmasına katkı sunmaktadır.⁽⁴⁰⁾ Toplu kayıpların yaşandığı durumlarda, kimliklendirme süreçleri için uluslararası standartlar oluşturulması bu uygulamaların etkinliğini artırmaktadır. Bu bağlamda, uluslararası kriminal polis örgütü olan INTERPOL (International Criminal Police Organization) tarafından yayımlanan afet kurbanı kimliklendirme (Disaster Victim Identification – DVI) protokollerine göre diş kayıtları da DNA analizi ve parmak iziyle birlikte güvenilir kimliklendirme yöntemlerinden biri olarak kullanılmaktadır. Özellikle kitlesel ölümler, doğal afetler ve kazalar sonrasında, diş yapısının yüksek direnç göstermesi nedeniyle diş kayıtlarına ihtiyaç duyulmaktadır.⁽⁴²⁾ Türkiye 1930 yılından bu yana bu teşkilata üye olan devletler arasında yer almaktadır.⁽⁴³⁾ Ülkemizde 06.10.2022 tarihli resmî gazetede yayımlanan ağız ve diş sağlığı hizmeti veren özel sağlık kuruluşları hakkındaki yönetmeliğe göre, sağlık

kuruluşlarının hastalara ait teşhis, tedavi ve radyografi kayıtlarını diş numaralarıyla birlikte elektronik ortamda kaydedip, sağlık bakanlığının belirlediği sistemde arşivlemekle ve bu verileri gerektiğinde bakanlığa iletilmekle yükümlü olduğu belirtilmiştir. Bu düzenleme, dental kayıtların sürekliliğini sağlamayı ve özellikle doğal afetler gibi toplu kayıpların yaşandığı durumlarda, ihtiyaç duyulduğunda sistemli bir kayıt mekanizmasına erişerek kimlik tespitini kolaylaştırmayı destekleyici niteliktedir.⁽⁴⁴⁾ Doğal afetlerde kayıp sayısının yüksek olması ve zamanla meydana gelen yumuşak dokudaki bozulmalar, kimliklendirme sürecini zorlaştırmaktadır. DNA analizi, güvenilir bir yöntem olmasına rağmen maliyetli, zaman alıcı ve uygulanması güçtür. Ayrıca, DNA eşleşmesi için bireyin bir yakınının genetik örneğine ihtiyaç duyulması, kimsesiz vakalarda süreci karmaşık hale getirmektedir.⁽⁴⁵⁾ Bu nedenle, yüksek kayıpların yaşandığı doğal afetlerde öncelikli olarak dental kayıtlar, parmak izi veya görsel teşhis gibi daha hızlı ve kolay uygulanabilir yöntemler tercih edilmektedir.⁽⁴⁶⁾ Örneğin, ülkemizde meydana gelen Kahramanmaraş merkezli 6 Şubat depremlerinde, 11 ilde meydana gelen yıkımlarda yaklaşık 50.000 kişi hayatını kaybetmiştir. Felaketin boyutu ve aciliyeti göz önüne alındığında, DNA analizlerinin uygulama zorluğu ve yüksek maliyeti görülmektedir.⁽⁴⁵⁾ Yaşanan bu depremde kimliklendirme sürecinde öncelikli olarak daha pratik ve hızlı olan parmak izi ve görsel teşhis kullanılmıştır. Bu yöntemlerin yapılamadığı durumlarda ise DNA analizlerinden yararlanılmıştır. Yakını bulunamayan bireylerde ise olası salgın hastalıklar riski de göz önünde bulundurularak, DNA örnekleri alınıp arşivlenmiş ve defin işlemleri geciktirilmeden gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda DNA analizleri mecbur kalınan durumlarda uygulanmakta olup ilk aşamada daha basit ve hızlı sonuç veren yöntemler tercih edilmiştir.⁽⁴⁷⁾ Ancak ülkemizde diş hekimine gitme sıklığının istenilen düzeyde olmaması ve var olan kayıtların eksikliği nedeniyle kimliklendirme sürecinde dental kayıtlardan etkin bir şekilde yararlanılamamıştır.⁽⁴⁵⁾

1988 yılında Lockerbie hava felaketinde hem uçaktaki yolcuların hem de uçağın düşmesiyle hayatını kaybeden yerel halkın kimliklendirilmesinde, odontoloji ve parmak izleri kullanılmıştır. 270 kişiden 253'ünün kimliği tespit edilmiş olmakla birlikte, 209 kişi dental kayıtlar ile teşhis edilmiştir.⁽⁴⁸⁾

2004 yılında Hint Okyanusu'nda meydana gelen 9,1 büyüklüğündeki deprem ve ardından oluşan tsunami nedeniyle 14 ülkede 230 binden fazla can kaybı yaşanmıştır.

Felaketin ardından, uluslararası ekiplerin katılımıyla geniş çaplı bir kimliklendirme süreci başlatılmıştır. Bu süreçte, 1112 afet kurbanının 962'si dental kayıtlarla, 71'i parmak iziyle, 10'u görsel teşhisle ve 3'ü DNA analiziyle kimliklendirilebilmiştir.⁽⁴⁹⁾

2.1.3. Diş Sert Dokularının DNA Analizindeki Rolü

İnsan vücudundaki neredeyse tüm dokularda bulunan DNA, her bireye özgü genetik bilgiler içerdiği için adli bilim dünyasında önemli bir materyaldir.⁽³⁹⁾ Ancak her dokudan izole edilebilen DNA materyalinin kalitesi ve miktarı farklılık gösterebilmektedir.⁽⁵⁰⁾ Bireyin ölümü üzerinden geçen süre arttıkça, yumuşak dokulardan DNA elde etmek zorlaşmaktadır. Ancak daha dayanıklı materyaller olan kemik ve diş örnekleri üzerinden DNA analizi yapılabilmektedir.⁽⁵¹⁾

Mörnstad ve ark.⁽⁵²⁾ yaptıkları bir çalışmada; yaşları 15-85 arasında olan 21 kişinin dişlerinden elde edilen dentin dokusundan, mitokondriyal DNA'yı (mtDNA) izole etmeyi hedeflemişlerdir. İlgili dişlerin pulpasını da kontrol grubu olarak kullanmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre mtDNA, tüm dişlerin dentin dokusundan izole edilebilmiş ve kontrol için kullanılan pulpa ile her bireyin dentinindeki mtDNA özdeş çıkmıştır. Yazarlar bu durumun yaşlanmaya bağlı olarak dentindeki tübüllerin kalsiyum fosfat kristalleri ile tıkanması sayesinde mtDNA'nın dentin içinde korunaklı kalmasıyla ilişkilendirmiş ve bunun sayesinde dokuların kötü veya bozulmuş olduğu durumlarda bile kimlik tespiti için diş dokularının potansiyel bir DNA kaynağı olabileceğini bildirmişlerdir.⁽⁵²⁾

Malaver ve ark.⁽³⁹⁾ dentin dışında pulpa ve sement gibi diğer diş dokularının da DNA kaynağı olup olamayacağını değerlendirmek amacıyla, yaklaşık 5 yıl gömülü kalmış tanımlanamayan kişilerden elde ettikleri 20 diş ile kontrol grubu olarak cerrahi nedenlerle alınmış olan üç adet büyük azı dişini aynı koşullarda işleyerek analiz etmişlerdir. Pulpa dokusu, analiz edilen dişlerin yalnızca beşinde bulunabilmesine rağmen bir dentin örneği dışında kalan tüm örneklerde pulpa, dentin ve sementten başarılı bir şekilde DNA çoğaltma sinyalleri elde ettiklerini bildirmişlerdir.⁽³⁹⁾

Modern adli tıpta amelogenin ve erkek cinsiyet gelişiminden sorumlu olan SRY geni (Sex-determining Region Y) cinsiyet belirlemek için kullanılan moleküler belirteçler arasında yer almaktadır. Toplam mine matriks proteinlerinin yaklaşık %90'ını oluşturan amelogeninler, her iki cinsiyet kromozomunda da bulunmaktadır.⁽⁵³⁾

Chowdhury ve ark.⁽⁵⁴⁾ adli senaryoları taklit eden farklı çevresel koşullara maruz bıraktıkları diş pulpasından DNA izole ederek, amelogenin aracılığı ile cinsiyet belirlemeyi hedefledikleri bir çalışmada, 350 °C'ye maruz kalan örnekler hariç kalan örneklerden başarılı bir şekilde DNA izolasyonu sağlayabilmiş ve örneklerin cinsiyet tayininin, başlangıç aşamasında diş örneklerinin toplanması sırasında kaydedilen kayıtlar ile aynı olduğu sonucunu raporlamışlardır.⁽⁵⁴⁾

Prasad ve ark.⁽⁵⁵⁾ üç hafta boyunca farklı sıcaklık koşullarına maruz kalan diş örneklerinden cinsiyet belirlemek amacıyla DNA izolasyonu yaparak, cinsiyet belirlenmesinde rol oynayan SRY genini çoğaltmayı hedeflemiştir ve tüm gruplarda SRY genini elde ettiklerini bildirmişlerdir.⁽⁵⁵⁾

2.2. Yaş ve Yaş Tahmini Kavramı

Bir bireyi tanımlamak için onu temsil eden kişiye özgü yaş ve cinsiyet başta olmak üzere etnik köken, boy, kilo, vücut tipi, saç ve göz rengi gibi en temel özelliklerin hepsine birden kimlik denirken, hayatta olan veya olmayan bir bireyin, bu temel özellikleri ile kişiselleştirilmesini hedefleyen prosedürlere kimlik tespiti denmektedir.^(1, 56) Bu bölümde, kimlik tespitinde temel bir unsur olan yaş ve yaş tahmini kavramları irdelenmiştir.

2.2.1. Yaş Kavramı

İnsan zaman içinde belirli ve tahmin edilebilir düzeylerde büyür, gelişir ve yaşlanır.⁽⁵⁷⁾ Yaş kavramı bir bireyin biyolojik, psikolojik veya sosyal gelişim dönemlerini yansıtan bir ölçüt olarak kullanılabilir. Yaş kavramı sürekli bir değişken olmakla birlikte, hem bireyin kimliğini oluşturan temel kavramlardan biri olduğu için hem de bireyin büyüme ve gelişim durumunu açıklamak için önemlidir.^(2, 57) Ayrıca, yaş kavramı bireyin kişisel özelliğini tamamlayan bir parametre olmanın da ötesinde hem bireyin hukuki statüsü hem de tıbbi tedavileri açısından kritik bir öneme sahip olabilmektedir.^(1, 56)

2.2.2. Yaş Tahmini Kavramı

Bilimsel gereç ve yöntemleri kullanmaya dayalı olarak, genellikle biyolojik olgunluk göstergelerine göre tasarlanmış olan sürece yaş tahmini denmekte olup, bu süreçte en çok kullanılan yöntemlerin başında, insan vücudunun diğer kısımlarına göre daha uzun süre hayatta kalma eğiliminde olan, kemikler ve dişler üzerinden tasarlanmış

yöntemler gelmektedir.^(8, 58) Vücudumuzda yaşa bağlı değişiklikler tahmin edilebilir olsa da bireyler arasındaki doğal varyasyonlar nedeniyle yaş tahmini yapılırken yıl, ay, gün gibi kesin bir yaş belirlemek mümkün olmamaktadır.⁽²⁾ Yaş tahmin yöntemlerinin ana hedefi bireyin kronolojik yaşına en yakın ve en güvenilir sonucu bulup, ihtiyaç duyulan talebi karşılamaktır.⁽⁵⁹⁾ Yaş tahminine sadece ölü bireylerin kimlik tespiti için ihtiyaç duyulmamaktadır. Yaşayan bireylerde de kişinin yaşına bağlı olan sosyal ve hukuki statülerin netleştirilmesi başta olmak üzere birçok farklı nedenden ötürü yaş tahminine gereksinim duyulabilmektedir. Bunlar arasında; kırsal kesimlerde sağlık kuruluşu dışındaki doğumlar nedeniyle nüfus kayıtlarının güvenilir olmaması, günümüz dünyasının en önemli sorunlarından olan göç nedeniyle kimliksiz mültecilerin yarattığı sosyal sorunlar, bireyler için önemli ve yaşa bağlı olan haller (reşit sayılma, sürücü ehliyeti alabilme, memuriyete girme, askerlik dönemi, evlenme yaşı) veya ceza ehliyeti durumu gibi pek çok durum sayılabilir.⁽⁵⁶⁾ Önemli bir talebi karşılayan yaş tahmin yöntemlerinin; yöntem ve doğruluk bakımından açık ve net bilgilere sahip olması, ilgili yöntemlerin bilimsel olarak sunulmuş olması, tıbbi etik ilkelerine ve yasal düzenlemelere uygun olması beklenmektedir.⁽⁷⁾

2.3. Yaş Tahmininin Hukuki ve Sosyal Boyutu

Yaş tahmini, bireyin yaşına bağlı olarak farklılık gösterebilen hukuki mevzuatlarda ve sosyal süreçlerde kritik bir rol oynamaktadır. Bu bölümde yaş tahmininin hukuki ve sosyal boyutunu irdelemeye yönelik olarak Türkiye İstatistik Kurumu verileri, Uluslararası Göç Örgütü 2024 yılı göç raporu ve adli tıp çalışmalarındaki olguların başvuru nedenleri incelenmiştir.^(4, 60)

2.3.1. Türk Ceza Hukukunda Çocuğun Cezai Sorumluluğu

Ülkemizdeki hukuk mevzuatları, bireyleri hem yaşlarına hem de cinsiyetlerine göre sınıflandırmış olup, buna göre bireyin cezai durumunda değişiklik yapabilmektedir.^(56, 61) Birleşmiş Milletler Çocuk Haklarına Dair Sözleşme ceza ehliyeti için minimum yaş sınırını; bir çocuğun kendi eylemlerinden cezai olarak sorumlu tutulamayacağı ve bu nedenle ceza mahkemesi önüne çıkarılamayacağı yaş olarak tanımlamıştır. Ayrıca bu sözleşme taraf devletlere kendi hukuk mevzuatlarında, çocuklar için ceza ehliyeti kapsamında minimum bir yaş sınırı belirlemesini şart koşturmuştur.⁽⁶²⁾ Türkiye, Birleşmiş Milletler Çocuk Haklarına Dair Sözleşme'yi kabul etmiş devletler arasında

bulunmaktadır.⁽⁶³⁾ Ülkemizdeki hukuk mevzuatlarına göre yaş kavramını içeren Türk Ceza Kanunu (TCK) maddeleri ise şu şekildedir;

TCK Madde 6'nın, birinci fıkrasının b bendine göre, ceza kanunlarının uygulanmasında yaş kriteri esas alınmakta olup, çocuk terimi on sekiz yaşını doldurmamış bireyleri kapsamaktadır.⁽²⁹⁾

TCK Madde 31'de ceza sorumluluğunu kaldıran veya azaltan nedenlerden biri olarak yaş küçüklüğüne yer verilmiştir. TCK Madde 31'in 1. fıkrasına göre, suç işlediği sırada 12 yaşını doldurmamış çocuklar cezaî sorumluluk taşımamaktadır. Bu yaş grubundaki çocukların kusurlu sayılması mümkün değildir ve değiştirilemez bir hukuki ilke olarak kabul edilir.⁽²⁹⁾

TCK Madde 33'te ceza sorumluluğunu kaldıran veya azaltan nedenlerden biri olarak sağır ve dilsizlik hallerine yer verilmiştir. Sağır ve dilsiz bireylerin cezai sorumluluğu, yaş gruplarına göre özel olarak düzenlenmiştir. 12 yaşını doldurmamış çocuklara ilişkin hükümler, 15 yaşını doldurmamış sağır ve dilsiz bireyler için de uygulanmaktadır. 12-15 yaş aralığındaki çocuklara ilişkin hükümler, 15-18 yaş arasındaki sağır ve dilsiz bireyler için de geçerli sayılmaktadır. 15-18 yaş aralığındaki bireylere ilişkin hükümler, 18-21 yaş arasındaki sağır ve dilsiz bireyler için de uygulanmaktadır.⁽²⁹⁾

TCK Madde 31'in 2. fıkrasına göre, 12 yaşını doldurmuş ancak 15 yaşını doldurmamış bireylerin cezai sorumluluğu, davranışlarını yönlendirme ve fiilin hukuki sonuçlarını algılama yeteneklerine bağlıdır. Bu yeteneklerin gelişmemiş olması durumunda ceza sorumluluğu bulunmamakla birlikte çocuklara özgü güvenlik tedbirleri uygulanır. Eğer bu yetenekler mevcut ise, ağır suçlarda ceza süreleri yaş grubuna göre uyarlanarak indirilir ve diğer suçlarda cezalar üçte iki oranında azaltılır. Ancak her bir fiil için verilecek ceza 6 yılı aşmamalıdır.⁽²⁹⁾

TCK Madde 31'in 3. fıkrasına göre, 15 yaşını doldurmuş ancak 18 yaşını doldurmamış bireyler için cezai sorumluluk, yaşlarına uygun olarak düzenlenmiştir. Ağırlaştırılmış müebbet hapis cezasını gerektiren suçlar için 14 ile 20 yıl, müebbet hapis cezasını gerektiren suçlar için ise 9 ile 12 yıl hapis cezası verilir. Diğer suçlarda cezalar yarı oranında indirilir ve her fiil için verilecek ceza 8 yılı aşmamalıdır.⁽²⁹⁾

TCK Madde 50'ye göre, belirli şartlar altında kısa süreli hapis cezaları seçenek yaptırımlara çevrilebilir. Daha önce hapis cezası almamış kişiler için; fiili işlediği tarihte 18 yaşını doldurmamış olanların bir yıl veya daha az süreli hapis cezaları, birinci fıkrada belirtilen seçenek yaptırımlardan birine çevrilebilmektedir.⁽²⁹⁾

TCK Madde 51'e göre, işlediği suçtan dolayı iki yıl veya daha az süreyle hapis cezasına mahkûm edilen birinin cezası ertelenebilir. Eğer fiil, kişi on sekiz yaşını doldurmadan işlenmişse, bu üst sınır üç yıl olarak uygulanır. Bu düzenleme, yaşa bağlı olarak cezanın ertelenmesine imkân tanımaktadır.⁽²⁹⁾

TCK Madde 103'te cinsel istismar; 15 yaşını tamamlamamış veya tamamlamış olsa bile fiilin hukuki anlam ve sonuçlarını algılama yeteneği gelişmemiş çocuklara karşı gerçekleştirilen her türlü cinsel davranış olarak tanımlanmakta ve faile 3 ile 8 yıl arasında hapis cezası öngörülmektedir. Madde 104 ise, cebir, tehdit veya hile olmaksızın 15 yaşını bitirmiş çocuk ile cinsel ilişki olması halinde, şikâyet üzerine 6 aydan 2 yıla kadar hapis cezası öngörürken, fail mağdurdan 5 yaş büyükse şikâyet koşulu aranmaksızın ceza iki kat artırılmaktadır.⁽²⁹⁾

TCK Madde 109'a göre, bir çocuğu hukuka aykırı olarak bir yere gitme veya bir yerde kalma özgürlüğünden yoksun bırakan kişi 1 ile 5 yıl arasında hapis cezası ile cezalandırılır.⁽²⁹⁾

Yaşa bağlı olan bu mevzuatların dışında 4721 sayılı Türk Medeni Kanunu ve 5395 sayılı Çocuk Koruma Kanunu'nda, çocuklarla ilgili kararlarda çocuğun yarar ve esenliğinin gözetilmesi ilkesi esas alınmaktadır.^(64, 65)

2.3.2. İstatistiklerle Çocuk ve Suça Sürüklenme

Türkiye'de çocuklar için yaş kavramı hem hukuki hem de adli süreçlerde kritik bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Özellikle ceza ehliyeti açısından yaş sınırı, çocuğun adli sorumluluğunun belirlenmesinde temel bir ölçüt olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda, Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) 2020-2023 yıllarına göre güvenlik birimlerine gelen veya getirilen çocuklar üzerinden raporladığı demografik veriler, adli sürece dahil olmuş çocuk popülasyon oranını anlamak ve bu yaş grubunun toplum içindeki adli ve sosyal önemini ortaya koymak açısından değerli bir referanstır.⁽⁶⁰⁾ Özellikle, ceza ehliyeti bulunmayan 12 yaş ve altındaki çocukların rapordaki verilere göre toplam popülasyon içindeki dikkate değer oranı, çocukların

korunması ve rehabilitasyonuna yönelik politikaların geliştirilmesi gerekliliğine işaret etmekle birlikte, yaşı bilinmeyen çocukların varlığı yaş tahmini çalışmalarına yönelik bilimsel yöntemlerin adli süreçlerdeki kritik önemini ve bu alanda daha hassas ve güvenilir yöntemlerin geliştirilmesi gerekliliğini de ortaya koymaktadır.⁽⁶⁰⁾ Tablo 2.1’de TÜİK 2020-2023 yıllarına göre güvenlik birimlerine gelen veya getirilen çocukların yaş gruplarına göre dağılımı sunulmaktadır.

Tablo 2.1. TÜİK, 2020-2023 Güvenlik Birimlerine Gelen veya Getirilen Çocukların Yaş Dağılımı

Yaş Grubu	2020	2021	2022	2023
Yaşı Bilinmeyen	456	673	898	145
11 Yaş Altı	85.712	97.086	106.404	537.583
12-14 Yaş	91.029	111.006	149.485	143.990
15-17 Yaş	273.606	290.554	344.967	284.429

2.3.3. Adli Yaş Tahmini Başvuruları ve Olgu Profili

Yıldırım ve ark.⁽⁶⁶⁾ Gaziosmanpaşa Üniversitesi Adli Tıp Anabilim Dalı’na yaş tahmini nedeniyle başvuran olguları değerlendirdikleri çalışmalarında; yaş tahmini için talep oluşturulan kişilerin büyük çoğunluğunun (%86,39) 18 yaş ve altındaki kişilerden oluştuğunu belirtmişlerdir. Olguların kızlarda en çok cinsel istismar, erkeklerde ise yaş düzeltme nedeniyle talep oluşturulduğunu bildirmişlerdir.⁽⁶⁶⁾

Kaya ve ark.⁽⁶⁷⁾ Çukurova Üniversitesi Adli Tıp Anabilim Dalı’na yaş tahmini istemiyle talep oluşturulan mülteci olgularını değerlendirdikleri çalışmalarında; başvuruların kimlik yaşına göre en küçük yaşın 10 ve en büyük yaşın 19 olduğunu, olguların çoğunlukla geliş nedeninin cinsel istismar olduğunu bildirmişlerdir.⁽⁶⁷⁾

Şener ve ark.⁽³⁾ Atatürk Üniversitesi Adli Tıp Anabilim Dalı’na adli makamlar tarafından adli yaş tahmini yapılması istemi ile gönderilen 216 olguyu inceledikleri çalışmalarında; kimlik kayıtlarına göre %77,8’in 22 yaş ve altında olduğunu, olguların %81’inin doğumlarının sağlık kuruluşu dışında gerçekleştiğini ve %7,9’un ceza ehliyeti için yaş tahmini yapılması istendiğini bildirmişlerdir.⁽³⁾

2.3.4. Göç ve Kimliksiz Bireyler

Göç hareketleri, özellikle kimliksiz bireylerin adli ve sosyal süreçlerinde yaş tahmin çalışmalarına duyulan ihtiyacı giderek artırmaktadır. Uluslararası Göç Örgütü’nün (IOM) 2024 dünya göç raporuna göre; savaş, şiddet, doğal afetler ve diğer nedenlerle yerinden edilmiş kişilerin sayısı, tarihin en yüksek seviyesi olan 117 milyona

ulaşmıştır. Ayrıca, uluslararası göçmen sayısı 281 milyon olarak raporlanmıştır.⁽⁴⁾ Çok sayıda sığınmacı, yaşlarının belirlenmesi için kullanılabilecek geçerli bir kimlik belgesi sunamamaktadır. Geçerli kimlik belgeleri olmadan, sığınmacıların doğru yaşlarını belirlemek zor olabilmektedir.⁽⁶⁸⁾ Yaş kavramı, bu bireylerin yalnızca korunma, yardım ve eğitim ihtiyaçlarına erişiminin sağlanması açısından değil, aynı zamanda bireylerin yasal süreçlerindeki hukuki statülerinde de kritik bir öneme sahip olabilmektedir. Çünkü ceza ehliyeti için minimum yaş sınırı başta olmak üzere birçok hukuki karar, kişinin belirli bir yaş sınırını aşmış olduğuna bağlıdır.⁽²⁹⁾ Çocukların korunması açısından, yaş tahmini yöntemlerinin güvenilir olması bireye yanlış hukuki statünün atanmasını önleyerek mağduriyetleri azaltabilir. Geçerli kimlik belgelerinin olmaması veya hatalı bilgi içermesi durumunda, yetkililer ve mahkemeler adli yaş tahmini için talep oluşturabilmektedir.^(3, 66, 67) Kaya ve ark.⁽⁶⁷⁾ tarafından yapılan bir çalışmada, adli yaş tahmini için oluşturulan başvuru taleplerinde mülteci olguların da yer aldığı görülmüştür.⁽⁶⁷⁾ Bu bağlamda sıkça ihtiyaç duyulan yaş tahmini çalışmaları için dış gelişimini temel alan yöntemler, adli süreçlerde alternatif biyolojik belirteçler olarak değerlendirilebilir.

2.4. Farklı Yaş Belirteçleri

Yaş değerlendirilmesi, farklı biyolojik belirteçler kullanılarak yapılabilir. Kronolojik yaş, doğum tarihi kayıtlarına dayalı olarak belirlenirken, kemik yaşı iskelet olgunlaşması üzerinden,⁽⁹⁾ diş yaşı ise diş gelişim evrelerine göre^(10, 13, 69, 70) yaş tahmini yapabilmektedir. Bu bölümde, yaş kavramını değerlendiren farklı yaş belirteçlerine yer verilmiştir.

2.4.1. Kronolojik Yaş

Kronolojik yaş, yaşayan bir birey için geçen zamanı doğduğu andan itibaren yıl, ay ve gün gibi gerçek zaman dilimleri ile niceliksel olarak ölçen ve eğer bireyin doğum tarihi biliniyorsa o günün tarihinden doğum tarihi çıkarılarak kolaylıkla hesaplanabilen bir yaş kavramıdır.^(71, 72) Ancak kontrolsüz insan göçleri nedeniyle eksik veya hatalı doğum kayıtlarının getirdiği toplumsal sorunların varlığı,⁽⁷³⁾ hukuk davalarında suç mağdurunun yaşına göre cezai durumunun değişmesinden doğabilecek olası hukuki sorunların varlığı⁽⁷⁴⁾ ile tıbbi ve dental tedavi prosedürlerinde önemli bir kriter olan büyüme ve gelişim aşamalarını tam yansıtmadığı için, kronolojik yaş güvenilir bir araç olmayabilir.^(7, 71, 75, 76)

Doğum kayıtlarının eksikliği ve belgelerinin güvenilirliği konularında göçmen ve mülteci çocuklar arasında sorunlar yaşanmaktadır. Doğum kaydı, çocuğun yasal olarak vatandaşı olduğu ülke ile bağlarını ortaya koyan temel bir belgedir ve bu belgenin olmaması halinde çocukların hem yasal statüleri hem de eğitim ve sağlık haklarına erişimleri ciddi şekilde etkilenmektedir.⁽⁷⁷⁾ Eksik doğum belgesi kaydının önemi ve olası sonuçlarının göçmen çocuklar üzerindeki etkileri Birleşmiş Milletler Mülteciler Yüksek Komiserliği'nin (UNHCR, United Nations High Commissioner for Refugees) 2024 tarihli doğum kaydı ve sosyal haklar raporunda detaylıca ele alınmış ve önemi vurgulanmıştır.⁽⁵⁾ Gelişmekte olan ülkelerde, 5 yaş altı çocukların yalnızca yarısının doğum tarihi resmî kayıtlara geçirilmektedir. Özellikle Afrika kıtasında doğumların %64'ü, Güney Asya'da ise %65'i kayıt altına alınmamaktadır. Bu durum, eksik veya hatalı doğum kayıtlarının neden olduğu sosyal problemlerin ve idari belirsizliklerin yaygınlaşmasına zemin hazırlamaktadır.⁽⁷⁸⁾ Çocuklarda, özellikle de göçmen çocuklarda yaş tahmin çalışmaları hem adli hem de etik boyutlarıyla ele alınması gereken bir konudur. Birleşmiş Milletler Çocuk Haklarına Dair Sözleşme'nin 3. maddesi uyarınca, çocukları etkileyen tüm karar ve uygulamalarda çocuğun yüksek yararının esas alınması gerekmektedir. Ayrıca 7. maddesinde taraf devletler için, her çocuğun doğumunun kayıt altına alınması, yaş ve vatandaşlık bilgilerinin güvenilir bir şekilde belgelenmesi gerekliliği vurgulanmıştır.⁽⁷⁹⁾ Kronolojik yaşın eksik ya da hatalı olması sadece hukuki süreçleri değil aynı zamanda bireyin biyolojik gelişim evresine göre şekillenebilen bazı tıbbi ve dental tedavi süreçlerinde de sorunlara neden olabilmektedir. Örneğin ortodontide seçilecek tedavi yöntemi değerlendirilirken bireyin büyüme-gelişim aşamasının hangi evresinde olduğu büyük önem taşımaktadır. Ancak bu tedavilerde yalnızca kronolojik yaşın kullanılması, büyüme evrelerinin doğru değerlendirilmesini sınırlayabilmektedir. Öztürk ve ark.⁽⁸⁰⁾ yaptıkları bir çalışmada; çene gelişim paterni ile iskeletsel gelişim arasında özellikle de alt çene prognatisi olanlarda, kemik yaşının ileri olduğunu saptamışlardır.⁽⁸⁰⁾ İskeletsel gelişim ile bireylerin oklüzal kapanışları arasındaki ilişkiyi ele alan bazı çalışmalarda ise kapanış bozukluğu olan hastaların %85'inde kronolojik yaş ile kemik yaşı arasında uyumsuzluk tespit edilmiştir.^(80, 81) Tüm bu durumların bir getirisi olarak kronolojik yaşın limitasyonlarının üstesinden gelebilmek için, yaş kavramının kemik yaşı ve diş yaşı gibi farklı olgunluk belirteçleri ile birlikte tanımlanması ve belirlenmesi zorunlu bir ihtiyaç haline gelmiştir.⁽⁷¹⁾

2.4.2. Kemik Dokusu ve Kemik Yaşı

Kemik dokusu, bireyin büyüme ve gelişim sürecine paralel olarak değişim gösteren dinamik bir yapıdır. Kemik yaşı, iskeletsel olgunlaşmayı değerlendiren bir biyolojik gösterge olup, yaş tahmini süreçlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.^(9, 11) Bu bölümde, kemik dokusu ve kemik yaşı kavramı ele alınmaktadır.

2.4.2.1. Kemik Dokusu

Yetişkin bir insan iskeleti sesamoid kemikler hariç, toplam 213 kemiğe sahiptir.⁽⁸²⁾ Osteositler, osteoblastlar ve osteoklastlar olarak üç çeşit hücre içeren kemik dokusu; %50 ile %70 mineral (ağırlıklı olarak hidroksiapatit içerir), %20 ile %40 organik matriks (yüksek oranda tip 1 kollajen içerir), %5 ile %10 su ve az miktarda lipitten meydana gelmektedir.^(83, 84) Kalsiyumun %99'u, fosforun %85'i, magnezyumun ise %66'sı kemik dokusunda bulunmaktadır.^(85, 86) Kemik dokusu embriyogenez sırasında, mezenkimal yoğunlaşma sonucu intramembranöz kemikleşme ya da kıkırdak aracılığıyla gerçekleşen endokondral kemikleşme olmak üzere iki temel yol ile oluşmaktadır.⁽⁸⁷⁾ Endokondral büyüme, kıkırdak ve ossifikasyon merkezlerini içeren öncül bir yapı ile başlayarak gerçekleşmektedir. Oluşan kemiğin gövdesine diafiz, en uç kısımlarına ise epifiz denmektedir ve kemik uçlarında kalan kıkırdak dokusu büyüme plağı veya epifiz plağı olarak isimlendirmektedir. Büyüme plakları aracılığıyla kemik büyümeye devam etmekte ve zamanla bu alanlar birleşerek kemikleşmektedir. Ancak tüm epifizler aynı zamanda kaynaşmadığı için, bu özellik sayesinde iskeletsel olgunluk yorumlanabilmekte ve bireyin yaşını tahmin etmek için kullanılabilir.⁽²⁾

2.4.2.2. Kemik Yaşı

Kemik yaşı; bir bireyin iskeletsel gelişim evresinin derecesini yorumlayan bir parametre olup, kemiklerin olgunlaşma derecesine dayalı olarak hesaplanır ve yıl bazında bir ölçüm ile ifade edilir. Kemik yaşı, kemiğin büyümesini değil, olgunlaşmasını göstermekle birlikte bu durum genetik faktörler, cinsiyet ve sosyo-ekonomik durumlardan etkilenebildiği için popülasyonlara göre mevcut standartlar değişebilir.⁽⁵⁶⁾ İskeletsel gelişim aşamalarındaki çeşitlilikleri ölçerek, fizyolojik farklılıklara referans standartlar oluşturmak ve her yaş grubuna göre belirli bir dağılım gösteren iskeletsel olgunluk göstergelerini incelemek, bilim insanları için her zaman çalışma konusu olmuştur. Bu çalışmaların bir getirisi olarak günümüze kadar pek çok

bilim insanı kemiksel olgunluğu ve kemik yaşını belirleyebilmek için, farklı iskeletsel elemanları ve radyolojik görüntüleme araçlarını kullanarak pek çok yöntem ve atlas tasarlamışlardır.⁽⁸⁸⁻⁹⁰⁾ Kemik yaşının değerlendirilmesinde sıklıkla incelenen iskeletsel elemanların başında el ve el bilek kemikleri yer almakla birlikte, el-el bilek radyografileri en çok başvuru radyolojik görüntüleme araçları arasında bulunmaktadır.^(91, 92) 1895 yılında X-ışınlarını keşfeden Röntgen'den sonra, tıp alanında radyografinin kullanılmasının temelleri atılmış ve 1896'da Rowland, X ışınlarını kullanarak ilk el-el bilek radyografisini kaydetmiştir. İskeletsel gelişimin ve kemik büyümesinin radyografik olarak analiz edilebileceği ve olgunlaşan kemik görüntülerinin karşılaştırılabileceği fikrinin öncülüğünde 1896'da Ranke, iskeletsel maturasyonu değerlendirmek amacıyla el-el bilek radyografilerini kullanmıştır.⁽⁹³⁾ El-el bilek radyografilerinde ilk zamanlar sağ ve sol el değerlendirilmiştir. Ancak her iki elin de gelişim aşamasını yansıtmama performansı açısından, birbirinden farklı olmadığı kanaati oluşunca hem radyasyon maruziyetini hem de maliyeti azaltmak için ölçümlerin vücudun sol tarafından yapılması kararı alınmıştır. Böylece araştırmacılar arasında ölçüm standardı sağlanmış ve sadece sol elin kullanılmasına ilişkin tutum oluşturulmuştur.⁽⁹⁴⁾ El-el bilek radyografilerinde, radyasyon dozu sağlık açısından risk oluşturmayacak kadar küçük bir dozda olup, alınan etkili radyasyon dozu 0,0001-0,1 millisievert (mSv) arasındadır ve bu değer günlük hayatta yaklaşık 2 dakikalık bir uçak yolculuğunda alınan radyasyon miktarından daha azdır.^(95, 96)

1937 yılında Todd, iskeletsel olgunlaşma ve göstergelerini işaret eden ilk bilim insanlarından biri olarak, bu göstergelerin bireyi olgunlaşmaya doğru yönlendirdiğini ve geri dönüşü olmayan bir sırayla gerçekleştiğini belirtmiştir.^(89, 97) 1937'de Todd yönetiminde iskeletsel olgunlaşma kavramını ele alan ilk rehber olan "Todd's Atlas of Skeletal Development" adlı atlas oluşturulmuştur.⁽⁹⁷⁾

1950'lerde Todd'un ardından, Greulich ve Pyle tarafından sürdürülen çalışmalar sonucunda, günümüzde de sıkça kullanılan Greulich-Pyle atlası oluşturulmuştur. İlk olarak 1950'de basılan atlasın ikinci baskısı 1959 ve son baskısı 1988'de sunulmuştur.^(9, 98) Görsel bir eşleştirmeyi esas alan atlas tabanlı bir yöntem olan Greulich-Pyle yönteminde, çekilen el-el bilek radyografileri atlastaki referans görüntüler ile karşılaştırılmakta ve denk geldiği yaş yorumlanmaktadır.⁽⁹⁹⁻¹⁰¹⁾

1962 yılında ise Tanner ve Whitehouse tarafından geliştirilen, iki aşamalı bir değerlendirmeyi kapsayan Tanner-Whitehouse (TW2) yöntemi literatüre kazandırılmıştır.⁽¹¹⁾ TW2 yönteminin ardından 2001 yılında, modern popülasyonlardaki değişimlere uyum sağlayabilmek amacıyla, kemik olgunlaşma aşamaları yenilenmiş, skor tabloları daha geniş yaş gruplarına uyarlanmış ve güncel veri setleri temel alınarak TW3 yöntemi geliştirilmiştir. Bu revizyonlar sayesinde TW3 yöntemi, günümüz popülasyonları ile daha uyumlu yaş tahmini yapabilmektedir.⁽¹¹⁾

1985 yılında, Gök ve ark.⁽¹⁰²⁾ tarafından geliştirilen Gök atlası ise, Greulich-Pyle atlasının Türkiye'ye uyarlanmış bir versiyonu olup, yaş tahmini çalışmaları için ülkemizde sıklıkla referans alınan bir kaynak olarak kullanılmaktadır. Bu atlas, el ve bilek kemiklerinin analizine ek olarak skapula, sternum, radius ve ulna alt epifizi gibi bazı kemiklere ait anatomik yapıları da değerlendirmeye dahil etmektedir. Gök atlası, 1 ile 22 yaş aralığındaki bireylerde doğrudan yaş tahmini yapma imkânı sunmakta olup; 25, 40 ve 50 yaşındaki bireyler için ise yaklaşık tahminler sağlayarak, çocukluktan ileri yaşlara kadar geniş bir yaş aralığında değerlendirme olanağı sağlamaktadır.⁽¹⁰²⁾

2.4.3. Diş Dokusu ve Diş Yaşı

İnsanlar yaşamı boyunca, süt dişlenme ve daimi dişlenme olmak üzere iki ayrı dişlenme dönemine sahiptir.⁽¹⁰³⁾ Diş dokusu insan vücudunun en dayanıklı yapılarından biridir.⁽³⁶⁾ Bu özelliği sayesinde diş dokusu, sıkça başvuru alan yaş tahmin yöntemlerinden biri olarak kullanılmakta ve kronolojik yaşın güvenilir göstergeleri arasında yer almaktadır.⁽¹⁰⁴⁾

