

T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
AĞIZ, DİŞ ve ÇENE RADYOLOJİSİ ANABİLİM DALI

**İNSAN DAİMİ DİŞLERİNİN KONİK IŞINLI BİLGİSAYARLI  
TOMOĞRAFİ ve PERİAPİKAL RADYOĞRAFİ  
GÖRÜNTÜLERİNDE PULPA BOYUTU ve HACMİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİYLE YAŞ TAHMİNİ YAPILMASI**

**Dt. Mukadder ORHAN**

**UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN**

**Doç. Dr. Derya YILDIRIM**

**2015**

## Kabul Ve Onay Sayfası

Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dekanlığına;

Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı Başkanlığı çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

Adı-Soyadı: Mukadder Orhan

Uzmanlık Tez Tarihi: 09.11.2015

Tezin Adı: İnsan Daimi Dişlerinin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ve Periapikal Radyografi Görüntülerinde Pulpa Boyutu ve Hacminin Değerlendirilmesiyle Yaş Tahmini Yapılması

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Derya Yıldırım

Üye: : Doç. Dr. Ümmahan Tozoğlu

Üye: : Yard. Doç. Dr. Esin Bozdemir

Bu uzmanlık tezi fakülte yönetim kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve fakülte yönetim kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Timuçin Baykul

Dekan

## ÖNSÖZ

*Bu çalışmanın hazırlanmasında ve uzmanlık eğitimim süresince bilgi birikimleri ve deneyimlerini benimle paylaşan, her konuda yakın ilgi ve desteğini gördüğüm değerli hocalarım Doç. Dr. Derya YILDIRIM, Yrd. Doç. Dr. Esin BOZDEMİR ve Yrd. Doç. Dr. Özlem GÖRMEZ 'e,*

*Bu çalışmadaki katkı ve yardımlarından dolayı SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Matematik bölümün de görev yapan Prof. Dr. Ahmet ŞAHİNER ve öğrencisi Gülden KAPUSUZ 'a,*

*Araştırmanın istatistik değerlendirilmesindeki yardımlarından ve özverisinden dolayı Tuba ATLI 'ya,*

*Çalışmam süresince bana destek olan Araştırma Görevlisi arkadaşlarım, Elif BİLGİR, Emre KARATURGUT, Recep DÜZSÖZ, Gülsüm ALKIŞ, Enes ER, Ayşe AYDOĞMUŞ ERİK, Melike BAŞARAN 'a ve tüm klinik yardımcı personelimize,*

*Ayrıca tüm uzmanlığım süresince gösterdikleri ilgi ve anlayış için sevgili annem Meryem ORHAN, babam Yahya ORHAN, GÖK Ailesine, kardeşim Emine Tuğçe ORHAN ve Burak ÖNER'e,*

*en içten teşekkürlerimi sunarım...*

*Mukadder ORHAN*

# İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY.....	i
ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİL, RESİM ve TABLOLAR.....	v
1. GİRİŞ.....	7
2. GENEL BİLGİLER.....	9
2.1. Adli Tıp.....	9
2.1.1. Kimliklendirme.....	9
2.1.2. Yaş Tayini ve Kullanılan Yöntemler.....	10
2.1.3 Kronolojik Yaş - Fizyolojik Yaş.....	12
2.1.4. Adli Diş Hekimliği.....	12
2.2. Diş Gelişimi.....	15
2.2.1. Diş Embriyolojisi ve Gelişimi.....	15
2.2.2. Yaşla Birlikte Diş Dokularında Görülen Değişiklikler.....	17
2.3. Dental Yaş Belirleme Yöntemleri.....	19
2.3.1. Çocuklarda Yaş Tahmini.....	21
2.3.2. Erişkin Bireylerde Yaş Tahmini.....	22
2.4. Dental Yaş Belirlemede Kullanılan Görüntüleme Yöntemleri ..	29
2.4.1. Periapikal Radyografi.....	29
2.4.2. Panoramik Radyografi.....	30
2.4.3. Mikro Bilgisayarlı Tomografi.....	30

2.4.4. Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi.....	30
2.5. Bulanık Mantık.....	31
2.5.1. Mamdani Çıkarım Metodu.....	32
2.5.2. Modelin Deneysel Verilere Uygulanması.....	32
3. MATERYAL VE METOT .....	34
3.1. Dişlerin Hazırlanması.....	36
3.2. Görüntünün Elde Edilmesi ve Değerlendirilmesi .....	36
3.3. Verilerin Değerlendirilmesi.....	44
4. BULGULAR.....	45
4.1. Periapikal Radyograf Bulguları.....	45
4.2. Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi Bulguları.....	47
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	53
ÖZET .....	62
SUMMARY .....	63
KAYNAKLAR .....	64
EKLER.....	70

## ŞEKİL, RESİM ve TABLOLAR

<b>Şekil 1:</b> Mamdani metodunun basit bileşenlerinin çalışma şekli.....	32
<b>Şekil 2a:</b> 21 numaralı dişten alınmış periapikal radyografıta Kvaal ve arkadaşlarının tanımladıkları morfolojik parametrelere göre uzunluk ölçümleri. Kırmızı çizgi; maksimum diş boyu, mavi çizgi; pulpa boyu, beyaz çizgi; mine sement çizgisi kök ucu arasındaki mesafe-kök boyu.....	39
<b>Şekil 2b:</b> 21 numaralı dişten alınmış periapikal radyografıta Kvaal ve arkadaşlarının tanımladıkları morfolojik parametrelere göre pulpa ve diş genişliklerinin ölçümleri. A seviyesi; mine sement çizgisi hizasından, B seviyesi; pulpa ve diş genişlikleri, kökün orta noktası hizasından, C seviyesi; pulpa ve diş genişlikleri, kökün ortası ve mine sement çizgisinin ortası hizasından.....	40
<b>Şekil 3:</b> Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntüleri Romexis (Planmeca Romexis 3.2.0.R) yazılım programında a: aksiyal, b: koronol, c: sagittal kesitleri.....	42
<b>Şekil 4:</b> Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntüleri kullanılarak, 3D DOCTOR programında threshold değerlerine göre segmente edilmiş a) dişin görüntüsü b) Pulpa görüntüsü.....	43
<b>Şekil 5:</b> Kvaal metodu kullanılarak elde edilen tahmini yaş değerleri ve regresyon modeli.....	46
<b>Şekil 6:</b> Korelasyon analizinde anlamlı olan değişkenlerle yeniden oluşturulan regresyon denklemi ve modeli.....	46
<b>Şekil 7:</b> Kurulan modelin genel hali; girdi olarak, pulpa hacmi için 11 üyelik fonksiyonu, diş hacmi için 12 üyelik fonksiyonu, çıktı olarak yaş için 12 üyelik fonksiyonu belirlenerek 35 kuralla oluşturulmuş model.....	47
<b>Şekil 8:</b> Girdi değişkenleri için üyelik fonksiyonları. <b>a.</b> Pulpa hacimleri için oluşturulan V1 - V11 olmak üzere 11 üyelik fonksiyonu <b>b.</b> Diş hacimleri için oluşturulan TV1 - TV12 olmak üzere 12 üyelik fonksiyonunun grafikleri.....	48
<b>Şekil 9:</b> Çıktı değişkeni için üyelik fonksiyonları; çıktı olarak kullanılan yaş için oluşturulan 12 üyelik fonksiyonu grafiği.....	49
<b>Şekil 10:</b> Oluşturulan model sonucu pulpa ve diş hacmine bağlı olarak yaş için elde edilen 3-boyutlu yüzey.....	50

<b>Şekil 11:</b> Kronolojik yaş değerleri ile model sonucu tahmin edilen yaş değerleri arasındaki ilişkiyi açıklayan regresyon denklemi.....	51
<b>Tablo 1:</b> Çalışmaya katılan dişlerin, hastaların yaş gruplarına ve cinsiyetlerine göre sınıflandırılması.....	35
<b>Tablo 2:</b> Çalışmada kullanılan dişlerin ve diş gruplarına ve hastaların cinsiyetine göre sınıflandırılması.....	35
<b>Tablo 3:</b> Periapikal radyograflarda, Kvaal formülüne göre belirtilen noktalardan ölçülen uzunluk ve genişlik ölçümlerinin oranları ile kronolojik yaş arasındaki korelasyonunu gösteren tablodur.....	45
<b>Tablo 4:</b> Dişlerin 3D DOCTOR programıyla ölçülen pulpa hacmi ve diş hacmi verileri ile pulpa-diş hacim oranını gösteren tablo.....	47
<b>Resim 1:</b> Etrafında eşit kalınlıkta olacak şekilde silikon esaslı ölçü maddesine sabitlenen çalışmada kullanılan dişlerin fotoğrafı.....	37
<b>Resim 2:</b> Film tutucu aparey ve fosfor plak kullanılarak periapikal radyografi cihazıyla (Myray Rx DC HyperShape, Imola, Italy) çekim işlemi gösterilmektedir.....	37
<b>Resim 3:</b> Su dolu akrilik kalıbın içine yerleştirilen silikon bloklardaki dişlerin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (Planmeca ProMax 3D Mid, Helsinki, Finland90) görüntülerinin alınması.....	41

## 1. GİRİŞ

Yaş tayini, yaşayan bireylerin hukuki sorumluluklarında ve kimlik tespitinde önemli bir yere sahiptir ve adli tıpta, antropolojide ve tıp alanında birçok dalda gerek duyulan bir incelemedir. Özellikle adli tıp uygulamalarının önemli konularından biri kimliği bilinmeyen ve yaşı ile ilgili şüphe duyulan olgular hakkında yaş tespitinin istenmesidir. Yaş tayininde yöntem olarak boy, ağırlık, puberte belirtileri, ruhsal ve mental gelişim, dişlerin ve kemiklerin gelişimi dikkate alınmaktadır. Yaş tahmininde kullanılan yöntemler radyolojik, morfolojik ve histolojik olmak üzere 3 grupta toplanmakta ve en sık radyolojik ve morfolojik yöntemler kullanılmaktadır (1,2). Yaş tahmininde kullanılan metotlar yaşam şekli, beslenme alışkanlıkları, genetik özellikler, iklim gibi etkenler nedeniyle toplumdan topluma değişiklik gösterebilmektedir (3). Ölüm öncesi yaş tespiti kemik ve dişlerden alınan radyograflarla tespit edilmeye çalışılırken ölüm sonrası yaş tahmininde radyograflara ek olarak kemik ve dişlerin kalıntıları kullanılır. Dişler, çevre koşullarına, yüksek sıcaklığa, neme, mikrobiyal aktivite ve mekanik kuvvetlere daha dirençli oldukları için ölüm sonrası yaş tahmininde kemiğe göre daha değerlidir. İskelet gelişimini etkileyen malnutrisyon, endokrinopatiler ve bazı sistemik hastalıklar dişleri daha az etkilediği için ölüm sonrası yaş tespitinde daha az başvurur (4).

Kronolojik yaşa bağlı olarak dişlerde ve alınan radyograflarında, diş germelerinin görünümü, mineralizasyonun görünümü, sürmemiş dişlerin durumu, mine formasyonunun derecesi, sürmüş dişlerin kök gelişiminin derecesi, kök rezorpsiyonunun derecesi, kron atrizyonu, fizyolojik sekonder dentin formasyonu, sement formasyonu, kök dentininin transparanlığı, renk bozulması ve dişlerdeki boyanma, kimyasal kompozisyonundaki değişiklikler, dişeti çekilmesi gibi gelişimsel ve fizyolojik değişiklikler dişlerden yaş belirlemede kullanılır (5). Literatürde rapor edilmiş, erişkinlerde yaş tahmini tekniklerinin birçoğu dişlerdeki yaşa bağlı değişikliklere dayanır. Medikal hikaye, erozyon, abrazyon, atrizyon, okluzal travma gibi fiziksel etkenler, çürük, periodontal hastalık derecesi gibi durumlar, yaşa bağlı değişikliklerden ayırt edilmelidir (6).



Dişlerden yaş tahmini için birçok yöntem kullanılır. Bunlar; klinik, radyografik, histolojik ve fiziksel-kimyasal yöntemler olarak dört grupta sınıflandırılabilir. Histolojik ve fiziksel-kimyasal yöntemler için dişin çekilmesi gerektiği için daha çok ölüm sonrası tercih edilirken, klinik ve radyografik yöntemler vital dişlerde de uygulanabileceği için daha çok ölüm öncesi kimliklendirmede kullanılır (5).

Periapikal radyograflar pulpa odasının sadece meziodistal ve vertikal boyutu değerlendirilebilirken, konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntülerinde üç boyutlu ölçümler yapılabilmekte ve KIBT görüntülerinden pulpa - diş hacmi belirlenebilmektedir.

Başlangıç hipotezimiz “Kronolojik yaş artışıyla pulpa - diş hacim oranı azalır ve bu oran yaş tahmininde kullanılır” şeklindedir. Literatürde birçoğu konvansiyonel görüntüleme teknikleriyle yapılmış yaş tahmini çalışmaları vardır. Daha az sayıda olmak üzere KIBT kullanılarak pulpa - diş hacmi ölçülen çalışmalar da yapılmıştır. Ancak literatürde diş yaşı tahmini için, bulanık mantık yöntemi kullanılarak modelleme yapılan bir çalışma bilginiz dahilinde mevcut değildir. Bu çalışmada Batı Akdeniz Türk popülasyonunda pulpa - diş boyutları ile literatürdeki yaş tahmini yöntemleri kullanılarak tahmini yaş belirlenecektir ve literatürdeki sonuçlarla karşılaştırılacaktır. KIBT görüntülerinden ölçülen pulpa - diş hacim değerleri bulanık mantık kullanılarak, modern optimizasyon ile Batı Akdeniz Türk popülasyonunu yansıtan bir modelin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Adli Tıp

#### 2.1.1. Kimliklendirme

Adli Tıp, hukuk ile tıbbı birleştiren; tıp bilimleri içerisinde hukukun tıpla ilgili konularını araştıran bilimdir. Adli tıp doğası gereği çok disiplinli bir alan olup, bu alanda yer alan bilimlere “Adli Bilimler” denilmektedir. Adli bilimler başta “adli patoloji”, “adli toksikoloji”, “adli genetik” ve “adli psikiyatri” olmak üzere; adli arkeoloji, adli diş hekimliği, kriminalistik, tıp hukuku, adli mühendislik, adli hemşirelik, adli fizik, adli trafik, adli belge incelemeleri gibi birçok bilim ve mesleğin “adli” konularını ve disiplinlerini içermektedir (7).

Bir insanın tanınmasında, tanımlanmasında ve diğer insanlardan ayırt edilmesinde etkin olan özelliklerin tümüne “kimlik” adı verilir. Yaşayan ya da ölü bir kişinin bu özelliklerinin ortaya konulmasına ise “kimlik tespiti” denir. Birçok nedenden ötürü hem canlıda hem de ölüde kimlik tespiti yapmak gerekli olmaktadır (8). Kimlik tespiti yalnızca resmi kayıtların tutulması, miras, ceza ve diğer hukuki işlemler, sigorta gibi resmi, hukuki amaçlar için değil; sosyal ve insani açıdan da önem taşır. Adli olaylara karışan, kendini ifade edemeyecek durumdaki kişilerde veya ölen kişilerin kimlik tespiti yapılır (9).

Dünyada son yıllarda artış gösteren şiddet olayları büyük yangınlar, uçak kazaları, savaşlarda ölen kişiler, patlayıcı maddeler sonucu meydana gelen ölümler, parçalanmış ve üzerine kimyasal maddeler atılmış cesetlerde kimlik belirlemek zordur. Bu tür vakalarda, dişler ve çeneler bozulmadan kaldıkları için kimlik tespitinde en önemli kriterlerden birini oluşturmaktadır (10,11).

Kimlik tespitinde tıbbi ve kriminalistik yöntemler uygulanır. Öncelikle resmi kayıtlara bağlı olarak kimliklendirme yapılır. Fotoğraflama, video çekimi ve kişinin üzerindeki eşyaların aidiyetinin araştırılması önemlidir. Bunu takiben kişinin fiziksel, biyolojik özellikleri belirlenir. Resmi kayıtlardan parmak izleri, dental kayıtlar, tüm eski tıbbi kayıtlar, özellikle kan grubu, radyolojik incelemeler, polis kayıtları veya

her türlü benzer resmi belgeler oldukça yararlıdır. Elde edilebildiği takdirde, parmak izleri son derece güvenilir yöntem durumundadır. Dişler, yüksek sıcaklık, nem, mikrobiyal aktivite ve mekanik kuvvetler gibi çevre koşullarına, dirençli oldukları için diş kayıtları kimliği bilinmeyen kişilerin saptanmasında önemli belgelerin başında gelmektedir (10,12). Diş dokusu, kemik dokusu, saç, tükürük, kan örneği ve diğer vücut dokularından DNA izolasyonu yapılarak, inceleme yapılması gerekebilir; bu amaçla örneklerin alınma, saklanma ve laboratuvara gönderilme yöntemleri ve incelenme süreci önemlidir (13).

Kimliklendirme amacıyla antemortem (ölüm öncesi) ve postmortem (ölüm sonrası) kayıtların karşılaştırılması sonucunda dört sonuca ulaşmak mümkündür (11):

- Pozitif Kimliklendirme: Antemortem ve postmortem veriler detaylı karşılaştırma sonucunda aynı kişiye ait oldukları konusunda tatmin edicidir.
- Olası Kimliklendirme: Antemortem ve postmortem verilerin tutarlı özellikleri vardır, ancak ya postmortem kanıtların ya da antemortem kanıtların kalitesinden dolayı pozitif bir dental kimliklendirme geliştirilemez.
- Yetersiz Kanıt: Eldeki kanıtlar bir sonuca varmak için yeterli değildir.
- Dışlama: Antemortem ve postmortem veriler açıkça birbirinden tutarsızdır.

Ayrıca İsviçre'deki Bern Üniversitesi Diyagnostik Radyoloji ve Adli Tıp Enstitüleri, non-invaziv görüntülemeyle bulgularının önceden gösterilebileceği ve ek bilgi verebileceği hipoteziyle 2000 yılında visual=sanal, autopsy=otopsi kombinasyonu olarak virtopsi projesini başlatmışlardır, bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonansla yapılan sanal muayane ile de minimal invaziv bir sanal otopsi ve kimliklendirme yapılabilmektedir (14,15).

### **2.1.2. Yaş Tayini ve Kullanılan Yöntemler**

Adli tıpta yaş tayini, kimliklendirme de kıymetli bir delil olan rapor verme açısından halen ağırlığını ve önemini korumaktadır. Gerek canlıda gerekse ölüde yaş, ceza ve medeni hukuk bakımından önemlidir (7). Günümüzde yaş tayini yalnız kimlik belirlenmesi amacıyla kullanılmasına rağmen, ülkemizde özellikle kırsal

kesimlerde nüfus kayıtlarının zamanında yapılmaması ve gerçek yaşların bilinmemesi sebebiyle kimliği bilinen kişilerin gerçek yaşlarının tayini için de kullanılır. Türk Ceza Kanunu ile Türk Medeni Kanunu yönünden kişilerin cezai ve hukuki ehliyete sahip olmaları önem taşımaktadır. Yaşa göre cezai sorumluluk, evlilik, askere alınma, işe başlama durumlarında yaş tespiti istenebilmektedir (2,9). Son yıllarda, bazı ülkelerde meydana gelen iltica ve göç olayları nedeniyle bireylerde yaş belirleme gereksiniminin arttığı bildirilmiştir. Bu olaylarda yaş belirlenmesi talep edilen kişiler genelde yabancı uyruklu kişilerdir (16).

Yaş tayini konusunda en uygun yöntemin bulunması konusunda birçok çalışma yapılmaktadır. Yöntemlerde kriter olarak boy, ağırlık, puberte belirtileri, ruhsal ve mental gelişim, dişlerin ve kemiklerin gelişimi dikkate alınmaktadır. Kemiklerin epifiz ve metafiz gelişim süreleri, füzyonun ve kaynaşmanın tamamlanması dönemlere göre değişiklik göstermektedir. Bu parametreler dikkate alınarak 22 yaşa kadar olan olgularda yaklaşık bir tespit yapılabilmektedir. Ancak ileri yaşlar için özellikle 25-40 yaş arası olgularda yaş tespitinin yapılması zordur. Yaş tahmininde kullanılan metodlar, yaşam şekli, beslenme alışkanlıkları, genetik özellikler, iklim gibi etkenlere bağlı olarak toplumdan topluma değişiklikler gösterebilmektedir (1,2).

İskelet radyolojisi yaş tayininde en yaygın kullanılan metot olsa da, dişlerden yapılan yaş tayini dişlerin, doku ve kemiklerin bozulmasından sonra uzun süre korunmaları ve değişkenlik göstermemeleri nedeniyle diğer tüm metotlara göre daha doğru sonuçlar vermektedir (17).