2.4.3.1. Oral Kavite ve Diş Dokuları

Oral kavite, dudaklar ile sert ve yumuşak damakların birleşim sınırı arasında kalan bölgeyi ifade etmektedir. Önünde dudakların vermilyon hattı, arkasında sert ve yumuşak damakların birleşimi, altında ağız tabanı ve lateralinde yanak mukozası ile dişlerin bulunduğu dentoalveolar arklar yer almaktadır.⁽¹⁰⁵⁾ Oral kavite, diş ve destek dokularının yanı sıra aynı zamanda majör ve minör tükürük bezlerini, tat ve konuşma fonksiyonlarında görev alan dili ve bağışıklık sisteminde görev alan lenfoid dokuları da içermektedir. Tüm bu yapılar, oral kavitenin dinamik, fonksiyonel ve entegre bir birim olmasını sağlamaktadır.⁽¹⁰⁶⁾

Bir bireyin yaşı ile diş gelişimi arasındaki ilişki uzun süredir incelenmekte olup, bu bağlamda insan vücudundaki en sert yapılardan biri olan diş dokusu, yaş tahmini çalışmalarında önemli bir yer tutmaktadır.⁽¹⁰⁷⁾ Dişler morfolojik şekillerine göre; kesici dişler, kanin, küçük azı ve büyük azı dişleri olarak isimlendirilmektedir.⁽¹⁰⁸⁾ Süt dişleri 20 adet olup her kadranda; iki keser, bir kanin ve iki süt azı dişi şeklinde, daimi dişler ise 32 adet olup her kadranda; iki keser, bir kanin, iki küçük azı dişi ve üç büyük azı dişi olacak şekilde izlenmektedir.^(109, 110) Kesici dişler, besinleri kesmeye uygun ince ve keskin; kanin dişleri ise yırtma ve koparma işlevi için sivri ve konik morfolojilere sahiptir. Küçük azı dişleri hem kesme hem de öğütme işlevine uyumlu çift fonksiyonlu yüzeylere, büyük azı dişleri ise besinleri ezip öğütmek için geniş ve güçlü yüzey morfolojilerine sahiptirler.⁽¹¹¹⁾ Dişlerin ağızda görülen kısmına kron denirken, periodontal lifler aracılığıyla alveolar kemiğe gömülü olan kısmına kök denir. Ağız sağlığı iyi olan bireylerde kök kısmı diş eti ile örtülü olduğu için görünmez, ancak bu durum yaş veya hastalıkla birlikte diş eti çekilmesine bağlı olarak değişebilmektedir.⁽¹¹²⁾ Kron ve kök olarak iki ana öğeden oluşan diş yapısı, üç temel sert doku olan mine, dentin, sement ve bir yumuşak doku olan pulpadan oluşmaktadır.⁽¹¹⁰⁾

Mine dokusunun yaklaşık olarak %95'i hidroksiapatitten, kalan %5'i ise organik madde ve sudan oluşmaktadır. Oldukça mineralize olmuş olan mine dokusu, vücuttaki en sert yapı olup karakteristik olarak prizmatik bir görünüm sergilemektedir.⁽¹¹³⁻¹¹⁵⁾ Tüm kron yüzeyini örten ve ağız boşluğuna doğrudan maruz kalan minenin rengi; kalınlığı ve mineralizasyon düzeyine bağlı olarak bireyler arasında farklılık gösterebilmektedir. Bu bağlamda süt dişlerinde mineralizasyon miktarı daimi dişlerden daha düşük olduğu için daha beyaz görünmektedirler.⁽¹¹⁶⁾ Ektoderm kökenli olan mine, embriyonik dişin çan evresinde ameloblastlar tarafından üretilmekte ve bu oluşum sürecine amelogenez denmektedir.^(115, 117, 118) Mine dokusunun altında yer alan dentin ve pulpa, mine tarafından adeta bir bariyer gibi sarılarak mekanik hasar ve bakteriyel istilalara karşı korunmaktadır. Mine dokusu yüksek mineral içeriği sayesinde hem çiğneme kuvvetlerine hem de aşınmaya karşı dayanıklıdır ve bu sayede etkili bir çiğneme yapılmasını sağlamaktadır.^(119, 120)

Minenin altında yer alan ve %70'i inorganik, %18'i organik ve kalanı su olan dentin dokusu, pulpa odasını çevrelemektedir.⁽¹²¹⁾ Dentin mezodermden türemiştir ve

odontoblastlar tarafından dentinogenez ile üretilmektedir.^(117, 121) Dentin dokusu mineye göre daha az mineralize, daha esnek ve elastik bir yapıdadır. Bu özelliği sayesinde yüksek oranda mineralize olmuş olan mine dokusunu destekler ve kırılabilirliğini dengeler. Dentin dokusu sınırlı bir oranda da olsa kendi kendini onarabilmektedir.^(114, 117)

Sement dokusu %65 inorganik, %35 organik madde içermektedir.⁽¹²²⁾ Sementoblastlar tarafından üretilmekte ve mezenşimden köken almaktadır. Sement dokusunun sentezi yaşam boyu devam etmektedir.⁽¹²³⁾ Diş kökünün çevresel tabakası olan sement, periodontal lifler ile dişin sokete yani alveolar kemiğe tutunmasını sağlamaktadır.⁽¹²¹⁾

Diş pulpası, dişin merkezinde yer alan ve dentin ile çevrili olan bir mezenkimal bağ dokusu olup, kök ucundan çıkan kan damarları ve sinir demetleri ağı tarafından çevrelenmiş durumdadır.^(114, 124) Pulpa dokusu; odontoblastlar, mezenkimal hücreler, fibroblastlar ve bağışıklık hücreleri gibi pek çok hücre tipini bünyesinde barındırmaktadır.⁽¹²⁴⁾ Mezodermden türemiş olan pulpa dokusunun; ağrı, sıcaklık ve basınç algısı gibi duyuşal işlevlerinin yanı sıra beslenme, dentin oluşumu ve savunma gibi çeşitli görevleri bulunmaktadır.^(117, 125)

2.4.3.2. Diş Gelişimi ve Evreleri

Ağız boşluğu, dişler ve çene kemiğinden oluşan sert dokuların yanı sıra oral mukoza ve tükürük bezleri gibi yumuşak dokuları da içermektedir.⁽¹¹²⁾ Diş gelişimi, nöral krest kökenli olan dental mezenşim ve ektoderm kökenli olan epitel hücrelerinin etkileşimi aracılığıyla, embriyonik dönemde rahim içi hayatın 6. haftasından başlayarak ergenliğe kadar uzanan bir süreçte gerçekleşmektedir. Diş gelişimi oldukça organize bir ağ olan; gen ifadesi, hücre-hücre sinyalizasyonu ve büyüme faktörü sinyal yollarını barındıran karmaşık bir süreçtir.^(113, 126-128) Bir canlı, yaşamı boyunca gelişiminin sonraki evrelerinde diş değişimine uğramıyorsa monophyodont, iki kez diş değişimi geçiriyorsa diphyodont ve birden fazla kez diş değişimi geçiriyorsa polyphyodont olarak adlandırılır. İnsanlar ise süt ve daimi dişler olmak üzere iki dönemli dişlenmeye sahip oldukları için diphyodont canlılar arasında yer almaktadır.⁽¹⁰³⁾ Süt dişleri, doğum öncesi dönem olan hem embriyonik hem de rahim içi aşamada gelişmeye başlar. Daimi dişlerin çoğu da rahim içindeyken oluşur; ancak ikinci ve üçüncü azı dişlerinin gelişimi dikkate alındığında, dişlerin doğumdan sonra da uzun yıllar gelişmeye devam ettiği görülmektedir. Dişler, vücutta en uzun gelişim süresine sahip yapılardan biridir.⁽¹²⁹⁾

Diş gelişiminin ilk evresi başlangıç evresidir. Diş gelişiminin erken evrelerinde oral epitel hücrelerinin proliferatif aktivitesinde artış ve hücre çoğalması izlenmektedir. Bu hücre çoğalmasının sonucunda rahim içi 6-7. haftalarda gelecekte diş arkları olacak olan bölgede, U şeklinde epitelyal kalınlaşma gözlemlenmektedir. Bu kalınlaşma daha sonra ikiye ayrılarak çenelerin alveolar kısmı ile dudak ve yanak kısmını oluşturacak olan vestibüler lamina ve dişleri oluşturacak olan dental laminaya dönüşmektedir. Oral epitelin kalınlaşmasının ürünü olan dental lamina hem süt hem de daimi diş gelişiminin temelini oluşturmaktadır.^(112, 130-132) Rahim içi 8. haftada dental laminada ilerde süt dişlerinin oluşacağı bölgede, her iki çenede orta hattan başlayarak distale doğru devam eden bölgede 10 adet oral epitelyal kalınlaşma (tomurcuklanma) görülmektedir. Bu yüzden bu evreye başlangıç evresi dendiği gibi tomurcuk evresi de denmektedir.⁽¹³¹⁾ Bu aşamada yetersiz hücresel proliferasyon diş eksikliğine, aşırı hücresel proliferasyon ise süpernumerer dişlerin veya epitelyal artıkların oluşumuna yol açabilmektedir.⁽¹³⁰⁾

Başlangıç evresinin ardından proliferasyon evresi gelir. Bu evre boyunca proliferatif aktivite artışı ile hücre çoğalması devam eder ve homojen olmayan bu büyümenin bir sonucu olarak diş tomurcuğunun derin yüzeyinde içe doğru kıvrılma ile gerçekleşen invazyon sonucunda bir kep oluşur. Bu kepin ektoderm kökenli bileşeni, periferik hücrelerin farklılaşması ile iç-dış mine epiteli ve yıldızlı hücrelerden oluşan stellate retikulum adı verilen yapıyı oluşturmaktadır. İç mine epiteli, dış mine epiteli ve stellate retikulum yapısının üçünü içeren bu yapıya mine organı denmektedir.^(130, 132) İç mine epitelinin invaze olduğu mezenşimden, ilerde dentin ve pulpaya öncülük edecek olan dental papilla gelişir. Mine organı, gelecekte oluşacak mine-dentin sınırını belirleyen bazal membran aracılığı ile dental papilladan ayrılır. Tüm bu yapıları dıştan saran mezenşimal yapıya ise ilerde sement ve periodontal ligamenti oluşturacak olan dental folikül denmektedir. Sonuç olarak bu evrede, dişin ve periodontal dokuların gelişiminde rol oynayan temel yapılar olan; mine organı, dental papilla ve dental folikül oluşmaktadır.^(114, 130, 132) Bu evrede proliferasyonda bir aksaklık meydana gelirse diş germinin gelişimini engelleyerek diş sayısında azalmaya neden olabilir. Aşırı proliferasyon ise epitelyal artıkların oluşumuna ve bu artıkların kist, odontoma veya süpernumerer dişlere dönüşmesine yol açabilmektedir.⁽¹³⁰⁾

Proliferasyon evresinin ardından çan evresi başlar. Diş gelişiminin çan evresi, dokusal ve biçimsel farklılaşma süreçlerini içermektedir. Bu evrede mine organı çan şeklini alır ve hücre farklılaşmaları meydana gelmektedir. İç mine epiteli hücreleri ameloblastlara, dental papilla hücreleri ise odontoblastlara dönüşmektedir.⁽¹³⁰⁾ Sürekli hücre bölünmesinin meydana gelmesi ve farklılaşan hücrelerin uyguladığı basınç sonucu yeni oluşan hücreler mine organına doğru itilerek kasp ucu oluşumunu sağlamaktadır. İç mine epiteli hücrelerinin farklılaşması insizal bölgede daha erken dönemde başlarken, servikal bölgenin farklılaşması ise en son gerçekleşmektedir.⁽¹¹²⁾ Odontoblastlar, dentin üretimi için özelleşmiş hücrelerdir. Dentin oluşumu, öncelikle kasp bölgesinde dentin-mine birleşim hattı boyunca ince bir tabaka şeklinde başlamaktadır. Daha sonra bu süreç pulpaya ve kök ucuna doğru ilerlemektedir. İç mine epiteli ile odontoblastlar arasındaki sınır, ilerde meydana gelecek olan dentin-mine birleşim bölgesinin temelini oluşturmaktadır. İlk olarak, dentin tabakası oluşmaktadır. Ardından, iç mine epiteli hücrelerinden farklılaşan ameloblastlar devreye girerek insizal ve kasp bölgelerinde mine üretimini başlatmaktadır. Mine organının servikal kısmı ise kök oluşum aşamasında görev alacak alan hertwig epitelyal kök kılıfını oluşturmaktadır.^(112, 130) Sonuç olarak çan evresinden itibaren, iç mine epiteli ile komşu diş papillası hücreleri arasında karşılıklı etkileşimler gerçekleşmektedir. Bu etkileşim, iç mine epiteli hücrelerinin ameloblastlara, diş papillası hücrelerinin ise odontoblastlara farklılaşmasını sağlamaktadır. Dentin oluşumu, mine oluşumundan önce başlar ve mine oluşumu için dentinin varlığı gereklidir.⁽¹³³⁾ Bu evrede hücrel farklılaşmadaki olası bozukluklar mine ve dentin dokularında, amelogenezis imperfekta veya dentinogenezis imperfekta gibi yapısal anomalilere yol açabilmektedir.^(130, 134) Biçimsel farklılaşma sırasında hücrel düzenlemeler ile dişin boyutu ve şekli belirlenmektedir. Bu süreçteki sapmalar mikrodonti veya makrodonti gibi anormal diş formlarına yol açabilmektedir.⁽¹³⁰⁾

Çan evresinin ardından apozisyon evresi olan, dişin mine ve dentin tabakalarının bir matriks formunda birikmeye başladığı dönem başlar. Bu matriks formu, biçimsel farklılaşma aşamasında gelecekteki dentin-mine ve dentin-sement sınırı boyunca sıralanan biçimlendirici hücreler ile ameloblastlar ve odontoblastlar tarafından biriktirilmektedir. Mine matriksi, dentin-mine sınırında birikir ve daha sonra yaklaşık %95 oranında mineral içeriği ile kalsifiye olur. Bu yüksek mineral içeriği, mineyi histolojik işlemler sırasında demineralizasyona karşı dirençli kılmaktadır.⁽¹³⁵⁾ Mine

oluşumu sırasında ameloblastlara zarar veren herhangi bir sistemik rahatsızlık veya lokal travma, matriks birikiminde bir bozulmaya veya duraklamaya neden olur ise bu durum mine hipoplazisi ile sonuçlanmaktadır. Dentin hipoplazisi mine hipoplazisinden daha az yaygın olmakla birlikte genellikle ciddi sistemik rahatsızlıklardan sonra ortaya çıkmaktadır.⁽¹³⁰⁾ Ameloblastlar ve odontoblastlar mine ve dentin birikimini sürdürürken, iç ve dış mine epitel hücreleri birleşir ve proliferasyonla diş papillasının büyüyen kısmını çevreler. Bu süreçte oluşan yapı, diş kökünün boyut ve şeklini belirleyen ve hertwig epitelyal kök kılıfı olarak isimlendirilen yapıyı oluşturmaktadır. Hertwig epitelyal kök kılıfı daha sonra parçalanarak diş folikülündeki ektomezenşim hücrelerinin kök yüzeyine ulaşmasına olanak tanımaktadır. Bu hücreler sementoblastlara dönüşerek sement oluşumunu başlatmaktadır.^(130, 136, 137) Diş folikülündeki ektomezenşim hücreleri, sadece sement oluşumunda değil, aynı zamanda periodontal ligament ve alveolar kemik yapısının belirli bölümlerinin oluşumunda da rol oynamaktadır. Ayrıca, hertwig epitelyal kök kılıfının kalıntıları malassez artıkları gibi bazı çene kistlerinin oluşumunda kaynak oluşturabilmektedir.^(136, 137)

Apozisyon evresinden sonra, biriken mine ve dentin matrikslerinin yapısına, mineral tuzlarının çökmesi ile kalsifikasyon evresi başlar. İlk olarak, küçük bir mineralizasyon çekirdeği (nidus) oluşur ve bu çekirdeğin etrafına yeni tabakalar eklenerek oluşan yapı genişler. Mine matriksi yaklaşık %95 oranında mineral içerirken, dentin matriksi %70 civarında mineralize olmaktadır.^(136, 137) Kalsifikasyon sürecinde bir aksama meydana gelirse, dentin içinde interglobüler dentin olarak adlandırılan, tam mineralize olmamış alanlar oluşabilmektedir. Ancak mine dokusu daha homojen ve düzenli olduğu için bu tür aksaklıklar minede daha az görülmektedir.⁽¹³⁰⁾

2.4.3.3. Kök Gelişimi ve Diş Sürmesi

Mine ve dentin birikimi mine-sement birleşim hattına ulaşıktan sonra, kök gelişim süreci başlamaktadır. Mine organı, hertwig epitelyal kök kılıfı aracılığı ile köklerin şekillenmesini sağlamakta ve kök dentininin oluşumuna katkıda bulunmaktadır. Hertwig epitelyal kök kılıfı, dış ve iç mine epitelinden meydana gelir; ancak stratum intermedium ve stellate retikulum içermemektedir. Hertwig epitelyal kök kılıfı, yapısal bütünlüğünü ve kök yüzeyi ile olan bağlantısını, ilk dentin tabakası oluştuğunda

kaybeder. Kökün dış yüzeyine yakın bölgede epitelyal kümeler halinde kalan bu artıklar malassez epitel artıkları olarak adlandırılmaktadır.⁽¹³⁰⁾ Kök gelişimi başlamadan önce, kök kılıfı epitelyal bir açıklık oluşturmaktadır. İç ve dış mine epiteli, mine-sement birleşim bölgesinde bir kıvrım oluşturarak servikal açıklığı daraltmaktadır. Kök gelişimi sırasında, pulpa bağ dokusundaki hücre çoğalmasıyla birlikte, odontoblastlar farklılaşmakta ve dentin oluşumu gerçekleşmektedir. Dental kese çevresindeki bağ dokusu, epitel tabakasını bölerek epitelin dentinden uzaklaşmasını sağlamaktadır. Bu süreç bağ dokusu hücrelerinin, dentin yüzeyiyle temas etmesine ve sementoblastlara farklılaşarak sement oluşumunun başlamasına olanak tanımaktadır. Kök gelişiminin ilerleyen aşamalarında, kök ucu daralarak son şeklini almaktadır.⁽¹¹²⁾ Tek ve çok köklü dişlerde, hertwig epitelyal kök kılıfı gelişimi farklı şekillerde olmaktadır. Epitelyal açıklığın farklı yönlerde büyüme göstermesi, çok köklü dişlerde kök gövdesinin iki veya üç ayrı kök halinde şekillenmesini sağlamaktadır. Mine organının servikal açıklığı genişleyerek alt çene büyük azı dişlerinde iki, üst çene büyük azı dişlerinde ise üç uzantı oluşturmaktadır. Kök bölünmesi öncesinde, epitelyal doku yüzeyleri birbirine doğru büyüyerek kaynaşır ve servikal açıklık iki veya üç bölüme ayrılır. Daha sonra, pulpal yüzeyde dentin oluşumu başlar ve her açıklık çevresinde kök gelişimi devam eder.⁽¹³⁴⁾

Diş sürmesi, dişin geliştiği alveolar kemiğin içinden, ağız içinde fonksiyon göreceği konuma doğru ilerleyerek karşıt dişlerle temas ettiği ve çiğneme işlevine dahil olduğu fizyolojik süreçlerin bütününe denmektedir.⁽¹³⁸⁾ Bu süreç, hayat boyu süreklidir ve karşıt dişin olmaması halinde daha belirgin bir şekilde gözlemlenebilmektedir.⁽¹³⁹⁾ Diş sürmesi genellikle dikey yönde gerçekleşir, ancak dişler mezial ve transversal yönlerde de hareket edebilmektedir. Dişlerin gelişimi ve sürmesi alveolar kemiğin büyümesine katkı sunmaktadır.⁽¹⁴⁰⁾ Diş sürmesi beş evrede incelenmektedir.⁽¹¹⁷⁾ Sürme öncesi evre, kökün oluşmaya başladığı ve diş germinin sürmeye başlamadan önce son pozisyonuna ulaşmasını sağlayan hareketleri içermektedir. Kemik içi evre, dişin kemik içinde hareket ederek yüzeye çıkmasını kapsamaktadır. Mukozal giriş evresi, dişin dış mine epiteli ile ağız epitelinin birleşmesi ve dişin ağız içine sürmesini kapsamaktadır. Fonksiyon öncesi evre, dişin ağız boşluğunda görünmesinden, oklüzal pozisyonuna ulaşana kadar geçen süreci temsil etmektedir. Fonksiyon evresi, dişin oklüzal düzleme ulaşmış, karşıt diş ile temas ettiği ve fonksiyon gördüğü aşama olarak adlandırılmaktadır.^(141, 142)

2.4.3.4. Dişlenme Dönemleri ve Özellikleri

Süt dişlenme dönemi, genellikle 6-7. ayda alt santral süt dişinin sürmesiyle başlar ve 6 yaşında daimi birinci büyük azı dişinin sürmeye başlamasıyla sona erer. Tüm süt dişleri yaklaşık 2,5-3 yaşında tamamlanarak ağızda yerini almaktadır.⁽¹⁴³⁾ Süt dişlerinin temel işlevleri arasında; çiğneme, konuşmanın gelişimini destekleme, zararlı ağız alışkanlıklarını önleme ve yüz yüksekliğinin gelişimine katkı sunma yer almaktadır. Ayrıca süt dişleri daimi dişlerin sürmesi sırasında ideal oklüzyona ulaşmalarına rehberlik etmektedir.⁽¹⁴⁴⁾ Tablo 2.2’de süt dişlerinin gelişim dönemleri sunulmuştur.

Tablo 2.2. Süt Dişlerinin Gelişim Dönemleri⁽¹⁴⁵⁾

Süt Dişi	Kalsifikasyon Başlangıcı (Doğum Öncesi)	Kronun Tamamlanması (Doğumdan Sonra)	Sürme Zamanı	Kökün Tamamlanması	Kök Rezorpsiyonunun Başlaması
Alt Santral	3-4 ay	2-3 ay	6-8 ay	1-2 yaş	4 yaş
Üst Santral	3-4 ay	7-10 ay	7-10 ay	1-2 yaş	4 yaş
Üst Lateral	4 ay	8-9 ay	8-9 ay	2 yaş	5 yaş
Alt Lateral	4 ay	7-10 ay	7-10 ay	1-2 yaş	5 yaş
Üst 1.Büyük Azı Dişi	4 ay	12 ay	12-16 ay	2-3 yaş	6 yaş
Alt 1.Büyük Azı Dişi	4 ay	12 ay	12-16 ay	2-3 yaş	6 yaş
Üst Kanin	4-5 ay	9 ay	16-20 ay	3 yaş	8 yaş
Alt Kanin	4-5 ay	9 ay	17-20 ay	3 yaş	8 yaş
Alt 2.Büyük Azı Dişi	5 ay	10 ay	20-30 ay	3 yaş	7 yaş
Üst 2.Büyük Azı Dişi	5 ay	11 ay	20-30 ay	3 yaş	7 yaş

Karışık dişlenme dönemi, 6 yaşında daimi birinci büyük azı dişinin sürmesi ile başlayan ve süt dişleri ile daimi dişlerin ağız içinde birlikte bulunduğu süreci tanımlamaktadır. Alt çenede daimi birinci büyük azı dişinin ardından santral kesici, lateral kesici, kanin, birinci küçük azı dişi, ikinci küçük azı dişi ve ikinci büyük azı dişi sürmektedir. Üst çenede ise sürme sırası birinci büyük azı dişinin ardından santral kesici, lateral kesici, birinci küçük azı dişi, ikinci küçük azı dişi, kanin ve ikinci büyük azı dişi olarak devam etmektedir.⁽¹⁴⁶⁾

Daimi dişlenme dönemi, son süt dişinin kaybı ve ikinci küçük azı dişinin sürmesiyle başlamaktadır. İkinci büyük azı dişleri, sürme sürecinde birinci büyük azı dişlerini rehber olarak onların distalinden ilerlemektedir.⁽¹⁴³⁾ Tablo 2.3’te daimi dişlerin gelişim dönemleri sunulmuştur.

Tablo 2.3. Daimi Dişlerin Gelişim Dönemleri⁽¹⁴⁵⁾

Daimi Diş	Kalsifikasyon Başlangıcı	Kronun Tamamlanması	Sürme Zamanı	Kökün Tamamlanması
Alt 1.Büyük Azı Dişi	Doğum	3-4 yaş	6-7 yaş	9-10 yaş
Üst 1.Büyük Azı Dişi	Doğum	4-5 yaş	6-7 yaş	9-10 yaş
Alt Santral	3-4 ay	4 yaş	6-7 yaş	9 yaş
Üst Santral	3-4 ay	4-5 yaş	7-8 yaş	10 yaş
Alt Lateral	4 ay	4-5 yaş	7-8 yaş	9-10 yaş
Üst Lateral	4 ay	4-5 yaş	8-9 yaş	10-11 yaş
Alt Kanin	4-5 ay	5-6 yaş	9-10 yaş	12-13 yaş
Üst Kanin	5-6 ay	6-7 yaş	10-11 yaş	12-13 yaş
Alt 1.Küçük Azı Dişi	1-2 yaş	6-7 yaş	10-12 yaş	12-14 yaş
Üst 1.Küçük Azı Dişi	1-2 yaş	6-7 yaş	10-11 yaş	12-14 yaş
Alt 2.Küçük Azı Dişi	2-3 yaş	7-8 yaş	11-12 yaş	13-14 yaş
Üst 2.Küçük Azı Dişi	2-3 yaş	7-8 yaş	12-13 yaş	13-14 yaş
Alt 2.Büyük Azı Dişi	7-8 yaş	10-11 yaş	11-13 yaş	14-15 yaş
Üst 2.Büyük Azı Dişi	7-8 yaş	10-11 yaş	12-13 yaş	15-16 yaş
Alt 3.Büyük Azı Dişi	9-10 yaş	12-16 yaş	17-20 yaş	18-25 yaş
Üst 3.Büyük Azı Dişi	7-9 yaş	12-16 yaş	17-20 yaş	18-25 yaş

Bireyin yaş tahmini için dişlerin gelişim aşamaları veya sürme zamanları esas alınabilir.⁽¹⁴⁷⁾ Bunun için radyografilerden, diş gelişim şemalarından veya tablolarından yararlanılmaktadır.^(10, 13, 69, 148)

2.5. Diş Yaşı Tahmini İçin Bilimsel Yöntemler

Beslenme bozuklukları, endokrin bozukluklar ve sistemik hastalıklar iskeletsel gelişim üzerinde belirgin etkilere sahipken, dişler bu tür faktörlerden daha az etkilenmektedir. Bu nedenle dişler, yaş tahmini için güvenilir biyolojik belirteçler olarak, sıklıkla tercih edilmektedir.⁽³⁶⁾ Özellikle iskeletsel radyografinin mevcut olmadığı durumlarda dental olgunluk, iskeletsel olgunluk için yararlı bir gösterge olabilir. Ancak, daha kapsamlı sonuçlar elde edilebilmesi için, dental ve iskeletsel değerlendirmelerin birlikte kullanılması da önerilmektedir. Nitekim Suma ve ark.⁽¹⁴⁹⁾ yaptıkları bir çalışmada kronolojik yaş ile iskelet olgunluk arasında güçlü bir korelasyon olduğunu bildirmiştir.⁽¹⁴⁹⁾ Yaş tahmininde dişler, morfolojilerine ve dokularına göre biyokimyasal yöntemlerle birlikte değerlendirilebilir veya dişlerin radyografik görüntüleri üzerinden doğrudan analiz edilebilir. Ancak, histolojik ve biyokimyasal yöntemler, teorik olarak yaş tahmininde kullanılabilir olsa da daha fazla ekipman ve

zaman gerektiren sınırlılıkları nedeniyle, pratikte genellikle ikinci planda kalmaktadır. Bu nedenle, yaş tahmini çalışmalarında daha pratik olan radyolojik yöntemler tercih edilebilir.⁽¹⁵⁰⁾ Ayrıca biyolojik bütünlüğü bozmadan, canlı bireylerin de değerlendirilmesine imkan sağlaması, diğer yöntemlere göre uygulanmasının kolay, hızlı ve ekonomik olması nedeniyle, radyolojik yöntemler daha çok tercih edilmektedir.^(12, 151) Günümüzde gelişen teknolojilerle birlikte yapay zeka ve makine öğrenimi tabanlı algoritmalar da yaş tahmini çalışmalarında kullanılmaya başlamıştır.⁽¹⁵²⁻¹⁵⁵⁾ Bu güncel yaklaşımlar, büyük veri kümelerinden elde edilen bilgileri analiz ederek, yaş tahmini süreçlerini hızlandırmayı hedeflemektedir.⁽¹⁵⁵⁾

Bir bireyde yaşa bağlı olarak diş yapısında biçimsel, gelişimsel ve histolojik değişiklikler meydana gelmektedir. Bu değişiklikler, özellikle gelişimsel dönemlerde, yaş tahmini için ipuçları sağlayabilmektedir.⁽¹⁵⁶⁾ Diş gelişimindeki biçimsel ve gelişimsel değişiklikler; mineralizasyonun başlangıcı, kron bütünlüğünün oluşumu, kronun ağız boşluğuna sürmesi ve kök ucunun tamamlanması gibi aşamaları içermektedir. Bu aşamalar radyografik olarak da izlenebilmektedir.^(156, 157) Ritz-Timme ve ark.⁽⁷⁾ yaptıkları bir çalışmada yaş tahmini yönteminin seçiminde, her bireyin kendine özgü özelliklerinin dikkate alınması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca morfolojik yöntemlerin doğruluğunun, yetişkinlik döneminde azaldığını, çocukluk ve ergenlik döneminde ise diş ve iskelet gelişiminin morfolojilerinin radyolojik değerlendirmesine dayanan yöntemlerin tercih edilebileceğini ifade etmişlerdir.⁽⁷⁾ Cameriere ve ark.⁽¹⁵⁸⁾ çalışmalarında özellikle 15 yaş altı bireyler başta olmak üzere gelişim aşamasındaki bireylerde, diş gelişimlerine bakılarak tasarlanan yöntemlerin yüksek doğruluk verdiğini bildirmişlerdir.⁽¹⁵⁸⁾ Pytata ve ark.⁽¹⁵⁹⁾ 14 ile 30 yaş arası bireyleri kapsayan çalışmalarında, diş yaşı tahmini için tasarlanmış olan dört farklı yöntemin doğruluğunu karşılaştırmış ve tüm yöntemlerde, 18 yaş altı bireylerde daha yüksek doğruluk oranlarının görüldüğünü raporlamışlardır.⁽¹⁵⁹⁾ Bu bilimsel bulgular, çocuklarda ve erişkinlerde diş yaşı tahmin yöntemlerinin çocuk ve erişkin olarak farklı şekillerde ele alınması gerektiğini göstermektedir. Çocuklarda gelişimsel değişiklikler temel alınırken, erişkinlerde dejeneratif ve histolojik değişiklikler daha ön plandadır. Bu nedenle her yaş grubu için en uygun yöntemin seçilmesi önem taşımaktadır.^(7, 160)

2.5.1. Logan ve Kronfeld Yöntemi

1933'te Logan ve Kronfeld, yaşları 0-15 arasında olan 25 örnekte; dişlerin oluşumu, sürme ve düşme zamanları ile kalsifikasyon derecelerini değerlendirmişlerdir. Dişlerin sürme evrelerine dayalı yaş tahmininde temel alınacak olan ilk sistematik incelemeyi gerçekleştirmişlerdir. Logan ve Kronfeld yöntemi, tamamen gözleme dayalı olup bireyler ve popülasyonlar arası farklılıkları göz önünde bulundurmamıştır. Bu nedenle günümüzde radyografik analizlerle desteklenen daha güncel yöntemler (Cameriere, Demirjian vb.) daha sık kullanılmakta ve farklı popülasyonlarda denenmektedir.^(10, 17, 69, 161-164)

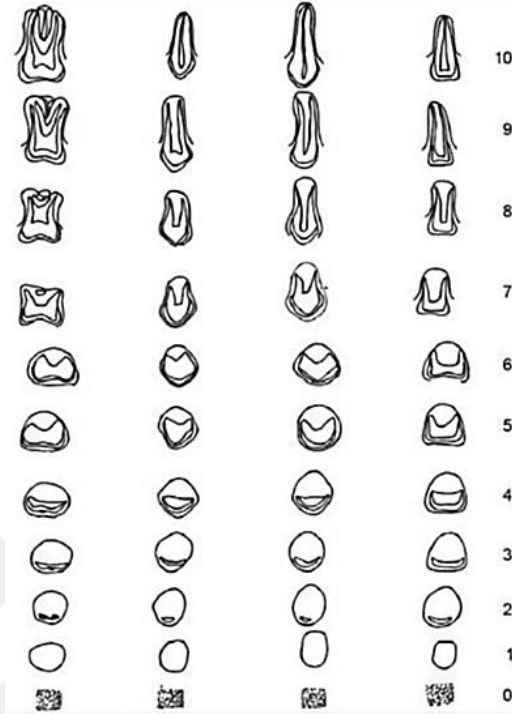
2.5.2. Schour ve Massler Metodu

Schour ve Massler, 1941 yılında dişlerin gelişimini ve sürmesini açıklayan bir tablo yayımlamışlardır.⁽¹⁶⁵⁾ Bu çalışma, rahim içi dönemden yetişkinliğe kadar uzanan 21 aşamalı bir çizim serisinden oluşmaktadır. Her çizim, gelişmekte olan dişlerin ana hatlarını, muhtemelen diş eti seviyesini temsil eden bir referans çizgisine göre sürme durumlarını ve bu gelişim aşamalarına karşılık gelen yaş aralıklarını göstermektedir.⁽¹⁶⁶⁾ Yaş kategorileri 12 yaşına kadar ardışık olarak ilerlemekte, ardından gelen bir sonraki aşama 15. yaş tanımlamaktadır. Son iki çizim ise 21. ve 35. yaşları temsil eden dişlerin tamamen oluşmuş ve sürmüş halini göstermektedir.⁽¹⁶⁷⁾ Ancak, cinsiyet farkını dikkate almamış olması ve kronik hastalığı olan çocuklara ait radyografilerin de kullanılmış olması, yöntemin sınırlılıkları arasında yer almaktadır. Amerikan Diş Hekimliği Birliği, Schour ve Massler'in oluşturduğu tabloyu düzenli olarak güncellemiş ve en güncel versiyonunu 1982 yılında yayımlamıştır.⁽¹⁶⁸⁾

2.5.3. Nolla Metodu

Nolla, her bir daimi dişin gelişim sürecini, başlangıcından kök ucunun kapanmasına kadar geçen dönemde yaş aralıklarına göre nasıl ilerlediğini değerlendirmek amacıyla, 25 kızdan toplam 1746 ve 25 erkekten toplam 1656 radyografiyi içeren bir seri oluşturmuş ve bu seriyi incelemiştir.⁽¹³⁾ Bu incelemenin sonucunda, başlangıç aşamasından itibaren diş gelişimini gösteren standartlar oluşturularak, bireylerin kronolojik yaşlarını tahmin etmeye yönelik gelişim tabloları hazırlamıştır.⁽¹⁶⁹⁾ Geliştirdiği yöntemde üçüncü büyük azı dişi hariç yedi daimi dişin gelişimini 10 aşamada tanımlamış ve her aşamayı 0-10 arasında puanlamıştır (Şekil 2.1). Her aşamanın karşılık geldiği durumların açıklamaları Tablo 2.4'te sunulmuştur. Karşılık

gelen puana göre üst ve alt çenede değerlendirilen yedi adet dişe ait puanlar toplanarak bireyin toplam diş gelişim skoru hesaplanmaktadır. Elde edilen toplam puan, cinsiyete özgü puan tablosu ile eşleştirilerek bireyin diş yaşı belirlenmektedir.⁽¹³⁾



Şekil 2.1. Nolla'nın Diş Gelişim Aşamaları⁽¹³⁾

Tablo 2.4. Nolla Diş Gelişim Aşamalarının Açıklamaları⁽¹³⁾

-
- 0: Diş gelişim boşluğu yoktur.
 - 1: Diş gelişim boşluğu mevcuttur.
 - 2: Kalsifikasyon başlangıç aşamasıdır.
 - 3: Kronun üçte biri tamamlanmıştır.
 - 4: Kronun üçte ikisi tamamlanmıştır.
 - 5: Kron hemen hemen oluşumunu tamamlamıştır.
 - 6: Kron tamamen oluşmuştur.
 - 7: Kökün üçte biri tamamlanmıştır.
 - 8: Kökün üçte ikisi tamamlanmıştır.
 - 9: Kök hemen hemen tamamlanmıştır.
 - 10: Kök ucu tamamen kapanmıştır.
-

2.5.4. Gleiser ve Hunt Metodu

1955'te 25 kız ve 25 erkek çocukta alt çene daimi birinci büyük azı dişinin kök ve kron gelişimini değerlendirmeyi kapsayan bu çalışmada, daimi birinci büyük azı dişinin gelişimi, 15 aşamada ve cinsiyete göre ayrı ayrı incelenmiştir. Kız ve erkeklerde gelişimin benzer olduğu belirtilmiştir. Tek bir dişin incelenmesine dayandığı için basit

ve hızlı olmasına rağmen ilgili dişte gelişim anomalisi varsa yöntemin kullanılmaması önemli bir kısıtlama olarak değerlendirilmiştir.⁽¹⁷⁰⁾

2.5.5. Moores, Fanning ve Hunt Metodu

Moorrees, diş gelişiminin formasyon evreleri ile değerlendirilebileceğini ve formasyonun diş sürmesine kıyasla daha güvenilir bir kriter olduğunu belirtmiştir. Çalışmada, 2-13 yaş aralığındaki çocuklara ait radyografiler incelenmiştir. Tek köklü dişler için 13, çok köklü dişler için ise 14 gelişim dönemi tanımlanmış ve bu dönemlere karşılık gelen skorlar yardımıyla dental yaş hesaplanmıştır. Çalışmanın sonuçları arasında, kızlarda diş gelişiminin erkeklere göre daha erken tamamlandığı ve kök gelişiminin kron gelişimine kıyasla daha fazla varyasyon gösterdiği yer almaktadır.⁽¹⁷¹⁾

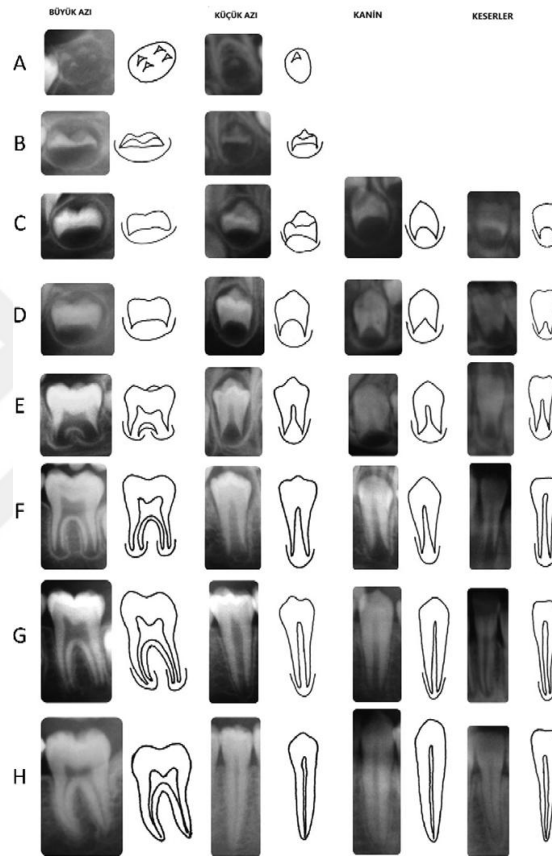
2.5.6. Haavikko Yöntemi

Haavikko yöntemi, yaş gruplarına göre farklı olmak üzere dört referans dişin değerlendirilmesini içeren ve her bir dişin gelişimini 12 radyolojik evrede tanımlayan bir yöntemdir. Bu yöntemde daimi dişler, kök oluşumu için 6 ve kron oluşumu için 6 aşama olmak üzere toplam 12 aşamada değerlendirilmektedir.⁽¹⁷²⁾ 10 yaşından küçük çocuklarda 41, 44, 46 (veya 16) ve 47 numaralı dişler, 10 yaşından büyük çocuklarda ise 13, 43, 44 ve 47 numaralı dişler referans olarak alınmaktadır. Değerlendirme sürecinde, bireyin panoramik radyografisi incelenerek her dişin gelişim aşaması belirlenmektedir. Bir diş, belirli bir gelişim evresinin başlangıcını aştığında, bir sonraki evrenin başlangıcına varana kadar aynı olgunlaşma döneminde değerlendirilmektedir. Her aşamaya karşılık gelen yaş değeri kaydedilir ve bu değerlerin ortalaması alınarak tablo yardımıyla bir skora dönüştürülerek dental yaş hesaplanmaktadır.⁽⁷⁰⁾

2.5.7. Demirjian Metodu

Günümüzde yaygın olarak kullanılan Demirjian metodu, 1973'te geliştirilmiş 1976'da güncellenmiştir.⁽¹²⁾ Bu yöntem, Fransız kökenli 2-20 yaş aralığındaki Kanadalı bireylere ait panoramik radyografiler üzerinden tasarlanmıştır. İlk aşamada alt çene üçüncü büyük azı dişleri dışında tüm alt dişler incelemeye dahil edilmiştir. Özellikle 6 yaşına kadar olan çocuklarda, alt çene dişlerinin üst çeneye kıyasla daha net görüntü vermesi nedeniyle alt çenedeki dişler tercih edilmiştir.⁽¹⁷³⁾ Her iki alt çene dişlerinden elde edilen sonuçlar arasında yüksek korelasyon olduğu görülünce, tek taraflı incelemenin de yeterli olduğu belirtilmiştir. Bu yöntem, dişlerin gelişim sürecini A'dan H'ye kadar sekiz farklı evrede sınıflandırmıştır (Şekil 2.2). Her harfin karşılık geldiği

diş gelişim aşamalarının açıklamaları Tablo 2.5'te sunulmuştur. Her diş, gelişim safhasına göre harf evresi belirlendikten sonra, kız ve erkek bireyler için ayrı ayrı oluşturulmuş olan tablolar ile eşleştirilerek sayısal değerlere dönüştürülmektedir. Diş germinin olmadığı durumlar 0 (sıfır) olarak değerlendirilmektedir. Elde edilen bu değerler toplanarak bireyin olgunluk skoru hesaplanmaktadır. Toplam skor 0 ile 100 arasında değişmekte olup, elde edilen skor ile tabloda karşılık gelen yaş aralığı belirlenerek tahmini diş yaşı hesaplanmaktadır.⁽⁶⁹⁾



Şekil 2.2. Demirjian'ın Diş Gelişim Aşamaları⁽⁶⁹⁾

Tablo 2.5. Demirjian Diş Gelişim Aşamalarının Açıklamaları⁽⁶⁹⁾

A: Kesici kenar ve tüberkülde kalsifikasyon başlamış, ancak kaynaşma yoktur.