Biyolojik kemik yaşının belirlenmesi ortodontik tedavinin nasıl yapılacağıının belirlenmesinde de önemlidir ve bu amaçla el bilek filmlerinden faydalanılmaktadır. Çocukların kemik yaşı el bilek röntgeni üzerinde görülen 29 adet kemiğin kalsifikasyon durumları incelenerek belirlenmektedir. Pubertal atılımın başlangıcının ilk iki göstergesi vardır; birincisi, sesamoid kemiğin kalsifikasyonunun başlaması, ikincisi ise orta parmağın mezial falanks epifizi ile diafizinin eşit genişlikte olmasıdır. Pubertal atılımın en hızlı olduğunun göstergesi orta parmak medial falanks epifizi diafizini kep gibi örtmesidir. Pubertal atılım hızının tepe noktaya erişmesinden en az bir yıl sonra orta parmağın distal falanks epifizi ile diafizi

kaynaşmaya başlar. Radius epifizi ile diafizinin kaynaşmaya başlaması da büyümenin sona erdiğini ve bireyin artık erişkin olduğunu gösterir. (18,19).

Ayrıca kemik iliği hücrelerinin gelişimi baz alınarak yaş ile geçirdikleri değişimler üzerinde histopatolojik çalışmalar yapılmıştır. Kemik iliğinde gençken hematopoietik hücrelerin oranı yüksek iken yaş ilerledikçe yağ dokusunun oranı artmaktadır. Ancak aynı yaş grubunda bulunan farklı kişiler arasında önemli farklılıklar saptanmıştır. Hatta aynı kişinin farklı kemiklerinde bile yağ dokusu oranında farklılık gözlemlendiği bildirilmiştir (20).

### **2.1.3 Kronolojik Yaş - Fizyolojik Yaş**

Kronolojik yaş takvimle belirlenen yaştır. Doğum tarihinden itibaren geçen yıl sayısı ile hesaplanmaktadır. Fizyolojik yaş ise sistemlerin fiziksel gelişim aşamaları ya da bu sistemlerdeki yaşlanma ile meydana gelen değişikliklerin belirlenmesiyle ortaya çıkar. Fizyolojik yaş biyolojik yaş olarak da isimlendirilebilir. Kronolojik yaş ve biyolojik yaş arasında genelde belirgin bir ilişki olduğu ortaya konmuştur. Kronolojik yaş ile ilgili kayıtlar yetersiz veya sağlıklı bulduğunda fizyolojik yaşın belirlenmesi istenir (3,9).

Büyüme ve gelişim periyodunda gözlenen biyolojik ölçülerdeki artışlar hızlanma ve yavaşlama dönemleri gösterir. Bu nedenle araştırmacılar konuya açıklık getirebilmek için değişik kriterler ortaya koymuşlar ve sonuçta kronolojik yaştan farklı olarak diş yaşı, kemik yaşı, zekâ yaşı gibi kavramlar ortaya atmışlardır (21). Diş yaşı, kemik yaşı ve zekâ yaşı fizyolojik gelişimin belirlenmesinde kullanılır (18).

Kronolojik yaş ile kemik yaşı arasında her zaman tam bir uyum yoktur ve özellikle çocuklarda büyüme gelişimin hangi aşamasında olduğunun belirlenmesi için kemik yaşı değerlendirilmektedir (19).

### **2.1.4. Adli Diş Hekimliği**

Adli diş hekimliği, dental verilerin adaletin yararına saklanması ve değerlendirilmesini kapsayan bir diş hekimliği dalıdır (22). Adli diş hekimliği cezai veya hukuki işlemlerde, adalet çıkarına, inceleme ve değerlendirme ile dental

kanıtların sunumunu içerir. Adli diş hekimliğinin amacı farklı durumlarda dental kanıtların incelenmesiyle yasal makamlara yardımcı olmaktır (4).

Dişlerden yararlanılarak bir kişinin kimliğinin tespit edilebileceği çok eski zamanlardan beri bilinmektedir. Kayıtlara geçmiş ilk belge Romalı yazar Dion Cassius tarafından yayınlanan Roma Tarihi kitabındaki Agrippina ve Lollia Paulina vakasıdır. Milattan sonra 49 yılında Roma imparatoru Cladius'un 4. eşi Agrippina zengin bir kadın olan Lollia Paulina'yı öldürtmüş ve sonra herkesçe bilinen, renk değişikliğine uğramış ön dişlerindeki tipik özelliği gözleyip Lollia Paulina'yı teşhis etmiştir. Diş hekimliği tarihinde ise ilk dental kimliklendirme işlemini 1775 yılında Amerika'da bir savaş sırasında gerçekleştiren diş hekimi Paul Revere'dir (10,12).

Amerika'da dental delillerin mahkeme tarafından kabul edildiği ilk olgu ise 1849 yılındaki Webster Parkman olgusudur. Parkman'ın yanarak kömürleşmiş olan vücudundan dişleri, protezi yapan doktoru tarafından teşhis edilmiştir. 1898 yılında adli diş hekimliğinin babası olarak da bilinen Dr. Oscar Armoedo tarafından adli diş hekimliği konusunda ilk kitap yazıldı ve dünya çapında kabul gördü. Sonraki yıllarda adli kullanıma sunulması ile her geçen gün kullanım alanı genişledi. Özellikle 1960'larda kitle kazaları sonrası kimliklendirme timleri kurulmaya başlandı (23).

Dişlerin kimlik tespitinde yardımcı olarak kullanılması fikri 1887 yılında ortaya atılmış ve aynı yıl Paris'teki Odontoloji Cemiyeti'nin toplantısında kabul edilerek uygulanmaya başlanmıştır. Sassouni, isimli adli diş hekimi 1963'te yalnız çene ve dişleri değil, kraniofasial karakterleri içine alan yüz ve başın bütünüyle dikkate alınması gerektiğini belirtmiştir (11).

Ülkemizde adli diş hekimliği eğitimini almış diş hekimleri 1992 yılından itibaren Adli Tıp Kurumu'na mahkemelerden gönderilen diş hekimliğini ilgilendiren dava dosyalarının değerlendirilmesinde aktif rol almaktadır (9).

Adli diş hekimliğinin; yaş tahmini, ısırık izi incelemeleri, kitle kazalarında kimliklendirme, adli olgularda kimliklendirme, cinsiyet ve soy belirlenmesi, oral kavite ve diş travma zararları, malpraktis olguları, çocuk istismarı olguları, dental antropoloji gibi geniş çalışma alanı vardır (24).

Deprem, sel, yanardağ patlaması gibi doğal afetler, gemi ve uçak kazaları, terör olayları, grizu veya benzin patlamaları gibi büyük patlamalar çok sayıda kişinin aynı anda ölmesine neden olan kitle felaketlerdir. Kurbanlarının kimlik tespitlerinin yapılması konusunda yardımcı olacak ekiplerin organize edilmesi çok önemlidir. Bu gibi durumlarda felaket kurbanlarını kimliklendirme için adli patolog, adli diş hekimi, adli antropolog, adli tıp uzmanı, adli biyoloji uzmanından oluşan DVI (Disaster Victim Identification) ekiplerinin kurulması gerekir. Avrupa'da Interpol üyesi ülkelerde standartizasyonu sağlamak amacıyla ilk kez 1968 yılında DVI formları düzenlenerek, DVI ekipleri organize etme çalışmaları gerçekleştirildi. Ülkemizde deprem ve terör olayları başta olmak üzere birçok felaket yaşanmıştır. Ancak 1932 yılından beri Interpol üyesi olmamıza rağmen ülkemizde Avrupa standartlarında kurulan bir DVI ekibi yoktur (9).

Türkiye'de 1999 yılında meydana gelen ve binlerce insanın öldüğü deprem felaketinden sonra kurbanların kimliklendirilmesinde büyük sorunlar yaşanmıştır. Sonraki yıllarda Türkiye'de meydana gelen uçak kazaları, tren kazası, terör saldırıları vb. kitle kazalarında aktif olarak adli diş hekimleri kimliklendirme timleri ile birlikte çalışmalar yapmışlardır. Günümüzde kitle felaketlerindeki kimliklendirme çalışmalarında dental bulguların kullanılması ile gerçekleştirilen pozitif kimliklendirme sayıları azımsanmayacak yüzdelere ulaşmıştır. Amerika'da 11 Eylül saldırılarından sonra kurbanların %60'ının kimliklendirilmesinde diş kayıtlarından yararlanıldığı bildirilmiştir (25). Yine Amerika'da bir tren kazasından sonra çıkan yangın sonrası tanınmayacak durumdaki cesetlerin %92'si sadece diş kayıtları yardımıyla kısa sürede kimliklendirilmiştir (11).

Dünyada birbirinin aynısı iki diş dizisini bulmak çok zordur. Dolgulu ve çürük dişler, sabit veya hareketli protezler, diş arkı formu ve sürme çeşitlilikleri dikkate alındığında dişlerden kimlik tespitinde sadece klinik gözlemle bile çok sayıda ölçülebilir ve kıyaslanabilir bulgular elde edilebilir. Ayrıca neme ısıya ve bozulmaya dirençli dental kalıntılar; çürüme gibi vücut dokularını tahrip eden ya da değiştiren birçok ölüm sonrası olaylardan, yanma ve parçalanma gibi travmatik doku yaralanmalardan sonra kalırlar. Görsel ya da parmak izi yöntemlerinin geçersiz kaldığı bu durumlarda kimliklendirmede temel bir rol üstlenir (2,4). Bunun dışında

Adli diş hekimlerinin ısırık izlerini, şüphelilerin ağız yapısı ile karşılaştırmaları olası saldırganların tespitinde güçlü kanıtlar sunabilir (7).

Adli diş hekiminin kimlik tespitinde yararlandığı özellikler şöyle sıralanabilir (10,22) ;

- Dişler, ark şekli
- Dental kayıtlar
- Radyografiler
- Damağın ön kısmındaki ruga izleri
- Dişlerden alınmış intraoral fotoğraf kayıtları
- Cinsiyet
- Irk
- Dişlerde meslek deformiteleri, alışkanlıklar ve sosyal durum hakkında

ipucu olabilecek bulgular

- Protezlerin incelenmesiyle elde edilecek bulgular
- Yaş tayini

## **2.2. Diş Gelişimi**

### **2.2.1. Diş Embriyolojisi ve Gelişimi**

Erken diş gelişimi intrauterin hayatın 6. haftasında kranial nöral krest ve gelecekteki alveol kret boyunca oral epitel göç etmiş hücreler ile epitelyal-mezenkimal dokular arasındaki bir dizi etkileşimle düzenlenir. Diş minesini, ağız boşluğu ektoderminden gelişirken, diğer tüm dokular, mezoderm ve nöral krista hücrelerinden köken alan çevre mezenşiminden farklılaşır. Diş gelişiminde oral epitelin yerel kalınlaşmalarından tomurcuk, şapka ve çan evrelerine doğru izlenen ilerleme, erken diş germlerinin epitel hücrelerinde görülen kaba morfolojik değişikliklerin yeterli tanımlanmasını sağlar (26).

Şapka evresinde dental papilla ve mine organı diş germini oluşturur. Mine organının dış hücre tabakası dış mine epitelini şapkayı döşeyen iç hücre tabakası, iç mine epitelini yapar. Gelişen dişi saran mezenşim, dental kese denilen damarlanmış kapsüller bir yapı oluşturmak için yoğunlaşır ve kese sement ve periodontal



ligamentin taslağını oluşturur. Mine organı farklılaşırken, gelişen diş bir çan şekline benzer. İç mine epiteline bitişik dental papilladaki mezenşim hücreleri, odontoblastlara farklılaşır. Dentin oluşur ve dentin kalınlaştıkça, odontoblastlar dental papillanın merkezine doğru çekilir fakat odontoblastların parmak benzeri sitoplazmik uzantıları olan odontoblastik uzantılar dentin içinde gömülü kalır. Bu iç mine epiteli hücreleri, dentinin üzerinde bulunan ve prizma şeklindeki mine üretme işlevine sahip ameloblast hücrelerine farklılaşır. Mine yapımı artarken, ameloblastlar dış mine epiteline doğru çekilir. Mine ve dentin oluşumu, dişin en tepesinden başlar ve oluşacak köke doğru ilerler (27).

Pulpa nöral krestten köken alan ektomezenşimal hücrelerden orijinini alır. Odontoblastlarla dentin oluşumu dental papillayı dental pulpaya çevirir. Kök oluşumu servikal bölgeden başlar ve iki birleşmiş epitelyal yapının apikal proliferasyonu şeklinde ilerler. Hertwig epitelyal kök kını adını alan bu yapı, odontoblastların diferensiyasyonu ve kök dentin oluşumu için rehber görev yapar. İlk dentin yani manto dentin şekillendikten sonra Hertwig epitel kını parçalanır. Açıkta kalan kök dentini ile folikülün iç yüzeyinde bulunan mezenşimal bağdokusu hücreleri sementoblastlara farklılaşır. Bu sementoblastlar çıplak dentin yüzeyine sementoid adı verilen sement dokusunu çökertir. Pulpa dokusundaki normal yaş değişimleri doku elemanlarının niteliği ve oransal değişimiyle karakterizedir. Yaşlanmayla sekonder dentin oluşumuna bağlı olarak pulpa odası daralır (28). Tersiyer dentin veya sklerotik dentin; dentinin eksternal irritasyonu sonucu pulpal duvarlarda biriken dentin olarak tanımlanır. İrregular sekonder dentin, reperatif dentin, reaksiyoner dentin, irritasyon dentini gibi isimlerde kullanılmaktadır (29).

Süt dişlerinin kalsifikasyonu intrauterin hayatın 4. ayında süt santral kesicilerde başlar ve 6. ayında tüm süt dişlerinde kalsifikasyonun başladığı görülür. Daimi dişlerde ilk kalsifikasyon doğumda, birinci molarlarda başlar. Kalsifikasyonun 7-10 yaş aralığında en son başladığı diş ise üçüncü molarlardır. Kron oluşumu tamamlandıktan sonra kök oluşumuyla birlikte dişler ağız boşluğuna doğru hareket eder. Diş ağız içinde görüldüğünde kökün yaklaşık yarısı oluşmuş durumdadır (30).

Dentisyon iki başlık altında incelenir;

Birinci (Süt) dentisyon; doğumdan sonra 6. ayda alt keser dişlerin sürmesiyle başlayan ve belli süre içinde 20 adete ulaşan diş dizimine süt dentisyon denir.

İkinci (Daimi) dentisyon; 6 yaşında daimi birinci molar dişin sürmesiyle başlar, 12 yaşında ağızda 28 diş bulunur. 17-21 yaşları arasında üçüncü molar dişin sürmesiyle ikinci dentisyon tamamlanır (9).

### 2.2.2. Yaşla Birlikte Diş Dokularında Görülen Değişiklikler

- **Mine:** İlerleyen yaş ile minede geçirgenlik azalır, kırılabilirlik artar, nitrojen artışıyla birlikte kahverengi renk değişikliği gözlenir ve çeşitli aşınmalar meydana gelir. **Atrizyon;** çiğneme nedeniyle dişlerin oklüzal ve kesici yüzeylerinde olan değişikliklerdir. Dişlerin sürtünmesel olarak aşınması olup, dişlerin temas yüzeyleriyle sınırlı aşınmadır. Bu değişiklikler, hem mikroskopik hem de makroskopik olarak görülür. Atrizyona bağlı olarak kron şekilleri değişir ve dentin açığa çıkabilir. **Abrazyon;** dişlerin fizyolojik olmayan mekanik, sürtünmesel aşınmasıdır. Hatalı diş fırçalama ve diş ipi kullanımı ya da dişler arasında yabancı cisimlerin tutulması abrazyona neden olabilir. **Erozyon;** genellikle asit nedeniyle kimyasal reaksiyon sonucunda oluşan, kama şekilli, parlak yüzeyli aşınmadır ve buna asitli yiyecek içeceklerin fazla tüketilmesi ya da sürekli kusma yol açabilir. (31). Diyet alışkanlıkları, ağız kuruluğu, mesleki ortamlar, brüksizm, kullanılan diş macunu ve fırçasının özellikleri, fırçalama kuvveti, pipo sapının devamlı dişler arasında tutulması ve dişlerle iplik koparılması gibi faktörlerle aşınma miktarında bireyler ve populasyonlar arasında farklılıklar görülür. Minenin yaşla birlikte oluşan aşınma gibi morfolojik değişikliklerinin yanı sıra minenin iyon kompozisyonunda da değişiklikler olduğu gösterilmiştir (32).

- **Dentin:** Dentin oluşumu vital bir dişte hayat boyu devam eder. Başlıca iki tip dentin mevcuttur. Erüpsiyon öncesinde diş oluşumu sırasında dental papilladan oluşan dentine primer dentin, erüpsiyon sonrası yavaşça pulpal duvarlarda oluşan dentine ise sekonder dentin denir. Sekonder dentin fonksiyon gibi herhangi bir uyarana olmasa da, pulpa kavitesine doğru oluşarak pulpa boşluğunun giderek daralmasına neden olur. İrregüler sekonder dentin, çürük, atrizyon, abrazyon, erozyon, travma, restorasyon gibi iritanlara cevap olarak da oluşabilir ve bu durumda reparatif dentin, tersiyer dentin, koruyucu dentin, irritasyon dentini ya da

stimülasyon dentini olarak adlandırılır. Bu değişiklik, sadece mikroskopik kesitlerde görülebilir (33,34). Dentin formasyonuna kronolojik yaşın etkisinin değerlendirildiği ilk radyografik metodu Philippas kullanmıştır (35). Literatürdeki birçok yaş tahmini çalışması (36) sekonder dentin apozisyonundan yararlanılarak yapılmıştır.

- **Periodontal Durum:** Diş kaybı veya erüpsiyonun devamı, diş ataşmanlarındaki değişiklikler ile karakterizedir. Hem mikroskopik hem de makroskopik olarak görülür. Bazı soru işaretlerinin olmasıyla beraber periodontal değişikliklerle yaş arasında bağlantı vardır (9) Yaşlanma ile birlikte periodontal dokularda meydana gelen değişimler bu dokulardaki biyokimyasal, immünolojik ve fizyolojik olayları etkileyebileceğinden yaşıllıkta periodontal hastalıkların risk faktörü olduğu düşünölmektedir. Araştırmalarda yaş artışı ile periodontal hastalık insidansı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye dikkat çekilmektedir. Yaşlanma ile birlikte immün cevabın azlığı bu hastaları periodontal hastalıklara daha yatkın hale getirebilir. Bedensel engeli olanlar ve yaşlılar, kişisel ağız bakımı konusunda çevresine bağımlı olabilir (37,38).

- **Sement:** İlerleyen yaşıla birlikte periodontal ligamentteki fibroblastların sementoblastlara farklılaşmasıyla, başlıca apikal bölgede olmak üzere sement oluşumu artar. Özellikle periodontitis ile bağlantılı hipersementoz hayat boyu devam eden yavaş bir süreç olarak, kökte veya etrafında görülebilir ve mikroskopik kesitte görülür (39). Fonksiyon sement birikiminde başlıca faktör olarak gösterilmesine rağmen, karşıt diş kaybının da sement birikimine yol açtığı ve travmatik okluzyonun bu birikimde rolü olmadığı belirtilmiştir. Atrizyon, periapikal ve periodontal lezyonlar gibi inflamasyonlar, kök fraktürü, Paget hastalığı, akromegali ve gigantizm sement oluşumunun miktarıyla ilişkili olan diğer faktörlerdir (40,41).

- **Kök rezorbsiyonu:** Rezorbsiyon hem sement, hem de dentini içerir ve mikroskopik kesitte görülür. Etiyolojisi net olarak bilinmemekle birlikte, lokalize inflamatuvar lezyonlar, tümörler, kistler, gömülü dişler, ortodontik tedavi, şiddetli okluzal kuvvetler ve reimplantasyon ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Yaş ile ilişkisi zayıf bulunmuştur (9,39).

- **Kök transparanlığı:** Dişin apikal bölümünün transparanlığıdır. Bu transparanlık, dişin kronunda çürük, atrizyon veya benzer değişiklikler nedeniyle oluşan transparanlıktan ayırt edilmelidir. Kök transparanlığının yaş ile arttığı, tedavi ve patolojik durumlarla yakın ilgisi olmadığı bildirilmektedir (42,43).

### 2.3. Dental Yaş Belirleme Yöntemleri

Dişlerden yaş tahmini için birçok yöntem kullanılır. Bunlar; klinik, radyografik, histolojik ve fiziksel-kimyasal yöntemler olarak 4 grupta sınıflandırılabilir (5).

- **Klinik Ve Görsel Metot:** Dişlerin sürme aşamalarının ve foksiyona bağlı atrizyon gibi değişikliklerin görsel olarak değerlendirilmesi yaklaşık yaş tahmin etmeye yardımcı olabilir.

- **Radyografik Metot:** Radyograflar dişlerin gelişiminin aşamalarını daha net izlememizi sağlar. Ayrıca radyograflar üzerinde çeşitli ölçümler yapılarak dişlerde yaşa bağlı oluşan değişiklikler değerlendirilebilmektedir.

- **Histolojik Metot:** Histolojik metotta inceleme için dişin prepare edilmesi gerekmektedir. Bu teknik, ölüm sonrası durumlar için daha uygun olur. Aynı zamanda dişlerin erken gelişim çağında tahmininde önemlidir.

- **Fiziksel Ve Kimyasal Analiz:** Yaş ile iyon seviyelerindeki değişikliklerden yararlanılarak yaş tespit etmek için diş sert dokuların fiziksel ve kimyasal analiz önerilmiştir. Henüz adli odontoloji için yeterli olabilecek miktarda çalışma yoktur.