B: Tüberkül ve kesici kenar birleşmiş, okluzal ve insizal sınırlar belirgindir.

C: Mine formasyonu tamamlanmış, dentin birikimi görülür ve pulpa odası şekillenmeye başlamıştır.

D: Kuron oluşumu, mine-sement birleşimine kadar tamamlanmıştır.

E: Kök uzunluğu kron uzunluğundan azdır. Çok köklü dişlerde bifurkasyon belirginleşmiştir.

F: Kök, kuron uzunluğuna eşit veya daha uzundur. Kök ucu huni şeklinde görülmektedir.

G: Köklerin kanalları birbirine paralel ve kök ucu kısmen açıktır.

H: Kök ucu kapanmış, periodontal membran kökün çevresinde benzer kalınlıktadır.

2.5.8. Willems Metodu

2001 yılında Willems ve ark.⁽¹⁴⁸⁾ Demirjian metodu ile yapılan yaş tahminlerinin, kronolojik yaşa göre daha büyük sonuçlar verdiğini belirlemiş ve bu metodu geliştirmek amacıyla ANOVA testi kullanmışlardır. Willems yöntemi, sol alt çenedeki 3. büyük azı dişi hariç, 7 daimi dişin gelişim evresini Demirjian'ın A-H evrelerini temel alarak belirlemektedir. Willems erkek ve kız gelişim skorları sırasıyla Tablo 2.6 ve Tablo 2.7'de gösterilmiştir. Bunun yanı sıra bu yöntemde, Demirjian yönteminden farklı olarak, evrelere karşılık gelen sayısal değerler için yeni tablolar oluşturulmuştur. Belirlenen diş gelişim evreleri, doğrudan yıla karşılık gelen bu tablolara göre skorlanmakta ve skorlar toplanarak diş yaşı tahmin edilmektedir.⁽¹⁴⁸⁾

Tablo 2.6. Willems Erkeklerde Diş Gelişim Skorları⁽¹⁴⁸⁾

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
1.Küçük Azı Dişi	0,15	0,56	0,75	1,11	1,48	2,03	2,43	2,83
2.Küçük Azı Dişi	0,08	0,05	0,12	0,27	0,33	0,45	0,4	1,15
1.Büyük Azı Dişi	...	...	...	0,69	1,14	1,6	1,95	2,15
2.Büyük Azı Dişi	0,18	0,71	0,71	0,8	1,31	2,0	2,48	4,17

Tablo 2.7. Willems Kızlarda Diş Gelişim Skorları⁽¹⁴⁸⁾

Dişler	A	B	C	D	E	F	G	H
Santral Kesici	...	...	1,83	2,19	1,5	1,86	2,07	2,19
Lateral Kesici	...	...	...	0,29	0,74	1,08	1,32	1,64
Kanin	...	...	0,6	0,54	0,31	0,47	1,09	1,9
1.Küçük Azı Dişi	0,95	0,15	0,16	0,41	1,48	2,03	2,43	2,83
2.Küçük Azı Dişi	0,19	0,01	0,27	0,17	0,33	0,45	0,4	1,15
1.Büyük Azı Dişi	...	...	...	0,69	1,14	1,6	1,95	2,15
2.Büyük Azı Dişi	0,1	0,11	0,21	0,32	1,31	2,0	2,48	4,17

2.5.9. Cameriere Metodu, Başlangıç Çalışması ve Avrupa Formülü

2006 yılında Cameriere ve ark.⁽¹⁰⁾ 5-15 yaş aralığındaki İtalyan olan 455 çocuğun (242 kız, 213 erkek) panoramik radyografileri üzerinden yaptıkları çalışmada, dişlerin kök ucu açıklık derecelerini, açık veya kapalı olma durumlarını inceleyerek lineer regresyon formülü aracılığı ile yeni bir diş yaşı tahmini yöntemi geliştirmişlerdir.⁽¹⁰⁾ İlk olarak sadece İtalyan çocuklar üzerinde test edilen Cameriere formülü, daha genel ve farklı Avrupa ülkelerinde de geçerli olmasını sağlamak amacıyla genişletilerek; Hırvatistan, Almanya, Kosova, İtalya, Slovenya, İspanya ve Birleşik Krallık gibi farklı Avrupa ülkelerinden toplam 2.652 çocuğa (1.270 kız ve 1.382 erkek) ait panoramik radyografiler analiz edilerek güncellenmiştir. Yapılan bu büyük ölçekli analizler sonucunda, farklı Avrupa popülasyonlarına uygun olacak şekilde Cameriere Avrupa formülü geliştirilmiştir. Bu formül, 7 daimi dişin kök ucu açıklıkları ve bazı ek değişkenler üzerine kuruludur.⁽¹⁷⁴⁾ Formülün Türk çocuk popülasyonu için de uygun olduğu Gulsahi ve ark.⁽¹⁶⁾ tarafından bildirilmiştir.⁽¹⁶⁾ Formülün içerdiği değişkenler ve genel yapısı şu şekildedir;

N₀: Kök ucu tamamen kapanmış diş sayısını temsil etmektedir. N₀ değeri sayesinde, formül kapalı dişlerin varlıklarını göz önünde bulundurarak, yaş tahmini üzerinde etkili olmasını sağlamaktadır. N₀ değeri maksimum 7 olabilmektedir. Ancak bu değer 7 olması durumunda yaş sabit bir değerde kalmaktadır. Cameriere Avrupa formülüne göre N₀=7 olduğunda bu sabit değer kız çocuklarında 14,232 iken erkek çocuklarında 14,514 olmaktadır.⁽¹⁷⁴⁾

g: Cinsiyet değişkeni olup, diş gelişimindeki biyolojik farklılıkları hesaba katmak için dahil edilmiştir. Kızlarda g değeri 0 (sıfır) olarak, erkeklerde ise 1 (bir) olarak kaydedilmektedir.⁽¹⁷⁴⁾

A_i: Kök gelişimi tamamlanmamış, açık kök ucuna sahip dişlerde, her bir diş için kök ucunun iç kenarları arasındaki mesafeyi temsil etmektedir. Ancak eğer ilgili diş iki köklü ise A_i değeri her kök açıklığı için ayrı ayrı ölçülüp toplanmaktadır.⁽¹⁷⁴⁾

L_i: Kasp tepesinden kök ucuna kadar olan diş uzunluğunu temsil etmektedir.⁽¹⁷⁴⁾

Bu formülde panoramik radyografilerdeki teknik hatalardan kaynaklanan ölçüm sapmalarını dengelemek adına ölçülen kök ucu açıklığı doğrudan kullanılmamaktadır. Bunun yerine büyütme ve açısal hataları minimize etmek için ölçülen kök ucu açıklığı

(A_i) ilgili dişin toplam uzunluğuna (L_i) bölünerek dengelenmekte ve $X_i=A_i/L_i$ olarak kaydedilmektedir.⁽¹⁷⁴⁾

S: Sol alt çenedeki 7 daimi diş için ayrı ayrı kök ucu açıklığının ilgili dişin uzunluğuna bölünmesi ile elde edilen değerlerin toplanması ile hesaplanan değeri ifade etmektedir ($X_i = A_i/L_i$ $i = 1, 2, 3, \dots, 7$)⁽¹⁷⁴⁾

2006 yılında sadece İtalyan çocuklar üzerinden geliştirilmiş olan Cameriere formülü ve katsayıları şu şekildedir;⁽¹⁰⁾

$$\text{Yaş} = 8,971 + 0,375 g + 1,631 \times 5 + 0,674 N_0 - 1,034 s - 0,176 s.N_0$$

8.971: Sabit katsayı

g: Cinsiyetin etkisini gösterir. Erkeklerde $g=1$ girildiği için yaşı artırmaktadır.

5: Buradaki 5 ifadesi, ikinci küçük azı dişinin açık kök ucu açıklığının, dişin uzunluğuna bölünmesiyle elde edilen değerdir ($X_5=A_5 /L_5$).

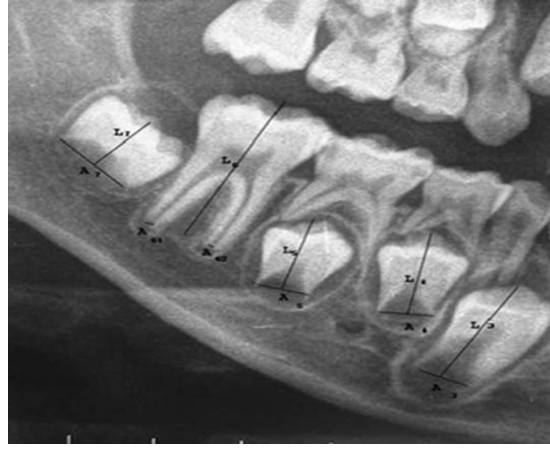
N_0 : Kök uçları kapalı diş sayısının etkisini göstermektedir. Bu durumda daha fazla kapalı diş sayısı bireyi daha ileri yaşa yaklaştırmaktadır.

S: Sol alt çenedeki 7 dişin X_i değerlerinin toplamı olan S değerinin negatif etkisini temsil etmektedir. Daha büyük S değeri bireyi daha küçük yaşa yaklaştırmaktadır.

Bu formül 2007 yılında daha geniş bir Avrupa çocuk grubunda yeniden geliştirilerek Avrupa formülü olarak tanıtılmış olup şu şekilde güncellenmiştir.⁽¹⁷⁴⁾

$$\text{Yaş} = 8,387 + 0,282 g - 1,692 \times 5 + 0,835 N_0 - 0,116 s - 0,139 s.N_0$$

İlgili ölçümler, üçüncü büyük azı dişi hariç tutulmak üzere, sol alt çenede yer alan yedi daimi diş için aynı şekilde gerçekleştirilmektedir. Kök gelişimi tamamlanmış ve kök ucu kapalı olan dişlerde kök ucu açıklığı olmadığı için $X_i=0$ (sıfır) olarak değerlendirilmektedir ve kök ucu kapalı olan her diş için N_0 kısmına +1 değer girilmektedir.⁽¹⁷⁴⁾ Şekil 2.3'te Cameriere ve ark.⁽¹⁰⁾ tarafından yapılan çalışmanın örnek ölçümü gösterilmiştir.⁽¹⁰⁾



Şekil 2.3. Cameriere Yöntemine Göre Yapılan Ölçüm Örneği⁽¹⁰⁾

2.6. Kesim Noktası Kavramı, Diş Olgunluk İndeksleri

Kesim noktası, istatistiksel olarak belirlenen ve bireylerin belirli bir duruma göre sınıflandırılmasını sağlayan, eşik değerdir. Bu yaklaşımda amaç, değerlendirme yapılan durumu bu eşik değere göre gruplandırmaktır.^(175, 176) Bu kesim noktaları belirlenirken ROC analizi, Youden indeksi ve duyarlılık-özgüllük optimizasyon araçları kullanılabilir.^(175, 176) Sağlık bilimlerinde kesim noktalarının farklı kullanım alanları bulunmaktadır. Örneğin, tıp bilimlerinde önemli klinik araçlar arasında yer alan tanı testlerinin etkinliği, kesim noktaları aracılığı ile değerlendirilebilmektedir. Çünkü bir tanı testinin değeri, hastalığı olan hastaları tespit etme (duyarlılık, doğru pozitif oranı) ve hastalığı olmayan hastaları dışlama (özgüllük, yanlış pozitif oranı) performansına bağlı olarak belirlenmektedir. Kesim noktalarının analiz edilmesi bu performansın optimize edilmesine olanak tanımaktadır.⁽¹⁷⁷⁾ Son yıllarda diş hekimliğinde, diş yaşı tahmini çalışmalarında kesim noktalarından yararlanılmaya başlanmıştır.^(22, 25, 178, 179) Yaş tahmin yöntemleri genellikle bireyin yaşını sayısal olarak tahmin ederken, diş kök gelişimine dayalı olgunluk indekslerinden elde edilen kesim noktaları, bireyin belirli bir yaş sınırının altında mı yoksa üstünde mi olduğunu değerlendirmeye yöneliktir. 2008 yılında diş olgunluk indeksi, Cameriere ve ark.⁽²³⁾ tarafından yapılan çalışmada, bir dişin kök ucu açıklığının dişin uzunluğuna bölünmesiyle elde edilen değer olarak kullanılmıştır.⁽²³⁾ Bu bağlamda farklı yaş sınırları için test edilen olgunluk indeksleri arasında IPM_1, IPM_2, I_{2M} ve I_{3M} yer almaktadır.^(20, 21, 23, 180) Cameriere formülü, alt çenede bulunan 7 daimi dişin uzunluk ve kök ucu açıklıklarının belirlenmesine dayanmaktadır.⁽¹⁰⁾ Dolayısıyla bu yöntem, birden fazla diş ölçümünü içerdiği için, klinik çalışmalarda zaman alıcı olabilmektedir.^(180, 181) Cameriere, daha pratik bir

yöntem geliştirmek amacıyla, sadece bir diş ölçümünü içeren I_{3M} kesim noktasını kullanarak, 18 yaş sınırını belirlemek için incelemiştir. Bu çalışmada I_{3M} değeri 0,08'in altındaysa bireyin 18 yaş ve üzerinde olduğu, değilse 18 yaş altında olduğu bildirilmiştir.⁽²³⁾ Sadece üçüncü daimi dişin ölçümüne dayanan bu yöntem, kolay ve pratik olması nedeniyle farklı popülasyonlarda etkinliği çok kez test edilmiştir. Yapılan çalışmalarda 0,08 kesim noktası geniş çapta kabul görmüştür.^(22, 25, 178-180, 182-184) Sıklıkla 18 yaşın belirlenmesinde kullanılan I_{3M} yöntemi temel alınarak, benzer şekilde I_{2M} , IPM_1 ve IPM_2 gibi diğer olgunluk indeksleri de farklı yaş eşiklerine yönelik olarak test edilmiştir.^(181, 185-187)



3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Çalışmanın Türü, Etik Onay ve Veri Toplama Süreci

Retrospektif olarak tasarlanan bu çalışma, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 16.10.2024 tarihli ve 2-6/2024 sayılı onayı doğrultusunda yürütülmüştür. (EK-1) Araştırma kapsamında, 2020-2024 yılları arasında Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'ne başvuran 8-16 yaş aralığındaki bireylerin panoramik radyografileri incelenmiştir. Çalışmada, hastaların/ebeveynlerinin onamı alınarak tanı ve tedavi süreçleri sırasında elde edilen ve deontolojik ilkelere uygun bir şekilde arşivlenen mevcut radyografiler kullanılmış olup, hastalara ek bir radyografik görüntüleme işlemi uygulanmamıştır. Çalışmaya dahil edilen bireylerin tamamı Akdeniz bölgesinden olup etnik olarak Türk toplumuna mensuptur. Bu kişilerin kökenleri, devlet tarafından verilen ulusal kimlik kartlarındaki bilgiler kullanılarak teyit edilmiştir. Çalışmaya dahil edilme ve dışlama kriterleri aşağıda belirtilmiştir.

Çalışmaya dahil edilen bireyler; 2020-2024 yılları arasında çekilmiş panoramik radyografi kaydına sahip olan, radyografinin çekildiği tarihte 8-16 yaş aralığında bulunan, sol alt çenede yedi daimi dişi eksiksiz olarak mevcut olan ve klinik kayıtları tam olan bireyler olarak belirlenmiştir.

Çalışmaya dahil edilmeyen bireyler; büyüme ve gelişimi etkileyebilecek herhangi bir sistemik hastalık, beslenme bozukluğu veya endokrin hastalık öyküsü bulunanlar, konjenital gelişim bozukluğu veya mental gelişim bozukluğu tanısı olanlar, alt çenede üçüncü büyük azı dişi hariç olmak üzere hipodonti veya süpernümerer diş anomalisi bulunan bireyler, çekime bağlı daimi diş eksikliği bulunanlar, ilgili dişlerde derin çürük, apikal lezyon, kanal tedavisi veya odontoma gibi patolojilere sahip olanlar, diş köklerinde aşırı dilasasyon bulunanlar, daha önce ortodontik tedavi görmüş bireyler, dudak-damak yarığı bulunanlar ve ilgili bölgede cerrahi müdahale veya travma öyküsü olanlar olarak belirlenmiştir.

3.2. Örneklem Büyüklüğü ve Dağılımı

Çalışma, 8-16 yaş arası bireyleri kapsamaktadır. 12 yaş sınırı odak noktası olarak belirlenmiştir.

Örnekleme seçiminde tabakalı rastgele örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu doğrultuda dahil edilme kriterlerini karşılayan bireyler, yaş aralığı ve cinsiyetlerine göre ayrı ayrı gruplar (tabakalar) halinde sınıflandırılmıştır. Öncelikle temsiliyeti artırmak amacıyla, her yaş grubundan (8-9, 9-10, 10-11...) 100 kız ve 100 erkek bireyin yer aldığı toplam 1600 bireyden oluşan geniş bir havuz oluşturulmuştur. Bu havuzdaki bireylere rastgele sayılar atanmış ve bu sayılar kullanılarak bir kimlik kodu (ID) oluşturulmuştur (örneğin, ID1, ID2 vb.). Atama işlemi Microsoft Excel® (Sürüm 2501, Derleme 18429.20158, Microsoft Corporation, Redmond, WA, ABD)'de rastgele sayı üretme fonksiyonu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ardından her yaş grubundan eşit sayıda kız ve erkek birey içeren 1136 birey çalışmaya dahil edilmiştir. Bu bireylerin 96'sı ön çalışma, 1040'ı ise ana çalışma için kullanılmıştır. Her birey için ID kodu, cinsiyeti, doğum tarihi ve görüntünün çekildiği tarih kaydedilmiştir. Bireylerin kronolojik yaşları doğum tarihleri ile radyograflerin çekim tarihleri arasındaki fark hesaplanmış ve bu fark yıl cinsinden ifade edilmek üzere ondalık yaş sistemi ile belirtilmiştir. Kişisel bilgileri maskeleyerek ve ölçümlerde tarafsızlığı sağlamak amacıyla tüm panoramik radyografler inceleme öncesi anonim hale getirilmiş sadece benzersiz olan ID kodu ile kaydedilerek JPEG formatında dış ortama aktarılmıştır. Ölçümler bu JPEG görüntüleri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya ait örneklem sayısı ve dağılımı Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Örneklem Sayısı ve Dağılımı

Yaş Grubu	Ön Çalışma Kız	Ön Çalışma Erkek	Ana Çalışma Kız	Ana Çalışma Erkek
8-9	6	6	65	65
9-10	6	6	65	65
10-11	6	6	65	65
11-12	6	6	65	65
12-13	6	6	65	65
13-14	6	6	65	65
14-15	6	6	65	65
15-16	6	6	65	65
Toplam	48	48	520	520

3.3. Panoramik Radyografler ve Değerlendirme Standartları

Bu çalışmada panoramik radyografler kullanılmıştır. Tüm panoramik görüntüler, çocuk moduna sahip Planmeca ProMax 2D S3 cihazı kullanılarak, 62-66 kVp 5-8 mA 13,8-15,8 saniyelik parametreler ile aynı radyoloji teknikeri tarafından çekilmiştir. Çalışmada Birleşik Krallık Ulusal Radyolojik Koruma Kurulu (NRPB) kriterleri temel

alınarak, üç puanlı kalite ölçeğine göre yalnızca Grade 1 ve Grade 2 radyografiler değerlendirilmeye alınmıştır.^(188, 189) NRPB kriterlerine göre oluşturulan üç puanlı kalite ölçeği Tablo 3.2’de sunulmuştur.

Tablo 3.2. NRPB Kalite Ölçeği^(188, 189)

Derecelendirme	Kalite	Kriterler
Grade 1	Mükemmel	Hasta hazırlığı, pozlama, pozisyonlama, işleme veya film kullanımı ile ilgili herhangi bir hata bulunmaz.
Grade 2	Kabul edilebilir	Hasta hazırlığı, pozlama, pozisyonlama, işleme veya film kullanımı ile ilgili bazı hatalar bulunabilir, ancak bu hatalar radyografinin tanınal değerini düşürmez.
Grade 3	Kabul edilemez	Hasta hazırlığı, pozlama, pozisyonlama, işleme veya film kullanımı ile ilgili hatalar vardır. Bu hatalar radyografiyi tanınal olarak kullanılamaz hâle getirir.

3.4. Çalışmanın Tasarımı

Çalışma, ön çalışma ve ana çalışma olmak üzere iki aşamalı olarak tasarlanmıştır.

3.4.1. Ön Çalışma ile Gözlemci Standardizasyonu

Ön çalışmada gözlemcinin eğitilmesi ve ölçümlerin tekrarlanabilir olmasına odaklanılmıştır. Ölçüm yöntemlerine ve kaydedilen değişkenlere ilişkin ayrıntılı bilgilere ana çalışma bölümünde yer verilmiştir. Çalışma boyunca tüm ölçümler standardizasyonu sağlamak amacıyla, çalışmanın başında belirlenen ölçüm protokollerine sadık kalınarak gerçekleştirilmiştir.

3.4.1.1. Belirlenen Ölçüm Protokolleri

1. Tüm ölçümler, Java tabanlı bir görüntü işleme programı olan ImageJ (ImageJ 1.54g, National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA) aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.
2. Tüm ölçümler gözlemcilerin, bireylerin kronolojik yaşı ve cinsiyeti hakkında bilgi sahibi olmadığı bir şekilde yapılmıştır.
3. Ölçümler, ön çalışmada iki bağımsız gözlemci tarafından, ana çalışmada ise tek gözlemci tarafından gerçekleştirilmiştir. Tüm ölçümler aynı bilgisayar ekranında, bir gün içinde benzer sayıda örnek üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bilgisayar ekranı sabit çözünürlük ve parlaklık ayarlarında kalibre edilmiştir.

4. Bu bilgisayar, 3.10 GHz hızında 10. Nesil Intel i5 işlemciye, 8 GB RAM'e, Windows 10 Professional işletim sistemine ve 1920 × 1080 piksel çözünürlüğe sahip 21,5 inç düz ekranlı bir renkli monitöre (Lenovo ThinkVision S22e-20) sahiptir.

5. Ölçümler sol alt çenedeki 7 daimi diş üzerinden gerçekleştirilmiştir.

6. Ölçümler, Cameriere ve ark.⁽²³⁾ tarafından önerilen yöntemler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

Ön çalışma yukarıda bahsi geçen ölçüm protokollerine sadık kalacak şekilde üç gözlemci tarafından yürütülmüştür:

Birinci gözlemci: Arş. Gör. Dt. R.E.K. (Ana gözlemci)

İkinci gözlemci: Doç. Dr. K.S. (Ön çalışmada bağımsız ölçümleri gerçekleştiren ikinci gözlemci)

Üçüncü gözlemci: Dr. Öğr. Üyesi T.Ç. (Ağız, diş ve çene radyolojisi uzmanı; çalışmanın başlangıcında gözlemcilere ölçüm prosedürleri konusunda eğitim veren gözlemci)

Ölçüm sürecine başlamadan önce, tüm gözlemcilere Dr. Öğr. Üyesi T.Ç. tarafından ölçüm kriterleri detaylı şekilde açıklanmış, sürece yönelik karşılıklı değerlendirmeler yapılmış ve fikir birliği sağlanmıştır. İki gözlemci (R.E.K. ve K.S.) bağımsız olarak 96 panoramik görüntü üzerinde ölçümlerini tamamlamış ve gözlemciler arası uyum, sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) ile değerlendirilmiştir. Gözlemcinin zaman içindeki tutarlılığını değerlendirmek amacıyla, ön çalışmada yer alan 96 panoramik görüntü, ana gözlemci (R.E.K.) tarafından 4 hafta arayla tekrar ölçülmüş ve gözlemci içi tutarlılık ICC ile değerlendirilmiştir. Çift ölçüm yalnızca ön çalışmada yapılmıştır. Ana gözlemcinin, gözlemci içi ve gözlemciler arası ölçüm tutarlılığı, ön çalışmada hesaplanan ICC ile değerlendirilmiştir.

3.4.2. Ana Çalışma

Ön çalışmanın ardından çalışmanın ikinci aşamasına geçilmiştir. Ana çalışmadaki tüm ölçümler çalışmanın başında belirlenen ölçüm protokollerine uygun olarak, tek gözlemci olan ana gözlemci (R.E.K) tarafından gerçekleştirilmiştir. Ana örneklemedeki bireyler (1040 birey) eğitim grubu (640 birey) ve doğrulama grubu (400 birey) olmak

üzere rastgele iki gruba ayrılmıştır. Eğitim ve doğrulama grubu için yaş ve cinsiyet dağılımı Tablo 3.3'te sunulmuştur.

Tablo 3.3. Eğitim ve Doğrulama Grubu Yaş ve Cinsiyet Dağılımı

Yaş Grubu	Eğitim Grubu(Kız)	Eğitim Grubu(Erkek)	Doğrulama Grubu(Kız)	Doğrulama Grubu(Erkek)
8-9	40	40	25	25
9-10	40	40	25	25
10-11	40	40	25	25
11-12	40	40	25	25
12-13	40	40	25	25
13-14	40	40	25	25
14-15	40	40	25	25
15-16	40	40	25	25
Toplam	320	320	200	200

Eğitim grubu; her yaş grubundan 40 kız ve 40 erkek olmak üzere 640 kişiyi kapsamaktadır. Eğitim grubunda ölçülen değişkenler ve kaydedilen veriler Tablo 3.4'te sunulmuştur. Eğitim grubunun amacı; bu grupta ölçülen IPM_1 , IPM_2 , I_{2M} ve S değerini kullanarak 12 yaş sınırını temsil eden kesim noktalarının belirlenmesini sağlamaktır. Doğrulama grubu her yaş grubundan 25 kız ve 25 erkek olacak şekilde 400 kişiyi kapsamaktadır. Doğrulama grubunda ölçülen değişkenler ve kaydedilen veriler Tablo 3.5'te sunulmuştur. Doğrulama grubunun amacı, eğitim grubunda elde edilen kesim noktalarının performansını bağımsız bir grupta değerlendirebilmektir.

Tablo 3.4. Eğitim Grubunda Kaydedilen Veriler

Değişken	Açıklama	Kodlama/Ölçüm Yöntemi
ID	Bireye özgü tanımlayıcı kod	ID1, ID2 ...
Cinsiyet	Bireyin cinsiyeti	Kız, Erkek
Kronolojik Yaş	Doğum tarihi ile radyografi tarihinin farkı	Ondalık yaş sistemi ile belirtilmiştir.
Yaş Kategorisi	12 yaş altı veya üstü	$12 < 0$ $12 \geq 1$ olarak kodlanmıştır
IPM_1	1. küçük azı dişi olgunluk indeksi	Sürekli değişken (ölçülen değer)
IPM_2	2. küçük azı dişi olgunluk indeksi	Sürekli değişken (ölçülen değer)
I_{2M}	2.büyük azı dişi olgunluk indeksi	Sürekli değişken (ölçülen değer)
S Değeri	7 dişin olgunluk indekslerinin toplamı	Sürekli değişken (ölçülen değer)

Tablo 3.5. Doğrulama Grubunda Kaydedilen Veriler

Değişken	Açıklama	Kodlama/Ölçüm Yöntemi
ID	Bireye özgü tanımlayıcı kod	ID3, ID4 ...
Cinsiyet	Bireyin cinsiyeti	Kız, Erkek
Kronolojik Yaş	Doğum tarihi ile radyografi tarihinin farkı	Ondalık yaş sistemi ile belirtilmiştir.
Yaş Kategorisi	12 yaş altı veya üstü	$12 < 0$ $12 \geq 1$ olarak kodlanmıştır
IPM_1	1. küçük azı dişi olgunluk indeksi	Sürekli değişken (ölçülen değer)
IPM_2	2. küçük azı dişi olgunluk indeksi	Sürekli değişken (ölçülen değer)
I_{2M}	2.büyük azı dişi olgunluk indeksi	Sürekli değişken (ölçülen değer)
S Değeri	7 dişin olgunluk indekslerinin toplamı	Sürekli değişken (ölçülen değer)

3.5. Ölçüm Süreci

Ölçümler kök ucunun açık veya kapalı olma durumuna göre gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ölçümler Microsoft Excel® (Sürüm 2501, Derleme 18429.20158, Microsoft Corporation, Redmond, WA, ABD) çizelgesine kaydedilmiştir.

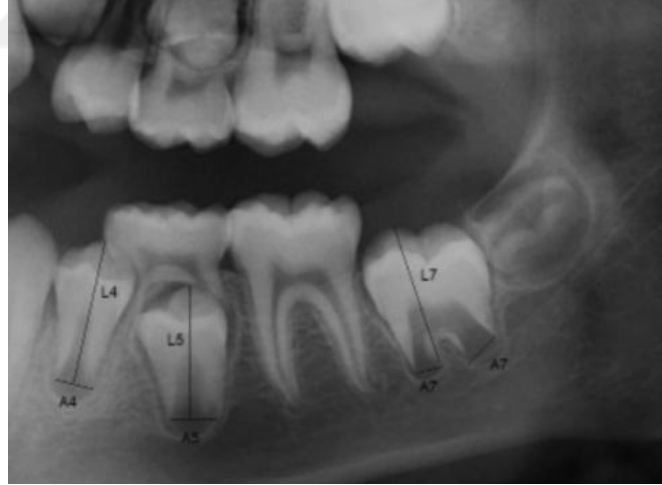
3.5.1. Kök Ucu Açık Dişlere Ait Ölçüm

A_i: Panoramik radyografilerde kök ucu açık ve gelişmekte olan tek köklü dişlerde kök ucunun iç kenarları arasındaki mesafe doğrudan ölçülürken (A_i); çift köklü dişlerde her iki kökün, kök ucu açıklıkları ayrı ayrı ölçülüp toplanarak (A_i+A_i) kaydedilmiştir.

L_i: Kasp tepesinden kök ucuna kadar olan diş uzunluğu ölçülerek kaydedilmiştir.

X_i: Elde edilen kök ucu açıklığı (A_i), elde edilen diş uzunluğuna (L_i) oranlanarak X_i olgunluk indeksi olarak kaydedilmiştir ($X_i=A_i/L_i$)

İlgili ölçümler, üçüncü büyük azı dişi hariç tutulmak üzere, sol alt çenede yer alan yedi daimi diş için aynı şekilde gerçekleştirilmiştir. Tek ve çift köklü dişler için ölçüm örneği Şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Tek ve Çift Köklü Dişlerde Ölçüm Örneği

3.5.2. Kök Ucu Kapalı Dişlere Ait Ölçüm

Kök gelişimi tamamlanmış ve kök ucu kapalı olan dişlerde, kök ucu açıklığı olmadığı için (A_i) değeri 0 (sıfır) olarak, diş uzunluğu (L_i) değeri ise referans değer olması için 1 (bir) olarak kaydedilmiştir. Örneğin alt çene birinci büyük azı dişinin kök ucu kapalıysa;

$A_6=0$ (sıfır)

$L_6=1$ (bir)

$X_6=0,0$ olarak kaydedilmiştir.

S değerini elde etmek için, sol alt çenede üçüncü büyük azı dişi hariç kalan 7 daimi diş için aynı ölçümler gerçekleştirilmiştir. 7 daimi diş için ayrı ayrı hesaplanan, kök ucu açıklığının ilgili dişin uzunluğuna bölünmesiyle (A_i/L_i) elde edilen değerler toplanarak S değeri elde edilmiştir.

$S=(X_i=A_i/L_i \ i=1,2,3\dots,7)$

3.5.3. Diş Olgunluk İndekslerinin Ölçümleri

IPM_1 , IPM_2 ve I_{2M} ölçümleri, çalışmanın başında belirlenen ölçüm protokollerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

IPM_1 : Sol alt çene birinci küçük azı dişinin kök açıklığı ile uzunluğu ölçülmüş ve birbirine bölünerek birinci küçük azı olgunluk indeksi olarak kaydedilmiştir.

$IPM_1=A_4/L_4$

IPM_2 : Sol alt çene ikinci küçük azı dişinin kök açıklığı ile uzunluğu ölçülmüş ve birbirine bölünerek ikinci küçük azı olgunluk indeksi olarak kaydedilmiştir.

$IPM_2=A_5/L_5$

I_{2M} : Sol alt çenede ikinci büyük azı dişinin kök açıklığı ile uzunluğu ölçülmüş ve birbirine bölünerek ikinci büyük azı olgunluk indeksi olarak kaydedilmiştir.

$I_{2M}=A_7/L_7$

Eğer diş kökünün gelişimi tamamlanmış ve kök ucu tamamen kapalıysa bu durumda ölçülecek bir boşluk olmadığı için IPM_1 , IPM_2 veya I_{2M} değeri 0 (sıfır) olarak kaydedilmiştir. Tamamlanan ölçümlerin ardından tüm bireyler, kronolojik yaşına göre; 12,00 ile 15,99 arası olanlar 12 yaş ve üzeri, 8,00 ile 11,99 arası olanlar 12 yaş altı olarak sınıflandırılmıştır. 12 yaştan küçük olanlar 0 (sıfır) olarak, 12 yaş ve üzeri olanlar 1 (bir) olarak kodlanmıştır ($12 < 0 \leq 12 \geq 1$).