Dişlerin sürme sırasının, sayısının ve radyolojik olarak incelenmesinin yaş tayininde kullanılabileceği belirtilmiştir. Bununla birlikte, iskelet gelişimini etkileyen malnutrisyon, endokrinopatiler ve bazı sistemik hastalıkların dişleri daha az etkilediği söylenmektedir. Ayrıca diş dokuları diğer dokulara göre endokrin bozukluklardan ya da beslenme çeşitliliklerinden daha az etkilenirler ve daha az değişiklik gösterirler (10).

Genelde kimliklendirilemeyen kadavraların yaş tahmininde arta kalan ve zarar görmemiş kemik, diş gibi dokular kullanılır. Ancak yaşayan ve

kimliklendirilemeyen bireylerin yaş tahmini için dişlerinin histolojik incelemelerinin yapılması etik kurallar gereğince uygun değildir. Bu nedenle dental yaş tahmininde kronolojik yaşla birlikte dişlerde meydana gelen fizyolojik ve gelişimsel değişikliklerin radyograflarla değerlendirilmesi daha uygun olacaktır (44,45,46). Dişler üzerinde yapılan radyografik incelemelerin çoğu, periapikal röntgenler, konvansiyonel ve dijital panoramik grafiler ve 3 boyutlu görüntüleme teknikleri vasıtasıyla yapılmaktadır (47).

Pretty 2003 yılında yayınladığı bildiride dentistondaki yaş tahminini etkileyen faktörleri 15 maddede gruplandırmıştır (48). Bunlar;

- Diş germelerinin görünümü
- Mineralizasyonun görünümü
- Sürmemiş dişlerin durumu
- Neonatal çizgi ve mine formasyonunun derecesi
- Klinik erupsiyon
- Sürmüş dişlerin kök gelişiminin derecesi
- Süt dişlerindeki resorpsiyonun derecesi
- Kron atrizyonu
- Fizyolojik sekonder dentin formasyonu
- Sement formasyonu
- Kök dentininin transparanlığı
- Dişeti çekilmesi
- Kök yüzeyi resorpsiyonu
- Dişlerdeki renk bozulması ve boyanma
- Dişin kimyasal kompozisyonundaki değişiklikler

Süt dişlerinde mineralizasyon oluşumu, neonatal çizgi, mikrometrik ölçümler gibi incelemelerin güvenilirliği daha yüksektir ve bir kaç haftalık hata oranları ile yaş belirlenebilmektedir. Çocukluk çağında süt dişlerinin düşmesi ve kalıcı dişlerin erupsiyonu, mineralizasyonu ve formasyonu sonucu çene kemiğinde devamlı bir değişim vardır. Bu dönemde yaş tahmini, çoğunlukla radyografiler ile dentisyon gelişim şema ve tablolarının karşılaştırılmasıyla yapılır (11).

Dişlerde yaş tayininde uygulanan metotlar ikiye ayrılır (9).

- Süt ve sürekli dişlerdeki embriyolojik gelişme ve dental erüpsiyonları; bu metot dişlerin sürmelerine bakılarak yapılır. Bu yöntemle intrauterine aylardan, 20 yaşına kadar yaş tayinini doğru olarak yapmak mümkündür.
- Dişle ilgili dokularda yaşlılığa bağlı olarak meydana gelen değişikliklerin kriter olarak alındığı ve 20 yaşından sonraki yaş tayininde kullanılan metotlar.

### **2.3.1. Çocuklarda Yaş Tahmini**

Çocuklarda dişten yaş tahmini için 1960'da Nolla'nın, 1963'te Moorrees'un, 1970'te Haavikko'nun, 1973 yılında Demirjian ve Goldstein'in, 2001'de Willems ve ark.'nın 2005'de Chaillet ve ark.'nın geliştirdiği teknikler, diş gelişiminin radyomorfolojik olarak değerlendirilmesi esasına dayanır. Mörnstaad ve ark.'nın ve Cameriere ve ark.'nın geliştirdiği teknikler ise radyomorfometrik incelemeleri içermektedir. Bu teknikler arasında en çok bilineni ve kullanımı en yaygın olanı Demirjian tekniğidir (49).

Demirjian yönteminde diş gelişimi A'dan H'a kadar 8 aşamada tanımlanmakta ve değerlendirmeler sol alt çene üzerinde 3. molar diş hariç 7 diş üzerinde yapılmaktadır. Her bir dişin gelişim aşamasına denk gelen değerler tablolardan bakılarak, toplam 100 üzerinden diş gelişim skoru belirlenmekte ve oluşturulmuş olan standartlar üzerinden dental yaş tahmin edilmektedir (50).

Bazı araştırmacılar tarafından radyografik incelemeler ile doğumdan, dişlerin tamamlanmasına kadar olan süreçte, diyagram ve resimlere dayalı diş gelişim atlasları oluşturulmuştur. Bu konuda ilk yayınlanan atlas Schour ve Massler'e aittir (51). Sonraki yıllarda bu atlasın farklı araştırmacılar tarafından güncellemeleri ve son olarak da adli amaçlı dişlerden yaş tahminine imkân veren bir kaç yeni atlas daha yayınlanmıştır. Bu alanda Karadayı ve ark. Türk çocuklarına özel yaş tahmin diyagramları hazırlanmıştır. Atlas yöntemi ile yapılan yaş tahminlerindeki kesinlik, konvansiyonel yöntemlere göre daha düşüktür. Buna rağmen yöntemin kolay ve pratik olması, radyografik görüntüleme cihazları dışında bir ekipmana ihtiyaç

duyulmaması ve çok fazla tecrübe gerektirmemesi avantajlarındandır. Türkiye de yaşayan çocukların diş yaşı tahmini için, çoğunlukla radyografik tekniklerin kullanıldığı pek çok tez çalışması ve azımsanmayacak sayıda da ulusal ve uluslararası yayın bulunmaktadır. Bu çalışmaların büyük bir kısmında, diş yaşı tahmininde yaygın olarak kullanılan radyografik tekniklerin Türk popülasyonuna uygunluğu araştırılmış ve daha doğru tahmin için gerekli düzeltme faktörleri belirlenmiştir (11).

### **2.3.2. Erişkin Bireylerde Yaş Tahmini**

Tarihte dişlerden ilk yaş tahminiyle ilgili ilk çalışma 1837 de Edwin Saunders tarafından yayınlanmıştır ve bu çalışmada dişlerin yükseklikleri kullanılmıştır (5).

Yirmi yaş dişlerinin yaklaşık olarak 20-23 yaş civarında gelişimi tamamlandıktan sonra dişlerin yaş tahmininde hata oranları oldukça artmaktadır. Bundan sonraki süreçte dişlerde meydana gelen sekonder değişiklikler göz önünde bulundurulmaktadır. İlk olarak 1925'te Bodecker sekonder dentin apozisyonunun kronolojik yaşla bir korelasyonu olduğunu göstermiştir (52).

Whittaker ve ark.(53) insan dişlerindeki mineralizasyonu hassas elektron mikroskobu kullanarak değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında kişinin yaşı ile dentin/predentin birleşim yerinde görülebilen kanal sayısı arasında bir ilişki olduğu ileri sürülmüştür (53).

İlk olarak 1976 yılında Helfman ve Bada tarafından olmak üzere aspartik asit rasemizasyon olarak adlandırılan kimyasal reaksiyon ile dişlerden yaş belirlenmesi amacıyla çalışmalar yapılmıştır. Her yıl ortalama %0.1 D-aspartik asit biriktiği ortaya koyulmuştur. Mine ve dentindeki reaksiyon dereceleri ile yaş arasında yakın ilişki olduğu gösterilmiştir (54).

Yaş belirleme için ayrıca, Karbon-14 izotopunun (C14) dişlerdeki konsantrasyonunun belirlenmesine dayalı bir yöntem mevcuttur. 1955 yılına kadar atmosferde sabit miktarda kalan ve nükleer denemeler sonrasında miktarı ciddi şekilde artmaya başlayan. C14 konsantrasyonu, minenin olduğu dönemdeki atmosferde bulunan miktarı yansıtır ve minenin "turnover"ı olmadığı için sabit kalır.

Minedeki C14 konsantrasyonu ölçülüp farklı yıllardaki bilinen atmosfer konsantrasyonlarıyla ilişkilendirilerek, minenin olduğu yıl belirlenir ve arkeolojik çalışmalarda kullanılır (16).

Yaşla birlikte sement arasındaki ilişkinin kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur. Mikroskop altında incelendiğinde art arda gelen açık ve koyu çizgiler şeklinde görülen sementin inkremental çizgilerinin sayısının ve dişin sürme yaşının toplanarak belirlenen yaş ile kronolojik yaş arasında uyum olduğu gözlenmiştir (55).

Ayrıca dental pulpadan izole edilen DNA'yı inceleyen Takasaki ve ark. (56) hücrelerin bölünmesiyle uzunluğu azalan kromozomların ucunda bulunan telomerlerin uzunluğu ve yaş arasında bir ilişki tespit etmişler ve regresyon modelinde  $\pm 7,5$  yıl standart sapma bulmuşlardır.

#### **2.3.2.1. Gustafson Metodu**

Dişteki yapısal değişikliklerin yaşın belirlenmesinde kullanılabileceği ilk olarak Gustafson tarafından gösterilmiştir. İsveçli araştırmacı tespit ettiği değişkenlerin tek tek yaş ile çok az ilgisi olduğunu, fakat tüm değişkenlerin birlikte kullanılarak oluşturulan çoklu regresyon formülleri yardımıyla yaşın makul bir hata oranı ile belirlenmesinin mümkün olduğunu göstermiştir. Gustafson, dişlerde zamanla meydana gelen atrizyon, periodontitis, sekonder dentin, sement apozisyonu, kök transparanlığı ve kök rezorpsiyonu olmak üzere 6 sekonder değişimi dikkate almıştır (39,41). Bu yöntemle incelenecek dişlerin mesial ve distal yüzeylerinden 0,1-0,25 mm kalınlığında preparatlar hazırlanıp bu preparatlarda belirtilen kriterler mikroskop altında değerlendirilerek yaş belirlenir. Bu kriterlere göre 0-3 arasında puanlar verilir. Elde edilen puanlara uygun yaş önceden belirlenmiş tablolara bakılarak belirlenir (42).

#### **2.3.2.2. Kvaal Metodu**

Kvaal ve ark. tarafından 1995'te geliştirilen teknik; periapikal diş radyografileri üzerinde pulpa büyüklüğü ve yaş arasındaki ilişkiyi temel alan radyomorfometrik ölçümlere dayalı bir tekniktir. Araştırmacılar yaşları 20 ile 87 arasında olan 100 kişinin paralel teknikle elde edilen periapikal radyografileri



üzerinde yaşa bağlı pulpadaki değişimle ilgili olduğunu düşündükleri diş, pulpa ve kök uzunluklarını, belirlenen üç seviyede kök ve pulpa genişliklerini, stereomikroskop altında kumpas kullanılarak manuel ölçüm yapmışlardır. Radyograflardaki magnifikasyon ve açılama farklılıklarını gidermek için, ölçümlerin çeşitli oranları elde edilmiştir:

- Diş uzunluğu/kök uzunluğu
- Pulpa uzunluğu/kök uzunluğu
- Pulpa uzunluğu/diş uzunluğu
- Pulpa genişliği/kök genişliği (mine sement birleşiminde) (A)
- Pulpa genişliği/kök genişliği (kökün orta seviyesinde) (C)
- Pulpa genişliği/kök genişliği (Mine sement birleşimi ile kökün ortası arasındaki mesafenin orta seviyesinde) (B)

Oranlar ile yaş arasındaki ilişki Pearson korelasyon katsayısı ile incelenmiş ve diş/kök uzunluğu oranı ile yaş arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Bu nedenle yaş ile ilişkili olan diğer oran değişkenlerinin çeşitli ortalamaları alınarak doğrusal regresyon modelleri elde edilmiştir:

Tüm dişler için: yaş = 129,8-316,4(M)-66,8(W-L)

3 maksiller diş için: yaş = 120,0-256,6 (M)-45,3(W-L)

3 mandibular diş için: yaş = 135,3-356,8 (M)-82,5(W-L)

Maksiller santral kesici için: yaş = 110,2-201,4 (M)-31,3 (W-L)

Maksiller lateral kesici için: yaş = 103,5-216,6 (M)-46,6 (W-L)

Maksiller ikinci premolar için: yaş = 125,3-288,5 (M)-46,3 (W-L)

Mandibular lateral kesici için: yaş = 106,6-251,7(M)-61,2(W-L)

Mandibular kanin için: yaş= 158,8-255,7 (M)

Mandibular birinci premolar için: yaş = 133,0-318,3 (M)-65,0 (W-L)

( M: tüm oranların ortalaması, W: B ve C genişlik oranlarının ortalaması, L: uzunluk oranlarının ortalaması )

En yüksek  $R^2=0,76$ , 8,6 yıl standart hata ile tüm dişlere ait oranları içeren regresyon modelinden elde edilmiştir (36).

Kvaal ve ark. (36)'nin yöntemini Bosmans ve ark (57) panoramik radyograflarda uygulanabilirliğini göstermişlerdir. Landa ve ark. (58) ise direkt dijital panoramik radyograflarda yöntemin doğru sonuçlar vermediğini bildirmişlerdir. Kvaal ve ark.'nın tanımladıkları değişkenleri kullanarak pulpa büyüklüğünün yaş ile ilgisini Meinel ve ark. (59) araştırmışlar, Kvaal'dan farklı sonuçlar elde etmelerine rağmen yaş ile pulpa daralması arasında anlamlı negatif korelasyon saptamışlardır. Paewinsky ve ark. (60) Kvaal'ın formülünü dijital panoramik radyograflar üzerinde kullanmışlardır. Kronolojik yaş ile uzunluk oranları arasındaki korelasyonun anlamlı olmadığını saptamışlardır. Bu nedenle sadece genişlik oranlarını kullanarak Kvaal'ın yöntemini modifiye etmişlerdir.

### 2.3.2.3. Cameriere Metodu

Cameriere ve ark. 2004'de (61) İtalyan popülasyonunda yaptıkları çalışmada 18-72 yaşları arasında 100 üst kanin dişin pulpa - diş yüzey alanları oranlarını kullanarak regresyon modeli elde etmişlerdir. Çalışmada kanin dişlerin kullanılmasının sebebini ağızda uzun kalması, posterior dişler kadar çiğneyici kuvvetlere maruz kalmaması ve tek köklü dişlerde analizin daha kolay olması olarak belirtmektedir.

Regresyon modelleri:

$$\text{Yaş}=86,53-457,15 (\text{AR})-22,98 (\text{c})$$

$$\text{Yaş}= 84,31-473,86 (\text{AR})$$

(AR: Pulpa alanı/diş alanı, c:kök ortasında pulpa genişliği/kök genişliği)  
Pulpa alanının diş alanına oranına ek olarak kök ortasındaki pulpa genişliğinin kök genişliğine oranını içeren ikinci bir regresyon modeli elde edilmiş ve bu modelin  $R^2=0,85$  ve standart hatası 5,35 yıl bulunmuştur (61).

Cameriere ve ark., Portekiz’de Coimbra üniversitesinde antropoloji müzesindeki kafataslarındaki kanin dişler kullanılarak, Cameriere’in metodunu örneklemek ve spesifik bir formül önermek amacıyla çalışma yayınlamışlardır (62). Babshet ve ark. 2010 yılında, Hindistan popülasyonunda Cameriere’in metodunu kullanarak bir çalışma yapmışlar, ırk ve kültür farklılıklarının model parametrelerine etkisini değerlendirmişlerdir (63).

Cameriere ve ark. 2012 ve 2013 de yaptıkları çalışmalarda, panoramik grafilerde premolar dişlerde ve periapikal grafilerde lateral ve santral kesicilerde pulpa diş yüzey oranı ölçümleriyle korelasyon analizi yapmışlardır ve formülü bu dişler üzerinde de uygulamışlar ve dişlerden yaş tahmininde periapikal radyografların panoramik grafilere oranla daha uygun hesaplamalar yapmaya yardımcı olduğu, kesici dişlerin premolar ve kanin dişlere, premolarların kanin dişlere oranla daha az uyumlu olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca kesici dişlerin pulpa diş alanı oranı açısından da cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu sonucuna varmışlardır (64,65). Cameriere metodu birçok araştırmacı tarafından kullanılmış ve kendi buldukları popülasyona göre modifiye edilmiştir (66,67).

#### **2.3.2.4. Drusini Metodu**

Drusini ve ark. ilk olarak 68 premolar ve 98 molar dişin periapikal radyograflarından pulpa odası ve kron uzunluğunu ölçmüş ve ölçümlerden koronal indeks (pulpa odasının uzunluğux100/kron uzunluğu) elde etmişlerdir (68). Drusini ve ark. yayınladıkları başka bir çalışmada, 425 premolar ve 421 molar dişin panoramik radyograflarda yaş tayini için mandibular premolar ve molar dişlerin koronal indeksine göre regresyon modelleri elde etmişlerdir:

- Premolarlar için;

$$\text{Kadın ve erkeklerde Yaş}=77,617-1,4636X$$

$$\text{Erkeklerde Yaş}=79,679-1,5356X$$

$$\text{Kadınlarda Yaş}=75,523-1,3896X$$

- Molarlar için;

Kadın ve erkeklerde Yaş= $76,073-1,4576X$

Erkeklerde Yaş= $77,747-1,5066X$

Kadınlarda Yaş= $73,846-1,3906X$

(X:koronal indeks)

Yaş ile regresyon modellerinde hatanın erkeklerde daha az olduğu saptanmış fakat, korelasyonda cinsiyetler arasındaki farklılık anlamlı bulunmamıştır. En yüksek regresyon katsayısı ( $R^2=0,85$ ), erkeklerde molar dişlerin koronal indeksini içeren doğrusal regresyon modelinden elde edilmiştir. Bu modelle yaş  $\pm 5$  yıl hata ile tahmin edilmiştir (69).

Karkhanis ve ark. (46) batı Avustralyalı bir popülasyonda yaptıkları çalışmada Drusini metodunu kullanarak yaş tahmini yapmışlar ve sağ-sol koronal indeksler arasında farklılıklar olduğunu bildirmişler ve ilerleyen çalışmalarda her iki taraftaki molar ve premolar dişlerin kullanılmasını önermişlerdir.

### 2.3.2.5. Üç Boyutlu Görüntülemelerin Kullanıldığı Yöntemler

Dişlerden yaş tahmini için 3 boyutlu görüntülerin elde edilmesi ve hacim değerlendirilmesiyle ilgili çalışmalar, mikro BT ve KIBT ile yapılmıştır.

**Vandevoort ve ark.** (70) mikrofokus BT kullanarak çekilmiş dişlerden yaş tahmini yaptıkları pilot çalışma yayınlamışlardır. Bu çalışmada mikro BT ile elde edilen 3 boyutlu görüntülerden özel bir yazılımla diş ve pulpa segmentasyonu yapılmıştır. Pulpa-diş hacmi oranı voksel içeriğine göre hesaplanmış ve yaşla korele edilmiş ve  $R^2=0,31$  olarak bulunmuştur.

**Yang ve ark.** (71), KIBT görüntüleri kullanılarak pulpa-diş hacim oranı değerlendirilmesini amaçlamışlar ve bunun mikro BT'ye oranla daha az radyasyon kullanılarak yapılması için KIBT kullanmışlardır. Çalışmalarında 15 kesici, 12 kanin, 1 premolar dişin KIBT görüntüsü kullanmışlardır. Görüntülerden segmente ettikleri pulpaların ve dişlerin hacimlerini, çekilmiş iki dişin Arşimet prensibiyle laboratuvar ortamında ölçtükleri pulpa ve diş hacimleriyle kıyaslamışlar ve elde edilen threshold

eşik değeri ile segmentasyonun doğruluğu ve güvenilirliği ortaya konmuştur. Ayrıca elde edilen pulpa-diş hacim oranlarıyla kronolojik yaş arasında lineer bir regresyon mevcut olduğu,  $R^2 = 0,29$  ve tahmini yaş ile kronolojik yaş arasındaki sapma  $\pm 8,3$  yıl olarak bulunmuştur.

**Someda ve ark.** (45), yayınladıkları çalışmada mikro BT kullanarak alt kesici dişlerin pulpa, dentin, mine hacimlerini hesaplamış ve bu ölçümlerden yaş tahmini yapılması amaçlamışlardır. Bu hesaplamalarda pulpa hacminin; tüm diş, mine hariç tüm diş, tüm kron (mine sement çizgisinin üstü), sadece kök (mine sement çizgisinin altı), ve mine hariç kron hacmi olmak üzere 5 ayrı şekilde oranları alınmıştır. Sonuçlara göre en yüksek korelasyon mine hariç tüm diş hacminin pulpaya oranıyla elde edilmiş ve  $R^2$  değerleri kadınlarda 0,78, erkeklerde 0,66 olarak bulunmuştur. Bu verilerle kadınların yaş tahmininde erkeklere oranla daha yüksek doğruluk oranı belirlenmiş ve iki cinsiyet için farklı formüller oluşturulması önerilmiştir.