3.6. İstatistiksel Analiz Yöntemleri

Bu çalışmada, yasal yaş sınırı olan 12 yaşın ayırt edilmesini öngörmek amacıyla yaş, cinsiyet, IPM_1 , IPM_2 , I_{2M} ve S değeri değişkenleri değerlendirilmiştir. Tüm istatistiksel analizler R yazılımı (sürüm 4.4.2, R Foundation for Statistical Computing) kullanılarak gerçekleştirilmiştir ve anlamlılık düzeyi %5 olarak belirlenmiştir. IPM_1 , IPM_2 , I_{2M} ve S değerleri ile kronolojik yaş arasındaki korelasyonun gücünü ve yönünü belirlemek amacıyla hem genel hem de cinsiyet bazında Pearson (r) ve Spearman (ρ) korelasyon katsayıları hesaplanmış ve ilişkiler nokta grafikleri ile görselleştirilmiştir. Korelasyon katsayılarının yorumlanmasında, mutlak değeri 0,29'dan düşük olanlar düşük seviyeli ilişki, 0,3-0,7 arasındakiler orta seviyeli ilişki, 0,71 ve üzeri olanlar ise yüksek seviyeli ilişki olarak yorumlanmıştır. Korelasyonun işareti (+ veya -) ilişkinin yönünü belirlemede kullanılmıştır. 12 yaş sınırını en iyi temsil eden kesim noktaları, eğitim veri seti kullanılarak duyarlılık ve özgüllüğün bir fonksiyonu olan Youden indeksi (YI) temel alınarak belirlenmiştir.⁽¹⁹⁰⁾ Bu kapsamda en yüksek YI değerine sahip kesim noktaları seçilmiştir. YI, testin genel tanısal doğruluğunu değerlendirmek için kullanılan bir ölçüttür ve duyarlılık ve özgüllüğün birlikte maksimize edilmesini sağlamaktadır. Bu çalışmada 12 yaş ve üzeri pozitif sınıf olarak kabul edilmiştir. Belirlenen kesim noktalarının performansı bağımsız bir grup olan doğrulama grubunda test edilmiş ve cinsiyet bazında tahmin performansı %95 güven aralığı ile sunulmuştur. Ayrıca bu çalışmada Cameriere ve ark.⁽¹⁹¹⁾ tarafından daha önce 12 yaş sınırı için kızlarda 0,252 ve erkeklerde 0,361 olarak bildirilen S değeri kesim noktası hem eğitim hem doğrulama grubunda test edilerek bu çalışmada belirlenen S değeri kesim noktasının performansı ile karşılaştırılmalı olarak sunulmuştur. Yöntemlerin performanslarının değerlendirilmek amacıyla ROC eğrileri oluşturulmuş ve AUC, duyarlılık, özgüllük, doğruluk ve Matthew korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Değişkenler için 2x2 kontenjans tabloları oluşturulmuştur. Ölçümlerin gözlemci içi ve gözlemciler arası tutarlılığını değerlendirmek amacıyla, ICC analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ICC değerlerinin yorumlanmasında ise Koo-Li tarafından önerilen sınıflandırma esas alınmıştır.⁽¹⁹²⁾ Bu sınıflamaya göre, ICC değeri 0,5'in altında ise zayıf, 0,5 ile 0,75 arasındaysa orta düzeyde, 0,75 ile 0,9 arasında ise iyi ve 0,9'un üzerinde ise mükemmel düzeyde güvenilirlik olarak kabul edilmektedir. Farklı yöntemlerin performanslarını karşılaştırmak amacıyla, AUC değerleri arasındaki farklılıklar, Bonferroni-Holm⁽¹⁹³⁾ düzeltmesi uygulanmış DeLong testi⁽¹⁹⁴⁾ ile %5 anlamlılık düzeyine göre yorumlanmıştır. Sonuçların Türk popülasyonuna

genellenebilirliğini değerlendirmek amacıyla TÜİK'ten elde edilen demografik veriler kullanılarak doğrulama grubunda Bayes teoremi⁽¹⁹⁵⁾ ile Bayes son test olasılıkları hesaplanmıştır.

TÜİK verilerine <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2024-53783> bağlantısı üzerinden erişilmiştir. Bayes denklemi aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$$p = \frac{Se \times p_0}{Se \times p_0 + (1 - Sp) \times (1 - p_0)}$$

Burada;

P: Test sonrası olasılık (post-test probability).

P₀: Ön-test olasılığı (pre-test probability).

Se: Testin duyarlılığı (sensitivity)

Sp: Testin özgüllüğü (specificity)

olarak ifade edilmektedir.

Bu çalışmada P₀, TÜİK 2024 yılı nüfus verileri temel alınarak hesaplanmıştır. 8-16 yaş arası 12 yaş ve üzeri olma olasılığı erkeklerde %48,97 iken kızlarda %48,96 olarak hesaplanmıştır.

4. BULGULAR

Bu çalışmada, ön çalışma ve ana çalışma olmak üzere toplam 1136 bireye ait panoramik radyografiler değerlendirilmiştir. Bireylerin 12 yaşın altında mı yoksa üstünde mi olduğunun belirlenmesine yönelik olarak, IPM_1 , IPM_2 , I_{2M} ve S değerlerinin sınıflandırma performansları ROC analizi ile incelenmiştir. Ana çalışma kapsamında, 640 bireyden oluşan eğitim grubu ile 400 bireyden oluşan doğrulama grubu ayrı ayrı analiz edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen bireylerin yaşa ilişkin tanımlayıcı istatistikleri (ortalama ve standart sapma değerleri) Tablo 4.1’de sunulmuştur. Çalışmaya dâhil edilen bireylerin %50’si kız, %50’si erkektir. Cinsiyet ve yaş gruplarına göre dağılımları Tablo 4.2’de sunulmuştur.

Tablo 4.1. Yaş Ortalamaları ve Standart Sapmaları

Grup	Genel (Ortalama ± Standart Sapma)	Erkek (Ortalama ± Standart Sapma)	Kız (Ortalama ± Standart Sapma)
Eğitim Grubu	11,95 ± 2,32	11,93 ± 2,32	11,98 ± 2,33
Doğrulama Grubu	11,97 ± 2,32	11,97 ± 2,33	11,97 ± 2,32

Tablo 4.2. Yaş ve Cinsiyet Dağılımı

Yaş	Eğitim Grubu (Kız)	Eğitim Grubu (Erkek)	Doğrulama Grubu (Kız)	Doğrulama Grubu (Erkek)
8-9	40	40	25	25
9-10	40	40	25	25
10-11	40	40	25	25
11-12	40	40	25	25
12-13	40	40	25	25
13-14	40	40	25	25
14-15	40	40	25	25
15-16	40	40	25	25
Toplam	320	320	200	200

Gözlemci İçi ve Gözlemciler Arası Uyum

Ön çalışmada yer alan 96 panoramik radyografi üzerinde gerçekleştirilen ölçümler için, ölçüm güvenilirliğini değerlendirmek amacıyla gözlemci içi ve gözlemciler arası uyum istatistikleri hesaplanmıştır. Bu kapsamda, IPM_1 , IPM_2 , I_{2M} ve S değerleri için ICC analizleri uygulanmıştır.

Gözlemci içi ICC değerleri ve güven aralıkları; IPM_1 , IPM_2 , I_{2M} ve S değeri için sırasıyla; 0,981 (0,972-0,987), 0,993 (0,986-0,997), 0,991 (0,982-0,996), 0,983 (0,967-0,991) olarak hesaplanmıştır.

Gözlemciler arası ICC değerleri ve güven aralıkları; IPM_1 , IPM_2 , I_{2M} ve S değeri için sırasıyla; 0,986 (0,978-0,991), 0,990 (0,984-0,994), 0,993 (0,988-0,996), 0,979 (0,967-0,987) olarak hesaplanmıştır.

Tüm değişkenler için gözlemci içi ve gözlemciler arası ICC değerleri 0,90'ın üzerinde olduğu için mükemmel uyum olarak sınıflandırılmıştır.

IPM_1 , IPM_2 , I_{2M} ve S Değişkenlerinin Kronolojik Yaş ile Korelasyonu

Birinci küçük azı dişinin kapalı kök ucu ilk olarak 11,6 yaşında görülmüştür. Ayrıca her iki cinsiyette de 15-16 yaş grubunda %2,5 açık bulunmuştur. İkinci küçük azı dişinin kapalı kök ucu ilk olarak 11,8 yaşında görülmüştür. Ayrıca her iki cinsiyette de 15-16 yaş grubunda %11,25 açık bulunmuştur. İkinci büyük azı dişinin kapalı kök ucu ilk olarak 13,4 yaşında görülmüştür. Ayrıca her iki cinsiyette de 15-16 yaş grubunda %24,3 açık bulunmuştur. IPM_1 , IPM_2 , I_{2M} ve S değeri ile kronolojik yaş arasındaki ilişki hem genel örnekleme hem de cinsiyete göre alt gruplarda ayrı ayrı değerlendirilmiştir. IPM_1 , IPM_2 , I_{2M} ve S değeri ile kronolojik yaş arasındaki korelasyon incelendiğinde, tüm gruplarda bu değişkenlerin yaşla negatif yönde ilişkili olduğu belirlenmiştir. Genel örneklem ile kız ve erkek alt gruplarına ait pearson (r) ve spearman (ρ) korelasyon katsayıları Tablo 4.3'te sunulmuştur.

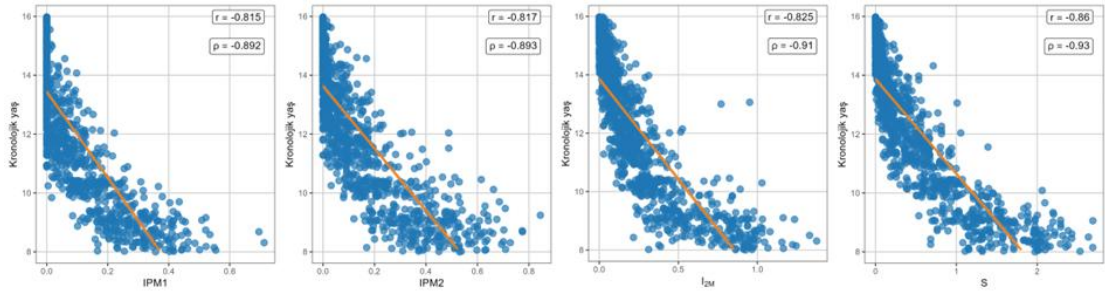
Tablo 4.3. Korelasyon Katsayıları, r; Pearson Katsayısı, ρ ; Spearman Katsayısı

Parametre	Genel	Erkek	Kız
IPM_1 (r)	-0,815*	-0,824*	-0,82*
IPM_1 (ρ)	-0,892*	-0,905*	-0,883*
IPM_2 (r)	-0,817*	-0,823*	-0,814*
IPM_2 (ρ)	-0,893*	-0,9*	-0,887*
I_{2M} (r)	-0,825*	-0,842*	-0,813*
I_{2M} (ρ)	-0,91*	-0,926*	-0,895*
S (r)	-0,86*	-0,874*	-0,850*
S (ρ)	-0,93*	-0,939*	-0,923*

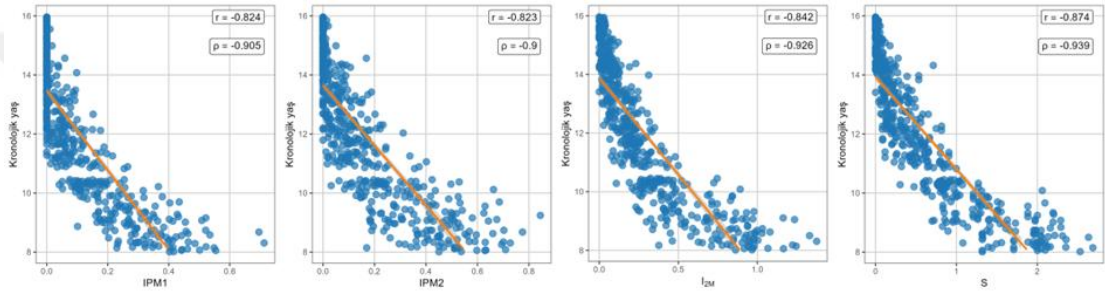
*İstatistiksel olarak anlamlı, $p < 0,05$

Korelasyon katsayıları açısından cinsiyetler arasında belirgin bir fark gözlemlenmiş olup, erkeklerdeki katsayılar genel olarak kızlardan daha yüksektir. Genel popülasyonda her iki korelasyon katsayısına göre en düşük değer IPM_1 için, en yüksek değer ise S değeri için hesaplanmıştır. IPM_1 , IPM_2 , I_{2M} ve S değerinin kronolojik yaşla değişimi, nokta grafikleriyle görselleştirilmiştir. Grafikte her bir nokta bir bireyi temsil etmekte olup, x eksenini kronolojik yaş, y eksenini ise ilgili dişin olgunluk indeksini göstermektedir. Turuncu eğri, değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiyi temsil

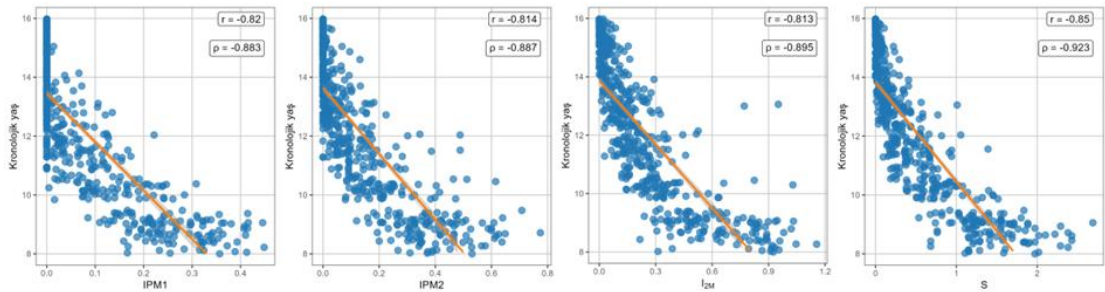
etmektedir. Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3'te bu grafikler sırasıyla genel örneklem, erkek bireyler ve kız bireyler için sunulmuştur.



Şekil 4.1. Genel Örneklem, IPM₁, IPM₂, I_{2M} ve S Değerinin Kronolojik Yaş ile İlişkisini Gösteren Nokta Grafikleri



Şekil 4.2. Erkek, IPM₁, IPM₂, I_{2M} ve S Değerinin Kronolojik Yaş ile İlişkisini Gösteren Nokta Grafikleri



Şekil 4.3. Kız, IPM₁, IPM₂, I_{2M} ve S Değerinin Kronolojik Yaş ile İlişkisini Gösteren Nokta Grafikleri

Nokta grafikleri incelendiğinde, IPM₁, IPM₂ ve I_{2M} değerlerinin kronolojik yaş ile belirgin bir düşüş eğilimi gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu bulguya göre bireylerin yaşları arttıkça tüm olgunluk indekslerinde azalma meydana gelmektedir.

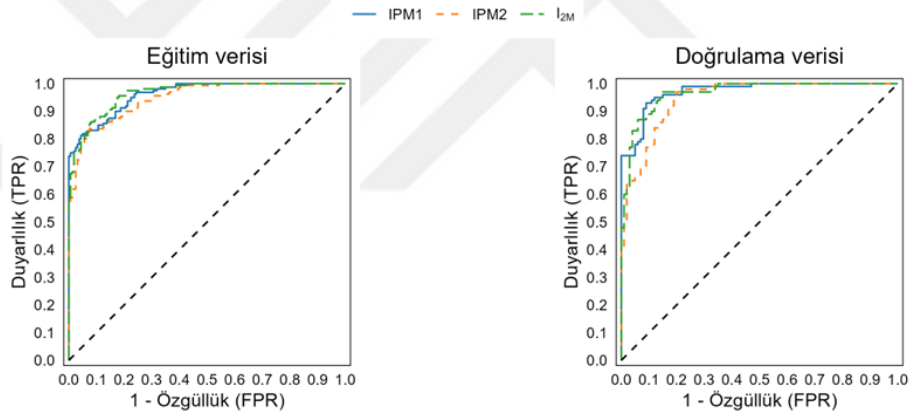
Tek Değişkenli Yöntemlerin Performans Analizleri

Bu bölümde, IPM₁, IPM₂ ve I_{2M}'in tek değişken olarak kullanıldığı ayırt edici performans analizleri cinsiyet bazında ayrı ayrı sunulmuştur. Kesim noktaları, eğitim grubundaki veriler kullanılarak YI' ne göre belirlenmiş ve doğrulama grubunda test edilmiştir. Her bir değişken için ROC eğrileri oluşturulmuş ve AUC değerleri

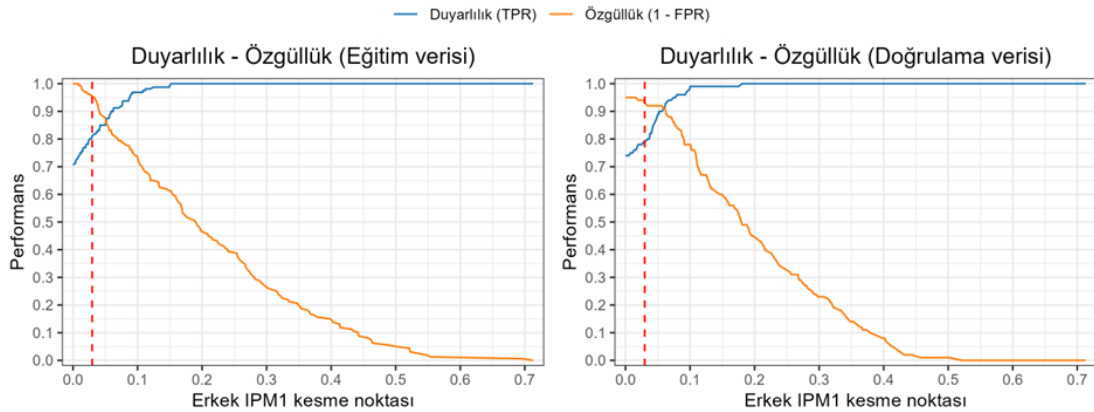
hesaplanmıştır. Ayrıca, 2x2 kontenjans tabloları oluşturularak duyarlılık, özgüllük ve diğer performans ölçümleri değerlendirilmiştir. Doğrulama grubuna özgü olarak, Matthew korelasyon katsayısı (MCC) ve doğruluk oranı da hesaplanmıştır.

Erkek Bireylerde Tek Değişkenli Yöntemlerin Performans Analizleri

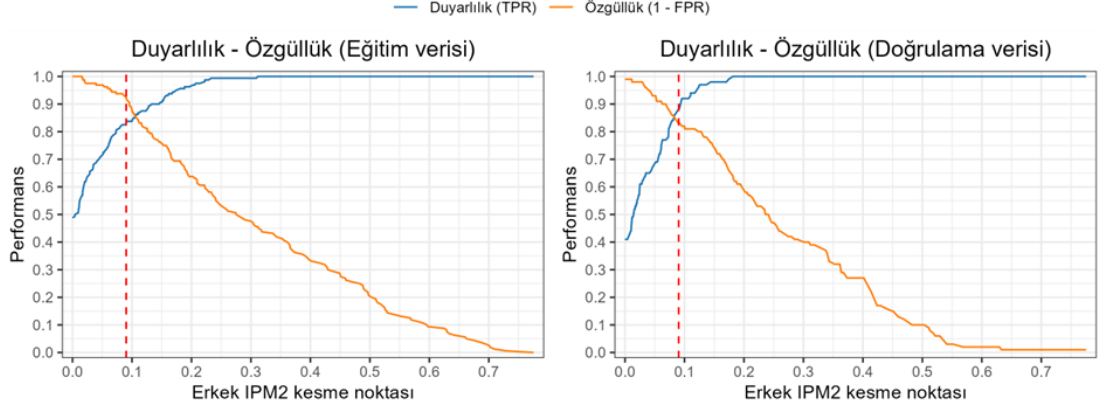
Erkek grubu için IPM_1 , IPM_2 ve I_{2M} 'in 12 yaş üzeri bireyleri ayırt etme gücü, ROC eğrileri ve AUC değerleri ile değerlendirilmiştir. Kesim noktasının altındaki değerler bireyin 12 yaş ve üzeri olduğunu; üzerindeki değerler ise 12 yaşın altında olduğunu göstermektedir. Şekil 4.4'te, erkek bireyler için IPM_1 , IPM_2 ve I_{2M} için tek değişkenli yöntemlere ait ROC eğrileri, eğitim ve doğrulama gruplarına göre ayrı ayrı sunulmuştur. Her bir değişken için duyarlılık ve özgüllük eğrileri oluşturulmuş; bu eğrilerin gruplar arasında nasıl değiştiği görselleştirilmiştir. Kesim noktalarına göre duyarlılık ve özgüllük değerlerinin değişimi, IPM_1 için şekil 4.5'te, IPM_2 için şekil 4.6'da ve I_{2M} için şekil 4.7'de gösterilmiştir.



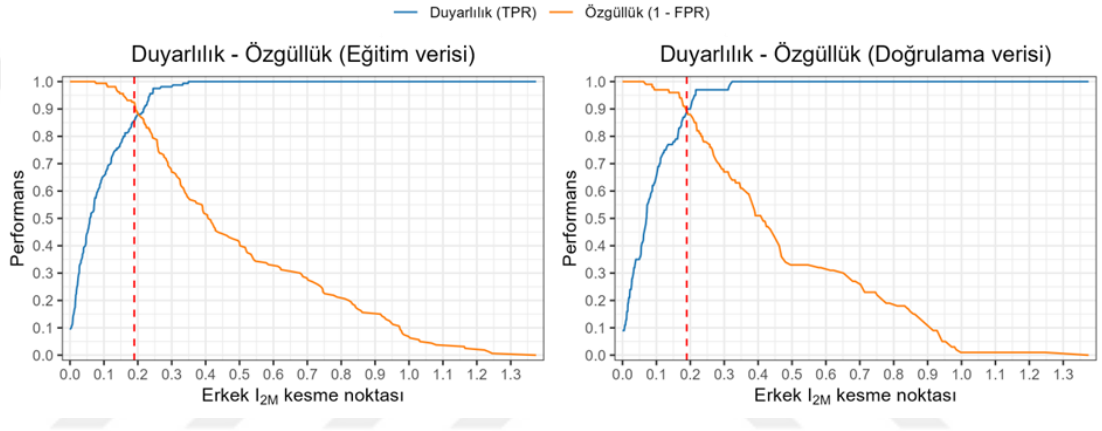
Şekil 4.4. Erkek, Tek Değişkenli Yöntemlerin ROC Eğrileri



Şekil 4.5. Erkek, IPM_1 Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği



Şekil 4.6. Erkek, IPM₂ Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği



Şekil 4.7. Erkek, I_{2M} Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği

AUC Değerleri ve Kesim Noktaları

Erkeklerde tek değişkenli yöntemlerde belirlenen kesim noktaları IPM₁ için 0,030, IPM₂ için 0,090, I_{2M} için 0,191 olarak kaydedilmiştir. Kesim noktaları ve performans ölçümleri, eğitim ve doğrulama grubu için sırasıyla Tablo 4.4 ve Tablo 4.5'te verilmiştir. Tek değişkenli yöntemlerde doğrulama grubunda en yüksek AUC değeri I_{2M}'de, en yüksek duyarlılık IPM₂, en yüksek özgüllük IPM₁, en yüksek doğruluk ve MCC ise I_{2M}'de hesaplanmıştır.

Tablo 4.4. Erkek, Eğitim Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktaları ve Performans Ölçümleri

Grup	Parametre	K.N	YI	AUC	Duyarlılık	Özgüllük
Eğitim Grubu	IPM ₁	0,03	0,769	0,961 (0,944-0,978)*	0,806	0,956
	IPM ₂	0,09	0,763	0,948 (0,927-0,969)*	0,831	0,925
	I _{2M}	0,191	0,781	0,965 (0,949-0,981)*	0,85	0,925

Kısaltmalar: K.N; Kesim noktası, YI; Youden indeksi, AUC; eğri altında kalan alan, *%95 güven aralıkları parantez içerisinde verilmiştir.

Tablo 4.5. Erkek, Doğrulama Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktaları ve Performans Ölçümleri

Grup	Parametre	K.N	YI	AUC	Duyarlılık	Özgüllük	Doğruluk	MCC	PTP
Doğrulama Grubu	IPM ₁	0,03	0,72	0,952 (0,923-0,982)*	0,79	0,93	0,86	0,727	0,946
	IPM ₂	0,09	0,71	0,944 (0,914-0,973)*	0,88	0,83	0,855	0,711	0,914
	I _{2M}	0,191	0,78	0,966 (0,944-0,987)*	0,87	0,91	0,89	0,78	0,916

Kısaltmalar: K.N; Kesim noktası, YI; Youden indeksi, AUC; eğri altında kalan alan, MCC; Matthew korelasyon katsayısı, PTP; Bayes son test olasılığı, *%95 güven aralıkları parantez içerisinde verilmiştir.

Erkek grubunda belirlenen kesim noktalarının performansını değerlendirmek amacıyla her değişken için gerçek pozitif (GP), yanlış pozitif (YP), gerçek negatif (GN) ve yanlış negatif (YN) sınıflamaları hesaplanmış, 2x2 kontenjans tabloları oluşturulmuştur. Bu değerlendirmede gerçek yaş kategorileri ile yöntem tarafından tahmin edilen yaş kategorileri karşılaştırılmıştır. Tablo 4.6 ve 4.7’de sırasıyla eğitim ve doğrulama grubuna ait tek değişkenli yöntemlerin kontenjans tabloları sunulmuştur.

Tablo 4.6. Erkek, Eğitim Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kontenjans Tablosu

Parametre	Yaş	12 altı	12 üstü	Toplam
IPM ₁	12 altı	153 ^{GN}	7 ^{YP}	160
	12 üstü	31 ^{YN}	129 ^{GP}	160
IPM ₂	12 altı	148 ^{GN}	12 ^{YP}	160
	12 üstü	27 ^{YN}	133 ^{GP}	160
I _{2M}	12 altı	148 ^{GN}	12 ^{YP}	160
	12 üstü	24 ^{YN}	136 ^{GP}	160

^{YP} Yanlış pozitifler, ^{GP} Gerçek pozitifler, ^{GN} Gerçek negatifler, ^{YN} Yanlış negatifler

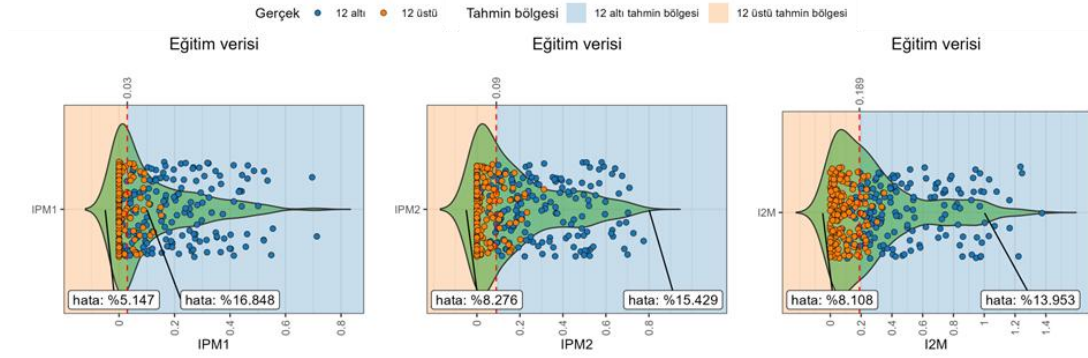
Tablo 4.7. Erkek, Doğrulama Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kontenjans Tablosu

Parametre	Yaş	12 altı	12 üstü	Toplam
IPM ₁	12 altı	93 ^{GN}	7 ^{YP}	100
	12 üstü	21 ^{YN}	79 ^{GP}	100
IPM ₂	12 altı	83 ^{GN}	17 ^{YP}	100
	12 üstü	12 ^{YN}	88 ^{GP}	100
I _{2M}	12 altı	89 ^{GN}	11 ^{YP}	100
	12 üstü	11 ^{YN}	89 ^{GP}	100

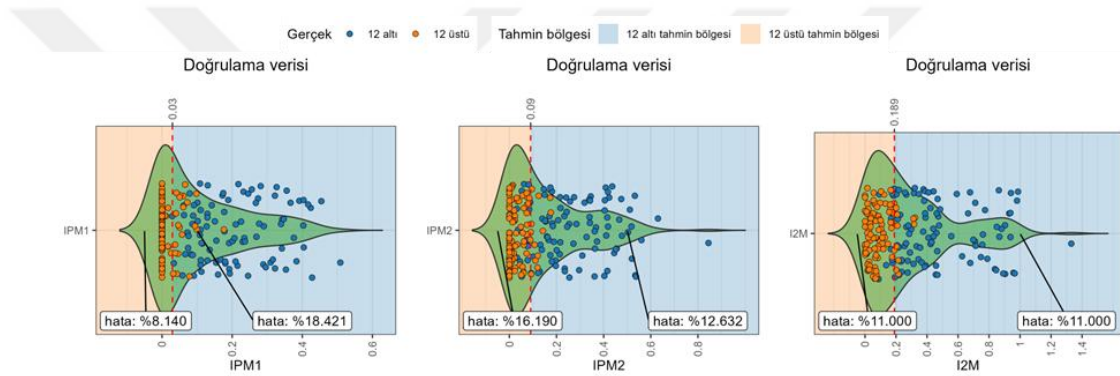
^{YP} Yanlış pozitifler, ^{GP} Gerçek pozitifler, ^{GN} Gerçek negatifler, ^{YN} Yanlış negatifler

Erkeklerde tek değişkenli yöntemler olan; IPM₁, IPM₂ ve I_{2M} için belirlenen kesim noktalarının sınıflandırma performansı, ayrıştırma grafikleriyle görselleştirilmiştir. Bu grafiklerde, yöntemin tahmin bölgeleri ve yanlış sınıflandırma oranları görsel olarak sunulmuştur. Şekil 4.8 eğitim, şekil 4.9 ise doğrulama verisine aittir. Grafiklerde; mavi noktalar 12 yaş altı, turuncu noktalar 12 yaş ve üzeri bireyleri temsil ederken; yeşil yoğunluk eğrileri veri dağılımını göstermektedir. Kırmızı kesikli çizgi, eğitim

grubunda belirlenen kesim noktasını ifade etmektedir. Hata oranları, yanlış sınıflandırılan bireylerin tahmin bölgesine göre yüzdesini göstermektedir.



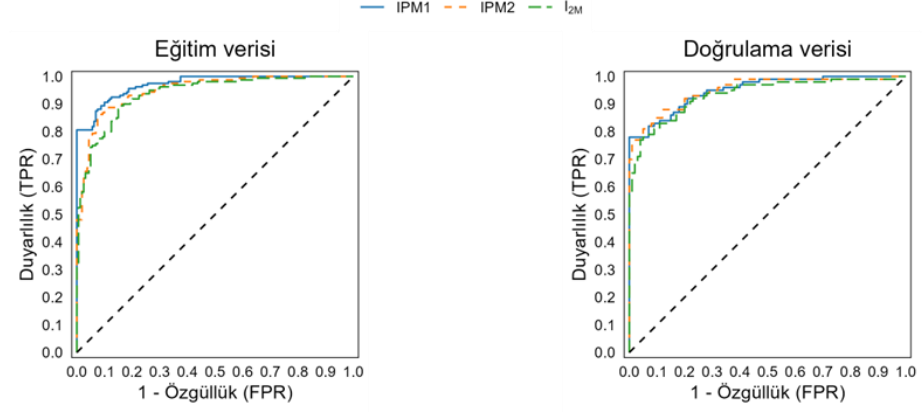
Şekil 4.8. Erkek, Eğitim Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktalarının Ayırıştırma Grafiği



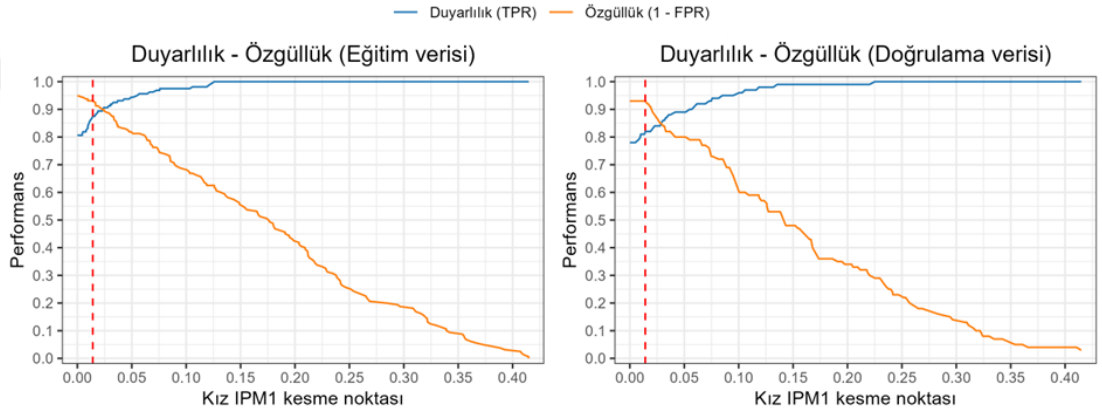
Şekil 4.9. Erkek, Doğrulama Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktalarının Ayırıştırma Grafiği

Kız Bireylerde Tek Değişkenli Yöntemlerin Performans Analizleri

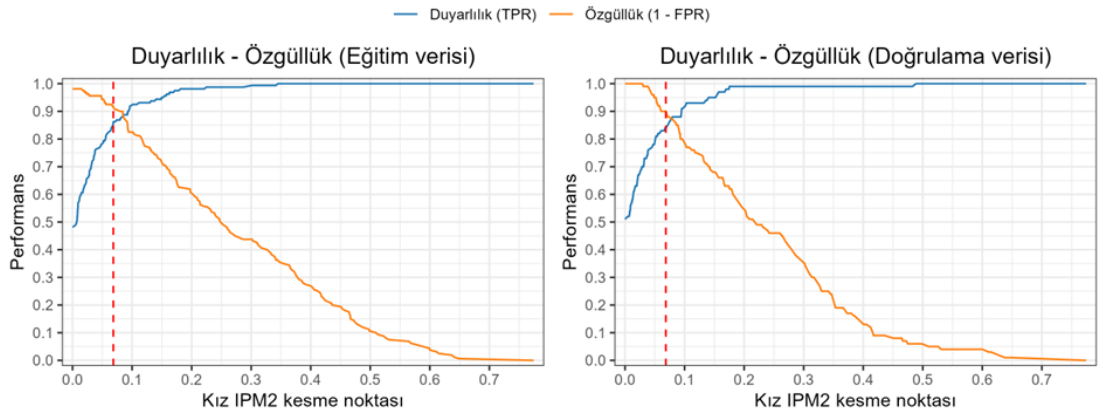
Kız grubu için IPM_1 , IPM_2 ve I_{2M} 'nin 12 yaş üzeri bireyleri ayırt etme gücü ROC eğrileri ve AUC değerleri ile değerlendirilmiştir. Kesim noktasının altındaki değerler bireyin 12 yaş ve üzeri olduğunu; üzerindeki değerler ise 12 yaşın altında olduğunu göstermektedir. Şekil 4.10' da kız bireyler için IPM_1 , IPM_2 ve I_{2M} için tek değişkenli yöntemlere ait ROC eğrileri, eğitim ve doğrulama gruplarına göre ayrı ayrı sunulmuştur. Her bir değişken için duyarlılık ve özgüllük eğrileri oluşturulmuş; bu eğrilerin gruplar arasında nasıl değiştiği görselleştirilmiştir. Kesim noktalarına göre duyarlılık ve özgüllük değerlerinin değişimi; IPM_1 için Şekil 4.11'de, IPM_2 için Şekil 4.12'de ve I_{2M} için Şekil 4.13'te gösterilmiştir.



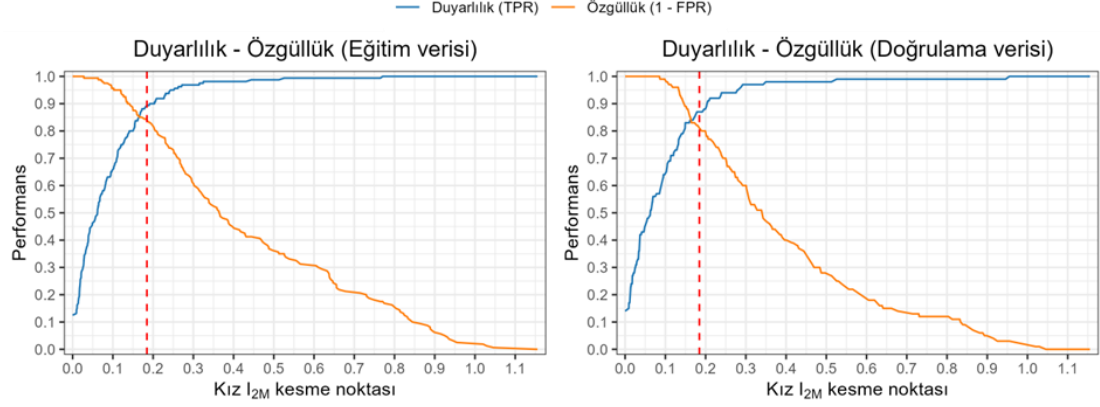
Şekil 4.10. Kız, Tek Değişkenli Yöntemlerin ROC Eğrileri



Şekil 4.11. Kız, IPM₁ Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği



Şekil 4.12. Kız, IPM₂ Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği



Şekil 4.13. Kız, I_{2M} Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği

AUC Değerleri ve Kesim Noktaları

Kızlarda tek değişkenli yöntemlerde belirlenen kesim noktaları; IPM_1 için 0,014, IPM_2 0,069 ve I_{2M} 0,184 olarak kaydedilmiştir. Kesim noktaları ve performans ölçümleri eğitim ve doğrulama grubu için sırasıyla Tablo 4.8 ve Tablo 4.9’da sunulmuştur. Doğrulama grubunda en yüksek AUC değeri IPM_2 için, en yüksek duyarlılık I_{2M} ’de hesaplanırken, en yüksek özgüllük, doğruluk ve MCC değeri IPM_1 ’de hesaplanmıştır.

Tablo 4.8. Kız, Eğitim Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktaları ve Performans Ölçümleri

Grup	Parametre	K.N	YI	AUC	Duyarlılık	Özgüllük
Eğitim	IPM_1	0,014	0,806	0,951 (0,929-0,974)*	0,869	0,931
Grubu	IPM_2	0,069	0,781	0,945 (0,921-0,969)*	0,856	0,919
	I_{2M}	0,184	0,738	0,937 (0,913-0,962)*	0,887	0,844

Kısaltmalar: K.N; Kesim noktası, YI; Youden indeksi, AUC; eğri altında kalan alan, *%95 güven aralıkları parantez içerisinde verilmiştir.

Tablo 4.9. Kız, Doğrulama Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktaları ve Performans Ölçümleri

Grup	Parametre	K.N	YI	AUC	Duyarlılık	Özgüllük	Doğruluk	MCC	PTP
Doğrulama	IPM_1	0,014	0,75	0,921 (0,884-0,959)*	0,81	0,93	0,875	0,755	0,924
Grubu	IPM_2	0,069	0,74	0,950 (0,922-0,979)*	0,84	0,9	0,87	0,741	0,910
	I_{2M}	0,184	0,68	0,933 (0,899-0,967)*	0,87	0,82	0,84	0,681	0,845

Kısaltmalar: K.N; Kesim noktası, YI; Youden indeksi, AUC; eğri altında kalan alan, MCC; Matthew korelasyon katsayısı, PTP; Bayes son test olasılığı, *%95 güven aralıkları parantez içerisinde verilmiştir.

Kız grubunda belirlenen kesim noktalarının sınıflandırma performansını değerlendirmek amacıyla her değişken için gerçek pozitif (GP), yanlış pozitif (YP), gerçek negatif (GN) ve yanlış negatif (YN) sınıflamaları hesaplanmış ve 2x2 kontenjans tabloları oluşturulmuştur. Bu değerlendirmede gerçek yaş kategorileri ile

yöntem tarafından tahmin edilen yaş kategorileri karşılaştırılmıştır. Tablo 4.10 ve Tablo 4.11’de sırasıyla eğitim ve doğrulama grubuna ait kontenjans tabloları sunulmuştur.

Tablo 4.10. Kız, Eğitim Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kontenjans Tablosu

Parametre	Yaş	12 altı	12 üstü	Toplam
IPM ₁	12 altı	149 ^{GN}	11 ^{YP}	160
	12 üstü	21 ^{YN}	139 ^{GP}	160
IPM ₂	12 altı	147 ^{GN}	13 ^{YP}	160
	12 üstü	23 ^{YN}	137 ^{GP}	160
I _{2M}	12 altı	135 ^{GN}	25 ^{YP}	160
	12 üstü	18 ^{YN}	136 ^{GP}	160

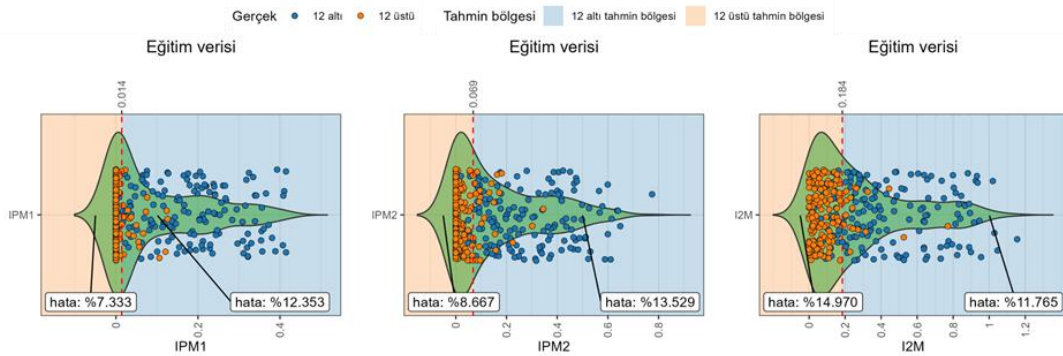
^{YP} Yanlış pozitifler, ^{GP} Gerçek pozitifler, ^{GN} Gerçek negatifler, ^{YN} Yanlış negatifler

Tablo 4.11. Kız, Doğrulama Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kontenjans Tablosu

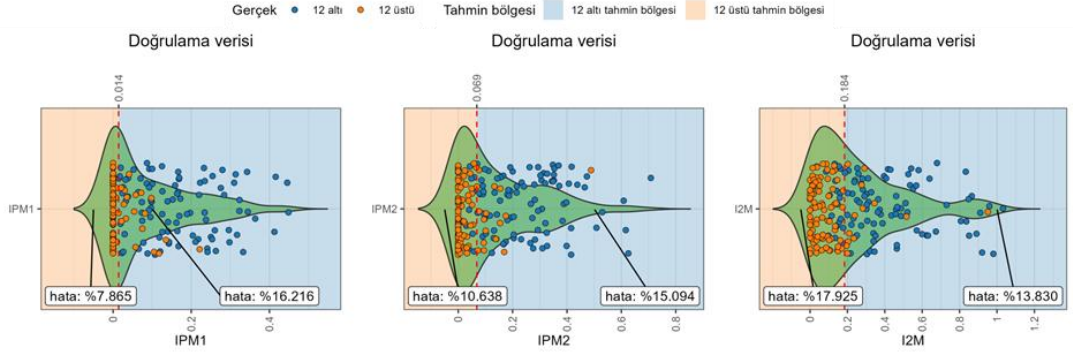
Parametre	Yaş	12 altı	12 üstü	Toplam
IPM ₁	12 altı	93 ^{GN}	7 ^{YP}	100
	12 üstü	18 ^{YN}	82 ^{GP}	100
IPM ₂	12 altı	90 ^{GN}	10 ^{YP}	100
	12 üstü	16 ^{YN}	84 ^{GP}	100
I _{2M}	12 altı	81 ^{GN}	19 ^{YP}	100
	12 üstü	13 ^{YN}	87 ^{GP}	100

^{YP} Yanlış pozitifler, ^{GP} Gerçek pozitifler, ^{GN} Gerçek negatifler, ^{YN} Yanlış negatifler

Kızlarda tek değişkenli yöntemler olan; IPM₁, IPM₂ ve I_{2M} için belirlenen kesim noktalarının sınıflandırma performansı, ayrıştırma grafikleriyle görselleştirilmiştir. Bu grafiklerde, yöntemin tahmin bölgeleri ve yanlış sınıflandırma oranları görsel olarak sunulmuştur. Şekil 4.14 eğitim, şekil 4.15 ise doğrulama verisine aittir. Grafiklerde; mavi noktalar 12 yaş altı, turuncu noktalar 12 yaş ve üzeri bireyleri temsil ederken; yeşil yoğunluk eğrileri veri dağılımını göstermektedir. Kırmızı kesikli çizgi, eğitim grubunda belirlenen kesim noktasını ifade etmektedir. Hata oranları, yanlış sınıflandırılan bireylerin tahmin bölgesine göre yüzdesini göstermektedir.



Şekil 4.14. Kız, Eğitim Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktalarının Ayrıştırma Grafiği

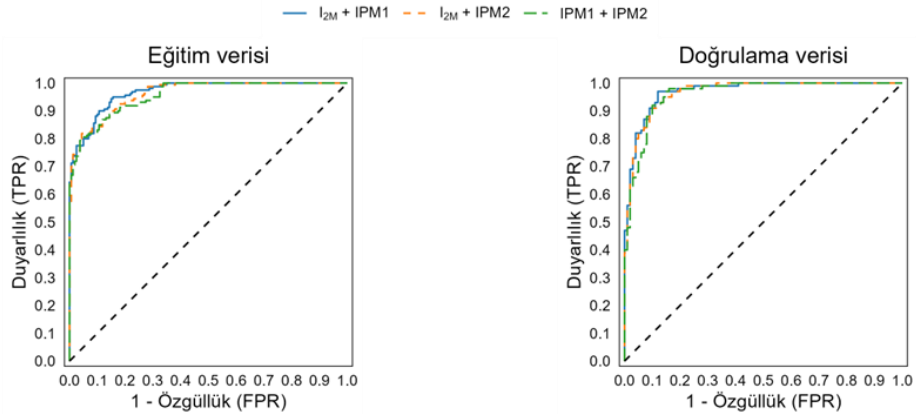


Şekil 4.15. Kız, Doğrulama Grubu, Tek Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktalarının Ayrıştırma Grafiği

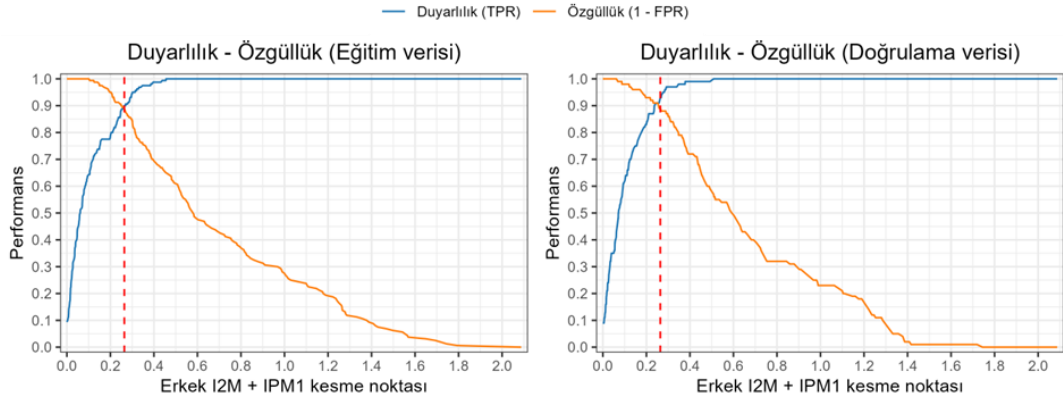
İki Değişkenli Yöntemlerin Performans Analizleri (IPM_1+IPM_2 , IPM_2+I_{2M} vb.)

Tek değişkenli analizlerin ardından, değişkenlerin birlikte kullanılmasının, sınıflandırma performansına etkisi incelenmiştir. Bu kapsamda IPM_1 , IPM_2 ve I_{2M} 'nin ikili kombinasyonları oluşturulmuştur. Bu kombinasyonların ROC eğrileri çizilmiş, AUC değerleri hesaplanmış ve diğer tanısal performans ölçümleri değerlendirilmiştir. Tüm analizler cinsiyet bazında ayrı ayrı gerçekleştirilmiş olup, aşağıda sırasıyla önce erkek sonra kız gruplarına ait bulgular sunulmuştur.

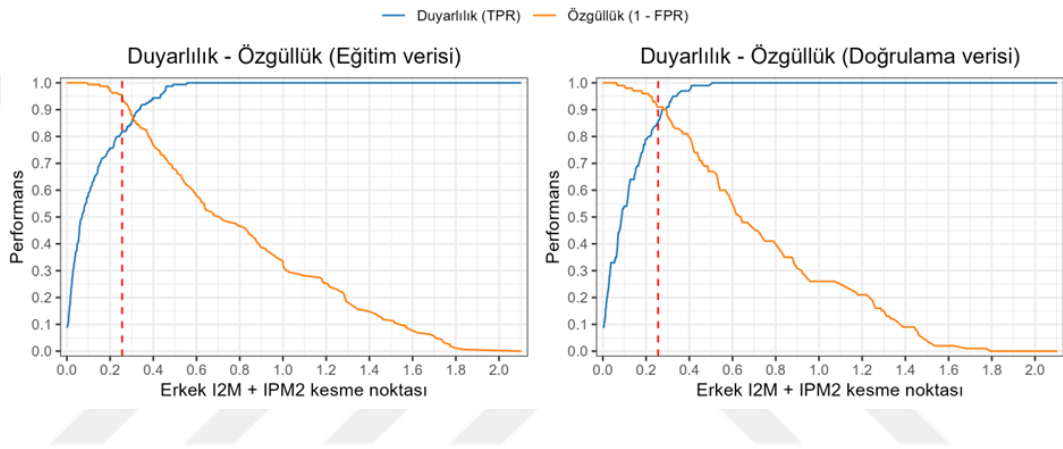
Erkeklerde $I_{2M}+IPM_1$, $I_{2M}+IPM_2$ ve IPM_1+IPM_2 kombinasyonları için duyarlılık ve özgüllük eğrileri ayrı ayrı oluşturulmuş; bu eğrilerin eğitim ve doğrulama gruplarındaki değişimi görselleştirilmiştir. İki değişkenli yöntemlere ait ROC eğrileri şekil 4.16'da duyarlılık ve özgüllük grafikleri ise $I_{2M}+IPM_1$ şekil 4.17'de, $I_{2M}+IPM_2$ şekil 4.18'de ve IPM_1+IPM_2 şekil 4.19'da gösterilmiştir.



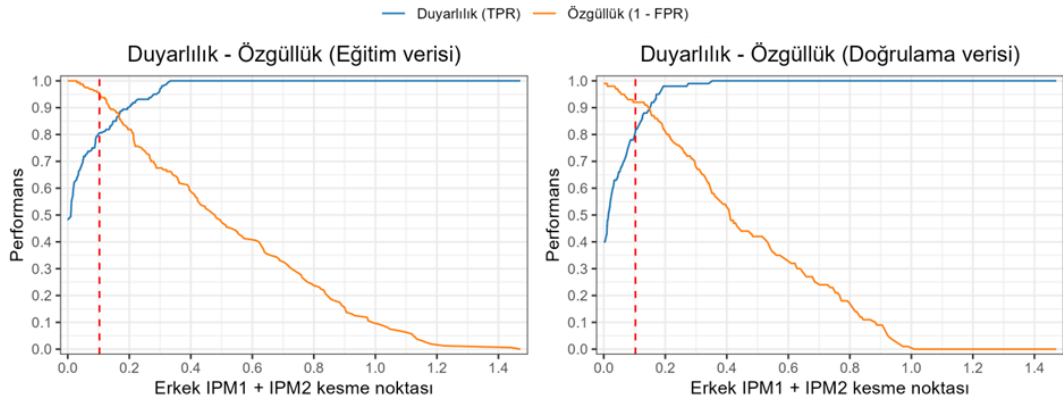
Şekil 4.16. Erkek, İki Değişkenli Yöntemlerin ROC Eğrileri



Şekil 4.17. Erkek, $I_{2M}+IPM_1$ Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği



Şekil 4.18. Erkek, $I_{2M}+IPM_2$ Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği



Şekil 4.19. Erkek, IPM_1+IPM_2 Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği

AUC Değerleri ve Kesim Noktaları

Erkeklerde iki değişkenli yöntemler için ROC analizi sonucunda hesaplanan AUC değerleri, yöntemlerin sınıflandırma gücünü ölçmek için hesaplanmıştır. $I_{2M}+IPM_1$, $I_{2M}+IPM_2$ ve IPM_1+IPM_2 değişkenlerine ait kesim noktaları ve performans ölçümleri eğitim ve doğrulama grubu için sırasıyla Tablo 4.12 ve Tablo 4.13'te sunulmuştur.

Tablo 4.12. Erkek, Eğitim Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktaları ve Performans Ölçümleri

Grup	Parametre	K.N	YI	AUC	Duyarlılık	Özgüllük
Eğitim Grubu	I _{2M} +IPM ₁	0,264	0,794	0,968 (0,953-0,983)*	0,894	0,894
	I _{2M} +IPM ₂	0,256	0,775	0,962 (0,945-0,978)*	0,812	0,956
	IPM ₁ +IPM ₂	0,103	0,763	0,957 (0,938-0,975)*	0,8	0,956

Kısaltmalar: K.N; Kesim noktası, YI; Youden indeksi, AUC; eğri altında kalan alan, *%95 güven aralıkları parantez içerisinde verilmiştir.

Tablo 4.13. Erkek, Doğrulama Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktaları ve Performans Ölçümleri

Grup	Parametre	K.N	YI	AUC	Duyarlılık	Özgüllük	Doğruluk	MCC	PTP
Doğrulama Grubu	I _{2M} +IPM ₁	0,264	0,82	0,969 (0,948-0,989)*	0,91	0,89	0,91	0,821	0,890
	I _{2M} +IPM ₂	0,256	0,76	0,966 (0,944-0,987)*	0,85	0,91	0,88	0,761	0,947
	IPM ₁ +IPM ₂	0,103	0,73	0,958 (0,931-0,984)*	0,79	0,92	0,865	0,735	0,946

Kısaltmalar: K.N; Kesim noktası, YI; Youden indeksi, AUC; eğri altında kalan alan, MCC; Matthew korelasyon katsayısı, PTP; Bayes son test olasılığı, *%95 güven aralıkları parantez içerisinde verilmiştir.

Erkeklerde I_{2M}+IPM₁ doğrulama grubunda en yüksek AUC değerini gösterirken, IPM₁+IPM₂ en düşük AUC değerine sahip olmuştur. Doğrulama grubunda duyarlılık, doğruluk ve MCC açısından en yüksek değerler I_{2M}+IPM₁ için kaydedilmiştir. Özgüllük açısından ise IPM₁+IPM₂ en yüksek performansa sahip değişken olmuştur.

Kesim noktalarının sınıflandırma performansını değerlendirmek amacıyla her değişken için gerçek pozitif (GP), yanlış pozitif (YP), gerçek negatif (GN) ve yanlış negatif (YN) sınıflamaları hesaplanmış ve 2x2 kontenjans tabloları oluşturulmuştur. Bu değerlendirmede gerçek yaş kategorileri ile yöntem tarafından tahmin edilen yaş kategorileri karşılaştırılmıştır. Erkekler iki değişkenli yöntemlere ait kontenjans tablosu eğitim ve doğrulama grubu için sırasıyla Tablo 4.14 ve Tablo 4.15'te sunulmuştur.

Tablo 4.14. Erkek, Eğitim Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kontenjans Tablosu

Parametre	Yaş	12 altı	12 üstü	Toplam
I _{2M} +IPM ₁	12 altı	143 ^{GN}	17 ^{YP}	160
	12 üstü	17 ^{YN}	143 ^{GP}	160
I _{2M} +IPM ₂	12 altı	153 ^{GN}	7 ^{YP}	160
	12 üstü	30 ^{YN}	130 ^{GP}	160
IPM ₁ +IPM ₂	12 altı	153 ^{GN}	7 ^{YP}	160
	12 üstü	32 ^{YN}	128 ^{GP}	160

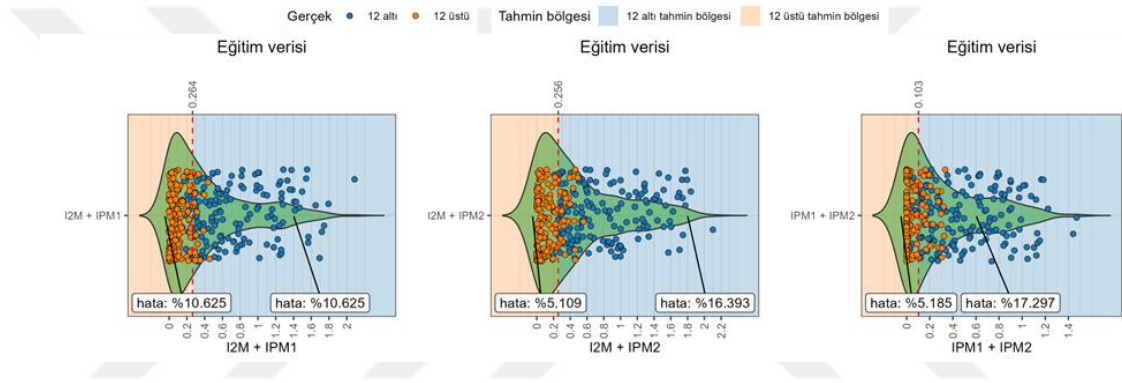
^{YP} Yanlış pozitifler, ^{GP} Gerçek pozitifler, ^{GN} Gerçek negatifler, ^{YN} Yanlış negatifler

Tablo 4.15. Erkek, Doğrulama Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kontenjans Tablosu

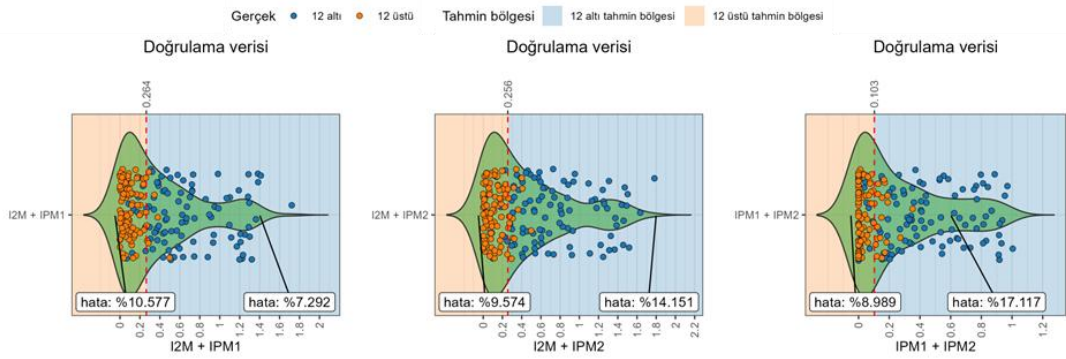
Parametre	Yaş	12 altı	12 üstü	Toplam
$I_{2M}+IPM_1$	12 altı	89 ^{GN}	11 ^{YP}	100
	12 üstü	7 ^{YN}	93 ^{GP}	100
$I_{2M}+IPM_2$	12 altı	91 ^{GN}	9 ^{YP}	100
	12 üstü	15 ^{YN}	85 ^{GP}	100
IPM_1+IPM_2	12 altı	92 ^{GN}	8 ^{YP}	100
	12 üstü	19 ^{YN}	81 ^{GP}	100

^{YP} Yanlış pozitifler, ^{GP} Gerçek pozitifler, ^{GN} Gerçek negatifler, ^{YN} Yanlış negatifler

İki değişkenli yöntemler için belirlenen kesim noktalarının sınıflandırma performansı ayrıştırma grafikleriyle görselleştirilmiştir. Grafikte, yöntemin tahmin bölgeleri ve yanlış sınıflandırma oranları görsel olarak sunulmuştur. Şekil 4.20 eğitim verisini, Şekil 4.21 ise doğrulama verisini ayrıştırma grafiğini sunmaktadır.

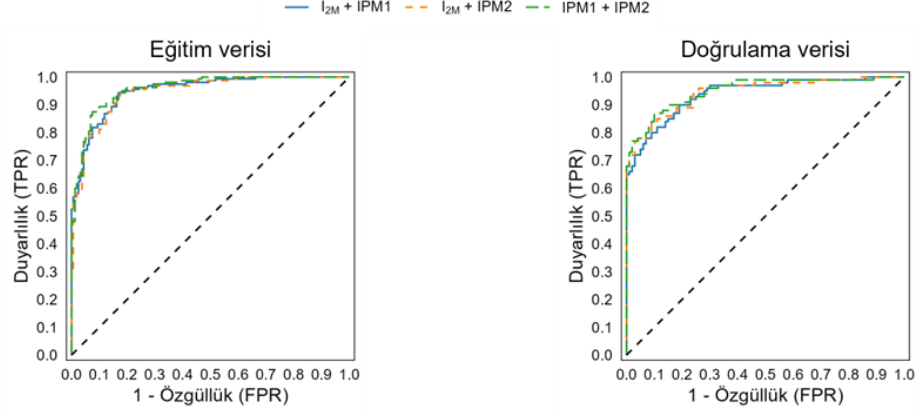


Şekil 4.20. Erkek, Eğitim Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktalarının Ayrıştırma Grafiği

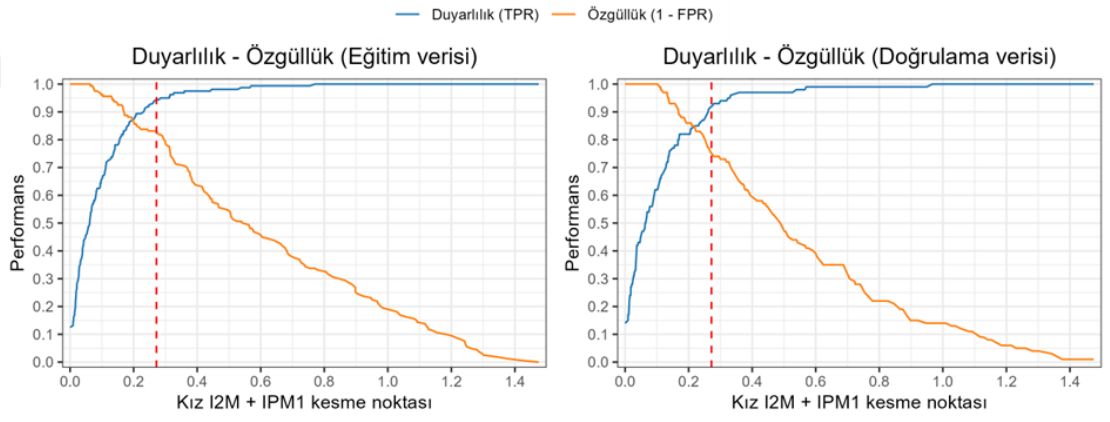


Şekil 4.21. Erkek, Doğrulama Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktalarının Ayrıştırma Grafiği

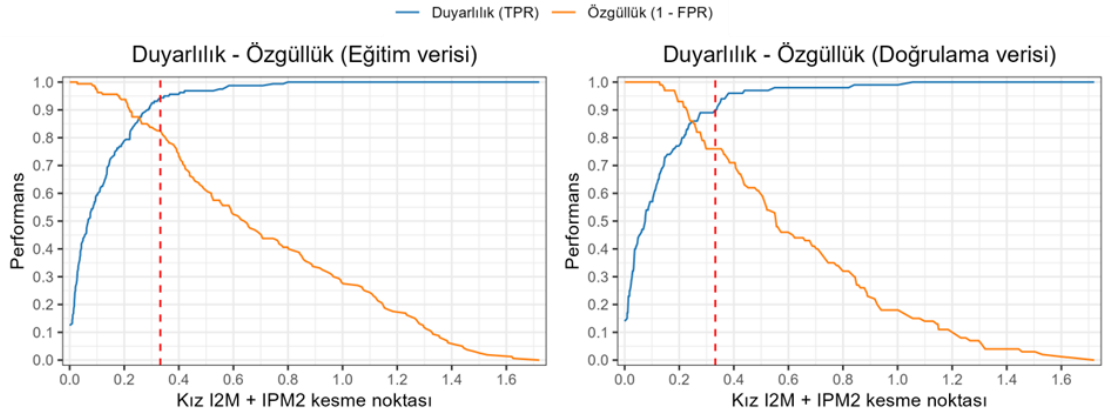
Kız grubu iki değişkenli yöntemlerin ROC eğrileri şekil 4.22’de sunulmuştur. Kızlarda iki değişkenli yöntemlerin duyarlılık ve özgüllük grafikleri $I_{2M}+IPM_1$ şekil 23’te, $I_{2M}+IPM_2$ şekil 24’te ve IPM_1+IPM_2 şekil 4.25’te gösterilmiştir.



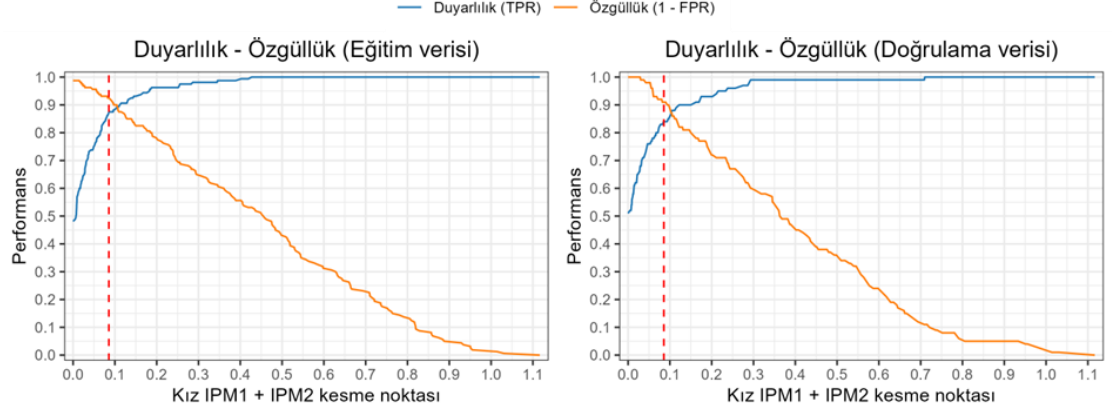
Şekil 4.22. Kız, İki Değişkenli Yöntemlerin ROC Eğrileri



Şekil 4.23. Kız, $I_{2M} + IPM1$ Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği



Şekil 4.24. Kız, $I_{2M} + IPM2$ Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği



Şekil 4.25. Kız, IPM₁+IPM₂ Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği

AUC Değerleri ve Kesim Noktaları

Kızlarda iki değişkenli yöntemlerin ROC analizi sonrası AUC değerleri eğitim ve doğrulama gruplarında hesaplanmıştır. Kız grubu, I_{2M}+IPM₁, I_{2M}+IPM₂ ve IPM₁+IPM₂ değişkenlerine ait kesim noktaları ve performans ölçümleri eğitim ve doğrulama grubu için sırasıyla Tablo 4.16 ve Tablo 4.17’de sunulmuştur.

Tablo 4.16. Kız, Eğitim Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktaları ve Performans Ölçümleri

Grup	Parametre	K.N	YI	AUC	Duyarlılık	Özgüllük
Eğitim	I _{2M} +IPM ₁	0,272	0,775	0,951 (0,929-0,972)*	0,938	0,831
Grubu	I _{2M} +IPM ₂	0,332	0,769	0,947 (0,924-0,969)*	0,938	0,825
	IPM ₁ +IPM ₂	0,086	0,800	0,956 (0,935-0,976)*	0,869	0,925

Kısaltmalar: K.N; Kesim noktası, YI; Youden indeksi, AUC; eğri altında kalan alan, *%95 güven aralıkları parantez içerisinde verilmiştir.

Tablo 4.17. Kız, Doğrulama Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktaları ve Performans Ölçümleri

Grup	Parametre	K.N	YI	AUC	Duyarlılık	Özgüllük	Doğruluk	MCC	PTP
Doğrulama	I _{2M} +IPM ₁	0,272	0,67	0,938 (0,906-0,970)*	0,91	0,77	0,835	0,68	0,842
Grubu	I _{2M} +IPM ₂	0,332	0,66	0,942 (0,912-0,973)*	0,89	0,76	0,830	0,667	0,837
	IPM ₁ +IPM ₂	0,086	0,75	0,950 (0,922-0,978)*	0,84	0,91	0,875	0,752	0,917

Kısaltmalar: K.N; Kesim noktası, YI; Youden indeksi, AUC; eğri altında kalan alan, MCC; Matthew korelasyon katsayısı, PTP; Bayes son test olasılığı, *%95 güven aralıkları parantez içerisinde verilmiştir.

Kız grubunda iki değişkenli yöntemlerin performans ölçümleri değerlendirildiğinde doğrulama grubunda en yüksek AUC değeri, özgüllük, doğruluk ve MCC değerleri IPM₁+IPM₂ için hesaplanmıştır.

Kesim noktalarının sınıflandırma performansını değerlendirmek amacıyla her değişken için gerçek pozitif (GP), yanlış pozitif (YP), gerçek negatif (GN) ve yanlış negatif (YN) sınıflamaları hesaplanmış ve 2x2 kontenjans tabloları oluşturulmuştur.

Bu değerlendirmede gerçek yaş kategorileri ile yöntem tarafından tahmin edilen yaş kategorileri karşılaştırılmıştır. Kızlar için iki değişkenli yöntemlere ait kontenjans tablosu eğitim grubu ve doğrulama grubu için sırasıyla Tablo 4.18 ve Tablo 4.19'da sunulmuştur.

Tablo 4.18. Kız, Eğitim Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kontenjans Tablosu

Parametre	Yaş	12 altı	12 üstü	Toplam
I _{2M} +IPM ₁	12 altı	133 ^{GN}	27 ^{YP}	160
	12 üstü	10 ^{YN}	150 ^{GP}	160
I _{2M} +IPM ₂	12 altı	132 ^{GN}	28 ^{YP}	160
	12 üstü	10 ^{YN}	150 ^{GP}	160
IPM ₁ +IPM ₂	12 altı	148 ^{GN}	12 ^{YP}	160
	12 üstü	21 ^{YN}	139 ^{GP}	160

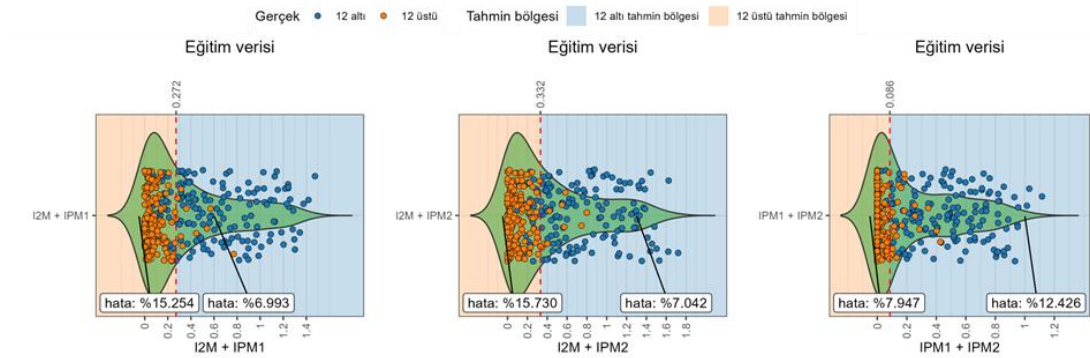
^{YP} Yanlış pozitifler, ^{GP} Gerçek pozitifler, ^{GN} Gerçek negatifler, ^{YN} Yanlış negatifler

Tablo 4.19. Kız, Doğrulama Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kontenjans Tablosu

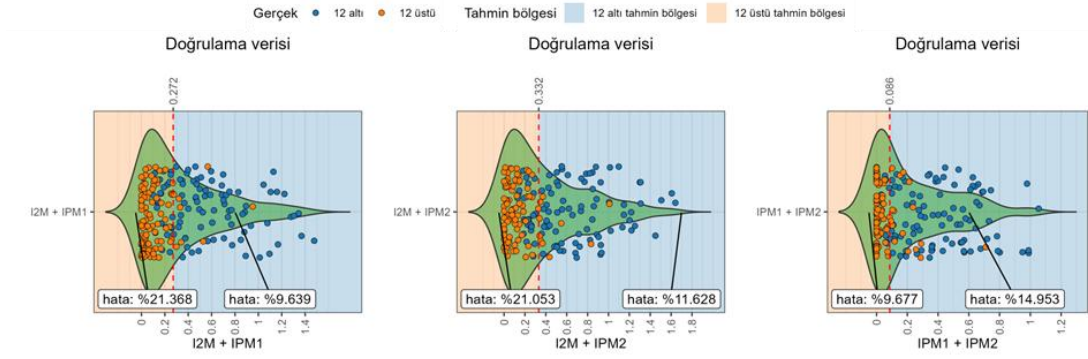
Parametre	Yaş	12 altı	12 üstü	Toplam
I _{2M} +IPM ₁	12 altı	75 ^{GN}	25 ^{YP}	100
	12 üstü	8 ^{YN}	92 ^{GP}	100
I _{2M} +IPM ₂	12 altı	76 ^{GN}	24 ^{YP}	100
	12 üstü	10 ^{GN}	90 ^{GP}	100
IPM ₁ +IPM ₂	12 altı	91 ^{YN}	9 ^{YP}	100
	12 üstü	16 ^{GN}	84 ^{GP}	100

^{YP} Yanlış pozitifler, ^{GP} Gerçek pozitifler, ^{GN} Gerçek negatifler, ^{YN} Yanlış negatifler

İki değişkenli yöntemler için belirlenen kesim noktalarının sınıflandırma performansı ayrıştırma grafikleriyle görselleştirilmiştir. Grafikte, yöntemin tahmin bölgeleri ve yanlış sınıflandırma oranları görsel olarak sunulmuştur. Şekil 4.26 eğitim, şekil 4.27 ise doğrulama verisine ait ayrıştırma grafiklerini sunmaktadır.



Şekil 4.26. Kız, Eğitim Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktalarının Ayrıştırma Grafiği



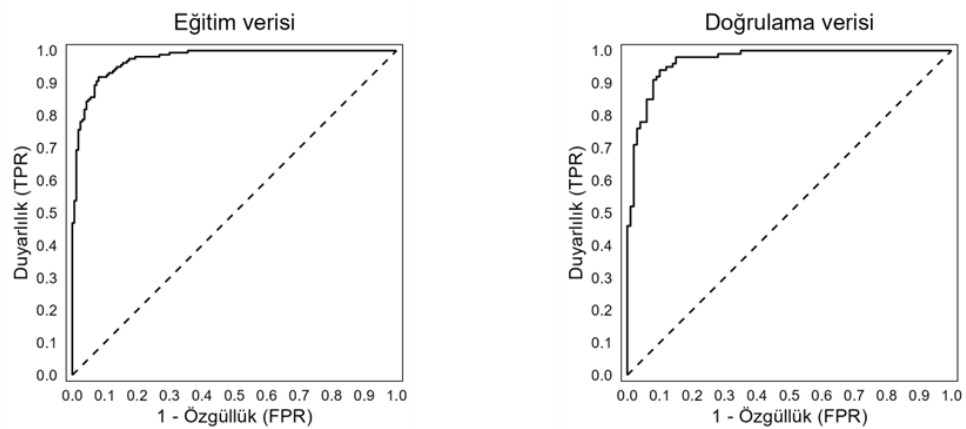
Şekil 4.27. Kız, Doğrulama Grubu, İki Değişkenli Yöntemlerin Kesim Noktalarının Ayrıştırma Grafiği

S Değerine Göre Performans Analizi

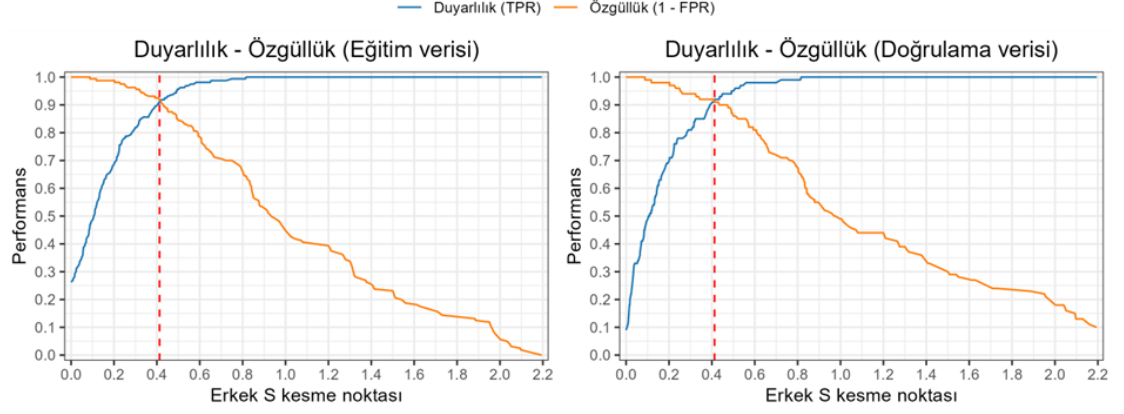
Tek ve iki değişkenli analizlerin ardından, yedi dişin olgunluk indekslerinin toplamı olan S değerinin, tanısal performansı değerlendirilmiştir. S değeri için ROC analizi yapılmış, AUC değerleri hesaplanmış ve performans ölçümleri analiz edilmiştir. Tüm değerlendirmeler, cinsiyet bazında eğitim ve doğrulama grupları için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, Cameriere ve ark.⁽¹⁹¹⁾ tarafından 12 yaş sınırı için daha önce önerilen S kesim noktası da (kızlarda 0,252; erkeklerde 0,361) test edilerek karşılaştırmalı performans ölçümleri sunulmuştur.⁽¹⁹¹⁾

Erkek Grubu S Değeri Performans Analizi

S değerinin performansını değerlendirmek amacıyla ROC analizi yapılmıştır. Yöntemlerin ayırt etme performansını görselleştirmek amacıyla ROC eğrileri şekil 4.28’de, duyarlılık ve özgüllük grafikleri ise şekil 4.29’da sunulmuştur.