**Aboshi ve ark.** (72) bir Japon popülasyonunda çekilmiş alt premolar dişlerin mikro BT görüntüleriyle yaş tahmini çalışması yapmışlardır. Bu çalışmada mikro BT görüntülerinde pulpa-diş hacim oranları dişin kronu, kökün kronal üçlüsü, kökün orta üçlüsü ve kökün apikal üçlüsü olmak üzere 4 ayrı bölümde ölçülmüş. Elde edilen verilere göre yaşla en yüksek korelasyonu kökün koronal üçlüsündeki pulpa-diş hacim oranlarında (alt birinci premolarlar için  $R^2 = 0,79$ , üst premolarlar için  $R^2 = 0,81$ ) bulunmuştur.

**Star ve ark.** (73) KIBT görüntüleri kullanarak yaş tahmini çalışması yapmışlar. Çalışmada tomografi görüntüleri threshold değerine göre otomatik segmente edilmiş ve hacim değerlerine ulaşmıştır. Elde edilen verilerde regresyon ve korelasyon analizi yaparak tahmin ettikleri yaş değerleri ile gerçek yaş arasındaki standart sapmaları kesici dişler için 12,86, kanin dişler için 13,10 ve premolar dişler için 8,44 yaş olarak bulmuşlardır. Bulgulara göre her iki cinsiyet arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı sonucuna varılmıştır.

**Maret ve ark.** (74), diş yaşı tahminin de KIBT 'ın mikro BT'ye göre daha yararlı ve kullanışlı olduğu hipoteziyle derleme yayınlamışlar. Bu derlemede KIBT

ile yapılan hacim ölçümlerinin kullanışlı olmasının yanında diğer diş ve çene kemiği dokularının detaylı görüntülenebilmesinde de yardımcı olduğunu bildirmişlerdir.

**Zhi-pu Ge ve ark.** (75) çalışmalarında 12-69 yaş grubu arasındaki Çin popülasyonunda çekilmiş KIBT görüntülerinde alt ve üst birinci molar dişlerden yarı otomatik segmentasyon yaparak pulpa hacimlerini ölçerek yaş tahmin modeli elde etmeyi amaçlamışlar. Ayrıca 10 adet çekilmiş molar diş üzerinde Mikro BT ve KIBT’da ölçülen hacim değerlerini karşılaştırmışlar ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu raporlamışlardır. Sadece pulpa hacmiyle yaptıkları çalışmada elde ettikleri modelin, diğer çalışmaların aksine lineer bir model olmadığı ve logaritmik bir model olduğu, dişin pozisyonuna ve cinsiyete göre farklılık gösterebildiği sonucuna varmışlardır.

#### **2.4. Dental Yaş Belirlemede Kullanılan Görüntüleme Yöntemleri**

Dijital radyografi sistemleri konvansiyonel radyografi tekniklerine göre çok daha az dozla görüntü elde edilmesini sağladığı, banyo işlemlerini ve dolayısı ile banyo hatalarını ve buna bağlı film tekrarlarını ortadan kaldırdığı için radyasyondan korunmada faydalıdır (76).

##### **2.4.1. Periapikal Radyografi**

Röntgen filminin ağız içine yerleştirildiği tekniktir. Işınlanan alanda dişleri ve kemiği detaylı olarak gösterir. En sık olarak çürüklerin, periodontal ve periapikal hastalıkların lokal bir alanda görüntülenmesi için kullanılır.

Paralel teknikte, röntgen filmi dişlerin uzun eksenine paralel olarak yerleştirilir ve merkezi ışın hem filme hem dişlere dik olarak verilir. Bunu sağlamak için film tutucu apareylerle röntgen filmi dişlerden uzağa yerleştirilir. Nesne-film mesafesinin artması magnifikasyona ve yarıgölgenin artmasıyla keskinliğin kaybolmasına neden olur. Bu teknikte uzun konların kullanılması fokal spot-nesne mesafesini artırır, merkeze en yakın olan ve birbirine paralel ışınların filme ulaşmasını sağlayarak magnifikasyonu azaltır, keskinlik ve çözünürlüğü artırır; böylece nesne-film mesafesinin artmasının yarattığı dezavantajları telafi eder (40, 76).

### **2.4.2. Panoramik Radyografi**

Röntgen filminin ağız dışında bulunduğu ve orofasiyal bölgenin görüntülenmesinde kullanılan tekniklerdir. Çenelerin tümü, kafatası ve temporomandibular eklem gibi, intraoral radyograflarda tam olarak izlenemeyen yapıların görüntülenmesinde kullanılır. Diş hekimliğinde en sık kullanılan ekstraoral radyografi tekniği, panoramik radyografidir. Panoramik radyograflar hangi dişlerin bulunduğunu, dişlerin gelişim durumunu, dental anomalilerin olup olmadığını ve kemikteki birçok travmatik ve patolojik lezyonu gösterir. Çeneler, dişler ve temporomandibular eklemler gibi birçok yapının görüntülenmesini sağlar. Panoramik radyograflarda çözünürlük intraoral filmlere göre daha düşük olduğu için bu teknik, çürüklerin, kök anomalilerinin, başlangıç aşamasındaki periodontal hastalıkların ve periapikal değişikliklerin izlenmesinde genellikle yetersizdir. Hastaların büyük çoğunluğunda dental hastalıklar periapikal radyograflarda görüntülenebilen alanların sınırları içinde oluşur (40,76).

Periapikal radyografiler ve panoramik radyografiler sadece genişlik ve uzunluk olmak üzere iki boyutu gösterirler. Hacim verileri için BT ve MR gibi 3 boyutlu görüntüleme yöntemlerine ihtiyaç vardır.

### **2.4.3. Mikro BT**

İleri teknolojiyle kullanımı kolay, masaüstü bir cihaz olan mikro-BT üretilmiştir. Mikro BT, medikal BT tarayıcılarından milyon kez daha ayrıntılı, gerçek uzaysal rezolüsyon veren, nondestrüktif 3 boyutlu mikroskopi için kullanılabilen bir laboratuvar sistemidir. Mikro-BT Almanya'da Erlangen Medikal Fizik Enstitüsü'nde geliştirilmiş ve üretilmiştir. Mikro BT tarayıcısı 10 µm'den 100 µm'e kadar rezolüsyon aralığında izotropik rezolüsyonlu üç boyutlu volüm görüntüleyebilmektedir. Sistem 4 mm'den, 40 mm çapa kadar olan örnekleri inceleme kapasitesine sahiptir (14).

### **2.4.4. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi**

İlk olarak 1982'de anjiyografi için üretilmiştir ve bu cihazların gelişimi günümüzde de devam etmektedir. Diş hekimliği için üretilen ilk KIBT cihazı ise

1987’de tıbbın hizmetine sunuldu. KIBT yüz iskeleti ve dişlerle ilgili önemli bilgiler verir. Bu teknoloji BT ile karşılaştırıldığında daha düşük dozlarda ve daha ucuz ekipmanlar kullanılarak yüksek kalitede imajlar elde edebilir. Bu avantajlarından dolayı implantoloji, periodontoloji, ortodonti, endodonti, oral cerrahi gibi alanlarda alternatif bir görüntüleme teknolojisidir. KIBT anatomik noktalar, kemik patolojileri, TME bozuklukları, dentoalveolar yapılar ve implant değerlendirmeleri, fasiyal travmalar ve fraktürler, fasiyal büyüme bozuklukları, paranasal sinüsler, maksillofasiyal yumuşak dokular, tükürük bezleri gibi diş hekimliği alanındaki birçok alanda teşhise yardımcı olması açısından konvansiyonel röntgen tekniklerinden üstündür (74,77) .

## **2.5. Bulanık Mantık**

Bulanık mantık (fuzzy logic), 1965 yılında Zadeh’in yayınladığı bir makale sonucu ortaya çıkan bir mantık yapısıdır (78). 1970 yılına kadar yetersiz bilgisayar kapasitesine rağmen bulanık mantık ekonomi, yönetim bilimi, tıp ve biyoloji gibi çeşitli alanlarda çalışmaya devam etmiştir (79). Bulanık mantık uygulaması ilk olarak Mamdani tarafından dinamik sistemlerin kontrolünde çalışılmış ve aynı çalışmada modellemesi zor olan kontrol sistemleri için, ‘‘Mamdani çıkarım metodu’’ olarak bilinen bir yöntem geliştirmiştir. Bu çalışma lineer olmayan modellerin çalışmasında uygulanabilirliği adına önemli olmuştur (80).

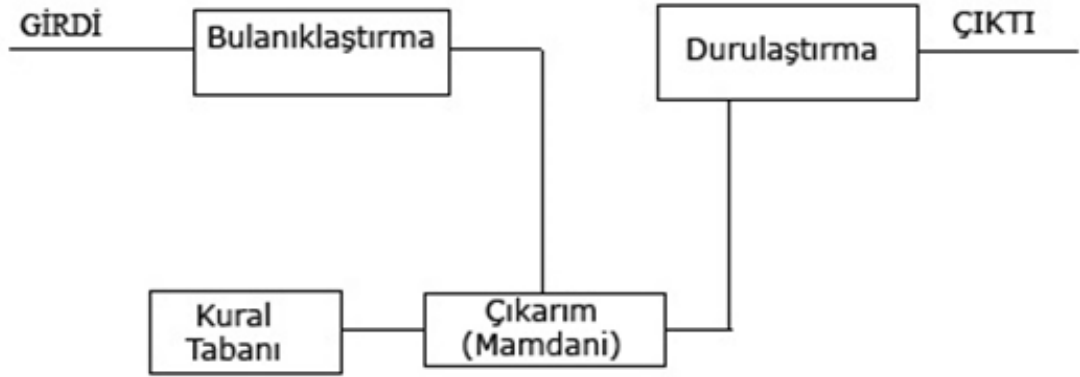
Bulanık mantığın temeli bulanık küme ve alt kümelere dayanır. Bulanık küme sınırlı olarak tanımlanmış, net olmayan bir kümedir. Klasik yaklaşımda bir varlık ya kümenin elemanıdır ya da değildir. Yani varlığın doğruluk değeri ya "1" ya da "0" dır. Bulanık mantık klasik mantığın genişletilmiş biçimidir. Bir bulanık kümede her varlığın bir üyelik derecesi vardır ve bu üyelik derecesi 0 ile 1 arasında herhangi bir değer alabilir.

Bir problemin bulanık mantık ile modellenmesinde girdi ve çıktı değişkenleri rol oynar. Her girdi ve çıktı değişkeni için farklı üyelik fonksiyonları oluşturulur. Bu değişkenlerin üyelik fonksiyonları "az, orta, çok, düşük, yüksek" gibi değişkenlerle ifade edilir (81).



### 2.5.1. Mamdani Çıkarım Metodu

Mamdani çıkarım metodu uygulamalarda en çok kullanılan yöntemdir. Mamdani metodunda bir problemin modellenmesi ve çözümünde; bulanıklaştırma (Fuzzification), kural tabanı (rule base), çıkarım metodu (inference) ve durulaştırma (defuzzifier) olmak üzere dört basit bileşen vardır. Bu bileşenlerin çalışılma şekli Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1: Mamdani metodunun basit bileşenlerinin çalışma şekli.

- **Bulanıklaştırma (Fuzzification):** Sistem girdilerini, gerçek değerlerden bulanık değerlere dönüştürme işlemidir.
- **Kural Tabanı (Rule Base):** Çalışılan alanın uzmanı tarafından karar verilen "eğer-ise" şeklindeki kurallardan oluşur.
- **Çıkarım metodu (Inference):** Girdiler ve kurallar üzerinde bulanık çıkarımla, insan akıl yürütme sürecini simüle eder.
- **Durulaştırma (Defuzzification):** Çıkarım sonucu elde edilen bulanık sayıları, kesin sayılara dönüştürme işlemidir. (80).

### 2.5.2. Modelin Deneysel Verilere Uygulanması

Bulanık mantık bize test edilmemiş veriler için de yüksek oranda tahmin yapmamıza olanak verir. Bu sayede daha az deney verileriyle daha çok sonuç elde etmek mümkün hale gelmiştir. Bulanık mantık yönteminde çeşitli türlerde üyelik

fonksiyonları mevcuttur, bunlar; üçgensel, yamuk, çan eğrisi gibi fonksiyonlardır. Bu fonksiyon türlerinden en çok kullanılanları üçgen ve yamuk tipi fonksiyonlardır (81).

Akçam ve Takada (82) headgear uygulamasının gerekli olduğu düşünülen 85 Japon hastada, hafif, orta ve yüksek şiddetli headgearların seçimi için bulanık mantık modeli kullanmışlardır.

### 3. MATERYAL VE METOD

Bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı kliniğine çeşitli nedenlerle muayene amacıyla başvuran, 18 yaş üstü hastalardan, periodontal doku kaybı nedeniyle çekim endikasyonu koyulmuş ve çekilmiş dişler üzerinde, eks vivo olarak gerçekleştirilmiştir.

Hasta seçim kriterleri şunlardır;

- Herhangi gelişimsel bir hastalığının olmaması
- Sistemik veya metabolik bir kemik hastalığının olmaması
- Arterioskleroz, akromegali, kronik böbrek yetmezliği, böbrek taşı, safra taşı, gut hastalığının bulunmaması
- Kortikosteroid tedavi hikayesi olmaması
- Travma hikayesi, ortodontik tedavi hikayesi ve diş sıkma-gıcırdatma gibi parafonksiyon olmaması

Dişlerin seçim kriterleri şunlardır;

- Tek köklü olması
- Çürük, kron ya da kök kırığı bulunmaması
- Herhangi bir restorasyonun ve kron kaplamanın bulunmaması
- Çekilmeden önce herhangi bir apikal lezyonun olmaması
- Diş morfolojisini ve formasyonunu etkileyebilen herhangi bir hastalığı (amelogenesis imperfekta, dentinogenesis imperfekta vb) bulunmaması
- Fluorozisten etkilenmemiş olması

Bu çalışma için Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'ndan 22.07.2015 tarih ve 728672-050-2251 sayılı etik kurul onayı alınmıştır. Hastaların çekilmiş dişlerinin hangi amaçla kullanılacağı ve dişlere hangi işlemlerin uygulanacağını belirttiği yazılı onam imzalatılıp, belirtilen kriterleri sağlayan hastalar çalışmaya dahil edilmiş ve kriterlere uyan dişleri çekimi takiben alınmıştır.

Çalışmamızda 34-68 (ortalama±standart sapma;51,48 ± 8,06) yaşları arasında 9 kadın, 11 erkek hastadan periodontal doku kaybı nedeniyle çekilmiş 40 adet (Tablo 1) tek köklü diş kullanıldı. Dişler, üst keser, alt keser, kanin ve premolar olmak üzere Tablo 2'deki gibidir.

**Tablo 1:** Çalışmaya katılan dişlerin, hastaların yaş gruplarına ve cinsiyetlerine göre sınıflandırılması.

Yaş Grubu	Kadın	Erkek	Toplam
18 - 46	7	5	12
46 - 55	3	8	11
55 >	5	12	17
<b>Toplam</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>40</b>

**Tablo 2:** Çalışmada kullanılan dişlerin ve diş gruplarına ve hastaların cinsiyetine göre sınıflandırılması.

Diş Grupları	Kadın	Erkek	Toplam	
<b>Kesici</b>	<b>Maksiller</b>	2	5	7
	<b>Mandibular</b>	10	17	27
<b>Kanin</b>	1	2	3	
<b>Premolar</b>	2	1	3	
<b>Toplam</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>40</b>	

### **3.1. Dişlerin Hazırlanması**

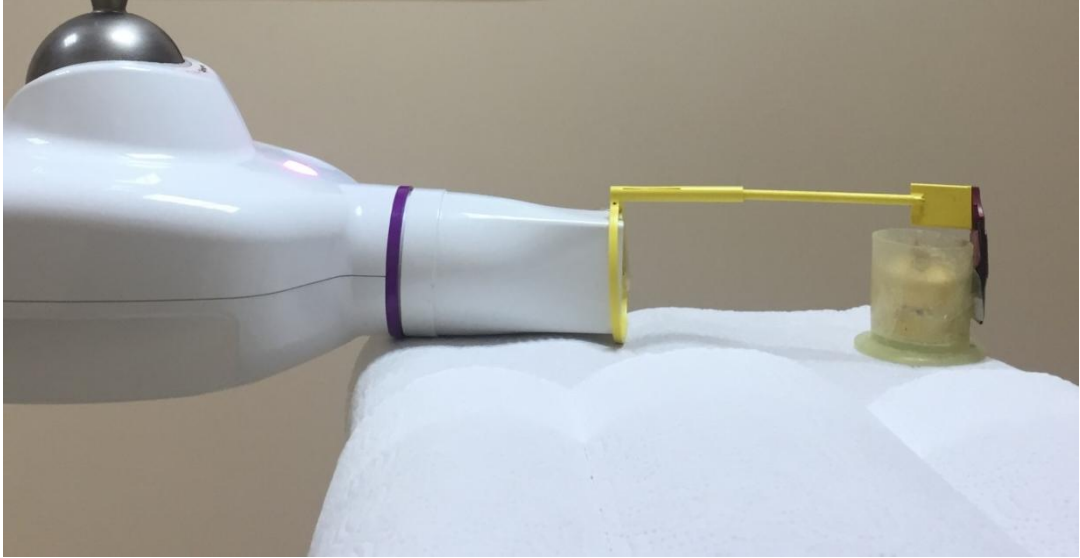
Dişlerin tamamı dehidrate olmaması amacıyla çekimden itibaren dış ortamda bekletilmeden, çalışma süresince %10'luk formalin çözeltisinde saklandı. Çalışma için dişlerin üstündeki tüm eklentiler (diş taşı, plak vb) kretuar ile mekanik olarak uzaklaştırıldı ve pomza ile polisajları yapıldı.

### **3.2. Görüntünün Elde Edilmesi ve Değerlendirilmesi**

Dişler, Caldas ve ark. (83) çalışmalarında uyguladıkları şekilde etrafındaki kemik dokusunu taklit etmek için, her dişin etrafında eşit kalınlıkta olacak şekilde 3 cm çapında silikon esaslı ölçü maddesinin merkezine sabitlendi (Resim1). Silikon bloklar; yumuşak dokuyu taklit etmek için, 5 cm çapında ve duvar kalınlığı 1 mm olarak hazırlanan, içi su dolu akrilik kalıbın içine yerleştirilerek görüntüleri alındı. Periapikal görüntüleme prosedüründe film tutucu (Hawe-Neos Dental, Bioggio, Switzerland) ve 2 numaralı fosfor plak kullanarak paralel teknikle periapikal radyografileri alındı. Fokal spot-film mesafesi 30 cm olacak şekilde, 70 kVp, 10 mA ve 0,16 sn çekim yapacak şekilde ışınlama (Myray Rx DC HyperShape 2012, Imola, Italy) yapıldı (Resim 2). Işınlamanın ardından bekleme süresi bırakmadan, Soredex fosfor plak tarayıcıyla (DIGORA Optime UV, TUUSULA, Finland) taranarak DIGORA for Windows (2.8.109.465 Network Client) yazılımında elde edildi. Elde edilen tüm görüntüler karanlık bir ortamda, İntel Core i5 işlemciye, 3,40GHz işlemci hızına, 4 GB NVIDIA GeForce GT 220 ekran kartına sahip bilgisayarda 32-bit çözünürlükle 27 inc ekranda incelendi. Gerekli durumlarda görüntüleri değerlendirmek için programın büyültme, kontrast ve parlaklık gibi görüntü geliştirme özelliklerini kullanıldı.



**Resim 1:** Etrafında eşit kalınlıkta olacak şekilde silikon esaslı ölçü maddesine sabitlenen çalışmada kullanılan dişlerin fotoğrafı.



**Resim 2:** Film tutucu apacey ve fosfor plak kullanılarak periapikal radyografi cihazıyla (Myray Rx DC HyperShape 2012, Imola, Italy) çekim işlemi gösterilmektedir.

Periapikal görüntülerde Kvaal'ın yaş tahmini formülünde tanımlanan bölgelerden pulpa genişlikleri ve uzunlukları ölçüldü.

Uzunluk ölçümleri (Şekil 2a)

**Maksimum diş boyu:** Dişin insizalinden apikaline kadar olan mesafe

**Pulpa boyu:** Pulpa odasının en yüksek noktasından kök ucuna kadar olan mesafe

**Kök boyu:** Mine sement çizgisinden kök ucuna kadar olan mesafe olmak üzere yapıldı (36).

Genişlik ölçümleri (Şekil 2b)

**A seviyesi:** Mine sement çizgisi hizasından pulpa ve diş genişlikleri

**B seviyesi:** Kökün orta noktası hizasından pulpa ve diş genişlikleri

**C seviyesi:** Kökün ortası ve mine sement çizgisinin ortası hizasından pulpa ve diş genişlikleri olacak şekilde yapılmıştır (36).