Şekil 4.28. Erkek, S değeri ROC Eğrileri



Şekil 4.29. Erkek, S Değeri Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği

Erkek grubunda belirlenen S kesim noktası ile Cameriere ve ark.⁽¹⁹¹⁾ tarafından 12 yaş sınırı için daha önce önerdiği 0,361 kesim noktası hem eğitim hem de doğrulama gruplarında ayrı ayrı test edilmiştir. Erkek grubunda 0,412 kesim noktasında, 0,361'e kıyasla daha yüksek özgüllük, duyarlılık, doğruluk ve MCC değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen performans ölçümleri Tablo 4.20 ve Tablo 4.21'de sunulmuştur.

Tablo 4.20. Erkek, Eğitim Grubu, S Değeri Performans Ölçümleri

Grup	Parametre	K.N	YI	AUC	Duyarlılık	Özgüllük
Eğitim	S	0,412	0,837	0,973 (0,959-0,987)*	0,912	0,919
Eğitim	S ^a	0,361 ^a	0,794	0,973 (0,959-0,987)*	0,856	0,062

Kısaltmalar: K.N; Kesim noktası, YI; Youden indeksi, AUC; eğri altında kalan alan, *%95 güven aralıkları parantez içerisinde verilmiştir. ^aCameriere tarafından daha önce sunulan 12 yaş sınırı için S kesim noktası⁽¹⁹¹⁾

Tablo 4.21. Erkek, Doğrulama Grubu, S Değeri Performans Ölçümleri

Grup	Parametre	K.N	YI	AUC	Duyarlılık	Özgüllük	Doğruluk	MCC	PTP
Doğrulama	S	0,412	0,83	0,970 (0,949-0,990)*	0,91	0,91	0,91	0,82	0,915
Doğrulama	S ^a	0,361 ^a	0,77	0,970 (0,949-0,990)*	0,85	0,08	0,465	-0,11	-

Kısaltmalar: K.N; Kesim noktası, YI; Youden indeksi, AUC; eğri altında kalan alan, MCC; Matthew korelasyon katsayısı, PTP; Bayes son test olasılığı, *%95 güven aralıkları parantez içerisinde verilmiştir. ^aCameriere tarafından daha önce sunulan 12 yaş sınırı için S kesim noktası⁽¹⁹¹⁾

Kesim noktalarının sınıflandırma performansını değerlendirmek amacıyla her değişken için gerçek pozitif (GP), yanlış pozitif (YP), gerçek negatif (GN) ve yanlış negatif (YN) sınıflamaları hesaplanmış ve 2x2 kontenjans tabloları oluşturulmuştur. Bu değerlendirmede gerçek yaş kategorileri ile yöntem tarafından tahmin edilen yaş kategorileri karşılaştırılmıştır. Erkekler kontenjans tablosu eğitim grubu için Tablo 4.22'de ve doğrulama grubu için Tablo 4.23'te sunulmuştur.

Tablo 4.22. Erkek, Eğitim Grubu, S Değeri Kontenjans Tablosu

Parametre	Yaş	12 altı	12 üstü	Toplam
S=0,412	12 altı	147 ^{GN}	13 ^{YP}	160
S=0,412	12 üstü	14 ^{YN}	146 ^{GP}	160

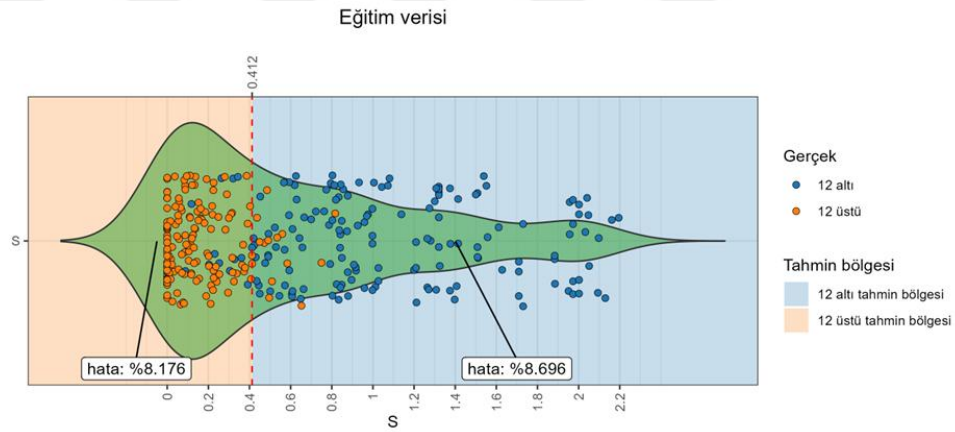
^{YP} Yanlış pozitifler, ^{GP} Gerçek pozitifler, ^{GN} Gerçek negatifler, ^{YN} Yanlış negatifler

Tablo 4.23. Erkek, Doğrulama Grubu, S Değeri Kontenjans Tablosu

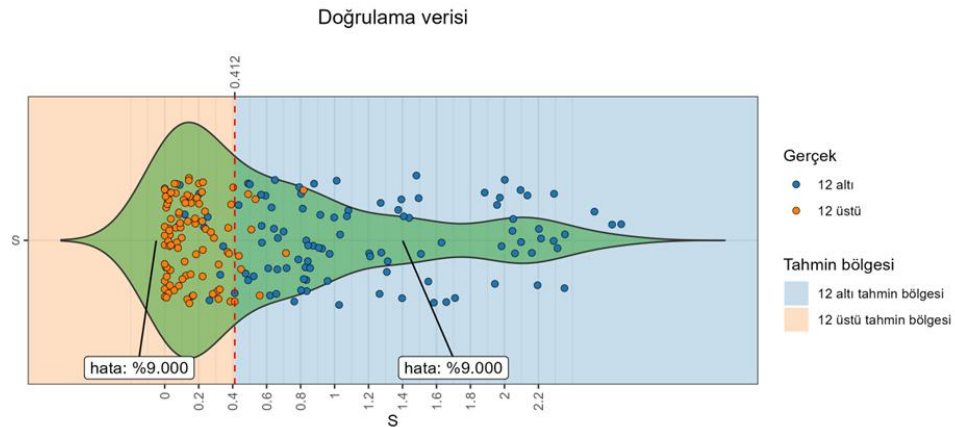
Parametre	Yaş	12 altı	12 üstü	Toplam
S=0,412	12 altı	91 ^{GN}	9 ^{YP}	100
S=0,412	12 üstü	9 ^{YN}	91 ^{GP}	100

^{YP} Yanlış pozitifler, ^{GP} Gerçek pozitifler, ^{GN} Gerçek negatifler, ^{YN} Yanlış negatifler

S değeri için belirlenen kesim noktalarının performansı ayırıştırma grafikleriyle gösterilmiştir. Grafiklerde, yöntemin tahmin bölgeleri ve yanlış sınıflandırma oranlarına yer verilmiştir. Şekil 4.30 eğitim, şekil 4.31 doğrulama grubuna ait ayırıştırma grafiğini sunmaktadır.



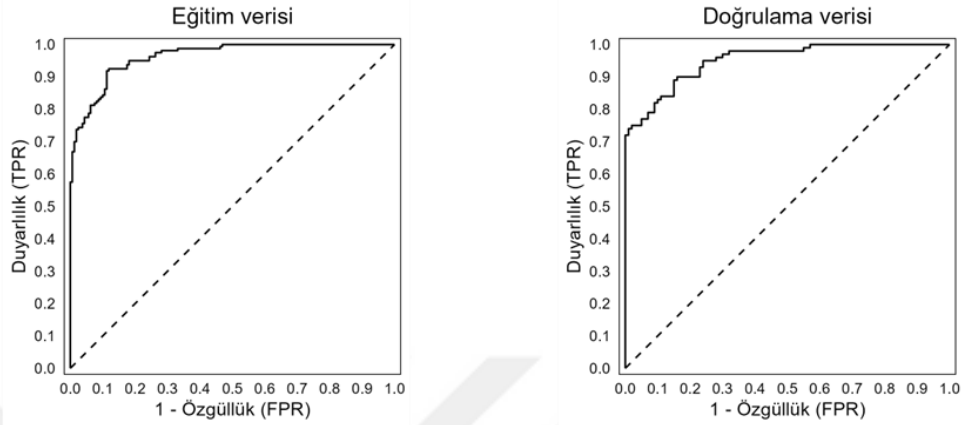
Şekil 4.30. Erkek, Eğitim Grubu, S=0,412 Kesim Noktasının Ayırıştırma Grafiği



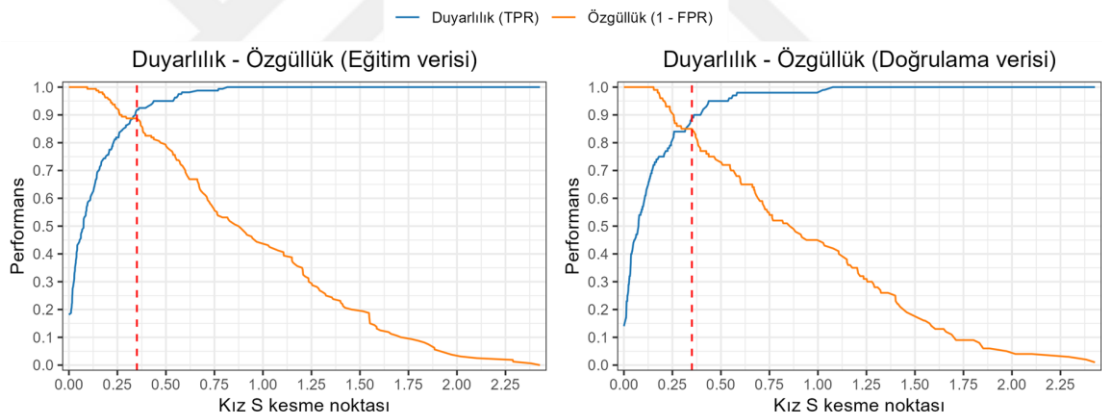
Şekil 4.31. Erkek, Doğrulama Grubu, S=0,412 Kesim Noktasının Ayırıştırma Grafiği

Kız Grubu S Değeri Performans Analizi

S değerinin performansını değerlendirmek amacıyla ROC analizi yapılmıştır. Yöntemlerin ayırt etme performansını görselleştirmek amacıyla ROC eğrileri şekil 4.32’de, duyarlılık ve özgüllük grafikleri ise şekil 4.33’te sunulmuştur.



Şekil 4.32. Kız, S Değeri ROC Eğrileri



Şekil 4.33. Kız, S Değeri Duyarlılık ve Özgüllük Grafiği

Kız grubunda belirlenen S kesim noktası ile Cameriere ve ark.⁽¹⁹¹⁾ tarafından 12 yaş sınırı için daha önce önerdiği 0,252 kesim noktası hem eğitim hem de doğrulama gruplarında ayrı ayrı test edilmiştir. Elde edilen performans ölçümleri Tablo 4.24 ve Tablo 4.25’te sunulmuştur.

Tablo 4.24. Kız, Eğitim Grubu, S Değeri Performans Ölçümleri

Grup	Parametre	K.N	YI	AUC	Duyarlılık	Özgüllük
Eğitim	S	0,350	0,806	0,962 (0,945-0,979)*	0,912	0,887
Eğitim	S ^a	0,252 ^a	0,744	0,962 (0,945-0,979)*	0,819	0,075

Kısaltmalar: K.N; Kesim noktası, YI; Youden indeksi, AUC; eğri altında kalan alan, *%95 güven aralıkları parantez içerisinde verilmiştir. ^aCameriere tarafından daha önce sunulan 12 yaş sınırı için S kesim noktası⁽¹⁹¹⁾

Tablo 4.25. Kız, Doğrulama Grubu, S Değeri Performans Ölçümleri

Grup	Parametre	K.N	YI	AUC	Duyarlılık	Özgüllük	Doğruluk	MCC	PTP
Doğrulama	S	0,350	0,74	0,951 (0,926-0,977)*	0,88	0,85	0,865	0,731	0,886
Doğrulama	S ^a	0,252 ^a	0,73	0,951 (0,926-0,977)*	0,82	0,09	0,455	-0,132	-

Kısaltmalar: K.N; Kesim noktası, YI; Youden indeksi, AUC; eğri altında kalan alan, MCC; Matthew korelasyon katsayısı, PTP; Bayes son test olasılığı, *%95 güven aralıkları parantez içerisinde verilmiştir. ^aCameriere tarafından daha önce sunulan 12 yaş sınırı için S kesim noktası⁽¹⁹¹⁾

Doğrulama grubu kapsamında ; kızlarda S değeri için belirlenen 0,350 kesim noktasına göre hesaplanan AUC değeri, erkeklerde S değeri için belirlenen 0,412 kesim noktası göre hesaplanan AUC değerine kıyasla daha düşük bulunmuştur (erkeklerde: 0,970, kızlarda: 0,951). Kız grubunda belirlenen 0,350 kesim noktasında, daha önce Cameriere ve ark.⁽¹⁹¹⁾ tarafından bildirilmiş olan 0,252 kesim noktasına kıyasla daha yüksek doğruluk, özgüllük, duyarlılık ve MCC değerleri kaydedilmiştir.

Kesim noktalarının sınıflandırma performansını değerlendirmek amacıyla her değişken için gerçek pozitif (GP), yanlış pozitif (YP), gerçek negatif (GN) ve yanlış negatif (YN) sınıflamaları hesaplanmış ve 2x2 kontenjans tabloları oluşturulmuştur. Bu değerlendirmede gerçek yaş kategorileri ile yöntem tarafından tahmin edilen yaş kategorileri karşılaştırılmıştır. Kontenjans tablosu eğitim grubu için Tablo 4.26 ve doğrulama grubu için Tablo 4.27’de sunulmuştur.

Tablo 4.26. Kız, Eğitim Grubu, S Değeri Kontenjans Tablosu

Parametre	Yaş	12 altı	12 üstü	Toplam
S=0,350	12 altı	142 ^{GN}	18 ^{YP}	160
S=0,350	12 üstü	14 ^{YN}	146 ^{GP}	160

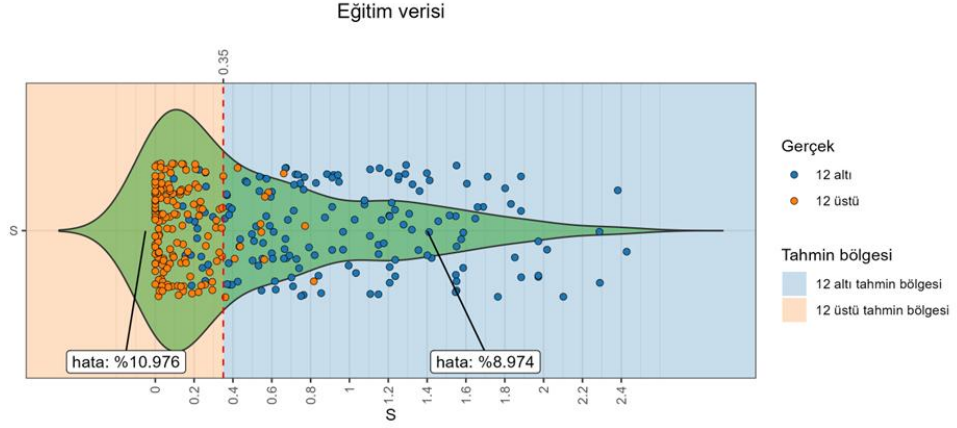
^{YP} Yanlış pozitifler, ^{GP} Gerçek pozitifler, ^{GN} Gerçek negatifler, ^{YN} Yanlış negatifler

Tablo 4.27. Kız, Doğrulama Grubu, S Değeri Kontenjans Tablosu

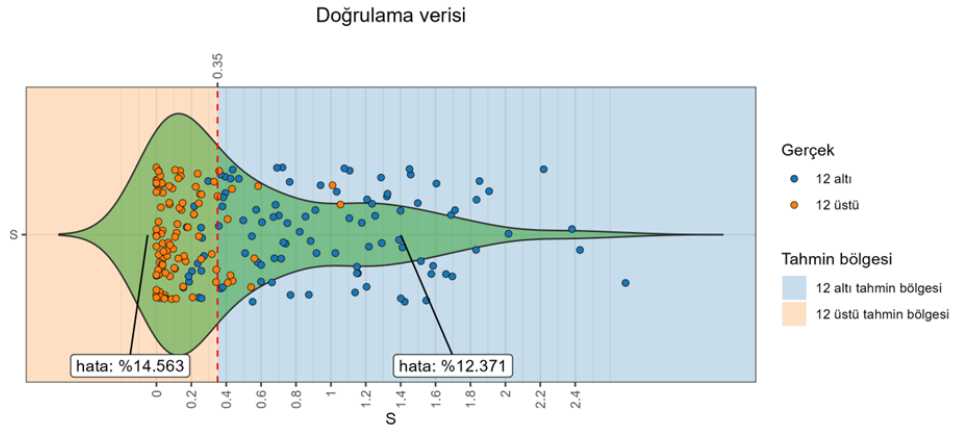
Parametre	Yaş	12 altı	12 üstü	Toplam
S=0,350	12 altı	85 ^{GN}	15 ^{YP}	100
S=0,350	12 üstü	12 ^{YN}	88 ^{GP}	100

^{YP} Yanlış pozitifler, ^{GP} Gerçek pozitifler, ^{GN} Gerçek negatifler, ^{YN} Yanlış negatifler

S değeri için belirlenen kesim noktalarının sınıflandırma performansı ayrıştırma grafikleriyle görselleştirilmiştir. Şekil 4.34 eğitim verisini, şekil 4.35 ise doğrulama verisini ayrıştırma grafiğini sunmaktadır.



Şekil 4.34. Kız, Eğitim Grubu, $S=0,350$ Kesim Noktasının Ayrıştırma Grafiği



Şekil 4.35. Kız, Doğrulama Grubu, $S=0,350$ Kesim Noktasının Ayrıştırma Grafiği

AUC Değerlerinin İstatistiksel Karşılaştırılması

Doğrulama grubunda AUC değerleri incelendiğinde her iki cinsiyette de en yüksek değer S değerinde hesaplanmıştır. Erkek grubunda en yüksek ikinci AUC değerini, iki değişkenli yöntemlerden olan $I_{2M}+IPM_1$ 'de hesaplanmıştır. Kız grubunda ise en yüksek ikinci AUC değerini IPM_1+IPM_2 yönteminde ve IPM_2 'yi içeren tek değişkenli yöntemde eşit olarak elde edilmiştir. Tüm tahmin yöntemlerinin AUC değerleri istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Kızlarda, tüm yöntemler arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Erkeklerde ise yalnızca IPM_2 yöntemi ile S ve IPM_2+I_{2M} yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Erkeklerle ait sonuçlar Tablo 4.28'de, kızlara ait sonuçlar ise Tablo 4.29'da sunulmuştur.

Tablo 4.28. Erkek, Doğrulama Grubu, AUC Farklılıkları

Parametre	AUC (*)
IPM ₁	0,952 (0,923-0,982) ^{ab}
IPM ₂	0,944 (0,914-0,973) ^a
I _{2M}	0,966 (0,944-0,987) ^{ab}
I _{2M} +IPM ₁	0,969 (0,948-0,989) ^{ab}
I _{2M} + IPM ₂	0,966 (0,944-0,987) ^b
IPM ₁ +IPM ₂	0,958 (0,931-0,984) ^{ab}
S	0,970 (0,949-0,990) ^b

(*) Parantez içindeki değerler %95 güven aralığını göstermektedir. Üst simge olarak gösterilen aynı harfler, aynı sütun içindeki AUC değerleri arasında istatistiksel farklılık olmadığını göstermektedir (p < 0,05).

Tablo 4.29. Kız, Doğrulama Grubu, AUC Farklılıkları

Parametre	AUC (*)
IPM ₁	0,921 (0,884-0,959) ^a
IPM ₂	0,950 (0,922-0,979) ^a
I _{2M}	0,933 (0,899-0,967) ^a
I _{2M} +IPM ₁	0,938 (0,906-0,970) ^a
I _{2M} +IPM ₂	0,942 (0,912-0,973) ^a
IPM ₁ +IPM ₂	0,950 (0,922-0,978) ^a
S	0,951 (0,926-0,977) ^a

(*) Parantez içindeki değerler %95 güven aralığını göstermektedir. Üst simge olarak gösterilen aynı harfler, aynı sütun içindeki AUC değerleri arasında istatistiksel farklılık olmadığını göstermektedir (p < 0,05).

5.TARTIŞMA

Bir bireyin yaş, cinsiyet, etnik köken ve fiziksel özellikler gibi temel nitelikleri, kimlik olarak tanımlanmaktadır. Bu özellikler arasında yaş kavramı bireyin kimliğini tanımlamada, önemli bir yere sahiptir.⁽¹⁾ Yaş kavramı, hukuki ve sosyal hakların belirlenmesinde önemli bir rol aldığı için, adli süreçlerde farklı nedenlerden ötürü bireyin yaş tahmini gerekebilir. Bu nedenle yaş tahmin yöntemleri, adli tıp ve diş hekimliği gibi alanlarda önemli bir çalışma konusu olmuştur.⁽²⁾ Bu bağlamda ele aldığımız bu çalışma için retrospektif bir tasarım benimsenmiştir. Bu yaklaşım, mevcut radyografik kayıtların değerlendirilmesine olanak tanıyarak, ek radyasyon maruziyeti olmadan daha geniş bir veri setine ulaşılmasına imkan sağlamıştır.

Çocuklarda büyüme ve gelişim; genetik yapı, etnik köken, sistemik faktörler ve çevresel etkenlerle şekillenmektedir.⁽¹⁹⁶⁾ Bireyin olgunlaşması, genellikle belirli bir sıralama içinde gerçekleşse de her bir olayın meydana geldiği kronolojik yaş, çocuklar arasında farklılık gösterebilmektedir.⁽¹⁹⁷⁾ Bu durumda çocuğun büyüme hızı, yaşa ve cinsiyete özgü popülasyon normlarına kıyasla; ileri, normal veya gecikmiş olarak değerlendirilebilir.⁽¹⁹⁸⁾ Bu bireysel farklılıkları bilimsel olarak açıklayan etnolog Boas, bu durumu büyüme temposu olarak tanımlamıştır. Büyüme temposunun genetik yapı tarafından kontrol edildiğini, ancak çevresel ve sistemik faktörler gibi potansiyel değişkenler ile farklılık gösterebileceğini bildirmiştir.⁽¹⁹⁹⁾ Ayrıca Eveleth, farklı etnik gruplarda ve çevresel koşullarda yaşayan çocukların büyüme biçimlerini sistematik olarak incelediği çalışmasında, bu durumun popülasyonlar arasında büyük ölçüde değişkenlik gösterdiğini belirtmiş ve büyümenin, popülasyonlara özgü referans değerleriyle değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamıştır.⁽²⁰⁰⁾ Ancak retrospektif çalışma tasarımı, dış gelişimini etkileyebilecek potansiyel değişkenler olan genetik, çevresel ve sistemik faktörleri kontrol etme imkanını kısıtlayabilir. Bu nedenle örneklem seçiminde, bireysel farklılıkları minimize etmek amacıyla, dahil etme ve dışlama kriterleri rehberliğinde sistemik hastalığı, büyüme-gelişim bozukluğu, konjenital sendromu olmayan sağlıklı Türk çocukları çalışmaya dahil edilmiştir. Dahil edilme ve dışlama kriterleri, dış gelişimi üzerindeki potansiyel etkileri kontrol altında tutarak, daha homojen bir veri setinde popülasyona özgü bulguların elde edilmesine katkı sağlamış olabilir. Bununla birlikte, bu kriterler bazı bireylerin çalışmaya dahil

edilmesini engellemiş ve örneklem büyüklüğünü sınırlandırmış olabilir. Ayrıca, bu örneklem seçimi stratejisi, elde edilen bulguların farklı coğrafi veya etnik popülasyonlara genellenebilirliğini kısıtlayabilir.

Tyrer ve ark.⁽²⁰¹⁾ epidemiyolojik araştırmalarda örneklem belirleme sürecinin sorunlarını ele aldıkları çalışmalarında, örnekleme yönteminin, hata ve önyargıyı en aza indirerek temsiliyet düzeyini artırmak amacıyla özenle planlanması gerektiğini vurgulamışlardır.⁽²⁰¹⁾ Kılıç, örnekleme yöntemlerini değerlendirdiği çalışmasında örneklemin evreni temsil edebilmesi için, rastgele örnekleme yönteminin tercih edilmesinin önemli olduğunu bildirmiştir.⁽²⁰²⁾ Bu çalışmada, yaş ve cinsiyet açısından dengeli bir örneklem oluşturmak amacıyla tabakalı rastgele örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu örnekleme yöntemi, her bireyin eşit seçilme şansına sahip olması ve yaş ile cinsiyet açısından dengeli bir örneklem oluşturmak amacıyla tercih edilmiştir. Ayrıca bu yaklaşım, cinsiyetin dış gelişimi üzerindeki etkilerini değerlendirebilmek için cinsiyet temelli farklılıkları analiz etme fırsatı sunmuştur.^(202, 203) Ancak basit rastgele örnekleme yöntemi, yaş ve cinsiyet dağılımı gibi sonucu etkileyebilecek faktörlerin, şansa bağlı olarak eksik veya fazla temsil edilmesi neden olabilir. Tıbbi istatistikler üzerine çalışmalar yapan Kirkwood, bu durumun tabakalı rastgele örnekleme yöntemiyle azaltılabileceğini bildirmiştir.⁽²⁰³⁾

Bu çalışmada kullanılan 1040 kişilik ana örneklem, Güney Hindistan'da yapılan 900 kişilik ve Türk popülasyonuna yönelik gerçekleştirilen 763 kişilik benzer çalışmalara kıyasla, görece daha geniş bir örneklem büyüklüğüne sahiptir. Bu sayede örneklem yetersizliğinden kaynaklanabilecek olası hata paylarının en aza indirilmesi amaçlanmıştır.^(20, 21) Çalışmada 8–16 yaş arası bireyler incelenmiştir. Bu yaş aralığının seçilmesinin temel nedeni, çalışmanın odak noktası olan 12 yaş sınırına yakın bireylerdeki dış gelişim sürecini daha kapsamlı şekilde değerlendirebilmektir. Ancak bu yaş aralığı, dış gelişiminin 8 yaşından önce başladığı ya da 16 yaşından sonra devam ettiği bireylerde görülebilecek gelişimsel varyasyonların değerlendirilmesini sınırlamış olabilir. Bu çalışmada 12 yaş sınırına odaklanılmasının temel nedeni, bu yaşın birçok hukuk sisteminde ceza ehliyeti için yaş sınırı olarak kabul görmesidir. Cipriani⁽²⁸⁾ tarafından yapılan ve 192 ülkeyi kapsayan bir çalışmada, ceza ehliyeti yaşlarının 6 ile 18 arasında değiştiği ve medyan yaşın 12 olduğu bildirilmiştir.⁽²⁸⁾ Ülkemizde de 5237 sayılı TCK'nın 31. maddesine göre, 12 yaşını doldurmamış

çocukların ceza sorumluluğu bulunmamaktadır.⁽²⁹⁾ Ayrıca, TÜİK'in güvenlik birimine gelen veya getirilen çocuk istatistikleri 2020-2023 verilerine göre,⁽⁶⁰⁾ 2023 yılında, bir önceki yıla kıyasla 11 yaş altı çocuk sayısında dikkat çekici bir artış yaşanmıştır (Tablo 2.1). Ayrıca bu verilerde yaşı bilinmeyen çocukların da yer aldığı görülmüştür. Tüm bu bulgular, çalışmada incelenen yaş aralığının adli süreçlerde sık karşılaşılan çocuk yaş grubunu yansıttığını göstermektedir. Yaş tahmini, hukuki olduğu kadar sosyal açıdan da önem taşımaktadır. Nitekim 2024 IOM dünya göç raporuna göre, artan göç hareketliliği ve yerinden edilen birey sayısındaki rekor düzeyler, kimliği belirsiz göçmen ve mülteci çocukların sayısında artışa neden olmaktadır. Bu durum, yaş tahmini yöntemlerine duyulan ihtiyacın yalnızca hukuki değil, aynı zamanda sosyal boyutuyla da ele alınması gerektiğini göstermektedir.⁽⁴⁾

Diş yaşı belirleme yöntemleri arasında; morfolojik, histolojik ve radyografik yöntemler yer almaktadır. Ancak histolojik yöntemlerin karmaşık olması, diş doku bütünlüğünü korumaması ve pahalı laboratuvar ekipmanları gerektirmesi nedeni ile uygulama zorluğu bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda, radyografik yöntemlerin yaş tahmininde güvenle kullanılabilmesi bildirilmiştir.^(7, 10, 16, 196) Bu çalışmada kolay ve pratik bir yöntem olan radyografik yöntem tercih edilmiştir. Panoramik radyografiler diş hekimliği pratiğinde sıkça başvurulan bir görüntüleme aracıdır. Bunun yanı sıra ağız açıklığı kısıtlı olan veya intraoral görüntüleme yöntemlerini tolere edemeyen bireylerde de rahatlıkla uygulanabilir olması, klinik kullanımını daha da artırmıştır.⁽²⁰⁴⁾ Bu nedenle bu çalışmada, retrospektif olarak daha geniş bir veri setine erişim sağlayabilmek için, diş hekimliği pratiğinde sıkça alınan görüntüleme aracı olan panoramik radyografiler tercih edilmiştir. Çocuklarda yaş tahmini yapılırken düşük radyasyon içeren yöntemlerin tercih edilmesi de önemlidir. Panoramik radyografi, dişlerin gelişim evrelerini, kök ucu açıklıklarını ve geniş bir anatomik alanı tek seferde görüntüleme imkânı sağlayan bir seçenektir.⁽²⁰⁵⁾ Panoramik radyografilerin iki boyutlu bir görüntüleme yöntemi olması nedeniyle distorsiyon riski vardır. Panoramik radyografilerde görüntü, gerçek nesne boyutuna kıyasla yaklaşık %15-25 oranında büyütülmüş olarak elde edilmektedir.⁽²⁰⁶⁾ Ancak, Cameriere ve ark.⁽¹⁰⁾ panoramik radyografilerdeki bu olası etkinin, kök ucu genişliğinin diş uzunluğuna oranlanması yoluyla azaltılabileceğini ifade etmişlerdir.⁽¹⁰⁾ Ayrıca bu çalışmada, ölçüm kaynaklı varyasyonu en aza indirmek amacıyla; tüm ölçümler aynı bilgisayar ekranında, kalibre edilmiş parlaklık ayarları ile gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama, elde edilen

panoramik görüntüler üzerindeki ölçümlerin tutarlılığını artırmak amacıyla yapılmıştır. Bu çalışmada, görüntü kalitesini uluslararası standartlara göre değerlendirebilmek için, NRPB kriterleri temel alınmıştır.⁽¹⁸⁹⁾ NRPB kriterleri, tıbbi radyografilerin görüntü kalitesini değerlendirmek amacıyla uluslararası düzeyde kabul görmüş bir standarttır.⁽¹⁸⁸⁾ Bu çalışmada bu kriterlerin esas alınması, veri toplama sürecinde elde edilen verilerin görüntü kalitesini destekleyerek ölçümlerin güvenilirliğine olumlu katkı sağlamış olabilir. Üst çenede sinüs, sert damak ve zigomatik arkın alt sınırının süperpozisyonu üst arka dişlerde kök yapılarını değerlendirmeyi zorlaştırabilir.^(207, 208) Bu çalışmada, tüm bu artefaktlardan daha az etkilenen alt çene daimi dişleri kullanılmıştır. Bu çalışmada çift ölçüm yalnızca ön çalışmada yapılmıştır. Bu yaklaşım, gözlemcinin ana çalışmadaki radyografileri önceden görmesini önleyerek, olası hafıza etkisini ve gözlemci etkisini sınırlamaya yardımcı olmuş olabilir. Ayrıca, ana çalışmadaki tüm ölçümlerin tek bir gözlemci (R.E.K) tarafından gerçekleştirilmesi, gözlemciler arası farklılıklardan kaynaklanabilecek hataların azaltılmasına katkı sunmuş olabilir. Ön çalışmada elde edilen ICC değerlerinin 0,90'ın üzerinde olması hem gözlemci içi hem de gözlemciler arası uyumun yüksek olduğunu ve bu çalışmada yapılan ölçümlerin güvenilirliğinin güçlü olduğunu düşündürmektedir. Bu çalışmada, yöntemlerin aşırı uyumunu önlemek ve belirlenen kesim noktalarının farklı bir örnekleme performansı değerlendirilebilmek amacıyla bireyler rastgele olarak eğitim ve doğrulama gruplarına ayrılmıştır. Nitekim Hastie ve ark.⁽²⁰⁹⁾ aynı verilerin model geliştirme sürecine doğrudan ya da dolaylı bir biçimde dahil edilmesinin, modelin gerçek performansına ilişkin yanlış sonuçlara yol açabileceğini vurgulamıştır.⁽²⁰⁹⁾

Bir bireyin gelişimsel süreci genellikle olgunluk göstergelerinin tanımlanmasıyla değerlendirilir.⁽⁸⁹⁾ Büyüme sürecinde iskeletsel olgunluk, cinsel olgunluk veya diş olgunluğu gibi biyolojik belirteçler, çocukların büyüme ve gelişimini değerlendirmede kullanılabilir.^(89, 210) Bunlar arasından diş dokusu, diğer organların gelişimiyle karşılaştırıldığında bireyin kronolojik yaşı ile yüksek korelasyon göstermektedir.⁽²¹¹⁾ Dişlerin gelişim süreci, genetik ve çevresel faktörlerden etkilenmekle birlikte, iskeletsel olgunluk ve cinsel olgunluk göstergelerine kıyasla endokrin değişimlerden daha az etkilenmektedir.⁽³⁶⁾ Garn ve ark.⁽²¹²⁾ tek yumurta ikizleri üzerinde yaptıkları çalışmada, dişlerin sürme zamanlarının %90 oranında benzerlik gösterdiğini bildirmiştir.⁽²¹²⁾ Almonaitiene ve ark.⁽¹⁴¹⁾ ise çift yumurta ikizlerinde ve kardeşlerde bu

benzerliğin daha düşük olduğunu ama yine de akraba olmayan bireylere göre daha yüksek olduğunu raporlamıştır.⁽¹⁴¹⁾ Sanctis ve ark.⁽²¹³⁾ kemik yaşı yöntemlerinden olan Greulich-Pyle ve TW yöntemleri arasında, Greulich-Pyle yönteminin özellikle kızlarda yaşı olduğundan büyük tahmin etme eğilimindeyken, erkeklerde ise 15 yaşına kadar yaşı düşük tahmin etme eğiliminde olduğunu bildirmiştir.⁽²¹³⁾ Ancak yaşı olduğundan büyük tahmin etme eğilimi özellikle adli süreçlerde en aza indirilmesi gereken yanlış pozitif sayısının artmasına neden olabilir. Bhadana ve ark.⁽²¹⁴⁾ çalışmalarında dış yaşı tahminlerinin kronolojik yaşa yakın olduğunu, buna karşılık kemik yaşının her iki cinsiyette de daha yüksek hesaplandığını bildirmişlerdir.⁽²¹⁴⁾ Öztürk ve ark.⁽⁸⁰⁾ 6–12 yaş arası bireyleri kapsayan çalışmalarında, çene yapısı ile iskeletsel gelişim arasındaki ilişkiyi incelemiş ve özellikle alt çene prognatisi olan bireylerde kemik yaşının kronolojik yaştan daha ileri olduğunu bildirmiştir.⁽⁸⁰⁾ İskeletsel gelişim ile bireylerin oklüzal kapanışları arasındaki ilişkiyi inceleyen başka bir çalışmada, kapanış bozukluğu olan bireylerin %85’inde kronolojik yaş ile kemik yaşı arasında uyumsuzluk olduğu bildirilmiştir.⁽⁸¹⁾ Tüm bu sonuçlar, kemik gelişiminin bireyler arasında değişkenlik gösterebildiğini ortaya koymakta ve yaş tahmini açısından, iç ve dış etkenlerden daha az etkilenen diş dokusu gibi daha stabil biyolojik göstergelere yönelme gerekçesini desteklemektedir. Radyografiler üzerinden diş yaşı tahmini yapan farklı yöntemler tasarlanmıştır.^(10, 12, 13) Cameriere yöntemi de radyografiler üzerinden değerlendirmeleri içeren ve farklı popülasyonlarda test edilen yöntemler arasındadır.^(10, 14, 17, 18) Gülşahı ve ark.⁽¹⁶⁾ Cameriere yönteminin Türk popülasyonuna ilişkin olarak, uygun ve uygulanabilir olduğunu bildirmişlerdir.⁽¹⁶⁾ Bu çalışmada, yaş tahmini için Cameriere ve ark.^(23, 174) tarafından önerilen yöntemler kullanılmıştır.^(23, 174) Birçok diş ölçümünü kapsayan yöntemlerin ardından, daha pratik yöntemler olan tek veya birkaç dişin ölçümünü içeren yöntemler üzerine çalışılmıştır. Örneğin üçüncü büyük azı dişine dayalı yaş tahmini uzun yıllardır kullanılmakta olup, başlangıçta sürme durumu,⁽²¹⁵⁾ daha sonra ise mineralizasyon durumu incelenmiştir.⁽²¹⁶⁻²¹⁹⁾ Son yıllarda sıklıkla test edilen dental olgunluk göstergelerinden biri olan I_{3M}, 2008 yılında Cameriere ve ark.⁽²³⁾ tarafından tanıtılmıştır. Literatürde I_{3M} yöntemi, farklı popülasyonlarda çok kez test edilmiş ve çeşitli sonuçlar sunulmuştur.^(22, 25, 178, 179, 182, 184, 220-228) 18 yaş için geliştirilen bu yöntemi literatürde, farklı yaş eşikleri için test eden çalışmalar da bulunmaktadır.^(19, 220, 229, 230) Son yıllarda I_{3M} metodolojisine dayanan ancak I_{2M} üzerinden uygulamalar içeren yeni çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sıklıkla 14 yaş ve üzerini içermektedir.^(19, 180, 231) Ancak, 12

yaş için belirli bir kesim değeri sunan çalışmalar sınırlıdır. Farklı popülasyonlarda^(20, 186, 232) test edilmiş olmasına rağmen Türk popülasyonunda, IPM_1 , IPM_2 , I_{2M} ve S değerinin 12 yaş sınırını belirlemedeki etkinliğini değerlendiren kısıtlı çalışmalar mevcuttur.⁽²¹⁾ Bu bağlamda, bu çalışma, Türk popülasyonunda 12 yaş sınırını belirlemeye yönelik yeni kesim değerleri sunarak, yaş tahmini çalışmalarına katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Hukuki yaş sınırlarının tahmin edilmesine yönelik tanısal testlerde, duyarlılık değeri, yöntemin belirlenen hukuki yaş eşiğine eşit veya bu yaşın üzerinde olan bireyleri doğru sınıflandırma oranını ifade ederken, özgüllük değeri ise bu yaş sınırının altında olan bireyleri doğru sınıflandırma oranını temsil etmektedir.^(229, 233) Ayrıca ROC eğrisi altında kalan alanı ifade eden AUC değeri, yöntemin genel performansını göstermektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçların AUC değerlerinin yanı sıra duyarlılık, özgüllük, doğruluk ve MCC değerleri de hesaplanmıştır. Çalışmamızda da her yöntem farklı performanslar göstermiştir. Ceza hukukunda yaş tahmin yöntemlerinin analizi sırasında sıklıkla ortaya çıkan en önemli konulardan biri, benimsenen yöntemin özgüllük değeridir. Ancak, tanısal testlerde yüksek duyarlılık ve özgüllük değerlerinin her ikisi de önemlidir. Aksi takdirde, özgüllük değerindeki bir azalma, yanlış pozitif oranında artışa yol açabilir.⁽²³⁴⁾ Bu durum, çocuk haklarının ihlaline yol açarak ciddi hukuki ve etik sonuçlar doğurabilir. Özellikle, Birleşmiş Milletler Çocuk Haklarına Dair Sözleşme'nin 3. maddesi 1. fıkrasında “Çocuğa ilişkin bütün faaliyetlerde, çocuğun yüksek yararı temel düşüncedir.” ifadesine yer verilmektedir. Benzer şekilde, T.C. 5395 sayılı Çocuk Koruma Kanunu'nda da çocuğun üstün yararı ilkesi açıkça vurgulanmıştır.^(64, 235) Bu nedenle, yaş tahmini çalışmalarında duyarlılık ve özgüllüğün dengeli olması çocukların hukuki süreçlerinde büyük önem taşımaktadır.⁽²²⁹⁾

Bu çalışmada hem Pearson hem de Spearman korelasyon katsayıları kullanılarak IPM_1 , IPM_2 , I_{2M} ve S değerinin kronolojik yaş ile olan ilişkisi analiz edilmiştir. De Winter ve ark.⁽²³⁶⁾ farklı veri setleri üzerinde yaptıkları çalışmalarında, yaygın olarak kullanılan Spearman ve Pearson korelasyon katsayılarını karşılaştırmıştır. Normal ve dengeli dağılımlarda, her iki katsayının da benzer sonuçlar verdiği, ancak varyasyonlar ve aykırı değer içermesi olası olan veri setlerinde Spearman katsayısının daha uygun olduğunu belirtmişlerdir.⁽²³⁶⁾ Bu çalışmada her iki yöntemin birlikte kullanılması farklı

korelasyon türlerine ilişkin daha kapsamlı bir analiz imkanı sunmuştur. Bu analizlere göre; IPM_1 , IPM_2 , I_{2M} ve S değeri ile kronolojik yaş arasında güçlü negatif ve istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,05$) bir korelasyon olduğu görülmüştür. Bu durum, diş olgunluk indekslerinin yaş ilerledikçe azalma eğiliminde olduğunu ve gelişmekte olan bireylerde yaş tahmini amacıyla kullanılabilir potansiyel göstergeler arasında yer alabileceğini düşündürmektedir. Cinsiyet bazında değerlendirildiğinde, erkeklerde korelasyon katsayılarının kızlara kıyasla genellikle daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, diş gelişiminde cinsiyetin etkili bir faktör olabileceğini düşündürmektedir. Bu bulguyu destekler biçimde, Karadayı ve ark.⁽²³⁷⁾ tarafından Türk çocukları üzerinde yapılan bir çalışmada, kızlarda diş gelişiminin erkeklerden daha erken gerçekleştiği, özellikle 5 ila 14 yaş aralığında bu farkın belirgin olduğu bildirilmiştir.⁽²³⁷⁾

Bu çalışmada ilk olarak IPM_1 , IPM_2 ve I_{2M} gibi tek diş ölçümlerini içeren yöntemlerin ayırt edici performansları cinsiyet bazında incelenmiştir. Bu çalışmada IPM_1 için belirlenen kesim noktası, kızlarda 0,014, erkeklerde ise 0,030 olarak hesaplanmıştır. IPM_2 için ise kızlarda 0,069, erkeklerde 0,090 kesim noktası elde edilmiştir. Erkeklerde kesim noktalarının daha yüksek olması, küçük azı dışı gelişim evrelerinin, cinsiyete göre farklılık gösterebileceğini ve Türk çocuklarında, erkeklerde bu dişlerin olgunlaşmasının kızlara kıyasla daha geç gerçekleştiğini düşündürülebilir. Nitekim Demirjian, erkek ve kız çocuklarında diş gelişiminin benzer bir model izlediğini, ancak genel olarak kızlarda diş gelişiminin erkeklere kıyasla daha ileri düzeyde olma eğiliminde olduğunu belirtmiştir.⁽²³⁸⁾ Benzer şekilde Gupta ve ark.⁽²³⁹⁾ dental yaş ile kronolojik yaş arasında monozigotik ve aynı cinsiyetten dizigotik ikizlerde yüksek düzeyde korelasyon tespit etmiş; ancak karşı cinsiyetten dizigotik ikiz çiftlerinde bu ilişkinin zayıfladığını bildirmiştir. Bu da diş gelişiminde genetik yapının yanı sıra cinsiyet farklılıklarının da belirleyici olabileceğini düşündürmektedir.⁽²³⁹⁾ Bu çalışmada IPM_1 ve IPM_2 'nin performans ölçümleri kıyaslandığında, doğrulama grubunda her iki cinsiyet için, her iki indeksin de 0,90'ın üzerinde ve yüksek AUC değerleri sunduğu görülmektedir. (Tablo 4.5 ve 4.9) Ancak, yalnızca AUC değerleri değil, duyarlılık, özgüllük, doğruluk ve MCC gibi ek tanısal performans ölçümleri de indekslerin tahmin etkinliğini değerlendirmek açısından önemlidir. Her iki cinsiyette de IPM_1 , özgüllük açısından IPM_2 'ye göre daha yüksek performans sergilemiştir. Bu eğilim, IPM_1 'in, IPM_2 'ye kıyasla adli yaş tahmini uygulamalarında, özellikle yanlış

pozitif oranını azaltarak çocuğun lehine kararları destekleyen bir parametre olabileceğini düşündürebilir. Bu çalışmada elde edilen IPM_1 ve IPM_2 kesim noktaları ve performans ölçümleri Hint popülasyonunda⁽²⁰⁾ yapılan benzeri bir çalışmanın sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Kızlarda IPM_1 ve IPM_2 için kesim noktaları bu çalışmada sırasıyla 0,014 ve 0,069; Hint popülasyonunda ise bu kesim noktaları sırasıyla 0,10 ve 0,14 olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada kızlarda tek değişkenli yöntemler arasında, özgüllük açısından en yüksek değer IPM_1 için hesaplanmıştır. Bu bulgu Hint popülasyonunda yapılan çalışmanın bulguları ile örtüşmektedir.⁽²⁰⁾ Ancak kesim noktalarındaki farklılık, popülasyonlar arası diş mineralizasyon hızındaki değişikliklere, genetik farklılıklara bağlanabilir. Hint popülasyonunda kesim noktalarının bu çalışmaya göre daha yüksek olması, diş gelişimi açısından Hint popülasyonunun, bu çalışmadaki popülasyona kıyasla daha yavaş ilerlediğini işaret edebilir. Nitekim popülasyonlar arası diş gelişimi hızında farklılıklar olabileceği, literatürde birçok çalışmada bildirilmiştir.⁽²⁴⁰⁻²⁴⁴⁾ Ayrıca, bu çalışmada, her iki cinsiyette de özgüllük oranlarının hem IPM_1 hem IPM_2 de Hint popülasyonundaki çalışmanın sonuçlarına göre daha yüksek olması, bu çalışmadaki yöntemin yanlış pozitif sınıflamaları azaltmada daha başarılı olabileceğini gösterebilir. Erkeklerde, tek değişkenli yöntemlerden I_{2M} 0,966 AUC değeri göstermiştir. I_{2M} , doğruluk ve MCC açısından IPM_1 ve IPM_2 'ye kıyasla daha yüksek performans sunmuştur. Bu üç değişken arasında duyarlılıkta IPM_2 , özgüllükte ise IPM_1 en yüksek sonuçları vermiştir. Bu durum, farklı indekslerin yaş tahmininde farklı yönlerden güçlü olduğunu ve bu nedenle farklı şekillerde değerlendirilebileceğini düşündürmektedir. Ayrıca IPM_1 diğer iki değişkene kıyasla (IPM_2 ve I_{2M}) hem kızlarda hem erkeklerde en yüksek özgüllük değerini göstermiştir. Bu durum yanlış pozitif oranlarını azaltarak IPM_1 'in adli tıp açısından çocukların lehine karar vermede avantaj sağlayabilecek bir özellik taşıdığını gösterebilir. Bu çalışmada 12 yaş sınırına göre I_{2M} için belirlenen kesim noktaları; erkeklerde 0,191 ve kızlarda 0,184 iken, Yılcı ve ark.⁽²¹⁾ tarafından yapılan bir çalışmada Orta Anadolu ve Batı Anadolu bölgelerini kapsayan, 10-17 yaş arası bireylerde belirlenen kesim noktaları; erkeklerde 0,106 ve kızlarda 0,072 olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada daha yüksek kesim noktalarının bulunmasının nedenleri arasında yaş aralıkları, örneklem yapısı, bölgesel değişkenler ve metodolojik farklılıklar yer alabilir. Nitekim Ege ve Karadeniz bölgelerinde yapılan iki farklı araştırmanın sonuçlarına göre Türk popülasyonu içinde diş gelişimi sırasının bölgesel farklılıklar gösterebileceği de rapor edilmiştir.^(245, 246) Her iki çalışmada da I_{2M} 12 yaş

sınırını belirlemede 0,90'ın üzerinde AUC değeri göstermiştir. Ancak, I_{2M} 'nin duyarlılık ve özgüllük değerlerinde farklılıklar gözlemlenmiştir. Mevcut çalışmada duyarlılık daha yüksek bulunurken, özgüllük açısından ise Yılcı ve ark.⁽²¹⁾ daha yüksek değerler bildirmişlerdir. Bu bulgular arasındaki farklılık, metodolojik yaklaşımlar, yaş dağılımı ve bölgesel farklılıklar gibi çeşitli faktörlerle açıklanabilir. Bu çalışmada I_{2M} için elde edilen bulgular, Brezilya popülasyonunda⁽²³²⁾ yapılan 10-15 yaş arası bireyleri kapsayan benzer çalışmadan farklılıklar göstermektedir. Brezilya'da belirlenen I_{2M} kesim noktası (erkeklerde 0,554, kızlarda 0,368), bu çalışmada belirlenen kesim noktalarından (erkeklerde 0,191, kızlarda 0,184) daha yüksektir. Bu durum, Brezilyalı bireylerde alt çene ikinci büyük azı gelişiminin daha yavaş ilerlediğini ve kök ucu kapanmasının daha geç gerçekleştiğini düşündürülebilir. Ayrıca kesim noktalarındaki bu farklılık popülasyon farklılıkları, örneklem büyüklüğü ve yaş aralıklarına bağlı olarak da açıklanabilir. Tanısal doğruluk açısından bakıldığında, bu çalışmada erkekler için AUC değeri 0,966, kızlar için ise 0,933 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, Brezilya çalışmasında bildirilen AUC değerlerinden (erkekler için 0,884, kızlar için 0,892) daha yüksektir ve bu durum bu çalışmada belirlenen yöntemin, 12 yaş sınırını ayırt etmede daha güçlü performans sunduğunu destekleyebilir. Duyarlılık ve özgüllük açısından değerlendirildiğinde, Brezilya popülasyonunda kızlarda duyarlılığın oldukça yüksek (%94,7), ancak özgüllüğün daha düşük (%66) olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada ise hem duyarlılık (%87) hem de özgüllük (%82) daha dengeli bir dağılım göstermektedir. Benzer şekilde, erkek grubunda elde edilen özgüllük değeri (%91), Brezilya çalışmasındaki (%76) orana kıyasla daha yüksektir. Bu durum, bu çalışmada 12 yaş altı bireylerin yanlışlıkla 12 yaş üstü olarak sınıflandırılma riskinin daha düşük olduğunu gösterebilir. Bu çalışmada elde edilen bulgular, Portekiz popülasyonunda⁽²⁴⁷⁾ yapılan 7-15 yaş arası bireyleri kapsayan çalışma ile karşılaştırılmıştır. I_{2M} 'nin 12 yaş ayrımındaki tanısal performans açısından, bu çalışmada erkekler için 0,966 ve kızlar için 0,933 olarak hesaplanan AUC değerleri, Portekiz çalışmasında hesaplanan AUC değerinden daha yüksektir. Çalışmanın diğer bulguları arasında da bazı farklılıklar gözlemlenmiştir. Öncelikle, Portekiz popülasyonunda belirlenen I_{2M} kesim noktası (0,135), Türk popülasyonunda hesaplanan kesim noktasından (erkeklerde 0,191, kızlarda 0,184) daha küçüktür. Bu durum, Portekiz popülasyonunda alt çene ikinci büyük azı dişinin bu çalışmadaki popülasyona kıyasla daha hızlı geliştiğini ve kök ucunun daha erken kapandığını düşündürülebilir. Ayrıca, iki çalışmada kullanılan yaş aralıklarının farklılığı

da kesim noktalarındaki bu farklılıkta etkili olmuş olabilir. Duyarlılık ve özgüllük açısından bakıldığında, bu çalışmadaki duyarlılık değerleri hem erkeklerde (%87) hem de kızlarda (%87) Portekiz'deki duyarlılık değerlerinden (%81,2) daha yüksektir. Bu durum, bu çalışmadaki yöntemin 12 yaş üzeri bireyleri doğru sınıflandırmada daha başarılı olduğunu gösterebilir.

Tek dış ölçümünü içeren tek değişkenli yöntemlerin ardından iki dış ölçümünü içeren iki değişkenli yöntemlerin performansı incelenmiştir. I_{2M} 'nin tek başına ve IPM_1 ve IPM_2 ile kullanıldığında performansının nasıl değiştiği değerlendirilmiştir. Erkeklerde I_{2M} tek başına kullanıldığında, 12 yaş üzeri bireyleri belirlemede 0,966 AUC değeri ile yüksek performans göstermiştir. I_{2M} 'nin IPM_1 ile kombinasyonunda özgüllük hariç diğer tüm performans ölçümlerinde artış olmuştur (duyarlılık, doğruluk, MCC). IPM_2 ile kombinasyonun ise performans ölçümlerinde özgüllük değeri aynı kalırken diğer parametrelerde de herhangi bir artış olmamıştır. Bu durum I_{2M} 'nin IPM_2 ile klinik kullanımının IPM_1 ile kullanıma göre ek bir avantaj sağlamadığını göstermektedir. Kızlarda I_{2M} tek başına kullanıldığında, 0,933 AUC değeri ile yüksek ayırt edicilik göstermiştir. I_{2M} 'nin IPM_1 ile kombinasyonunda yalnızca duyarlılık değerinde artış olmuş; buna karşılık özgüllük, doğruluk ve MCC gibi ölçümlerde düşüş meydana gelmiştir. Benzer bir eğilim, I_{2M} 'nin IPM_2 ile kullanımında da devam etmiştir. Bu sonuçlar, I_{2M} 'nin kızlarda IPM indeksleriyle birlikte kullanılmasının, tek başına kullanımına kıyasla belirgin bir katkı sunmadığını gösterebilir. Oysa erkek grubunda I_{2M} 'nin IPM_1 ile kombinasyonu, özgüllük dışındaki tüm performans ölçümlerinde artış sağlamıştır. Bu durum, I_{2M} ve IPM_1 kombinasyonunun erkeklerde ek bir avantaj oluşturduğunu, ancak aynı etkinin kızlarda gözlemlenmediğini ortaya koymaktadır. Bu farklılık, dış gelişim paternlerinin cinsiyete özgü dinamikleriyle ilişkilendirilebilir ve yaş tahmini yöntemlerinde cinsiyetin dikkate alınmasının önemli olduğunu göstermektedir. IPM_1 tek başına kızlarda 0,921 ve erkeklerde 0,952 AUC değeri göstermiştir. Her iki cinsiyette de IPM_1 tek değişkenli yöntemler arasından en yüksek özgüllük değerini göstermiştir. Bununla birlikte, IPM_1 'in I_{2M} ile kombinasyon halinde kullanımında cinsiyete bağlı farklılıklar gözlemlenmiştir. Erkek grubunda bu kombinasyon, duyarlılık, doğruluk ve MCC gibi ölçümlerde artış sağlarken; kız grubunda yalnızca duyarlılıkta artış olmuş, diğer performans ölçümlerinde ise düşüş meydana gelmiştir. Bu bulgular, IPM_1 'in tek başına veya kombinasyonlarla olan etkileşimin cinsiyete göre farklılık gösterebileceğini düşündürmektedir. IPM_1 'in IPM_2

ile kombinasyon halinde kullanımı tek başına kullanımına kıyasla her iki cinsiyette de özgüllük değerinde düşüşe neden olmuştur. Bu nedenle, özgüllüğün önemli olduğu durumlarda yöntem seçimi bu durumun göz önünde bulundurulması gerekebilir. IPM_2 'nin IPM_1 ile kullanımı erkeklerde özgüllük, doğruluk ve MCC değerinde artış sağlamış, ancak duyarlılık bir miktar düşmüştür. Bu bulgular, IPM_2 'nin IPM_1 ile kullanımının erkeklerde özgüllüğü artırma potansiyeline sahip olduğunu, ancak duyarlılıktan ödün verildiğini gösterebilir. IPM_2 'nin kızlarda I_{2M} ile kombinasyonu tek başına kullanımına kıyasla; duyarlılığı artırmış ancak özgüllük, doğruluk ve MCC değerlerinde düşüşe yol açmıştır. Erkeklerde ise bu kombinasyon, duyarlılıkta bir miktar azalma yaratmış olsa da özgüllük, doğruluk ve MCC değerlerinde artış sağlamıştır. Bu bulgular, IPM_2 'nin IPM_2+I_{2M} kombinasyonu ile kullanımının tek başına kullanımına kıyasla erkeklerde genel performansa katkı sağladığını, kızlarda ise bu durumun ek bir avantaj sağlamadığını düşündürmektedir. Bu çalışmada, IPM_1 ve IPM_2 'nin birlikte kullanımında elde edilen bulgular, Hindistan popülasyonunda⁽²⁰⁾ yapılan benzer bir çalışma ile kıyaslanmıştır. Her iki çalışmada da IPM_1+IPM_2 kombinasyonu 0,90'ın üzerinde AUC değeri göstermiştir. Her iki popülasyonda da küçük azı dişi gelişiminin 12 yaş ayrımında güçlü olduğu görülmektedir. Kesim noktaları, Hindistan popülasyonunda IPM_1+IPM_2 için 0,12 iken, Türklerde erkeklerde 0,103, kızlarda 0,086 olarak hesaplanmıştır. Duyarlılık ve özgüllük değerleri karşılaştırıldığında, Hindistan popülasyonunda duyarlılık oranları bu çalışmaya kıyasla daha yüksektir. Bu durum, Hindistan çalışmasında 12 yaş üzeri bireyleri belirleme olasılığının daha yüksek olduğunu göstermektedir. Buna karşın, bu çalışmada özgüllük oranları Hindistan'daki çalışmaya kıyasla daha yüksektir. Bu durum bu çalışmadaki yöntemin yanlış pozitif oranını daha düşük tuttuğunu göstermektedir. Sonuç olarak, IPM_1+IPM_2 kombinasyonu her iki çalışmada da yüksek AUC değeri sergilemiş, ancak popülasyonlar arasındaki biyolojik farklılıklar kesim noktalarını ve duyarlılık ile özgüllük dengelerini etkilemiş olabilir.

Bu çalışmada, tek bir diş ölçümüne dayalı tek değişkenli yöntemler ve iki diş ölçümüne dayalı iki değişkenli yöntemlerin ardından, 7 diş ölçümünü içeren S değerinin Türk popülasyonunda 12 yaş sınırını belirlemedeki ayırt edici performansı değerlendirilmiştir. Ayrıca Cameriere⁽¹⁹¹⁾ tarafından daha önce 12 yaş için bildirilen S değeri kesim noktası, kendi örneklemimizde test edilerek farklılıklar incelenmiştir. S değeri için erkeklerde kesim noktası 0,412, kızlarda ise 0,350 olarak belirlenmiştir.

Erkeklerde daha yüksek kesim değeri erkeklerin diş gelişiminin kızlara oranla daha yavaş olduğunu gösterebilir. S değeri kesim noktalarındaki cinsiyete dayalı bu farklılık literatürde bildirilen benzer çalışmalardaki, S kesim noktasındaki cinsiyet farklılığı ile uyumludur.^(21, 191) Bu çalışmada S değeri için hesaplanan AUC değeri her iki cinsiyette de 0,90'ın üzerinde hesaplanmıştır. Duyarlılık ve özgüllük değerleri kıyaslandığında, erkeklerde her iki değer de daha yüksek olduğu görülmüştür. Elde edilen bu bulgular, S değerinin 12 yaş sınırını belirlemede etkili bir yöntem olduğunu, ancak cinsiyet farklılıklarının göz önünde bulundurulması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmada, Cameriere ve ark.⁽¹⁹¹⁾ tarafından 12 yaş sınırı için daha önce bildirilen; erkeklerde 0,361 ve kızlarda 0,252 kesim noktasının kendi örneklemimizde nasıl bir performans gösterdiği değerlendirilmiş ve düşük özgüllük değerleri ürettiği görülmüştür (Özgüllük; erkeklerde: 0,080, kızlarda: 0,090). Bu durum, daha önce bildirilen S kesim noktalarının 12 yaş üstü bireyleri doğru sınıflandırmada yetersiz kaldığını ve yanlış pozitif oranının yüksek olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, bu çalışmada belirlenen S kesim noktaları, daha dengeli duyarlılık ve özgüllük değerleri sağlamış ve yanlış pozitif oranını düşürmüştür. Her iki çalışmanın bulguları arasındaki farklılıklar, popülasyonlara özgü diş mineralizasyonundan kaynaklanan popülasyon farklılıkları, örneklem büyüklüğü ve yaş aralıklarına bağlı olarak açıklanabilir. Nitekim, Tanner, ulusal ve etnik gruplar arasındaki büyüme hızındaki farklılıkları geniş çaplı verilerle ortaya koymuş ve büyüme süreçlerinin popülasyonlara özgü olabileceğini bildirmiştir.^(197, 200) Benzer şekilde Dharmo ve ark.⁽²⁴⁸⁾ tarafından Türk kökenli çocukların da yer aldığı bir çalışmada, Avrupa, Afrika ve Asya kökenli bireyler arasında, diş gelişiminde farklılıklar olduğu gösterilmiştir.⁽²⁴⁸⁾ Ayrıca bu bulgular, her popülasyon için yaş tahmin çalışmalarında popülasyona özgü kesim noktalarının belirlenmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Türk popülasyonunda yapılan önceki bir çalışmada, Yılcı ve ark.⁽²¹⁾ tarafından bildirilen S kesim noktaları; kızlar için 0,125 ve erkekler için 0,18 olarak belirlenmiştir. Bu değerler ile kızlarda duyarlılık 0,814, özgüllük 0,968; erkeklerde duyarlılık 0,809, özgüllük 0,944 olarak raporlanmıştır. Yılcı ve ark.⁽²¹⁾ tarafından yapılan çalışma Orta Anadolu ve Batı Anadolu popülasyonuna dayanmaktadır. Bu çalışmada ise optimal kesim noktaları kızlarda 0,350 ve erkeklerde 0,412 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada, Yılcı ve ark.⁽²¹⁾ tarafından yapılan çalışmaya kıyasla hem duyarlılık hem de AUC değerleri daha yüksek hesaplanmıştır. Bu farklılıklar, coğrafi farklılıklar, çalışma metodolojisindeki ayrımlar ve örneklem özelliklerinden kaynaklanıyor olabilir.

Bu çalışmada değerlendirilen tüm yöntemlerin AUC değerleri 0,90'ın üzerinde hesaplanmıştır. Yöntemler arası AUC farklılıkları istatistiksel olarak karşılaştırıldığında, kız grubunda hiçbir yöntem arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Erkek grubunda ise yalnızca IPM₂ yöntemi, S ve I_{2M}+IPM₂ yöntemleri ile kıyaslandığında anlamlı düzeyde daha düşük AUC değeri göstermiştir ($p < 0,05$). Bu bulgular, kızlarda yöntem seçiminde diğer performans ölçümlerinin (duyarlılık, özgüllük, MCC gibi) dikkate alınmasının daha uygun olabileceğini; erkeklerde ise IPM₂ dışındaki yöntemler arasında anlamlı bir fark bulunmadığı için benzer tutumun izlenebileceğini düşündürmektedir. Bunun yanı sıra, Tunç ve ark.⁽²⁴⁹⁾ yaptıkları bir çalışmada, diş yaşı ile kronolojik yaş arasındaki uyumsuzluğu en çok 12 yaşındaki kızlarda gözlemlediklerini bildirmişlerdir. Yazarlar, bu durumu pubertal döneme geçişteki biyolojik değişkenlikler ile açıklamışlardır. Mevcut olan bu çalışmada da kız bireylerde değerlendirilen yöntemlerin AUC değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamış olması, diş gelişim paterninin kızlarda daha değişken olabileceğini ve yaş tahmininde yöntem farklarını etkileyebileceğini düşündürmektedir.

6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma; I_{2M} , IPM_1 ve IPM_2 olgunluk indeksleri ile S değeri kullanılarak bireylerin 12 yaş ve üzeri mi yoksa 12 yaş altı mı olduğunun belirlenmesine yönelik analizleri içermektedir. Bu çalışma yalnızca Türk popülasyonuna ait örnekleme kapsamaktadır. Dolayısıyla, sonuçların bölgesel farklılıklar göz önünde bulundurularak yorumlanması gerektiği düşünülmektedir.

Bu çalışmada, eğitim grubunda belirlenen kesim noktalarının performansını değerlendirmek için bağımsız bir doğrulama grubunda test edilmesi sonucunda elde edilen bulgular şu şekilde özetlenebilir;

1. Tek değişkenli yöntemler olan; I_{2M} , IPM_1 ve IPM_2 indeksleri, 12 yaş sınırını belirlemede yüksek doğruluk göstermiş ve tümü 0,90'ın üzerinde AUC değerlerine sahip olmuştur.
2. Tek değişkenli yöntemler arasında IPM_1 , her iki cinsiyette de en yüksek özgüllük değerini göstermiştir. Bu durum, özellikle adli tıp uygulamalarında bireylerin yanlışlıkla 12 yaş üzerinde değerlendirilmesini engelleme açısından önemli bir bulgudur.
3. İki değişkenli yöntemlerin tamamında 0,90'ın üzerinde AUC değerleri elde edilmiştir.
4. İki değişkenli yöntemler arasında özgüllük açısından en yüksek değer, her iki cinsiyette de IPM_1+IPM_2 kombinasyonu için hesaplanmıştır.
5. Yedi dış ölçümünü içeren S değeri, her iki cinsiyette de en yüksek AUC değerine sahip olmasına rağmen, özgüllük açısından IPM_1 'den daha düşük bulunmuştur.
6. Tüm yöntemlerde 0,90'ın üzerinde AUC değeri hesaplanmış olması ve erkeklerde IPM_2 hariç AUC değerleri arasında istatistiksel farklılık olmaması göz önünde bulundurulduğunda; tek değişkenli yöntemler daha pratik ve hızlı bir yöntem olarak tercih edilebilir.

Türk popülasyonuna özgü veriler kullanılarak yapılan bu çalışmada, mevcut literatürdeki diğer çalışmalardan farklı kesim noktalarının elde edilmiş olması ve

kesim noktalarının popülasyonlara göre değişkenlik gösterdiği göz önüne alındığında, her popülasyon için ayrı şekilde doğrulanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Popülasyona özgü kesim noktalarını belirlemek, yaş tahmini yöntemlerinin güvenilirliğini desteklemek için önemlidir. Bu çalışmada elde edilen bulgular, yaş tahmini çalışmalarının; adli tıp, göçmen statüsü ve hukuki süreçler açısından önemli bir bileşen olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda, adli tıp ve göç politikaları çerçevesinde yaş tahmini çalışmalarında farklı biyolojik belirteçler ile desteklenen multidisipliner yaklaşımların sürdürülmesi önerilmektedir.



KAYNAKLAR

1. Zeyfeoglu Y. İnsanlarda kimlik tespiti. Türk tabipleri birliği sürekli tıp eğitimi dergisi. 2001; 10: 375.
2. Houck MM, Siegel JA. Fundamentals of forensic science. 2nd ed. Cambridge: Academic; 2009.
3. Şener M. Adli yaş tahmini yapılan olguların değerlendirilmesi: retrospektif bir çalışma. KSU Medical Journal. 2020; 15: 1-6.
4. International Organization for Migration. World migration report 2024. [Erişim Tarihi 2025 Şubat 28]. Erişim Adresi: <https://worldmigrationreport.iom.int/>.
5. United Nations High Commissioner for Refugees. Birth registration and social rights. 2024 (Erişim Tarihi 2025 Şubat 28). Erişim Adresi: <https://help.unhcr.org/turkiye/tr/social-economic-and-civil-matters/birth-registration/>.
6. Senn DR, Weems RA. Manual of forensic odontology. 5th ed. Boca Raton, FL: CRC press; 2013.
7. Ritz-Timme S, Cattaneo C, Collins M, Waite E, Schütz H, Kaatsch H-J, et al. Age estimation: the state of the art in relation to the specific demands of forensic practise. International journal of legal medicine. 2000; 113: 129-36.
8. Miles AEW. The dentition in the assessment of individual age in skeletal material. Dental anthropology. 1963; 191-209.
9. Greulich W. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. Stanford: Stanford University press; 1959.
10. Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth. International journal of legal medicine. 2006; 120: 49-52.
11. Tanner JM. Assessment of skeletal maturity and predicting of adult height (TW2 method). London: Academic press, 1983;22-37.

12. Demirjian A, Goldstein H. New systems for dental maturity based on seven and four teeth. *Annals of human biology*. 1976; 3: 411-21.
13. Nolla CM. The development of permanent teeth [master's thesis]. Ann Arbor (MI): University of Michigan; 1952.
14. Marinkovic N, Milovanovic P, Djuric M, Nedeljkovic N, Zelic K. Dental maturity assessment in Serbian population: A comparison of Cameriere's European formula and Willems' method. *Forensic science international*. 2018; 288: 331. e1-. e5.
15. Cameriere R, Ferrante L, Ermenc B, Mirtella D, Štrus K. Age estimation using carpals: study of a Slovenian sample to test Cameriere's method. *Forensic science international*. 2008; 174: 178-81.
16. Gulsahi A, Tirali RE, Cehreli SB, De Luca S, Ferrante L, Cameriere R. The reliability of Cameriere's method in Turkish children: a preliminary report. *Forensic science international*. 2015; 249: 319. e1-. e5.
17. Latic-Dautovic M, Nakas E, Jeleskovic A, Cavric J, Galic I. Cameriere's European formula for age estimation: a study on the children in Bosnia and Herzegovina. *South European journal of orthodontics and dentofacial research*. 2017; 4: 26-30.
18. Kihara E, Galic I, Nyamunga D, Mehdi F, Velandia Palacio LA, Cameriere R. Validation of the Italian, European, North German, Malaysian, and South African black formulas on Cameriere method using panoramic radiographs in Kenyan children. *International journal of legal medicine*. 2022; 136: 1495-506.
19. Cameriere R, Palacio LAV, Pinares J, Bestetti F, Paba R, Coccia E, et al. Assessment of second (I2M) and third (I3M) molar indices for establishing 14 and 16 legal ages and validation of the Cameriere's I3M cut-off for 18 years old in Chilean population. *Forensic science international*. 2018; 285: 205. e1-. e5.
20. Kakumanu NR, Lavanya R, Ch G, Rathore K, Badam R, Erukala DS, et al. Premolar maturity index (IPM) for indicating legal age 12 years in a sample of south Indian children—A digital pantomographic study. *Legal medicine*. 2022; 59: 102145.

21. Yılandı HÖ, Akkaya N, Bulut G, Göksülük D, Bulut H, Cameriere R. Assessment of second (I2M) and third (I3M) molar maturity indices individually and in combination (I2M+ I3M) and the sum of the seven mandibular teeth indices (s) for the legal age thresholds of 12 and 15 years in a turkish sample. *Australian journal of forensic sciences*. 2022; 54: 651-63.
22. Akman H, Surme K, Cimen T, Ayyildiz H. Accuracy of different dental age estimation methods for determining the legal majority of 18 years in the Turkish population. *Clinical oral investigations*. 2022; 26: 4537-47.
23. Cameriere R, Ferrante L, De Angelis D, Scarpino F, Galli F. The comparison between measurement of open apices of third molars and Demirjian stages to test chronological age of over 18 year olds in living subjects. *International journal of legal medicine*. 2008; 122: 493-7.
24. Balla SB, Galic I, Karunakar P, Vanin S, De Luca S, Cameriere R. Validation of third molar maturity index (I3M) for discrimination of juvenile/adult status in South Indian population. *Journal of forensic and legal medicine*. 2017; 49: 2-7.
25. Cavrić J, Galić I, Vodanović M, Brkić H, Gregov J, Viva S, et al. Third molar maturity index (I3M) for assessing age of majority in a black African population in Botswana. *International journal of legal medicine*. 2016; 130: 1109-20.
26. Spinass E, De Luca S, Lampis L, Velandia Palacio L, Cameriere R. Is the third molar maturity index (I3M) useful for a genetic isolate population? Study of a Sardinian sample of children and young adults. *International journal of legal medicine*. 2018; 132: 1787-94.
27. Angelakopoulos N, De Luca S, Oliveira-Santos I, Ribeiro ILA, Bianchi I, Balla SB, et al. Third molar maturity index (I3M) assessment according to different geographical zones: a large multi-ethnic study sample. *International journal of legal medicine*. 2023; 137: 403-25.
28. Cipriani D. *Children's rights and the minimum age of criminal responsibility: a global perspective*. London, UK: Routledge press, 2016.

29. T.C. 5237 sayılı Türk Ceza Kanunu. [Erişim Tarihi 2025 Şubat 28]. Erişim Adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5237&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>.
30. Knight B. Forensic medicine. New York. Hodder arnold publications press, 1991.
31. Karbeyaz K. Geçmişten geleceğe adli diş hekimliği. 2024 [Erişim Tarihi 2025 Şubat 28]. Erişim Adresi: <https://www.odmfr.org/medya-detay/gecmisten-gelecege-adli-dis-hekimligi-ve-dis-hekimliginde-saglik-hukuku>.
32. Avon SL. Forensic odontology: the roles and responsibilities of the dentist. Journal-Canadian dental association. 2004; 70: 453-8.
33. Amoedo O. L'art dentaire en médecine légale. Médecine. 1898; 608.
34. Gawali RA. Forensic odontology for general dentists. Journal of dental research and reviews. 2021; 8: 126-31.
35. Swift B, Ruttly GN. Forensic web watch. Journal of clinical forensic medicine. 2001; 8: 231-3.
36. Nyström M, Peck L, Kleemola-Kujala E, Evälahti M, Kataja M. Age estimation in small children: reference values based on counts of deciduous teeth in Finns. Forensic science international. 2000; 110: 179-88.
37. Pirinen S. Endocrine regulation of craniofacial growth. Acta odontologica Scandinavica. 1995; 53: 179-85.
38. Mio López Toribio R, Elizabeth Castañeda Eugenio N, Amabilia Manrique de Lara Suarez D. Forensic DNA and the importance of its application in the odontology legal: narrative review. Perspectivas em Medicina Legal e Perícia Médica. 2024.
39. Malaver PC, Yunis JJ. Different dental tissues as source of DNA for human identification in forensic cases. Croatian medical journal. 2003; 44: 306-9.

40. Pretty I, Sweet D. A look at forensic dentistry–Part 1: The role of teeth in the determination of human identity. British dental journal. 2001; 190: 359-66.
41. Nola MF. Paul Revere and forensic dentistry. Military medicine. 2016; 181: 714-5.
42. International Criminal Police Organization. Disaster victim identification (DVI). [Erişim Tarihi 2025 Şubat 28]. Erişim Adresi: <https://www.interpol.int/How-we-work/Forensics/Disaster-Victim-Identification-DVI>.
43. Aksu Z. Türk dış politikası ve uluslararası örgütler. Uluslararası stratejik boyut dergisi. 2009; 2: 79-91.
44. T.C. ağız ve diş sağlığı yönetmeliği. [Erişim Tarihi 2025 Şubat 28]. Erişim Adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=39749&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>.
45. Kurt P, Cengiz S. Afetlerde Kimliklendirme ve Kahramanmaraş depremlerinde kullanılan yöntemler. Sinop Üniversitesi sosyal bilimler dergisi. 2024; 8: 1011-32.
46. Akıncioğlu NU, Aslan İ, Doğan Y. Afet kurbanlarının kimliklendirilmesinde kullanılan yöntemler ve ülkemizdeki durum. Güvenlik bilimleri dergisi. 2021; 10: 217-38.
47. Afet ve acil durum yönetimi başkanlığı 10 eylül 2023 duyurusu. [Erişim Tarihi 2025 Şubat 28]. Erişim Adresi: <https://www.afad.gov.tr/kamuoyu-aciklamasi-basin-duyurusu>.
48. Moody GH, Busuttil A. Identification in the Lockerbie air disaster. The American journal of forensic medicine and pathology. 1994; 15: 63-9.
49. Centers for disease control and prevention. Health concerns associated with disaster victim identification after a tsunami--Thailand, December 26, 2004-March 31, 2005. Morbidity and mortality weekly report. 2005; 54: 349-52.