Kvaal'ın her iki çenedeki 6 diş grubu için elde ettiği yaş formülü;

$$YAŞ = 129,8 - 316,4 (M) - 66,8(W - L)$$

$$M = \frac{P + R + A + B + C}{5}$$

$$W = \frac{B + C}{2}$$

$$L = \frac{P + R}{2}$$

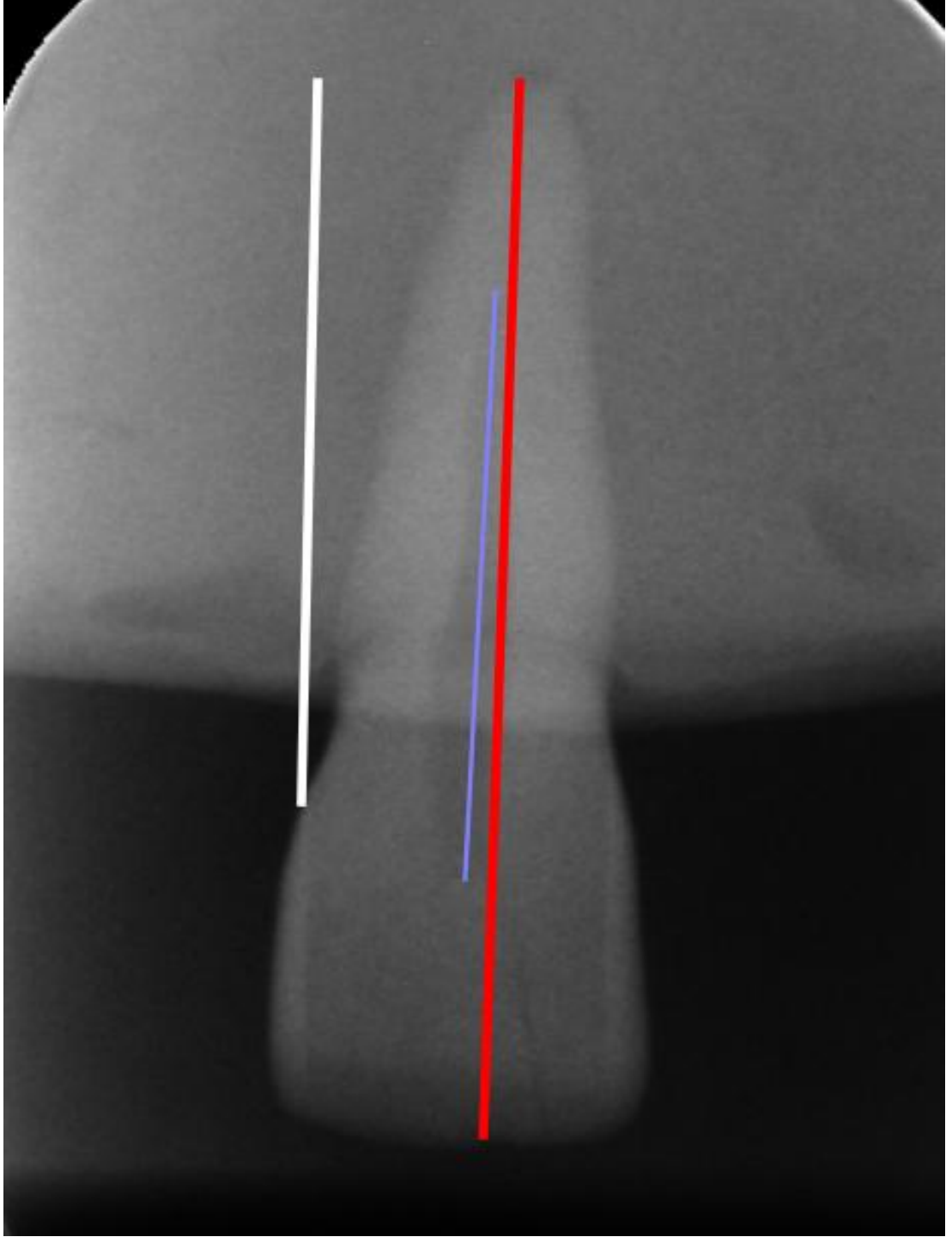
P: Pulpa uzunluğu / kök uzunluğu

R: Pulpa uzunluğu / maksimum diş uzunluğu

A: Mine sement çizgisi hizasından; pulpa genişliği/ kök genişliği

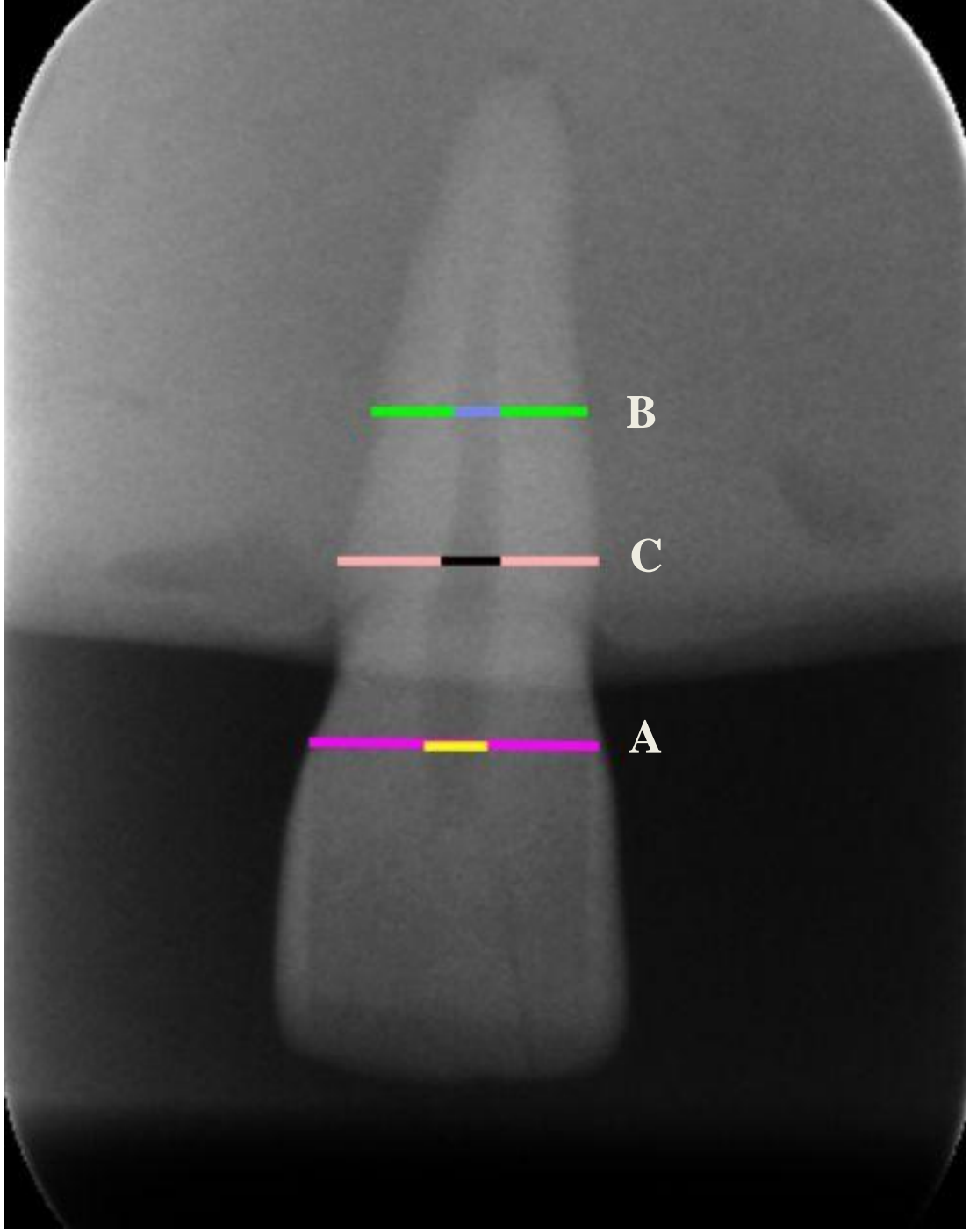
B: Kökün ortası ve mine sement çizgisinin orta noktası hizasından; pulpa genişliği/ kök genişliği

C: Kökün ortası hizasından; pulpa genişliği/ kök genişliği



**Şekil 2a:** 21 numaralı dişten alınmış periapikal radyografda Kvaal ve arkadaşlarının tanımladıkları morfolojik parametrelere göre uzunluk ölçümleri. **Kırmızı çizgi;** maksimum diş boyu, **mavi çizgi;** pulpa boyu, **beyaz çizgi;** mine sement çizgisi kök ucu arasındaki mesafe-kök boyu.



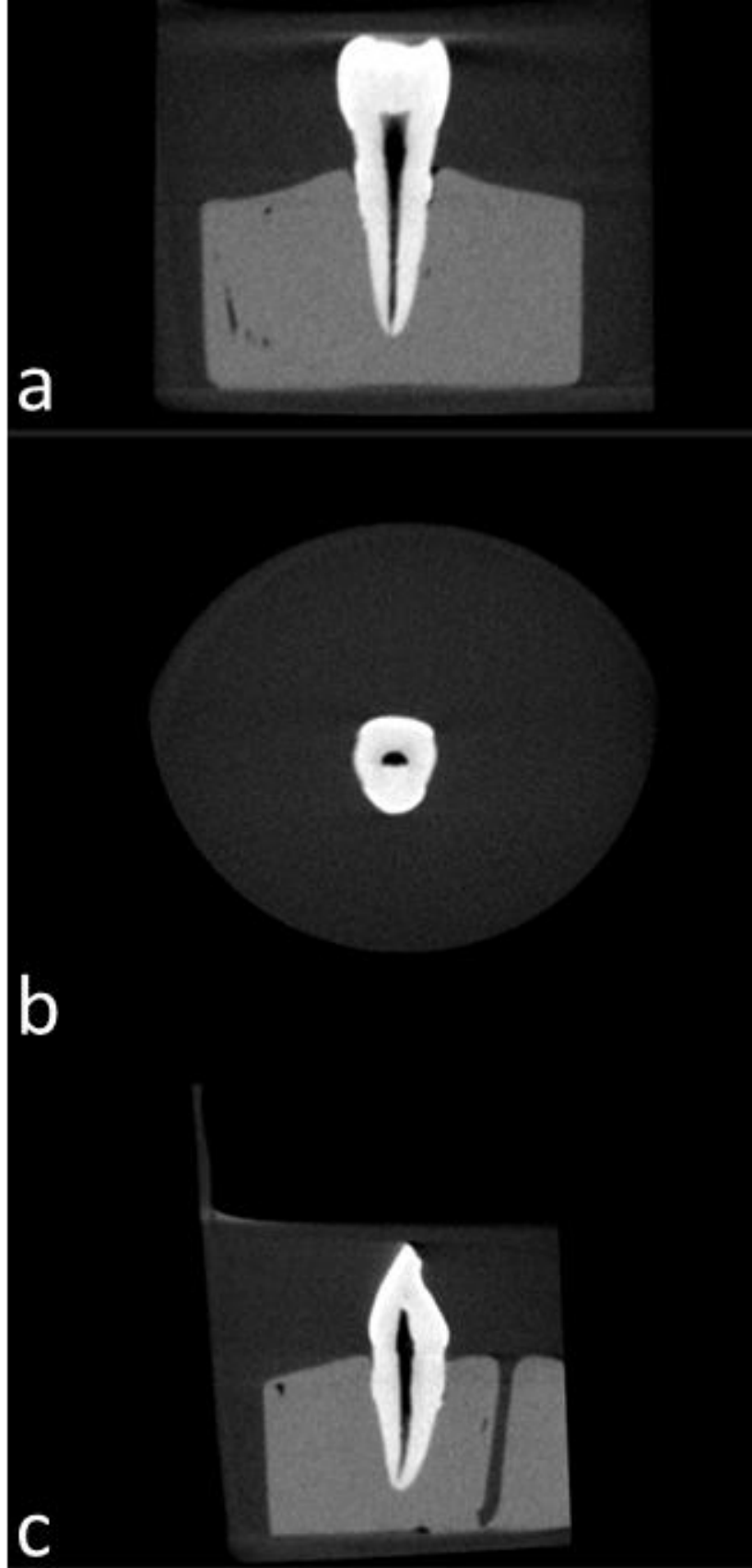


**Şekil 2b:** 21 numaralı dişten alınmış periapikal radyografında Kvaal ve arkadaşlarının tanımladıkları morfolojik parametrelere göre pulpa ve diş genişliklerinin ölçümleri. **A seviyesi;** mine sement çizgisi hizasından, **B seviyesi;** pulpa ve diş genişlikleri, kökün orta noktası hizasından, **C seviyesi;** pulpa ve diş genişlikleri, kökün ortası ve mine sement çizgisinin ortası hizasından.

Silikon bloklar içine yerleştirilmiş dişler 5 cm çapında ve duvar kalınlığı 1 mm olarak hazırlanmış, içi su dolu akrilik kalıbın içine yerleştirilerek Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (Planmeca ProMax 3D Mid, Helsinki, Finland90) görüntüleri alındı (Resim 3). Grntlme işlemi 90 kV, 10 mA, 12,1 sn çekim sresinde 4x4x5 cm FOV alnında DAP 557 mGy x cm<sup>2</sup> yapıldı. Romexis (Planmeca Romexis 3.2.0.R) yazılım programında görüntüler oluşturuldu. (şekil 3)

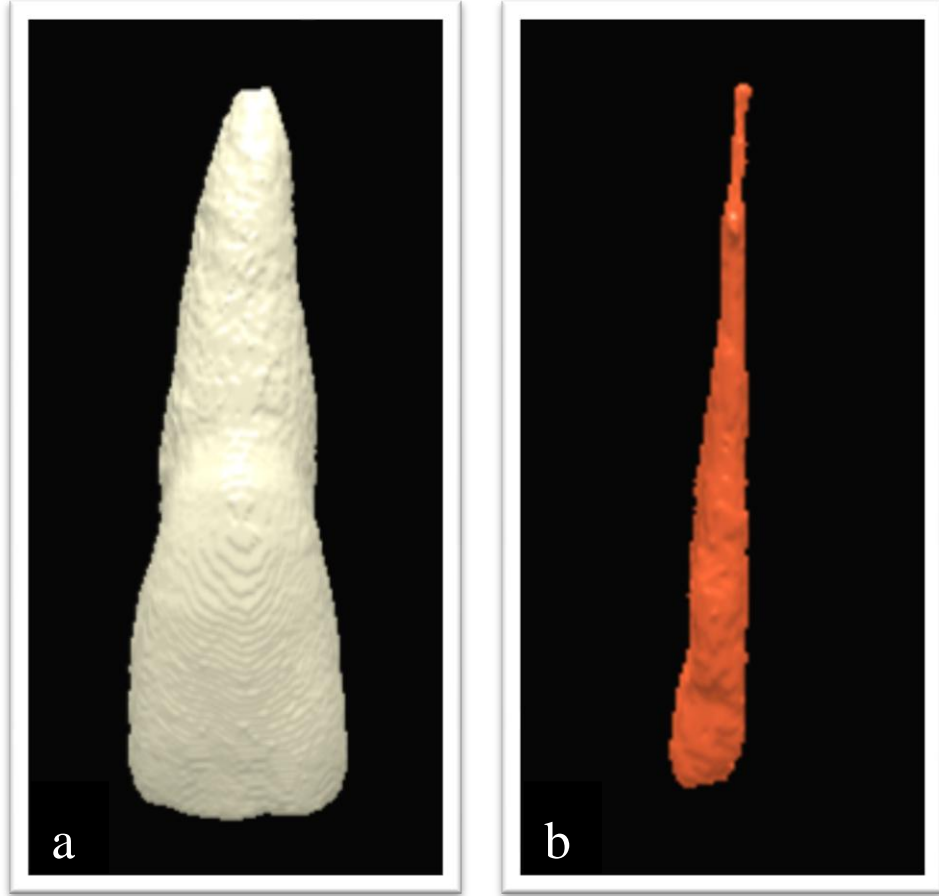


**Resim 3:** Su dolu akrilik kalıbın içine yerleştirilen silikon bloklardaki dişlerin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (Planmeca ProMax 3D Mid, Helsinki, Finland90) görüntülerinin alınması.



**Şekil 3:** Konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntüleri Romexis (Planmeca Romexis 3.2.0.R) yazılım programında a: aksiyal, b: koronol, c: sagittal kesitleri.

Konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntüleri Romexis (Planmeca Romexis 3.2.0.R) yazılım programında DICOM formatında elde edildi. DICOM formatıyla Romexis'ten alınan görüntüler, 3D DOCTOR (<http://www.ablesw.com/3d-doctor>, Able Software 4.0.20110710, America) programında, yine DICOM formatında açıldı. Görüntülerde aksiyal kesitler kullanılarak eşik (threshold) değerlerine göre diş ve pulpanın segmentasyonu yapılarak, hacimleri ölçüldü (Şekil 4).



**Şekil 4:** Konik ışınli bilgisayarlı tomografi görüntüleri kullanılarak, 3D DOCTOR programında threshold değerlerine göre segmente edilmiş a) dişin görüntüsü b) Pulpa görüntüsü.

. Elde edilen tüm görüntüler karanlık bir ortamda, Intel Core i5 işlemciye, 3,40GHz işlemci hızına, 4 GB NVIDIA GeForce GT 220 ekran kartına sahip bilgisayarda 32-bit çözünürlükle 27 inc ekranda incelendi. Gerekli durumlarda görüntüleri değerlendirmek için programın büyültme, kontrast ve parlaklık gibi görüntü geliştirme özelliklerini kullanıldı. Görüntü analizlerinin körlemesine olması için radyograflar 1 ile 40 arasında numaralandırıldı ve ölçümler yapıldı. Gözlemci içi

uyumu değerlendirmek için aynı görüntü inceleme koşulları altında ilk incelemeyi takip eden bir ayın sonunda 10 dişin periapikal ve KIBT görüntülerinden tekrarlandı.

### **3.3. Verilerin Değerlendirilmesi**

Periapikal radyograflardan elde edilen verilerin istatistiksel analizi için SPSS 17.0 programı kullanılmıştır. Gözlemci içi tutarlılık sınıf içi korelasyon katsayısı ile değerlendirilmiştir. Kvaal'ın tanımladığı doğrusal regresyon modelleriyle belirlenen yaş ile kronolojik yaş arasındaki uyumun değerlendirilmesi için, bu iki yaş arasındaki farkın ortalaması ve standart hatası hesaplandı. Tüm örnekleme ve cinsiyete göre ayrılmış gruplarda yaş ile elde edilen değişkenler arasındaki ilişki Pearson korelasyon katsayısı ile değerlendirildi. Yaş ile anlamlı ilişki saptanan oran değişkenleriyle doğrusal regresyon modelleri elde edildi. Türk popülasyonunda Kvaal metodunun uyumluluğu değerlendirildi.

Elde edilen hacim verileri modern optimizasyon tekniklerinden bulanık mantık kullanılarak yaş tahmini yapıldı. Bu aşamada pulpa hacmi ve diş hacmi girdi olarak, yaş da çıktı olarak alınıp kurallar oluşturulup, sistemin modeli geliştirildi ve sistem sürekli hale getirildi. Böylelikle herhangi bir dişin ve pulpasının hacim verileri üzerinden uygun hesaplama ile yaş tahmini yapıldı. Oluşturulan modelde veriler kontrol edildi ve kronolojik yaş ile tahmin edilen yaş arasındaki korelasyon değerlendirildi.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Periapikal Radyograf Bulguları

Çalışmamıza gözlemci içi tutarlılık %97,6 olarak hesaplandı. Çalışmaya dahil edilen 34-68 yaş aralığında olan 20 hastanın (9 kadın, 11 erkek) ortalama yaşı  $51,48 \pm 8,06$  dir. Kvaal formülü uygulanarak hesaplanan yaş ortalaması  $48,81 \pm 17,03$  dir. Gerçek yaş ile tahmini yaş arasında ki yaş farkı  $2,66 \pm 15,47$  dir.

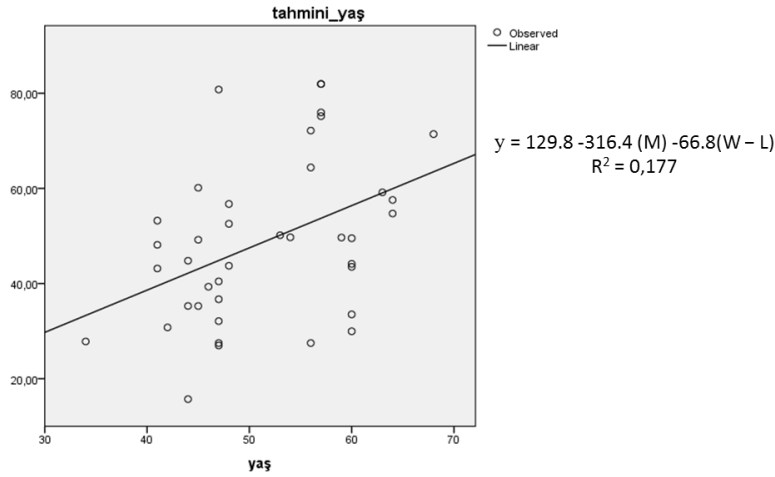
Çalışmamızdaki verilere göre yaş ile diş ölçüm oranları arasında yapılan Pearson korelasyon analizi sonucunda, kronolojik yaş ile B, C, A, W ve M olmak üzere 5 ölçüm oranı arasında, negatif (-) yönlü doğrusal anlamlı korelasyon belirlendi.