50. Silva RHAD, Sales-Peres A, Oliveira RND, Oliveira FTD, Sales-Peres SHDC. Use of DNA technology in forensic dentistry. *Journal of applied oral science*. 2007; 15: 156-61.
51. Manjunath B, Chandrashekar B, Mahesh M, Rani RV. DNA profiling and forensic dentistry—A review of the recent concepts and trends. *Journal of forensic and legal medicine*. 2011; 18: 191-7.
52. Mörnstad H, Pfeiffer H, Yoon C, Teivens A. Demonstration and semi-quantification of mtDNA from human dentine and its relation to age. *International journal of legal medicine*. 1999; 112: 98-100.
53. Butler E, Li R. Genetic markers for sex identification in forensic DNA analysis. *J Forensic Investig*. 2014;2:1–10.
54. Chowdhury RM, Singhvi A, Bagul N, Bhatia S, Singh G, Goswami S. Sex determination by amplification of amelogenin gene from dental pulp tissue by polymerase chain reaction. *Indian journal of dental research*. 2018; 29: 470-6.
55. Prasad P, Jaber M, Ramani P, Arafat A, Khairy A. SRY gene isolation from teeth for forensic gender identification—An observational study. *Plos one*. 2024; 19: e0294751.
56. Koç S. İ.Ü tıp fakültesi, Adli olaylarda kimlik belirlemesi. 2011. [Erişim Tarihi 2025 Şubat 28]. Erişim Adresi: http://www.istabip.org.tr/dosyalar/adli_tip.pdf.
57. Brotons A, Remy F, Foti B, Philip-Alliez C. Concordances and correlations between chronological, dental and bone ages: A retrospective study in French individuals. *Forensic science international*. 2022; 331: 111150.
58. Baransel Isır A, Dülger H. 1998-2005 yılları arasında Gaziantep Üniversitesi adli tıp anabilim dalında raporlandırılan yaş tayini olgularının irdelenmesi. *Türkiye klinikleri adli tıp dergisi*. 2007; 4: 1-6.
59. Cunha E, Baccino E, Martrille L, Ramsthaler F, Prieto J, Schuliar Y, et al. The problem of aging human remains and living individuals: a review. *Forensic science international*. 2009; 193: 1-13.

60. Türkiye istatistik kurumu. Güvenlik birimine gelen veya getirilen çocuk istatistikleri. [Erişim Tarihi 2025 Şubat 28]. Erişim Adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Güvenlik-Birimine-Gelen-veya-Getirilen-Cocuk-Istatistikleri-2023-53674>.
61. Sarıkardaşoğlu İ. Adli tıpta ana konular ve örneklerle rapor yazma tekniği. Anadolu Üniversitesi; 1990.
62. United Nations International Children's Emergency Fund. Minimum age of criminal responsibility. [Erişim Tarihi 2025 Şubat 28]. Erişim Adresi: <https://www.unicef.org/lac/media/2771/file/PDF%20Minimum%20age%20for%20criminal%20responsibility.pdf>.
63. Erbay E. Çocuk hakları. Yeni insan yayınevi; 2021.
64. T.C. 5395 sayılı çocuk koruma kanunu. [Erişim Tarihi 2025 Şubat 28]. Erişim Adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.5395.pdf>.
65. T.C. 4721 sayılı Türk medeni kanunu. [Erişim Tarihi 2025 Şubat 28]. Erişim Adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.4721.pdf>.
66. Yıldırım A, Çetin İ, Özer E, Gümüş B. Adli tıp anabilim dalına 2006-2010 yılları arasında yaş tayini için başvuran olguların değerlendirilmesi. Çağdaş tıp dergisi. 2011; 1: 56-61.
67. Kaya K, Aslan S, Özese TA, Gülmen MK. Çukurova Üniversitesi tıp fakültesi adli tıp anabilim dalına 2019-2020 yıllarında yaş tayini için başvuran mülteci olguların değerlendirilmesi. Harran Üniversitesi tıp fakültesi dergisi. 2021; 18: 446-51.
68. McAuliffe M, Khadria B. Report overview: Providing perspective on migration and mobility in increasingly uncertain times. World migration report. 2020; 2020: e00011.
69. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. Human biology. 1973; 211-27.
70. Haavikko K. Tooth formation age estimated on a few selected teeth. Proc Finn Dent Soc. 1974;70:15-9.

71. Macha M, Lamba B, Avula JSS, Muthineni S, Margana PGJS, Chitoori P. Estimation of correlation between chronological age, skeletal age and dental age in children: a cross-sectional study. *Journal of clinical and diagnostic research*. 2017; 11: ZC01.
72. Warhekar AM, Wanjari PV, Phulambrikar T. Correlation of radiographic and chronological age in human by using Demirjian' s method: A radiographic study. *Journal of Indian academy of oral medicine and radiology*. 2011; 23: 1-4.
73. Schmeling A, Reisinger W, Geserick G, Olze A. Age estimation of unaccompanied minors: Part I. General considerations. *Forensic science international*. 2006; 159: S61-S4.
74. T.C. Adalet bakanlığı adalet istatistikleri. 2023 [Erişim Tarihi 2025 Mart 28]. Erişim Adresi: <https://adlisicil.adalet.gov.tr/Home/SayfaDetay/adalet-istatistikleri-yayin-arsivi>.
75. Tanner J. Growth at adolescence. Blackwell scientific publication Oxford;1962.
76. Willems G. A review of the most commonly used dental age estimation techniques. *The journal of forensic odonto-stomatology*. 2001; 19: 9-17.
77. International Organization for Migration. Göç terimleri sözlüğü. 2009.
78. AlQahtani SJ. Dental age estimation in fetal and children. In: Adserias-Garriga J, editor. Age estimation: a multidisciplinary approach. London: Elsevier; 2019; 89–106.
79. Convention on the rights of the child. 1989.
80. Öztürk Y, KILIÇOĞLU H, Nurçin S. İskeletsel 3. sınıf vakalarla kemik olgunluğunun Tanner-Whitehouse (TW2-RUS) yöntemi ile belirlenmesi. *İstanbul Üniversitesi diş hekimliği fakültesi dergisi*. 1993; 27: 65-70.
81. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation: a clinically oriented method based on hand-wrist films. *The angle orthodontist*. 1982; 52: 88-112.

82. Jadvar H, Gamie S, Ramanna L, Conti PS. Musculoskeletal system. *Semin Nucl Med.* 2004;34(4):254–61.
83. Buckwalter J, Glimcher M, Cooper R, Recker R. Bone biology. I: Structure, blood supply, cells, matrix, and mineralization. *Instructional course lectures.* 1996; 45: 371-86.
84. Clarke B. Normal bone anatomy and physiology. *Clinical journal of the American society of nephrology.* 2008; 3: S131-S9.
85. Holm IA. Disorders of bone metabolism. *Clinical pediatric endocrinology.* 2005; 280-92.
86. Pescovitz O. Bone mineral metabolism. *Pediatric endocrinology: Mechanisms, manifestations and management.* 1st ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 2004; 615–29.
87. Long F, Ornitz DM. Development of the endochondral skeleton. *Cold Spring Harb Perspect Biol.* 2013;5(1):a008334.
88. Mughal AM, Hassan N, Ahmed A. Bone age assessment methods: a critical review. *Pakistan journal of medical sciences.* 2014; 30: 211.
89. Cameron N. Can maturity indicators be used to estimate chronological age in children? *Annals of human biology.* 2015; 42: 302-7.
90. Cavallo F, Mohn A, Chiarelli F, Giannini C. Evaluation of bone age in children: a mini-review. *Frontiers in Pediatrics.* 2021; 9: 580314.
91. Grave K. The use of the hand and wrist radiograph in skeletal age assessment; and why skeletal age assessment is important. *Australian orthodontic journal.* 1994; 13: 196.
92. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics.* 1995; 107: 58-66.
93. Singer J. Physiologic timing of orthodontic treatment. *The angle orthodontist.* 1980; 50: 322-33.

94. Dreizen S, Webb-Peploe H, Parker GS, Spies TD. Bilateral symmetry of skeletal maturation in the human hand and wrist. *Am J Dis Child*. 1957;93:122–7.
95. Mettler Jr FA, Huda W, Yoshizumi TT, Mahesh M. Effective doses in radiology and diagnostic nuclear medicine: a catalog. *Radiology*. 2008; 248: 254-63.
96. Martin DD, Wit JM, Hochberg Ze, Sävendahl L, Van Rijn RR, Fricke O, et al. The use of bone age in clinical practice–part 1. *Hormone research in paediatrics*. 2011; 76: 1-9.
97. Todd TW. *Atlas of skeletal maturation*. St. Louis: Mosby, 1937.
98. Schmeling A, Reisinger W, Loreck D, Vendura K, Markus W, Geserick G. Effects of ethnicity on skeletal maturation: consequences for forensic age estimations. *International journal of legal medicine*. 2000; 113: 253-8.
99. Gaskin CM, Kahn MMSL, Bertozzi JC, Bunch PM. *Skeletal development of the hand and wrist: a radiographic atlas and digital bone age companion*. Oxford University press; 2011.
100. Lin N-H, Ranjitkar S, Macdonald R, Hughes T, Taylor JA, Townsend GC. New growth references for assessment of stature and skeletal maturation in Australians. *Australasian orthodontic journal*. 2006; 22: 1-10.
101. Satoh M, Hasegawa Y. Factors affecting prepubertal and pubertal bone age progression. *Frontiers in endocrinology*. 2022; 13: 967711.
102. Gök Ş, Erölçer N, Özen C. *Adli tıpta yaş tayini (Age determination in forensic medicine)*. İstanbul adli tıp kurumu yayınları. 1985; 1-26.
103. Balic A. Concise review: cellular and molecular mechanisms regulation of tooth initiation. *Stem cells*. 2019; 37: 26-32.
104. Altunsoy M, Nur B, Akkemik O, Ok E, Evcil M. Dental age assessment: validity of the Nolla method in a group of western Turkish children. *Marmara dental journal*. 2013; 1: 49-52.

105. Norton NS, Willett GM. Netter's head and neck anatomy for dentistry [e-book]. Philadelphia: Elsevier health sciences; 2024.
106. Squier C, Brogden K. Human oral mucosa: development, structure and function. John Wiley & Sons; 2010.
107. Scheuer L, Black S. Development and ageing of the juvenile skeleton. Human osteology in archaeology and forensic science. 2000; 9-22.
108. Scott GR, Irish JD. Human tooth crown and root morphology. Cambridge University press; 2017.
109. Van der Haas V. Growing up in the Cis-Baikal region of Siberia, Russia: reconstructing childhood diet of Middle Holocene hunter-gatherers. Oxford: Archaeopress Publishing Ltd; 2023.
110. Hillson S. Dental anthropology. Cambridge University press; 2023.
111. Berkovitz BK, Holland GR, Moxham BJ. Oral anatomy, histology and embryology E-Book. Elsevier health sciences; 2017.
112. Kumar GS. Orban's oral histology and embryology [e-book]. Amsterdam: Elsevier health sciences; 2015.
113. Jernvall J, Thesleff I. Tooth shape formation and tooth renewal: evolving with the same signals. Development. 2012; 139: 3487-97.
114. McCollum MEL, Sharpe PT. Evolution and development of teeth. J Anat. 2001;199(1-2):153-9.
115. Lacruz RS, Habelitz S, Wright JT, Paine ML. Dental enamel formation and implications for oral health and disease. Physiological reviews. 2017; 97: 939-93.
116. Shafer WG, Hine MK, Levy BM. A textbook of oral pathology. 5th ed. Philadelphia: Elsevier; 2009.
117. Pinkham JR, Casamassimo PS, Fields HW, McTigue DJ, Nowak A. Pediatric dentistry: infancy through adolescence. 5th ed. St. Louis (MO): Elsevier; 2005.

118. Antoine D, Hillson S. Enamel structure and properties. A companion to dental anthropology. 2015; 223-43.
119. Sierpinska T, Orywal K, Kuc J, Golebiewska M, Szmitkowski M. Enamel mineral content in patients with severe tooth wear. International journal of prosthodontics. 2013; 26.
120. Carvalho TS, Lussi A. Age-related morphological, histological and functional changes in teeth. Journal of oral rehabilitation. 2017; 44: 291-8.
121. Tang N, Le Cabec A, Antoine D. Dentine and cementum structure and properties. A companion to dental anthropology. 2015; 204-22.
122. Nanci A, Bosshardt DD. Structure of periodontal tissues in health and disease. Periodontology 2000. 2006; 40: 11.
123. D'errico J, MacNeil R, Takata T, Berry J, Strayhorn C, Somerman M. Expression of bone associated markers by tooth root lining cells, in situ and in vitro. Bone. 1997; 20: 117-26.
124. Nakashima M, Akamine A. The application of tissue engineering to regeneration of pulp and dentin in endodontics. Journal of endodontics. 2005; 31: 711-8.
125. Tatullo M, Marrelli M, Shakesheff KM, White LJ. Dental pulp stem cells: function, isolation and applications in regenerative medicine. Journal of tissue engineering and regenerative medicine. 2015; 9: 1205-16.
126. Matalová E, Lungová V, Sharpe P. Development of tooth and associated structures. In: Stem cell biology and tissue engineering in dental sciences. Elsevier; 2015: 335-46.
127. Moore KL, Persaud TVN, Torchia MG. The developing human [e-book]. Philadelphia: Elsevier health sciences; 2011.
128. Hillson S. Teeth. 2nd ed. New York: Cambridge University press; 2005.

129. Bath-Balogh M, Fehrenbach MJ. Illustrated dental embryology, histology and anatomy [e-book]. Philadelphia: Elsevier health sciences; 2014.
130. Dean JA. McDonald and Avery's dentistry for the child and adolescent [e-book]. Philadelphia: Elsevier Health Sciences; 2021.
131. Carlson BM. Human embryology and developmental biology: with student consult online access. Philadelphia: Elsevier Health Sciences; 2013.
132. Nanci A. Ten cate's oral histology-pageburst on vitalsource: development, structure, and function. Elsevier health science. 2007.
133. Luan X, Ito Y, Diekwisch TG. Evolution and development of Hertwig's epithelial root sheath. *Developmental dynamics: an official publication of the American association of anatomists.* 2006; 235: 1167-80.
134. Nowak AJ, Christensen JR, Mabry TR, Townsend JA, Wells MH, editors. Pediatric dentistry: infancy through adolescence [e-book]. 6th ed. Philadelphia, PA: Elsevier health sciences; 2018.
135. Sharpe PT. Neural crest and tooth morphogenesis. *Advances in dental research.* 2001; 15: 4-7.
136. Thesleff I, Keranen S, Jernvall J. Enamel knots as signaling centers linking tooth morphogenesis and odontoblast differentiation. *Advances in dental research.* 2001; 15: 14-8.
137. Tucker A, Sharpe P. The cutting-edge of mammalian development; how the embryo makes teeth. *Nature reviews genetics.* 2004; 5: 499-508.
138. Shroff B, Siegel SM. Molecular basis for tooth eruption and its clinical implications in orthodontic tooth movement. *Semin Orthod.* 2000;6(3):155–72.
139. Craddock H, Youngson C. Eruptive tooth movement—the current state of knowledge. *British dental journal.* 2004; 197: 385-91.
140. Proffit WR, Fields HW Jr, Sarver DM. Contemporary orthodontics. 4th ed. Philadelphia: Elsevier health sciences; 2006.

141. Almonaitiene R, Balciuniene I, Tutkuviene J. Factors influencing permanent teeth eruption. Part one—general factors. *Stomatologija*. 2010; 12: 67-72.
142. Wise G, Frazier-Bowers S, D'souza R. Cellular, molecular, and genetic determinants of tooth eruption. *Critical reviews in oral biology & medicine*. 2002; 13: 323-35.
143. Çayönü S, Yüksel BN, Sari Ş. Dişsiz dönemden daimi dişlenme sürecine kadar oklüzyonun kurulumu. *Türkiye klinikleri dişhekimliği bilimleri dergisi*. 2020; 26: 110-21.
144. Arya BS, Savara BS, Thomas DR. Prediction of first molar occlusion. *American journal of orthodontics*. 1973; 63: 610-21.
145. Avery J. Oral development and histology. 1987; 299-307.
146. Singh G. Textbook of orthodontics. JP Medical Ltd; 2015.
147. Whittaker DK, Bakri MM. Racial variations in the extent of tooth root translucency in ageing individuals. *Archives of oral biology*. 1996; 41: 15-9.
148. Willems G. A review of the most commonly used dental age estimation techniques. *The journal of forensic odonto-stomatology*. 2001; 19: 9: 17-9.
149. Suma G, Annigeri RG, JK DR, Goel S. Radiographic correlation of dental and skeletal age: Third molar, an age indicator. *Journal of forensic dental sciences*. 2011; 3: 14-8.
150. Ge Z-p, Ma R-h, Li G, Zhang J-z, Ma X-c. Age estimation based on pulp chamber volume of first molars from cone-beam computed tomography images. *Forensic science international*. 2015; 253: 133. e1-. e7.
151. Kvaal SI, Kolltveit KM, Thomsen IO, Solheim T. Age estimation of adults from dental radiographs. *Forensic science international*. 1995; 74: 175-85.
152. Guo Y-C, Han M, Chi Y, Long H, Zhang D, Yang J, et al. Accurate age classification using manual method and deep convolutional neural network based on

orthopantomogram images. *International journal of legal medicine*. 2021; 135: 1589-97.

153. Galibourg A, Cussat-Blanc S, Dumoncel J, Telmon N, Monsarrat P, Maret D. Comparison of different machine learning approaches to predict dental age using Demirjian's staging approach. *International journal of legal medicine*. 2021; 135: 665-75.

154. Kahaki SM, Nordin MJ, Ahmad NS, Arzoky M, Ismail W. Deep convolutional neural network designed for age assessment based on orthopantomography data. *Neural computing and applications*. 2020; 32: 9357-68.

155. Mohamed EG, Redondo RPD, Koura A, El-Mofty MS, Kayed M. Dental age estimation using deep learning: a comparative survey. *Computation*. 2023;11(1):18.

156. Singaraju S, Sharada P. Age estimation using pulp/tooth area ratio: A digital image analysis. *Journal of forensic dental sciences*. 2009; 1: 37-41.

157. Gustafson G. Age determinations on teeth. *The journal of the American dental association*. 1950; 41: 45-54.

158. Cameriere R, Ferrante L, Liversidge H, Prieto J, Brkic H. Accuracy of age estimation in children using radiograph of developing teeth. *Forensic science international*. 2008; 176: 173-7.

159. Pyata JR, Kandukuri B, Gangavarapu U, Anjum B, Chinnala B, Bojji M, et al. Accuracy of four dental age estimation methods in determining the legal age threshold of 18 years among South Indian adolescents and young. *The journal of forensic odonto-stomatology*. 2021; 39: 2.

160. Sinha S, Umapathy D, Shashikanth MC, Misra N, Mehra A, Singh AK. Dental age estimation by Demirjian's and Nolla's method: A comparative study among children attending a dental college in Lucknow (UP). *Journal of Indian academy of oral medicine and radiology*. 2014; 26: 279-86.

161. L Logan WH, Kronfeld R. Development of the human jaws and surrounding structures from birth to the age of fifteen years. *J Am Dent Assoc.* 1933;20(3):379–428.
162. Gannepalli A, Balla SB, Pacha VB, Babu GD, Vinay BH, Perkari S. Applicability of Cameriere European formula for age estimation of 10–15 years legal threshold in South Indian population. *Journal of forensic dental sciences.* 2019; 11: 78-83.
163. Jayaraman J, Wong HM, King NM, Roberts GJ. The French–Canadian data set of Demirjian for dental age estimation: a systematic review and meta-analysis. *Journal of forensic and legal medicine.* 2013; 20: 373-81.
164. NykaÈnen R, Espeland L, Kvaal SI, Krogstad O. Validity of the Demirjian method for dental age estimation when applied to Norwegian children. *Acta odontologica Scandinavica.* 1998; 56: 238-44.
165. Massler M. The development of the human dentition. *J Am Dent Assoc.* 1941; 28: 1153.
166. Schour I, Massler M. Development of human dentition chart. 2nd ed. Chicago, IL: American Dental Association; 1941.
167. AlQahtani SJ, Hector MP, Liversidge HM. Accuracy of dental age estimation charts: Schour and Massler, Ubelaker and the London Atlas. *American journal of physical anthropology.* 2014; 154: 70-8.
168. George GJ, Chatra L, Shenoy P, Veena K, Prabhu RV, Kumar LV. Age determination by schour and massler method: A forensic study. *International journal of forensic odontology.* 2018; 3: 36.
169. Shin M, Song J, Lee J, Choi B, Kim S, Lee H. Evaluation of the developmental age of permanent teeth by the Nolla method. *Journal of the Korean academy of pediatric dentistry.* 2016; 43: 1-7.
170. Gleiser I, Hunt Jr EE. The permanent mandibular first molar: its calcification, eruption and decay. *American journal of physical anthropology.* 1955; 13: 253-83.

171. Moorrees CF, Fanning EA, Hunt Jr EE. Formation and resorption of three deciduous teeth in children. *American journal of physical anthropology*. 1963; 21: 205-13.
172. Smith BH. Standards of human tooth formation and dental age assessment. In: Kelley MA, Larsen CS, editors. *Advances in dental anthropology*. New York: Wiley Periodicals; 1991.
173. Anderson D, Thompson G, Popovich F. Age of attainment of mineralization stages of the permanent dentition. *Journal of forensic sciences*. 1976; 21: 191-200.
174. Cameriere R, De Angelis D, Ferrante L, Scarpino F, Cingolani M. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth: a European formula. *International journal of legal medicine*. 2007; 121: 449-53.
175. Altman DG, Bland JM. Diagnostic tests 3: receiver operating characteristic plots. *British Medical Journal*. 1994; 309: 188.
176. Grzybowski M, Younger JG. Statistical methodology: III. Receiver operating characteristic (ROC) curves. *Academic emergency medicine*. 1997; 4: 818-26.
177. Habibzadeh F, Habibzadeh P, Yadollahie M. On determining the most appropriate test cut-off value: the case of tests with continuous results. *Biochimica medica*. 2016; 26: 297-307.
178. De Luca S, Aguilar L, Rivera M, Palacio LAV, Riccomi G, Bestetti F, et al. Accuracy of cut-off value by measurement of third molar index: study of a Colombian sample. *Forensic science international*. 2016; 261: 160. e1-. e5.
179. Doğru HB, Gulsahi A, Çehreli SB, Galić I, van der Stelt P, Cameriere R. Age of majority assessment in Dutch individuals based on Cameriere's third molar maturity index. *Forensic science international*. 2018; 282: 231. e1-. e6.
180. Balla SB, Banda TR, Galic I, Naishadham PP. Validation of Cameriere's third molar maturity index alone and in combination with apical maturity of permanent mandibular second molar for indicating legal age of 14 years in a sample of South Indian children. *Forensic science international*. 2019; 297: 243-8.

181. Shen S, Guo Y, Wang M, Wang J, Fan L, Ji F, et al. A quick method of determining the age of 8 years old: Based on the first premolars on Eastern Chinese population. *Legal medicine*. 2021; 53: 101950.
182. Cameriere R, Santoro V, Roca R, Lozito P, Introna F, Cingolani M, et al. Assessment of legal adult age of 18 by measurement of open apices of the third molars: study on the Albanian sample. *Forensic science international*. 2014; 245: 205. e1-. e5.
183. Galić I, Lauc T, Brkić H, Vodanović M, Galić E, Biazevic MGH, et al. Cameriere's third molar maturity index in assessing age of majority. *Forensic science international*. 2015; 252: 191. e1-. e5.
184. Antunovic M, Galic I, Zelic K, Nedeljkovic N, Lazic E, Djuric M, et al. The third molars for indicating legal adult age in Montenegro. *Legal medicine*. 2018; 33: 55-61.
185. Suvarna M, Lingam S, Balla SB, Prasanna NL, Gayathri C, Tejaswi BS, et al. Measurement of the open apices of mandibular first and second premolars to test the chronological age over 14 years: Study on a sample of south Indian children. *Legal medicine*. 2021; 49: 101835.
186. Augusto D, Pereira CP, Rodrigues A, Cameriere R, Salvado F, Santos R. Dental age assessment by I2M and I3M: Portuguese legal age thresholds of 12 and 14 year olds. *Acta stomatologica Croatica: International journal of oral sciences and dental medicine*. 2021; 55: 45-55.
187. Augusto DIM. Maturity index of the 2nd molar in a population aged 7 to 15 years: application in forensic age estimation. Lisbon (Portugal): University of Lisbon; 2020.
188. Kumar N. Assessment of common errors and subjective quality of digital panoramic radiographs in a dental institution. *Dentistry and medical research*. 2020; 8: 23-6.
189. Hirschmann P. Guidelines on radiology standards for primary dental care: a resumé. Royal College of radiologists and the national radiological protection board. *British dental journal*. 1995; 178: 165-7.

190. Schisterman EF, Perkins NJ, Liu A, Bondell H. Optimal cut-point and its corresponding Youden Index to discriminate individuals using pooled blood samples. *Epidemiology*. 2005; 16: 73-81.
191. Cameriere R, De Luca S, Cingolani M, Ferrante L. Measurements of developing teeth, and carpals and epiphyses of the ulna and radius for assessing new cut-offs at the age thresholds of 10, 11, 12, 13 and 14 years. *Journal of forensic and legal medicine*. 2015; 34: 50-4.
192. Koo TK, Li MY. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of chiropractic medicine*. 2016; 15: 155-63.
193. Holm S. A simple sequentially rejective multiple test procedure. *Scandinavian journal of statistics*. 1979; 65-70.
194. DeLong ER, DeLong DM, Clarke-Pearson DL. Comparing the areas under two or more correlated receiver operating characteristic curves: a nonparametric approach. *Biometrics*. 1988; 837-45.
195. Ferrante L, Skrami E, Gesuita R, Cameriere R. Bayesian calibration for forensic age estimation. *Statistics in medicine*. 2015; 34: 1779-90.
196. Akay G, Atak N, Güngör K. Adli dişhekimliğinde dişler kullanılarak yapılan yaş tayini yöntemleri. *Ege Üniversitesi diş hekimliği fakültesi dergisi*. 2018; 39: 73-82.
197. Merwin DR, Harris EF. Sibling similarities in the tempo of human tooth mineralization. *Archives of oral biology*. 1998; 43: 205-10.
198. Crampton CW. Physiological age-a fundamental principle. *Child development*. 1944; 3-52.
199. Boas F. The tempo of growth of fraternities. *Proceedings of the national academy of sciences*. 1935; 21: 413-8.
200. Eveleth PB, Tanner JM. *Worldwide variation in human growth*. Cambridge: Cambridge University press; 1976.

201. Tyrer S, Heyman B. Sampling in epidemiological research: issues, hazards and pitfalls. *BJPsych bulletin*. 2016; 40: 57-60.
202. Kiliç S. Sampling methods. *Psychiatry and behavioral sciences*. 2013; 3: 44.
203. Kirkwood BR. In: Sterne JA, Kirkwood BR, editors. *Essential medical statistics*. 2nd ed. Malden: Blackwell Science; 2003.
204. Whaites E, Drage N. *Essentials of dental radiography and radiology* [e-book]. 6th ed. Amsterdam: Elsevier health sciences; 2020.
205. White SC, Pharoah MJ. *Oral radiology: principles and interpretation*. Elsevier health sciences; 2013.
206. Devlin H, Yuan J. Object position and image magnification in dental panoramic radiography: a theoretical analysis. *Dentomaxillofacial radiology*. 2013; 42: 29951683.
207. Rondon RHN, Pereira YCL, do Nascimento GC. Common positioning errors in panoramic radiography: a review. *Imaging Sci Dent*. 2014;44(1):1–6.
208. Izzetti R, Nisi M, Aringhieri G, Crocetti L, Graziani F, Nardi C. Basic knowledge and new advances in panoramic radiography imaging techniques: a narrative review on what dentists and radiologists should know. *Applied sciences*. 2021; 11: 7858.
209. Hastie T, Tibshirani R, Friedman JH, Friedman JH. *The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction*. Springer; 2009.
210. Schmeling A, Grundmann C, Fuhrmann A, Kaatsch H-J, Knell B, Ramsthaler F, et al. Criteria for age estimation in living individuals. *International journal of legal medicine*. 2008; 122: 457-60.
211. Ambarkova V, Galić I, Vodanović M, Biočina-Lukenda D, Brkić H. Dental age estimation using Demirjian and Willems methods: cross sectional study on children from the Former Yugoslav Republic of Macedonia. *Forensic science international*. 2014; 234: 187. e1-. e7.

212. Garn SM, Lewis AB, Kerewsky RS. Genetic, nutritional, and maturational correlates of dental development. *Journal of dental research*. 1965; 44: 228-42.
213. De Sanctis V, Di Maio S, Soliman AT, Raiola G, Elalaily R, Millimaggi G. Hand X-ray in pediatric endocrinology: Skeletal age assessment and beyond. *Indian journal of endocrinology and metabolism*. 2014; 18: S63-S71.
214. Bhadana S, Indushekar K, Saraf BG, Sardana D, Sheoran N. Comparative assessment of chronological, dental, and skeletal age in children. *Indian journal of dental research*. 2019; 30: 687-91.
215. Carothers JC. Age and wisdom teeth in Africans. *East African Med J* 1947; 24: 304–306.
216. Mincer HH, Harris EF, Berryman HE. The ABFO study of third molar development and its use as an estimator of chronological age. *Journal of forensic sciences*. 1993; 38: 379-90.
217. Olze A, Schmeling A, Taniguchi M, Maeda H, van Niekerk P, Wernecke K-D, et al. Forensic age estimation in living subjects: the ethnic factor in wisdom tooth mineralization. *International journal of legal medicine*. 2004; 118: 170-3.
218. Blankenship JA, Mincer HH, Anderson KM, Woods MA, Burton EL. Third molar development in the estimation of chronologic age in American blacks as compared with whites. *Journal of forensic sciences*. 2007; 52: 428-33.
219. Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M. Precision and reliability of pulp/tooth area ratio (RA) of second molar as indicator of adult age. *Journal of forensic sciences*. 2004; 49: JFS2004125-5.
220. Goetten IFdS, Oenning ACC, Silva RF, Nuzzolese E, Lourenco Junior E, Franco A. Diagnostic accuracy of the third molar maturity index (I3M) to assess the age of legal majority in Northern Brazil—population-specific cut-off values. *International Journal of legal medicine*. 2022; 136: 1507-14.

221. Balla SB, Galic I, Vanin S, De Luca S, Cameriere R. Validation of third molar maturity index (I3M) for discrimination of juvenile/adult status in South Indian population. *Journal of forensic and legal medicine*. 2017; 49: 2-7.
222. Khare P, Li J, Palacio LAV, Galić I, Ferrante L, Cameriere R. Validation of the third molar maturity index cut-off value of < 0.08 for indicating legal age of 18 years in Eastern Chinese region. *Legal medicine*. 2020; 42: 101645.
223. Angelakopoulos N, De Luca S, Velandia Palacio L, Coccia E, Ferrante L, Cameriere R. Third molar maturity index (I3M) for assessing age of majority: study of a black South African sample. *International journal of legal medicine*. 2018; 132: 1457-64.
224. Kelmendi J, Cameriere R, Koçani F, Galić I, Mehmeti B, Vodanović M. The third molar maturity index in indicating the legal adult age in Kosovar population. *International journal of legal medicine*. 2018; 132: 1151-9.
225. Różyło-Kalinowska I, Kalinowski P, Kozek M, Galić I, Cameriere R. Validity of the third molar maturity index I3M for indicating the adult age in the Polish population. *Forensic science international*. 2018; 290: 352. e1-. e6.
226. AlQahtani S, Kawthar A, AlAraik A, AlShalan A. Third molar cut-off value in assessing the legal age of 18 in Saudi population. *Forensic science international*. 2017; 272: 64-7.
227. Akkaya N, Yilanci HÖ. Assessment of third molar maturity index for legal age threshold of 18 in a sample of Turkish individuals. *Australian journal of forensic sciences*. 2021; 53: 314-24.
228. Gulsahi A, De Luca S, Cehreli SB, Tirali RE, Cameriere R. Accuracy of the third molar index for assessing the legal majority of 18 years in Turkish population. *Forensic science international*. 2016; 266: 584. e1-. e6.
229. Pinchi V, Pradella F, Vitale G, Rugo D, Nieri M, Norelli G-A. Comparison of the diagnostic accuracy, sensitivity and specificity of four odontological methods for age evaluation in Italian children at the age threshold of 14 years using ROC curves. *Medicine, science and the law*. 2016; 56: 13-8.

230. Giannitto N, Militi A, Sapienza D, Scurria S, Gualniera P, Mondello C, et al. Application of third molar maturity index (I3M) for assessing adult age of 18 years in a Southern Italian population sample. *European journal of dentistry*. 2023; 17: 200-9.
231. Shi L, Galić I, Anić-Milošević S, Banjšak L, Brkić H. Accuracy of second and third molar maturity indices, Olze, Haavikko, and Demirjian methods for 14-and 16-year-old age thresholds assessment in Croatian children and adolescents. *International journal of legal medicine*. 2024; 138: 2411-25.
232. da Nóbrega JBM, Falcão TN, Ribeiro ILA, do Rosário Júnior AF, Cameriere R, Santiago BM. Diagnosing the Legal Age of 12 Using Second (I2M) and Third (I3M) Molar Maturation Indices in Brazil. *The American journal of forensic medicine and pathology*. 2023; 10.1097.
233. Pinchi V, Norelli G-A, Pradella F, Vitale G, Rugo D, Nieri M. Comparison of the applicability of four odontological methods for age estimation of the 14 years legal threshold in a sample of Italian adolescents. *The journal of forensic odontology*. 2012; 30: 17.
234. Ferreira Zandoná A, Analoui M, Beiswanger B, Isaacs R, Kafrawy A, Eckert G, et al. An in vitro comparison between laser fluorescence and visual examination for detection of demineralization in occlusal pits and fissures. *Caries research*. 1998; 32: 210-8.
235. United Nations International Children's Emergency Fund (UNICEF). *Implementation handbook for the convention on the rights of the child*. New York: UNICEF; 2007. [Erişim Tarihi 2025 Mart 28]. Erişim Adresi: <https://www.unicef.org/turkiye/en/reports/implementation-handbook-convention-rights-child>.
236. De Winter JC, Gosling SD, Potter J. Comparing the Pearson and Spearman correlation coefficients across distributions and sample sizes: A tutorial using simulations and empirical data. *Psychological methods*. 2016; 21: 273.
237. Karadayı B, Afşin H, Ozaslan A, Karadayı Ş. Development of dental charts according to tooth development and eruption for Turkish children and young adults. *Imaging science in dentistry*. 2014; 44: 103-13.


238. Demirjian A, Levesque G-Y. Sexual differences in dental development and prediction of emergence. *Journal of dental research*. 1980; 59: 1110-22.
239. Gupta M, Divyashree R, Abhilash P, Bijle MNA, Murali K. Correlation between chronological age, dental age and skeletal age among monozygotic and dizygotic twins. *Journal of international oral health*. 2013; 5: 16.
240. Harris E, McKee J. Tooth mineralization standards for blacks and whites from the middle southern United States. *Journal of forensic sciences*. 1990; 35: 859-72.
241. Roberts D. Race, genetics and growth. *Journal of biosocial science*. 1969; 1: 43-67.
242. Kelley MA, Larsen CS, editors. *Advances in dental anthropology*. New York: Wiley-Liss; 1991.
243. Chaillet N, Nyström M, Demirjian A. Comparison of dental maturity in children of different ethnic origins: international maturity curves for clinicians. *Journal of forensic sciences*. 2005; 50: JFS2005020-11.
244. Roberts DF. *Climate and human variability*. 2nd ed. California: Cummings press, 1978.
245. Wedl JS, Schoder V, Blake F, Schmelzle R, Friedrich R. Eruption times of permanent teeth in teenage boys and girls in Izmir (Turkey). *Journal of clinical forensic medicine*. 2004; 11: 299-302.
246. Bayrak S, Sen Tunc E, Tuloglu N, Acikgoz A. Timing of permanent teeth eruption in Turkish children. *Journal of clinical pediatric dentistry*. 2012; 37: 207-11.
247. Pereira CP, Belo C, Santos A, Rodrigues AM, Augusto D, Sardinha J, et al. Comparison of different methods of medical legal age classification using ROC curve analysis. *Journal of statistics on health decision*. 2021; 3: 26-8.
248. Dharmo B, Kragt L, Grgic O, Vucic S, Medina-Gomez C, Rivadeneira F, et al. Ancestry and dental development: a geographic and genetic perspective. *American journal of physical anthropology*. 2018; 165: 299-308.

249. Tunc ES, Koyuturk AE. Dental age assessment using Demirjian's method on northern Turkish children. *Forensic science international*. 2008; 175: 23-6.



EKLER

EK-1 Etik Kurul Onayı

	ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
Sayı : 2-6/2024 Konu : Etik Kurul Kararı	16/10/2024
Doç. Dr. Koray SÜRME	
<p>Fakültemiz Girişimsel Olmayan Klinik ve Gözlemsel Araştırmalar Etik Kuruluna yapmış olduğunuz "Küçük Ağı ve İkinci Büyük Ağı Olgunluk İndekslerinin 12.Yaşı Tahmin Etmedeki Etkinliklerinin İncelenmesi" isimli başvurunuz incelenmiş olup, 16.10.2024 tarihli ve 2/6 sayılı etik kurulu kararı ekte sunulmuştur.</p> <p>Bilgilerinize rica ederim.</p>	
Ek: - Karar Formu (1 sayfa)	



T.C.
ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ DIŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK VE GÖZLEMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARARI

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik ve Gözlemsel Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Konaklı Mah. Mustafa Kemal Bulvarı, No:82 Alanya / ANTALYA
	TELEFON	02425106140
	FAKS	0242 510 61 44
	E-POSTA	dis@alanya.edu.tr

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI	Doç. Dr. Koray SÜRME
ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Küçük Azı ve İkinci Büyük Azı Olgunluk İndekslerinin 12. Yaşı Tahmin Etmedeki Etkinliklerinin İncelenmesi
DESTEKLEYİCİ	

KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 2-6	Tarih: 16/10/2024
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekece, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplanıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.	

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler			
Adı	Rukiye Elçin	Uyruğu	
Soyadı	KOÇOĞLU	Tel No	
Doğum Tarihi		e-posta	

Eğitim Bilgileri	
Lise	
Lisans/Yüksek Lisans	
Doktora	

İş Deneyimi		
Görevi	Kurum	Süre (Yıl-Yıl)

Yabancı Dilleri	Sınav Türü	Puanı
İngilizce	YÖKDİL	61,25

Proje Deneyimi		
Proje Adı	Destekleyen Kurum	Süre (Yıl-Yıl)

Burslar- Ödüller:	
Yayınlar ve Bildiriler:	Management of Maxillary Immature Incisors Root Fractures: Case Report