**Tablo 3:** Periapikal radyograflarda, Kvaal formülüne göre belirtilen noktalardan ölçülen uzunluk ve genişlik ölçümlerinin oranları ile kronolojik yaş arasındaki korelasyonunu gösteren tablodur.

Ölçümler	Korelasyon katsayısı (r-değeri)	p değeri	Anlamlılık
M	-0,312	0,050	*
W	-0,320	0,044	*
L	-0,037	0,819	
P	-0,062	0,703	
R	0,004	0,981	
A	-0,365	0,021	*
B	-0,586	0,000	**
C	-0,440	0,004	**
W-L	-0,274	0,087	

\*  $p < 0,05$  : anlamlı korelasyon, \*\*  $p < 0,01$  : kuvvetli anlamlı korelasyon

Kvaal modelinde M ve W-L değişkenlerinin kronolojik yaş ile regresyon analizi yapılmış, açıklayıcılık katsayıları düşük bulunmuştur ve modelin korelasyon katsayısı  $(R) = 0,482$ , açıklayıcılık katsayısı  $(R^2) = 0,17$ , standart hatası 7,25 yıl bulunmuştur (Şekil 5).

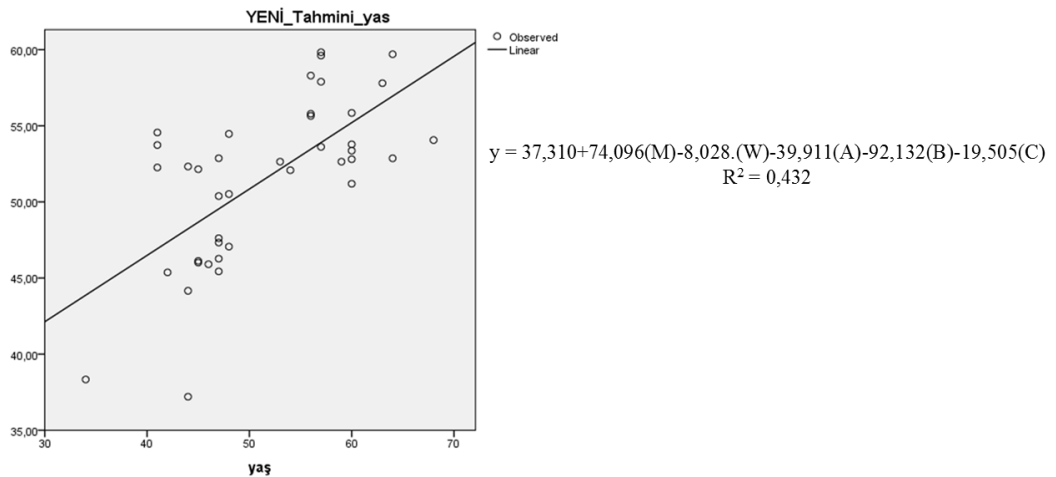


**Şekil 5:** Kvaal metodu kullanılarak elde edilen tahmini yaş değerleri ve regresyon modeli.

Bağımlı değişken olarak yaş ve bağımsız değişken olarak yaş ile korelasyonu anlamlı bulunan oranlarla regresyon analizi yapılmıştır. Oluşturulan doğrusal regresyon modeli aşağıdaki şekilde olup, açıklayıcılık katsayıları düşük bulunmuştur.

“ Tahmini Yaş = 37,310+74,096(M)-8,028(W)-39,911(A)-92,132(B)-19,505(C) ”

Bu modelin korelasyon katsayısı (R) 0,649, açıklayıcılık katsayısı ( $R^2$ ) = 0,43, standart hatası 6,56 yıl olarak bulunmuştur (Şekil 6).



**Şekil 6:** Korelasyon analizinde anlamlı olan değişkenlerle yeniden oluşturulan regresyon denklemi ve modeli.

## 4.2. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Bulguları

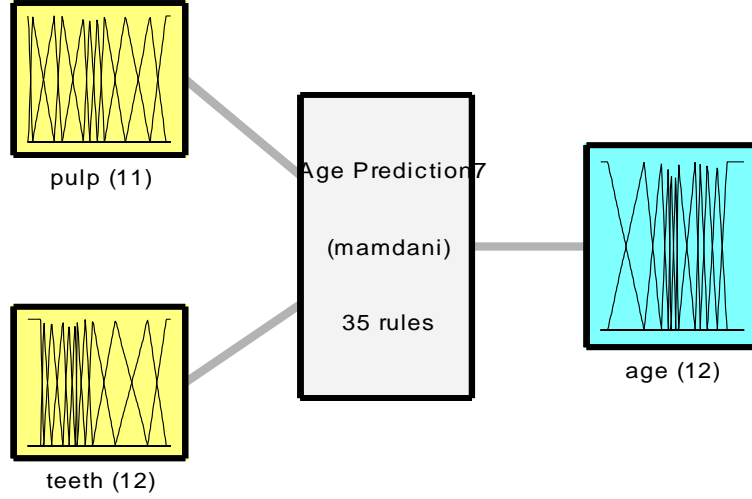
KIBT görüntülerinden 3D DOCTOR programıyla segmente edilmiş diş ve pulpanın hacim verileri Tablo 4’de gösterilmiştir.

**Tablo 4:** Dişlerin 3D DOCTOR programıyla ölçülen pulpa hacmi ve diş hacmi verileri ile pulpa-diş hacim oranını gösteren tablo.

Cinsiyet	Yaş	Diş numarası	Pulpa hacmi (mm <sup>3</sup> )	Diş hacmi (mm <sup>3</sup> )	Pulpa/diş hacim oranı
E	60	32	938,08	26728,54	0,035
E	60	33	1762,98	43388,11	0,041
E	46	31	1026,24	25142,41	0,041
K	44	21	1834,67	45525,47	0,040
K	44	32	842,27	27611,16	0,031
K	44	42	855,99	28005,25	0,031
E	57	12	890,98	28136,14	0,032
E	57	31	223,02	16045,36	0,014
E	57	32	104,60	19234,72	0,005
E	57	41	75,36	16373,15	0,005
K	53	24	838,04	31153,37	0,027
K	59	43	1046,65	30321,57	0,035
K	64	31	355,28	15545,78	0,023
K	64	32	707,31	20510,53	0,034
K	34	11	1601,50	32731,92	0,049
E	47	21	1174,93	36476,22	0,032
E	47	43	1633,04	36316,89	0,045
E	47	11	1059,22	35968,41	0,029
E	47	32	903,94	25205,76	0,036
E	56	31	187,16	18003,71	0,010
E	56	32	357,88	23434,90	0,015
E	56	41	129,24	17318,87	0,007
E	60	35	958,35	32580,47	0,029
E	60	41	717,36	22013,96	0,033
E	60	42	1313,50	30039,95	0,044
E	47	31	948,12	22357,91	0,042
E	47	41	619,72	21731,00	0,029
E	45	31	406,33	18534,58	0,022
E	45	41	749,82	24933,98	0,030
E	45	42	872,21	25717,52	0,034
K	63	42	326,10	17856,90	0,018
K	48	31	778,69	20494,56	0,038
K	48	32	1202,39	25793,95	0,047
K	68	14	505,98	28530,34	0,018
E	42	21	1278,30	44234,69	0,029
E	54	32	772,33	21725,41	0,036
E	48	21	991,00	50688,53	0,020
K	41	32	1028,88	24499,43	0,042
K	41	41	777,53	19695,81	0,039
K	41	42	960,80	24756,70	0,039

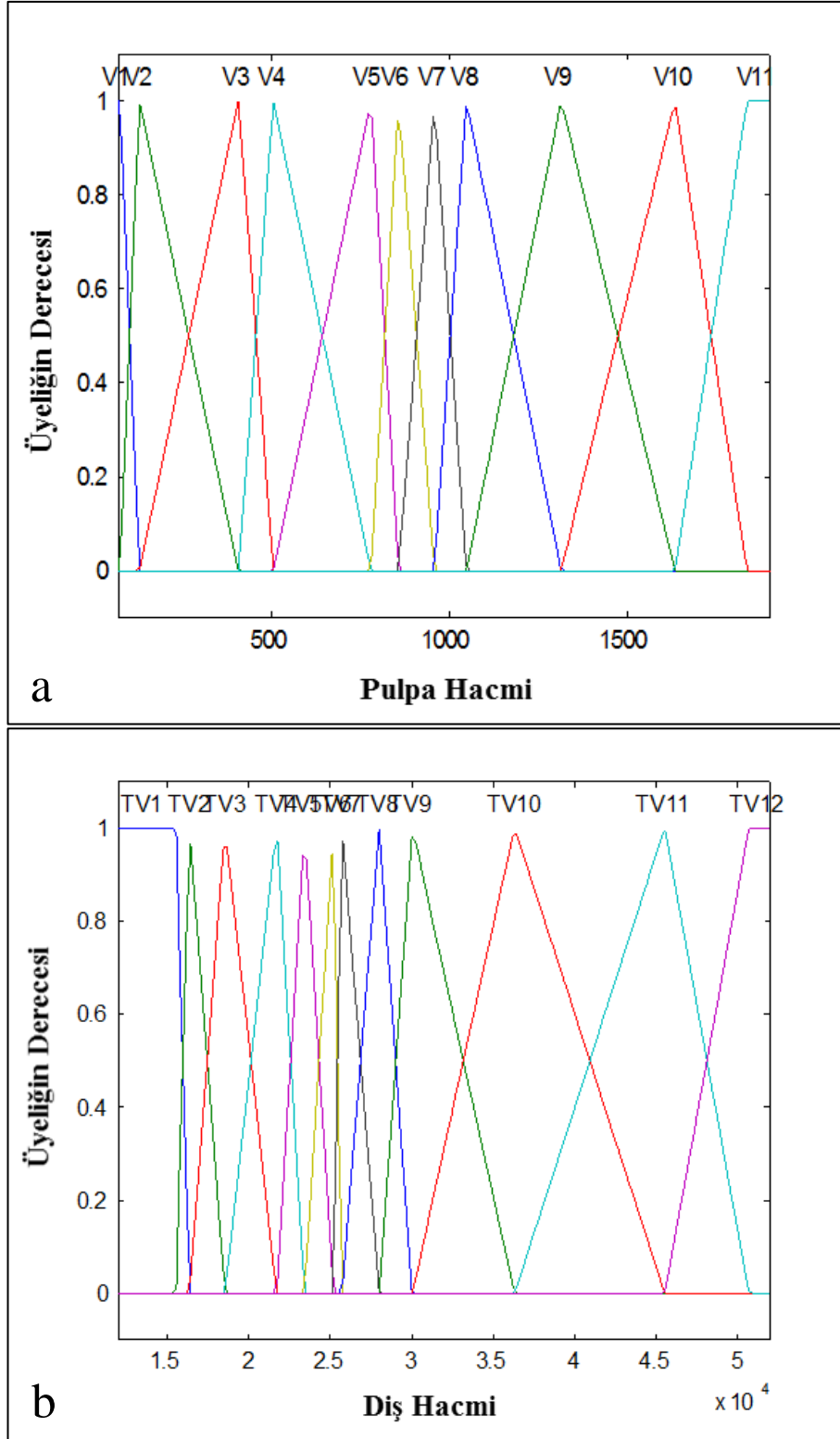


Bulanık mantık ile ilgili temel kavramlar verilip diş hacmi ve pulpa hacmine bağlı olarak, yaş tahmini bulanık mantık metodu ile modellenmiştir. Deney sonuçları temel alınarak oluşturulan modelde pulpa hacmi ve diş hacmi girdi, yaş çıktı olarak ifade edilmiştir. Modelin genel hali Şekil 7’de verilmiştir.



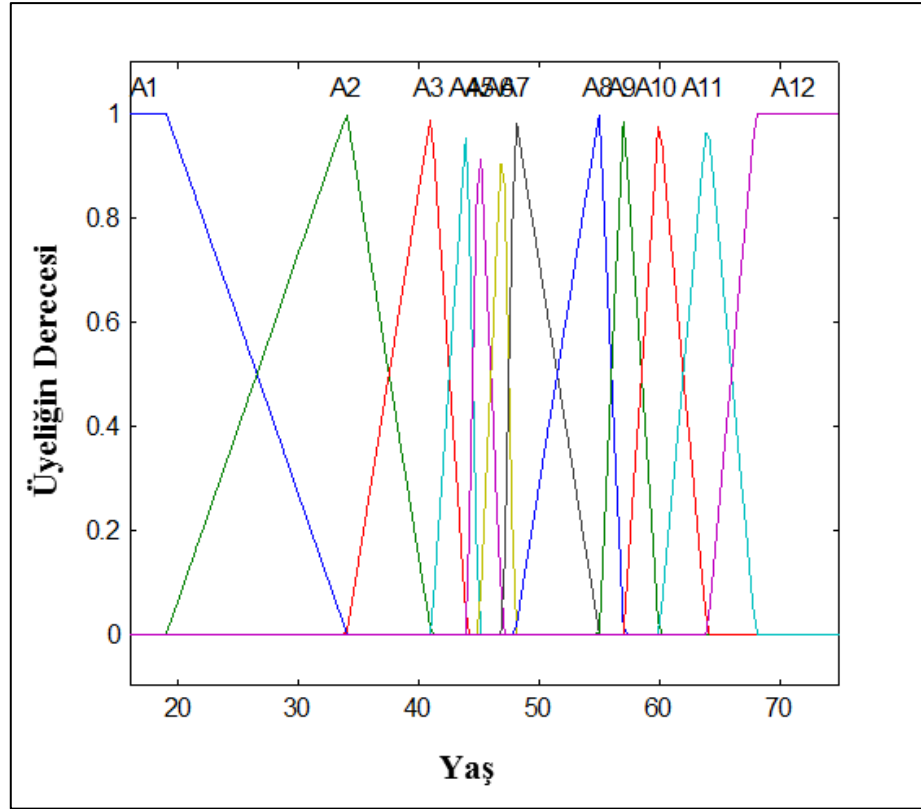
**Şekil 7:** Kurulan modelin genel hali; girdi olarak, pulpa hacmi için 11 üyelik fonksiyonu, diş hacmi için 12 üyelik fonksiyonu, çıktı olarak yaş için 12 üyelik fonksiyonu belirlenerek 35 kuralla oluşturulmuş model.

Girdiler için değişkenlerin üyelik fonksiyonları sırasıyla pulpa hacmi “V1, V2, ... , V11” ve diş hacmi için; “TV1, TV2, ... , TV12” gibi dişsel değişkenlerle ifade edilmiş ve yine bu değişkenlerin çalışma alanları sırasıyla [70,129] mm<sup>3</sup> ve [12000,52000] mm<sup>3</sup> aralığı olarak belirlenmiştir. Girdi değişkenlerinin üyelik fonksiyonları Şekil 8’de verilmiştir.



**Şekil 8:** Girdi değişkenleri için üyelik fonksiyonları. **a.** Pulpa hacimleri için oluşturulan V1 - V11 olmak üzere 11 üyelik fonksiyonu **b.** Diş hacimleri için oluşturulan TV1 - TV12 olmak üzere 12 üyelik fonksiyonunun grafikleri.

Sistemin çıktı değişkeni olan yaş “A1, A2, ... ,A12 ” dışsel değişkenleriyle ayrıca sistem aralığı [16,75] yıl olarak belirlenmiştir. Bu değişkenlerin çalışma alanları da deney sonuçlarından elde edilen minimum ve maksimum değerlerden faydalanılarak belirli bir aralık oluşturulmuştur. Çıktı değişkeni olarak yaş için üyelik fonksiyonlarının yapısı Şekil 9’da verilmiştir.



**Şekil 9:** Çıktı değişkeni için üyelik fonksiyonları; çıktı olarak kullanılan yaş için oluşturulan 12 üyelik fonksiyonu grafiği.

Üyelik fonksiyonları oluşturulduktan sonra sistemin kural tabanı oluşturulmuştur. Kurallar ‘eğer-ise’ şeklindedir. Bir sistem için bu şekilde birçok kural yazmak mümkündür fakat bazı kurallar aynı anlama geldiğinden veya sonucu etkisi ihmal edilebilir olduğundan sadece anlamlı olanlar sisteme girilmiştir. Deneysel verilerden ve uzmanın görüşlerinden yararlanarak pulpa hacmi ve diş hacmine bağlı olarak yaş tahmini için sisteme 35 tane kural girilmiştir. Girilen bazı kurallar şu şekildedir:

“Eğer (V7) ve (TV7) ise (A10); pulpa hacmi V7, diş hacmi TV7 olarak ölçülen dişin yaşı A10 dur.”

“Eğer (V8) ve (TV6) ise (A6); pulpa hacmi V8, diş hacmi TV6 olarak ölçülen dişin yaşı A6 dır.”

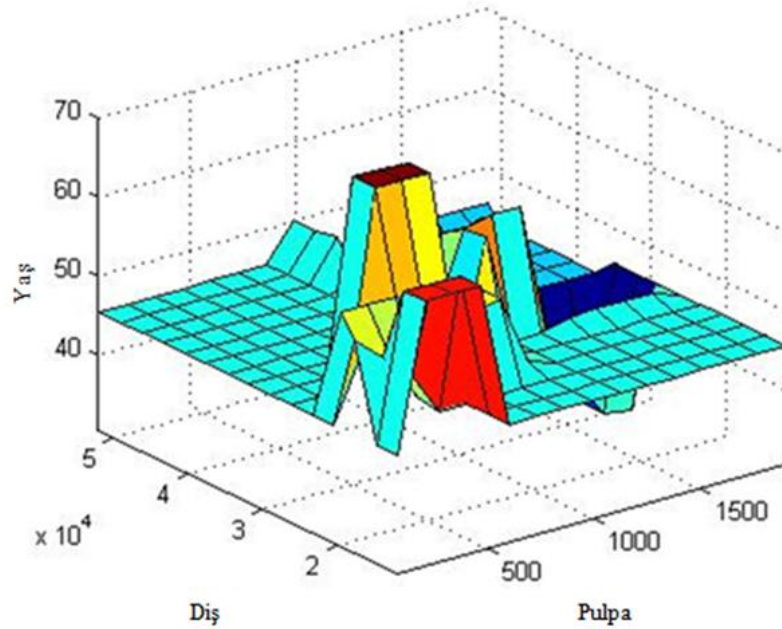
“Eğer (V6) ve (TV8) ise (A4); pulpa hacmi V6, diş hacmi TV8 olarak ölçülen dişin yaşı A4 dür.”

“Eğer (V7) ve (TV8) ise (A9); pulpa hacmi V7, diş hacmi TV8 olarak ölçülen dişin yaşı A9 dur.”

“Eğer (V1) ve (TV2) ise (A9); pulpa hacmi V1, diş hacmi TV2 olarak ölçülen dişin yaşı A10 dur.”

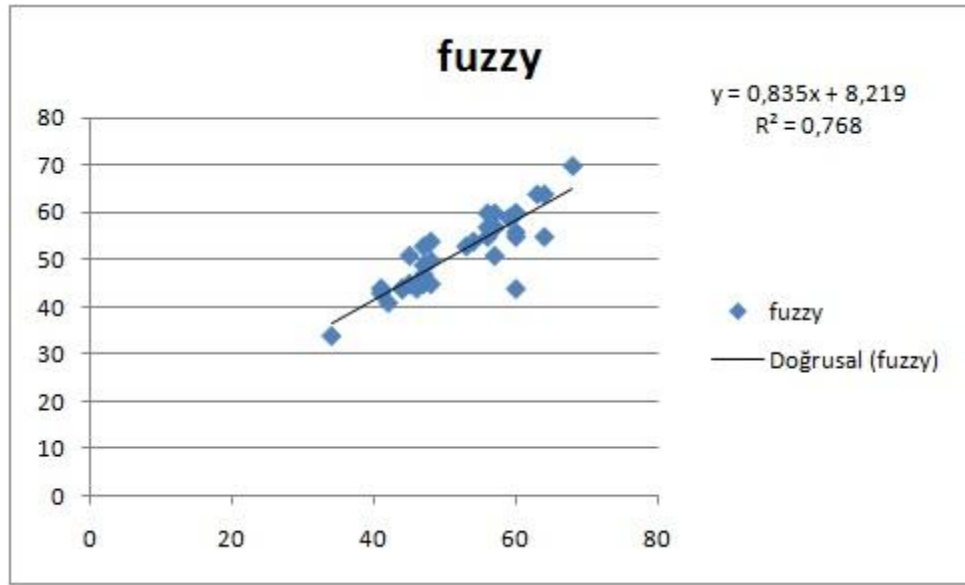
Tüm bu işlemlerden sonra bir kural tabanı ve model oluşturulmuştur.

Sistemin Mamdani metoduna uygulanması sonucunda, yaş için elde edilen 3-boyutlu yüzey Şekil 10’da verilmiştir.



**Şekil 10:** Oluşturulan model sonucu pulpa ve diş hacmine bağlı olarak yaş için elde edilen 3-boyutlu yüzey.

Tüm bu işlemler MATLAB yazılımında *Fuzzy Toolbox* yardımıyla düzenlendi. Bu çalışmada bulanık mantık metoduyla, yaş tahmin etmek için pulpa hacmi ve diş hacmi kullanılarak modelleme yapıldı. Kurulan modelde gerçek yaş değerleri ile kurulan model sonucu elde edilen yaş değerleri arasındaki yaş farkı ortalaması  $0,25 \pm 3,92$  ve model sonucu elde edilen değerler ve gerçek değerler arasındaki ilişki regresyon analizi ile karşılaştırılmış ve  $R^2$  katsayısı 0,768 olarak bulunmuştur (Şekil 11).



**Şekil 11:** Kronolojik yaş değerleri ile model sonucu tahmin edilen yaş değerleri arasındaki ilişkiyi açıklayan regresyon denklemi.

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Adli tıpta yaş tayini, kimliklendirmede kıymetli bir delil olan rapor verme açısından önemini korumaktadır (7). Günümüzde çok yönlü sürdürülen çalışmalar, yaş tayini için en uygun yöntemin araştırılması üzerine yoğunlaşmıştır. Adli tıp uygulamalarında canlılarda yaş tayini için boy, ağırlık, sekonder cinsiyet karakterlerinin gelişimi, cilt ve göz değişiklikleri, kıl gelişimi, ruhsal gelişim, diş ve kemik gelişimi gibi farklı fiziksel gelişim ve yaşlanma bulguları kullanılmaktadır. (8). Türkiye’de kemik gelişimi dikkate alınarak yaş tespiti yaygın kullanılan bir işlemdir. Ancak bu konuda yapılan tezler ve literatür taramasında kronolojik yaş ile kemik yaşı uyumluluğunda kesinlik ifade eden bir yöntem yoktur (2). Bu çalışmada da dişlerde yaşa bağlı görülen fizyolojik değişikliklerden yararlanılarak yaş tahmini yapıldı.

Dentisyondan yaş tahminini etkileyen faktörler; diş germelerinin görünümü, diş mineralizasyonun görünümü, sürmemiş dişlerin durumu, neonatal çizgi ve mine formasyonunun derecesi, klinik erupsiyon, sürmüş dişlerin kök gelişiminin derecesi, süt dişlerindeki resorpsiyonun derecesi, kron atrizyonu, fizyolojik sekonder dentin formasyonu, sement formasyonu, kök dentininin transparanlığı, dişeti çekilmesi, kök yüzeyi resorpsiyonu, dişlerdeki renk bozulması ve boyanma, dişin kimyasal kompozisyonundaki değişiklikler olmak üzere gruplandırılmıştır (5,48). Dişlerden yaş tahmini için geçmişten günümüze birçok çalışma yapılmış (36,42,68,69) ve kullanılan yöntemler klinik, radyografik, histolojik ve fiziksel-kimyasal olarak 4 grupta sınıflandırılmıştır (5). Radyografik yöntemde dişin bütünlüğüne zarar verilmemesi ve dişin çekimine gerek duyulmaması nedeniyle, yaşayanlarda da inceleme imkânı sunabilmektedir. Bu çalışmada periapikal radyograflar ve KIBT ile, dişlerde yaşla birlikte oluşan fizyolojik sekonder dentin formasyonu ve ona bağlı oluşan pulpa hacminin azalması incelenerek, radyografik metotla dişlerden yaş tahmini yapıldı.

Gustafson (42) yayınladığı çalışmasında, dişlerde yaşa bağlı değişen atrizyon, sekonder dentin depozisyonu, periodontal durum, kök transparanlığı, sement aposizyonu, kök rezorpsiyonu olmak üzere 6 parametreyi değerlendirerek yaş

tahmininde bulunmuştur. Bu teknik birçok çalışma ile modifiye edilerek geliştirilmiş ve günümüze kadar kullanılmıştır. Gustafson çalışmasında gerçek yaş ile hesaplanan yaş arasında farkı  $\pm 3,63$  yaş olarak bildirilmiştir. Singh ve ark (39), periodontal durum hariç diğer 5 parametreyi kullanarak yaş tespiti çalışması yapmışlar ve  $\pm 2,64$  yaş farkı bildirmişlerdir. Atsü ve ark. (84) tarafından Türk popülasyonunda yapılan bir çalışmada yalnız kök şeffaflığı uzunluk ile alan ölçümleri ve bunların total kök uzunluğu ve alanına oranları kullanılarak analiz yapılmış ve kök şeffaflığı ve yaş arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Atsü ve ark.'nın yaptıkları bu çalışmada kök şeffaflığı değerlendirilirken dişlerden kesit alınmaması ve dişin bütünlüğünün bozulmaması önemlidir. Regresyon formülleri kullanılarak yapılan bu çalışmada yaş hata aralığı  $\pm 4,9-5,5$  olarak bulunmuştur.

Gustafson'un yaş tahmin metodunda değerlendirmenin yapılabilmesi için dişlerden kesitler alınması gerekmektedir ve bu işlem canlı bireylerde yapılamamaktadır. Bizim çalışmamızda ise Gustafson metodundan farklı olarak, vital dişler için de kullanılacak bir yöntem olarak radyografik yöntemin Türk popülasyonuna uygunluğu değerlendirildi ve bireyin dişlerinden yaş tahmini için bir model oluşturuldu.

Çocuklarda ve gençlerde, 14 yaşının altında, süt ve daimi dişlerin sürme ve gelişimleri yaş tahmininde yardımcı olur. 14-20 yaş arasında sadece üçüncü molar dişlerin kök gelişimi devam ettiğinden, dişlerin sürme ve gelişimine göre yaş tahmini için sadece bu dişler değerlendirilebilir. Erişkinlerde yaş belirlemesi için dişlerdeki yaşla birlikte görülen yapısal değişiklikler değerlendirilir (39). Çalışmamızda 34-68 (ort=51,48 $\pm$ 8,06) yaşları arasında 9 kadın, 11 erkek hastadan çekilmiş dişler kullanıldı. Aynı dişlerden periapikal radyograf ve KIBT görüntüleri alındı. Etik kurallar dikkate alınarak, çekilmiş dişler üzerinde çalışıldı ve bireylerden çalışma amacıyla gereksiz görüntüleme yapılmasının önüne geçildi. Literatürde Türk erişkin toplumunda yapılmış, dişten yaş tahmini çalışması, az sayıda bulunmaktadır ve çalışmamız erişkin hastaların daimi dişleri kullanılarak yapıldığından bu konudaki literatür bilgisine katkı sağlayacaktır. İlerleyen çalışmalarda çocuklarda ortodontik nedenle çekilmiş daimi dişler üzerinde de benzer çalışmaların yürütülmesi düşünülebilir.

Someda ve ark.'nın (45) yaptıkları çalışmada olduğu gibi bizim çalışmamızda da periodontal hastalık nedeniyle çekilmiş dişler kullanıldı. Tersiyer dentin formasyonuna ve pulpa odasının patolojik olarak daralmasına sebep olacak çürük, restorasyon bulunan, travmaya uğramış, kırık bulunan, florozis, amelogenezis imperfekta gibi gelişimsel defekti olan dişler çalışma dışı tutuldu. Lantelme ve ark. (85) periodontitis ve sekonder dentin ilişkisi ile ilgili olarak, pulpa odasının periodontitisli dişlerde daha dar olduğunu bulmuşlar ve periodontitisin sekonder dentin oluşumunu artırdığını bildirmişlerdir. Solheim ve ark.'nın yaptıkları çalışmalarda ise bu ilişki saptanmamıştır (34,86). Bu nedenle ilerleyen çalışmalarda herhangi bir sebepten yüksek çözünürlükte KIBT'leri alınmış peridontal hastalıkları olmayan dişlerin görüntüleri kullanılarak hacim ölçümleri yapılarak yaş tahmin edilmesini sağlayacak modeller oluşturulabilir ve periodontal hastalıklı dişlerle karşılaştırılabilir.

Pulpa kalsifikasyonlarının etiyojisi tam olarak bilinmemekle birlikte arterioskleroz, akromegali, osteitis deformans gibi sistemik durumlarla ilişkili olarak daha fazla görülebilir (87). Ayrıca, böbrek hastalığı olan bireylerde pulpa boyutu radyografik olarak incelenmiştir. Pulpa odasında daralmanın yüksek dozda kortikosteroid tedavisi alan renal transplantasyon hastalarında daha fazla olduğu, kortikosteroidin pulpa odasında daralmaya yol açtığı bildirilmiş ve kronik böbrek hastalığı ile pulpal daralma arasında ilişki olduğu gösterilmiştir (88,89). Bu nedenle çalışmamızda, Patnana ve ark. (90) ile Erbudak ve ark. (3) çalışmalarında olduğu gibi dahil edilen hastaların herhangi gelişimsel bir hastalığının olmamasına, sistemik veya metabolik bir kemik hastalığının olmamasına, arterioskleroz, akromegali, kronik böbrek yetmezliği, böbrek taşı, safra taşı, gut hastalığı bulunmamasına, kortikosteroid tedavi hikayesi olmamasına, travma hikayesi, ortodontik tedavi hikayesi ve diş sıkma-gıcırdatma gibi parafonksiyon olmamasına dikkat edildi.

Literatürde radyografik yöntem kullanılarak yapılmış dişlerden yaş tahmini çalışmalarının büyük bir kısmında (36,57,61) tek köklü dişler kullanılmıştır ve benzer olarak biz de çalışmamızda tek köklü dişlerden paralel teknikle alınan periapikal grafiler kullandı. Görüntülerin distorsiyona uğramaması, köklerin birbiri üzerine süperpozisyonu olmadan rahatlıkla ölçüm yapılabilmesi ve ölçümlerin



gerçek değerlerinde elde edebilmesi amacıyla literatürdeki diğer çalışmalarda olduğu gibi tek köklü dişler paralel teknik kullanılarak görüntüledi. Üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinin kullanımının artmasıyla çok köklü dişler kullanılarak yapılan çalışmaların önü açılmıştır. Çalışmamızda dişler çekimden itibaren çalışmanın sonuna kadar fikse etmek ve dişlerin dehidrate olmasını engellemek amacıyla Türk Patoloji Dernekleri Federasyonu'nun ([www.turkpath.org.tr](http://www.turkpath.org.tr)) önerdiği şekilde %10 formalinde oda sıcaklığında saklandı. Ayrıca görüntüde bozulmalara neden olmasını ve hacim verilerini etkilemesini engellemek amacıyla dişin üstündeki diş taşı gibi eklentiler uzaklaştırıldı.

Caldas ve ark. (83) yaptıkları çalışmada periapikal radyograflarda yumuşak dokuyu taklit eden yöntemleri değerlendirilmiş ve yumuşak doku takliti için mum, akrilik rezin, polimetilmetakrilat ve tahta blokların kullanımını değerlendirmişlerdir. 2 mm polimetilmetakrilat ve 20 mm su kalınlığının hastanın yumuşak dokularını taklit ettiğini ve istatistiksel olarak fark olmadığını bildirmişlerdir (91). Bizim çalışmamızda da silikon bloklara sabitlenmiş dişler, içi su dolu duvar kalınlığı 1 mm çapında polimetilmetakrilat kabın içine koyularak görüntüleri alındı.

Kvaal ve ark. ile Erbudak ve ark. çalışmalarında (3,36) konvansiyonel radyografik yöntemle elde ettikleri radyografları, tarayıp dijitalize etmişlerdir. Ancak bizim çalışmamızda tarama işlemi sırasında oluşabilecek veri kayıplarını engellemek amacıyla periapikal grafiler Cameriere ve ark. çalışmalarına benzer olarak (64,92) dijital olarak alındı. Ayrıca Maret ve ark. (74) yaptıkları karşılaştırma çalışmasında ulaştıkları sonuçla benzer olarak KIBT görüntüleri kullanmamız, mikro BT'ye oranla daha düşük dozda radyasyonla ve daha az maliyetle veri elde edebilmemizi sağladı.

Tıpta 3 boyutlu görüntülerden segmentasyon yapabilmek amacıyla birçok çalışmada 3D DOCTOR programı kullanılmıştır (93,94). Diş hekimliğinde ise Kamburoğlu ve ark. dental implant hastalarında mandibulada lingual konkaviteyi KIBT ile değerlendirdikleri çalışmalarında (95), ölçümler için, bizim de çalışmamızda kullandığımız 3D DOCTOR programını kullanmışlardır.

Kvaal ve ark. Oslo Üniversitesi'nde yaptıkları çalışmada, sekonder dentin depozisyonu nedeniyle pulpa kavitesinin daraldığını ve bu daralmanın ölçümlerinden

yaşa ulaşılabilirliğini bildirmişlerdir (36). Kolltveit ve ark. yine Oslo Üniversitesi'nde 1998 de yaptıkları bir çalışmada, periapikal radyografilerden yaptıkları manuel ve bilgisayar destekli ölçümleri karşılaştırmışlardır. Manuel ölçümlerin bilgisayar destekli ölçümlerden kronolojik yaş ile daha iyi korelasyon gösterdiği sonucuna varmışlardır (96). Kvaal ve ark. (36) yaptığı çalışmada, tahmin edilen yaş ile kronolojik yaş arasındaki korelasyonu ilerleyen yaş gruplarında daha yüksek bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda da 46-55 yaş arasındaki hasta grubunda daha yüksek korelasyon bulunmakla birlikte, daha güvenilir sonuçlar için daha fazla veri kullanılarak yapılacak çalışmaların gerekliliğini düşünmekteyiz.

Kvaal'ın yaş tahmin metodu birçok araştırmacı tarafından kullanılmış ve modifiye edilmiştir. Paewinsky ve ark. (60) Kvaalın metodunu dijital panoramik grafilerde uygulamış, daha iyi regresyon katsayısı elde etmişler ve standart diş yaşı sapmasını  $\pm 6,61-10,01$  olarak bildirmişlerdir. Bosmans ve ark. Belçikalı bir toplumda 19-75 yaşları arasındaki hastalardan alınan 197 panoramik grafi ile yaptıkları bir çalışmada Kvaal'ın perapikal grafiler üzerinden oluşturduğu regresyon formülünü kullanmışlar ve 6 grup dişte hesaplanan yaşlarda standart diş yaşı sapması  $\pm 8,6-11,5$  olarak bulmuşlardır (57). Bizim çalışmamızda yaş farkı  $2,66 \pm 15,47$  olarak bulundu.

Bosmans ve Kvaal'ın çalışmalarında her 6 diş grubunda da tahmin edilen yaş ile gerçek yaş arasında anlamlı farklılıklar mevcutken; Sharma ve Srivastava'nın çalışmasında her 6 grupta da anlamlı fark görülmemiştir (97). Bizim çalışmamızda Kvaal'ın regresyon formüllerinde en yüksek katsayısı ( $R^2=0,76$ , 8,6 yıl) bulunduğu tüm diş grupları için uygulanan formül kullanıldı.

Patil ve ark.'nın yayınladıkları bir çalışmada Hindistan popülasyonu için modifiye Kvaal formülü elde edilmiş ve iki formül kıyaslanmıştır. Çalışma üst santral kesici dişler kullanılarak yapılmıştır ve Kvaal'ın formülü kullanılarak yapılan hesaplama da standart sapma Hindistan popülasyonunda  $\pm 12,3$  bulunurken (Norveç popülasyonunda  $\pm 9,5$ ) modifiye Kvaal formülünde  $\pm 6,5$  bulunmuştur. Etnik farklılıkların sekonder dentin depozisyonunda farklılıklara neden olduğu sonucuna varılmıştır (44). Karkhanis ve ark.'nın batı Avustralya popülasyonunda panoramik grafilerden yaptıkları çalışmada  $\pm 7,8$  ile  $12,6$  standart yaş sapması vardı ve bu

rakamlar Kvaal ve Bosmans'ın bulgularıyla benzerdi (46,57). Erbudak ve ark.'nın 2012 yılında yayınlanan, Türk popülasyonunda yaptıkları çalışmada, 123 panoramik grafide Kvaal'ın belirlediği 6 diş grubunda ölçümler yapılmış ve standart yaş sapması 12 yıldan fazla bulunmuştur. Bu çalışma Kvaal metodunun ve Paewinsky ve ark.'nın modifiye ettikleri (60) halinin Türk popülasyonuna uyumlu olmadığı sonucuna varılmıştır (3). Bizim çalışmamızda da Erbudak ve ark.'na benzer olarak Kvaal formüllerinin Türk popülasyonuna uyumlu olmadığı sonucuna varıldı. Kvaal'ın modelinde belirttiği bölgelerden ölçümler sonucu elde ettiğimiz verilerle yaş ile anlamlı korelasyonu olan değişkenlerle uygun model oluşturulduğunda;  $R^2$  değeri 0,43'ye yükselmekle birlikte yine de düşüktür. Bu nedenle Kvaal'ın ölçüm yaptığı bölgelerin de Türk popülasyonu ile uyumlu olmadığı sonucuna varıldı.

Vandevoort ve ark. 2004 yılında mikrofokus BT kullanarak çekilmiş dişlerden yaş tahmini yaptıkları pilot çalışma yayınlamışlardır. Bu çalışmada mikro BT ile elde edilen 3 boyutlu görüntülerden özel bir yazılımla diş ve pulpa segmentasyonu yapılmıştır. Pulpa - diş hacmi oranı voksel içeriğine göre hesaplanmış ve yaşla korele edilmiş ve  $R^2=0,31$  olarak bulunmuştur (70). Yang ve ark. 2006 yılında, KIBT görüntülerini kullanarak pulpa - diş hacim oranı değerlendirilmesini amaçlamışlar ve bunun mikro BT ye oranla daha az radyasyon kullanarak yapılması için KIBT kullanmışlar ve  $R^2= 0,29$  ve tahmini yaş ile kronolojik yaş arasındaki sapma  $\pm 8,3$  yıl olarak bulunmuştur (71, Hashimoto 2003). Aboshi ve ark. BT görüntülerinde pulpa - diş hacim oranları dişin kron, kökün kronal üçlüsü, orta üçlüsü ve apikal üçlüsü olmak üzere 4 ayrı bölümde ölçülmüş. Elde edilen verilere göre yaşla en yüksek korelasyonu kökün kronal üçlüsündeki pulpa/diş oranları (alt birinci premolarlar için  $R^2 =0,79$ , üst premolarlar için  $R^2 =0,81$ ) sonucuna varılmıştır (72).

Someda ve ark. 2009 yılında yayınladıkları çalışmada mikro BT kullanılarak alt kesici dişlerin pulpa, dentin, mine hacimlerini hesaplamış ve bu ölçümlerden yaş tahmini yapılması amaçlamışlardır. Sonuçlara göre en yüksek korelasyon mine hariç tüm diş hacminin pulpaya oranıyla elde edilmiş ve  $R^2$  değerleri kadınlarda 0,78, erkeklerde 0,66 bulunmuştur. Bu verilerle kadınların erkeklere oranla daha yüksek doğruluk oranı olduğu sonucuna varılmış ve iki cinsiyet için farklı formüller

oluşturulması önerilmiştir (45). Star ve ark. (73) her iki cinsiyet arasındaki farkın istatistiksel anlamlı olmadığı sonucuna varmış ve bu sonuç Someda ve ark.'nın (45) sonuçlarıyla örtüşmemiştir. Bizim çalışmamızda da cinsiyetler arası fark gözlenmemiştir.

Zhi-pu Ge ve ark. 2015 yılında yayınlanan çalışmalarında (75), 12-69 yaş grubu arasındaki Çin popülasyonunda çekilmiş KIBT görüntülerinde alt ve üst birinci molar dişlerden yarı otomatik segmentasyon yaparak pulpa hacimlerini ölçmüşler ve bu ölçümlerden yaş tahmin modeli elde etmeyi amaçlamışlar. Ayrıca 10 adet çekilmiş molar diş üzerinde Mikro BT ve KIBT de ölçülen hacim değerlerini karşılaştırmışlar ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark (%2,3) olduğunu raporlamışlardır. Sadece pulpa hacmiyle yaptıkları çalışmada, diğer çalışmaların aksine lineer bir model olmadığını ve logaritmik bir model olduğu, dişin pozisyonuna ve cinsiyete göre farklılık gösterebildiği sonucuna varmışlardır (ZHİ-PU GE 2015)

Bizim çalışmamızda literatürdeki diğer üç boyutlu ölçümler yapan çalışmalardan farklı olarak bulanık mantık metoduyla bir modelleme yapılmış ve bulanık mantık lineer olmayan modellerde uygulanabilirliği adına önemli olmuştur ve bu uygulamalarla ilgili literatürde birçok yayın bulunmaktadır (81). Diş hekimliğinde ortodontide Akçam ve Takada (82) headgear uygulamasının gerekli olduğu düşünülen 85 Japon hastada, hafif, orta ve yüksek şiddetli headgearların seçimi için bulanık mantık modeli kullanmışlardır. Bizim çalışmamızda da bulanık mantık ile ilgili temel kavramlar verilip pulpa hacmi ve diş hacmine bağlı olarak, yaş tahmini bulanık mantık metodu ile modellendi. Lineer regresyon modellemesi yerine bulanık mantığın kullanılması süreksiz verilerin sürekli hale getirilmesi sağlanarak daha yakın tahminler elde edilmesine olanak sağladı. Diş grupları ayrımı yapılmadan regresyon katsayısı ( $R^2$ ) = 0,76 ve yaş farkının ortalaması  $0,25 \pm 3,92$  olarak bulunmuş ve regresyon katsayısını ve standart yaş sapmasını artırmak için daha geniş çalışma gruplarıyla ve çok köklü dişler içinde kullanılabilecek yeni modeller oluşturulabileceği sonucuna varılmıştır. İlerleyen çalışmalarda yüksek çözünürlükte KIBT görüntüleri alınmış ağızdaki dişlerde de oluşturulan model test edilip,

regresyon analizi yapılabilir. Gerekli olması durumunda yaş gruplarına uygun modeller oluşturulabilir.

Ölçümler sonucunda bazı diş yapılarındaki benzerlik, yaş tahmin etmede bulanık kurallarını oluştururken etkili olmuştur. Bazı diş yapılarındaki benzerlikten dolayı farklı yaştaki hastalardan alınan ölçümlerde pulpa hacimleri ve diş hacimleri birbirine yakın olmasına rağmen hastaların yaşları arasında yaklaşık 6 yaş fark bulunmaktadır. Bulanık mantık bu tip durumlarda yaşı tahmin etmede oluşturduğumuz kurallar sonucunda karar vermektedir. Örneğin; pulpa hacmi 778,690, diş hacmi 20494,558 ve yaşı 48 olan hastanın, pulpa hacmi 772,328, diş hacmi 21725,411 ve yaşı 54 olan hastanın girdi olarak belirlediğimiz pulpa ve diş hacmi değerleri birbirine yakın olduğundan aynı üyelik fonksiyonları içinde değer almakta buna karşın çıktı olarak belirlediğimiz yaş sonuçları farklı üyelik fonksiyonları içinde değer almakta bu ise oluşturulan kurallarda fonksiyon görüntüsünün benzer değerlerde farklı sonuç almasından kaynaklanan fuzzy sisteminde karışıklığa sebep vermektedir. Bunu önlemek için buna benzer olan 4 verimizde kurallar sadece bir görüntü olacak şekilde oluşturulmuş böylelikle bu problem ortadan kaldırılmıştır. Bu problemi gidermenin başka bir yolu olarak ileriki çalışmalarda diş grubu başka bir girdi değişkeni alınarak, farklı bir bulanık model oluşturulup daha iyi sonuçlar elde edilebilir.

Bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlar özetlenecek olursa:

- Kullandığımız yöntemin radyografik metot olması nedeniyle yaşayan bireylerin yaş tahmininde de kullanılabilmesi açısından avantajlıdır.
- KIBT kullanımıyla düşük radyasyon dozuyla görüntüler elde edilmiş ve dişin çekimine gerek kalmaksızın yaş tahmini yapılabilecek modellemeler oluşturulmuştur. Ayrıca üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinin kullanımının artmasıyla çok köklü dişler kullanılarak yapılan yaş tahmin çalışmalarının da önü açılmıştır.
- Literatürde Türk erişkin toplumunda yapılmış, diştten yaş tahmini çalışması, az sayıda bulunmaktadır ve çalışmamız erişkin hastaların daimi dişleri kullanılarak yapıldığından bu konudaki literatür bilgisine katkı sağlayacaktır.

İlerleyen çalışmalarda çocuklarda ortodontik nedenle çekilmiş daimi dişler üzerinde de hacim ölçümüyle yaş tahmin çalışmalarının yürütülmesi faydalı olacaktır.

- Bu çalışmada erişkin Türk popülasyonunda, gerçek yaş ve Kvaal'ın formülünü kullanarak periapikal görüntülerden elde ettiğimiz tahmini yaş arasındaki regresyon katsayılarının düşük olması nedeniyle Kvaal formülünün ve yapılan ölçümlerden yeni regresyon modelini kullanarak oluşturduğumuz formülün erişkin Türk popülasyonuna uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

- KIBT görüntülerinden elde edilen verilerle modern optimizasyon tekniği kullanılarak Türk popülasyonu için model elde edilmiş ve elde edilen modelde regresyon katsayısı ( $R^2$ ) = 0,76 olarak bulunmuştur. Türk popülasyonu için elde edilen bu model ile tahmini yaş ve kronolojik yaş arasındaki standart sapmanın az olması kimliklendirmede daha net veriler elde edilmesini sağlamaktadır.

- Yaş tahmini ve kronolojik yaş arasındaki sapmayı azaltmak amacıyla diş grupları için keser, kanin ve premolar olarak farklı modellemeler oluşturulabilir. Bunun için daha geniş bir çalışma grubuna ihtiyaç duyulmaktadır.

## ÖZET

### **İnsan Daimi Dişlerinin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi ve Periapikal Radyografi Görüntülerinde Pulpa Boyutu ve Hacminin Değerlendirilmesiyle Yaş Tahmini Yapılması**

Bu çalışmanın amacı Kvaal yönteminin erişkin Türk popülasyonuna uygunluğunu değerlendirmek ve konik ışınli bilgisayarlı tomografi (KIBT) görüntülerinden ölçülen pulpa-diş hacim verileri ile bulanık mantık yöntemiyle, Türk popülasyonunu yansıtan yeni bir model geliştirmektir.

Bu çalışma çekilmiş 40 adet tek köklü diş ile eks vivo olarak gerçekleştirilmiştir. Gelişimsel veya sistemik hastalığı olan hastalar ve çürük, kırık, florozisli dişler çalışmaya dahil edilmemiştir. Dişlerden dijital periapikal radyograf alınarak Kvaal yöntemine göre ölçümler yapılmıştır. Çekilmiş dişlerin KIBT görüntüleri, segmentasyon için 3D DOCTOR programına aktarılarak pulpa hacmi ve diş hacmi ölçülmüştür. Elde edilen hacim verileri kullanılarak bulanık mantık metoduyla, yaş tahmini için modelleme yapılmıştır.

Çalışmamıza dahil edilen 34-68 yaş aralığında olan 20 hastanın (9 kadın, 11 erkek) ortalama yaşı  $51,48 \pm 8,06$  'dir. Kvaal formülü uygulanarak hesaplanan yaş ile gerçek yaş arasındaki fark  $2,66 \pm 15,47$ 'dir. Kvaal formülünün verilerimizde açıklayıcılık katsayısı 0,17 olarak düşük bulunmuştur. Bizim verilerimizle oluşturduğumuz regresyon formülüyle açıklayıcılık katsayısı 0,43'e yükselmiştir. KIBT görüntülerinden hacim ölçümü verileri kullanılarak, bulanık mantıkla kurulan modelde gerçek yaş değerleri ile tahmini yaş değerleri arasındaki yaş farkı ortalaması  $0,25 \pm 3,92$ 'dir. Tahmini yaş ve gerçek yaş arasındaki ilişki regresyon analizi ile karşılaştırılmış ve açıklayıcılık katsayısı 0,76 olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada gerçek yaş ve elde ettiğimiz tahmini yaş arasındaki regresyon katsayılarının düşük olması nedeniyle Kvaal formülünün ve yapılan ölçümlerden yeni regresyon modelini kullanarak oluşturduğumuz formülün erişkin Türk popülasyonuna uygun olmadığı düşünüldü. KIBT görüntülerinden elde edilen verilerle modern optimizasyon tekniği kullanılarak Türk popülasyonu için elde edilen bu model ile tahmini yaş ve gerçek yaş arasındaki standart sapmanın az olması kimliklendirmede daha net veriler elde edilmesini sağlamıştır.

□ **Anahtar Sözcükler:** Bulanık Mantık, Dişlerden Yaş Tahmini, KIBT, Kvaal Formülü, Periapikal radyografi.

## SUMMARY

### **Age Estimation from Human Permanent Teeth Using Pulp Size and Volume Measurements on Periapical and Cone Beam Computed Tomography Images**

The aim of this study was to evaluate the reliability of Kvaal's method in a Turkish adult population, and to develop a new model that was reflecting the Turkish population by fuzzy logic method using tooth-pulp volumes that was measured on cone beam computed tomography (CBCT) images.

This ex vivo study was conducted on the 40 extracted human single rooted teeth. Patients with developmental or systemic diseases and the teeth with caries, fracture and fluorosis were excluded. Digital periapical radiographs of the teeth were taken and measurements were performed according to Kvaal's method. The CBCT images of extracted teeth were transferred to 3D DOCTOR analyze program for segmentation and pulp and tooth volume calculated. A modelling was performed by fuzzy logic method by using calculated volume data for age estimation.

The mean age of 20 patients (9 female, 11 male) with ages ranging from 34 to 68 years who were included to our study was  $51,48 \pm 8,06$ . The difference of the real age and estimated age by applying Kvaal formula was  $2,66 \pm 15,47$ . The determination coefficient of the Kvaal Formula in our data was found low as 0,17. A regression model was created according to our measurements and the determination coefficient were found as 0,43. The mean of age difference between real age and estimated age that was established with fuzzy logic method by using volume data from CBCT images was  $0,25 \pm 3,92$ . The relationship between real age and estimated age was compared with regression analysis and determination coefficient was found 0,76.

In this study, it was considered that Kvaal formula and the formula which was created from measurements by using the new regression model were not reliable in Turkish adult population, due to the low regression coefficient between real age and estimated age. A new model was created for the Turkish population by using modern optimization techniques with data gained from the CBCT images. It was provided to obtain more accurate data in identification due to less standart errors between real age and estimated age.

**Key Words:** CBCT, Dental Age Estimation, Fuzzy Logic, Kvaal Formula, Periapical Radiography.



## KAYNAKLAR

1. Yılmaz Ö. Adli Tıp Kurumu'nda yaş tayininde kullanılan yöntemin verimlilik açısından değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi, İstanbul, 2006.
2. Demirkıran DS, Çelikel A, Zeren C, Arslan MM. Yaş tespitinde kullanılan yöntemler. Dicle Tıp Dergisi 2014; 41(1):238-43.
3. Erbudak HÖ, Ozbek M, Uysal S, Karabulut E. Application of Kvaal et al.'s age estimation method to panoramic radiographs from Turkish individuals. Forensic Sci Int 2012;219(1-3):141-6.
4. Avon SL. Forensic odontology: the roles and responsibilities of the dentist. J Can Dent Assoc 2004 Jul-Aug;70(7):453-8.
5. Shamim T, Ipe Varghese V, Shameena PM, Sudha S. Ageestimation: a dental approach. J Punjab Acad Forensic Med Toxicol 2006;6:14-6.
6. Isır AB. Adli hekimlikte yaş tayini. İçinde: Birinci Basamakta Adli Tıp. Ed: Koç S, Can M. 2.baskı, İstanbul: Golden Print, 2011: s.222-35. ISBN: 978-605-5867-33-1
7. Koç S, Biçer Ü. Adli tıbbın tarihsel gelişimi, Türkiye'deki yapılanması ve sorunları. . İçinde: Birinci Basamakta Adli Tıp. Ed: Koç S, Can M. 2.baskı, İstanbul: Golden Print, 2011: s.1-9. ISBN: 978-605-5867-33-1
8. Isır AB. Adli Hekimlikte Yaş Tayini. Klinik Gelişim 2009, 22:114-21.
9. Harorlu A. Adli Diş Hekimliği. Erzurum; Eser Ofset, 2006;12-68.
10. Rai B, Kaur J. Evidence-Based Forensic Dentistry. Springer 2013.ISBN: 978-3-642-28993-4.
11. Afsin H, Karadayı B, Büyük Y. Role of forensic dentistry in forensic sciences - chapter 1: identification of mass fatality victims and dental age estimation in forensic cases. J For Med 2014;28(3):275-86.
12. Görmez Ö, Yılmaz HH. Kimliklendirmede dental değerlendirmenin önemi. S.D.Ü. Tıp Fak Derg 2014; 21(1):29-34.
13. da Silva RH, Sales-Peres A, de Oliveira RN, de Oliveira FT, Sales-Peres SH. Use of DNA technology in forensic dentistry. J Appl Oral Sci. 2007 Jun;15(3):156-61.
14. Celik M, Beyaztas FY, Butun C. The Importance Of Virtopsy In The Forensic Autopsy. J For Med 2012;26(2): 124-133.
15. Canturk N, Aka SP, Dagalp R, Uzun C, Canturk G,Fitoz S. Age estimation from primary teeth through virtual dental identification, Aust J Forensic Sci 2014. doi:10.1080/00450618.2014.960450.
16. Schmeling A, Olze A, Reisinger W, König M, Geserick G. Statistical analysis and verification of forensic age estimation of living persons in the Institute of Legal Medicine of the Berlin University Hospital Charité. Leg Med (Tokyo). 2003 Mar;5(1): 367-71.
17. Martrille L, Ubelaker DH, Cattaneo C, Seguret F, Trenblay M, Baccino E. Comparison of four skeletal methods for the estimation of age at death on white and black adults. J Forensic Sci 2007;53: 302-7.
18. Erverdi N. Diş yaşı,kemik yaşı ve kronolojik yaş arası ilişkinin araştırılması. Türk Ortodonti Dergisi 1988; 1(1): 30-41.
19. Ülgen M. Ortodonti Anomaliler, Sefalometri, Etioloji, Büyüme ve Gelişim, Tanı. İstanbul; Yeditepe Üniversitesi Yayınları, 2000: s.368-374.

20. Akyıldız EÜ, Akı H, Çelik S. Adli otopsilerde kemik iliğinde yaşa bağlı sellülarite değişikliği. Adli Tıp Bülteni 2003;8: 75-77.
21. Yiğit MD, Kurdoğlu S. Kronolojik yaş, diş yaşı ve kemik yaşı arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi. İ.Ü.Dişhekimliği Fak Der 1990; 24(1): 21-9.
22. Yaşar F, Afşin H, Hancı İH. Adli diş hekimliği. TBB Dergisi, 2004;54: 351-4
23. Hill IR, Keiser-Nielsen S, Vermynen Y, Free E, de Valck E, Tormans E. Forensic Odontology - Its Scope and History. The Old Swan Bicester,1984: 252-72.
24. Afşin H, Kulusayın Ö. Adli Diş Hekimliği ve Kimliklendirme. Adli Tıp Ders Kitabı.Cerrahpaşa Tıp Fakültesi yayınları, İstanbul, 2011: 491-549.
25. Tuğ A, Hancı İH. Felaket kurbanlarının kimliklendirilmesi çalışmalarında diş hekimlerinin ve diş incelemelerinin önemi. Hacettepe Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi 2006;30(4): 77-82.
26. Özbek E, Gedikli S, Demirci T. Dişin embriyolojik gelişimini düzenleyen sinyal molekülleri. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2012; 22(2): 217-23.
27. Barlak P, Seymen F. Diş gelişimine moleküler, genetik ve histolojik yaklaşım. İstanbul Üni Diş Hek Fak Derg 2013; 47(2): 64-72.
28. Alaçam T, Uzel İ, Alaçam A, Aydın M. Endodonti. Ankara: Barış Yayınları, 2000: 17-45.
29. Chatterjee S. Comparative analysis of sclerotic dentinal changes in attrited and carious teeth around pulp chamber for age determination. J Forensic Leg Med. 2011 May;18(4):177-9.
30. Aslan Y, Anıl N. Diş Anatomisi Fizyolojisi ve Okluzyona Giriş. Ankara: Sim Matbaacılık Ltd.Şti, 1998.
31. Yavuzylmaz, H. Diş Morfolojisi- Fizyolojisi ve Oklüzyon. Ankara: T.H.K. Basımevi, 2001:s. 57-171.
32. Kunin AA, Evdokimova AY, Moiseeva NS. Age-related differences of tooth enamel morphochemistry in health and dental caries. EPMA J. 2015 Jan 29;6(1):3.
33. Nitzan DW, Michaeli Y, Weinreb M, Azaz B. The effect of aging on tooth morphology: a study on impacted teeth. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, 1986; 61(1), 54-60.
34. Solheim T. Amount of secondary dentin as an indicator of age. Scandinavian Journal of Dental Research, 1992;100(4):193-9.
35. Philippas GG, Applebaum E. Age factor in secondary dentin formation, J Dent Res 1966; 45: 778-789.
36. Kvaal SI, Kolltveit KM, Thomsen IO, Solheim T. Age estimation of adults from dental radiographs. Forensic Sci Int 1995; 74(3): 175-85.
37. Shay K. Infectious complications of dental and periodontal diseases in the elderly population. Clin Infect Dis 2002;34(9): 1215-23.
38. Özkan G, Kanlı A. Ağız ortamında yaşlanma ile birlikte görülen değişimler. İstanbul Üni Diş Hek Fak Derg 2012; 46(3): 68-78.
39. Singh N, Grover N, Puri N, Singh S, Arora S. Age estimation from physiological changes of teeth: A reliable age marker? J Forensic Dent Sci. 2014 May;6(2): 113-21.
40. White SC, Pharoah MJ. Oral Radiology Principles and Interpretation. 5nd Ed. Toronto;Canada. Mosby,2009: 330-365.

41. Yaşar ZF. Adli Dental Antropoloji: Dental Antropoloji Açısından Minnetpınarı ve Güllüdere Toplumlarının Dişlerinin Karşılaştırmalı Analizleri. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara, 2007.
42. Gustafson G. Age determinations on teeth. *J Am Dent Assoc* 1950;41: 45- 54.
43. Kattappagari KK, Kommalapati RK, Katuri D, Murakonda RS, Chitturi RT, Reddy BV. Age estimation by assessment of dentin translucency in single rooted permanent teeth. *J Int Oral Health*. 2014;6(6): 37-40.
44. Patil SK, Mohankumar KP, Donoghue M. Estimation of age by Kvaal's technique in sample Indian population to establish the need for local Indian-based formulae. *J Forensic Dent Sci*. 2014 Sep;6(3):166-70.
45. Someda H, Saka H, Matsunaga S, Ide Y, Nakahara K, Hirata S, Hashimoto M. Age estimation based on three-dimensional measurement of mandibular central incisors in Japanese. *Forensic Sci Int*. 2009;185(1-3):110-4.
46. Karkhanis S, Mack P, Franklin D. Age estimation standards for a Western Australian population using the dental age estimation technique developed by Kvaal et al. *Forensic Sci Int*. 2014;235:104.e1-6.
47. Karadayı B. Dişlerden erişkin ve erişkin olmayan bireylerden yaş belirlenmesi: dijital radyolojik teknik uygulamaları. Adli Tıp Enstitüsü Fen Bilimleri, Doktora tezi, 2010:123-6.
48. Pretty IA. The use of dental aging technique in Forensic Odontological practice. *J Foren Sci* 2003; 48: 1127-1132.
49. Liversidge HM, Smith BH, Maber M. Bias and accuracy of age estimation using developing teeth in 946 children. *Am J Phys Anthropol*. 2010 Dec;143(4): 545-54.
50. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Whom Biol* 1973; 45(2): 211-27.
51. Schour I, Massler M. The Development of the human dentition. *Journal of the American Dental Association* 1941;28(1): 1153-60.
52. Bodecker CF. A consideration of some of the changes in the teeth from young to old age. *Dental Cosmos* 1925; 67: 543-549.
53. Whittaker DK, Kneale MJ. The dentine-predentine interface in human teeth. *Br Dent J* 1978; 146(2):43-46.
54. Gillard RD, Pollard AM, Sutton PA, Whittaker DK. An improved 32 method for age at death determination from the measurement of D-aspartic acid in dental collagen. *Archaeometry* 1990; 32: 61-70.
55. Stott GG, Sis RF, Levy BM. Cemental annulation as an age criterion in forensic dentistry. *Journal of Dental Research* 1982; 61(6): 814-817.
56. Takasaki T, Tsuji A, Ikeda N, Ohishi M. Age estimation in dental pulp DNA based on human telomere shortening. *Int J Leg Med*. 2003; 117(4): 232-4.
57. Bosmans N, Ann P, Aly M, Willems G. The application of Kvaal's dental age calculation technique on panoramic dental radiographs. *Forensic Sci Int*. 2005 Oct 29;153(2-3): 208-12.
58. Landa MI, Garamendi PM, Botella MC, Alemán I. Application of the method of Kvaal et al. to digital orthopantomograms. *International Journal of Legal Medicine* 2009; 123(2): 123-8.

59. Meinel A, Tangl S, Pernicka E, Fenes C, Watzek G. On the applicability of secondary dentin formation to radiological age estimation in young adults. *J Forensic Sci* 2007; 52: 438–441.
60. Paewinsky E, Pfeiffer H, Brinkmann B. Quantification of secondary dentine formation from orthopantomograms—a contribution to forensic age estimation methods in adults. *International Journal of Legal Medicine* 2005;119(1): 27-30.
61. Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M. Variations in pulp/tooth area ratio as an indicator of age: a preliminary study. *Journal of Forensic Science* 2004; 49(2), 317-319.
62. Cameriere R, Cunha E, Sassaroli E, Nuzzolese E, Ferrante L. Age estimation by pulp/tooth area ratio in canines: study of a Portuguese sample to test Cameriere's method. *Forensic Sci Int.* 2009 Dec 15;193(1-3):1281-6.
63. Babshet M, Acharya AB, Naikmasur VG. Age estimation in Indians from pulp/tooth area ratio of mandibular canines. *Forensic Sci Int.* 2010 Apr 15;197(1-3):1251-4.
64. Cameriere R, De Luca S, Alemán I, Ferrante L, Cingolani M. Age estimation by pulp/tooth ratio in lower premolars by orthopantomography. *Forensic Sci Int* 2012;214(1-3):105-12.
65. Cameriere R, Cunha E, Wasterlain SN, De Luca S, Sassaroli E, Pagliara F, Nuzzolese E, Cingolani M, Ferrante L. Age estimation by pulp/tooth ratio in lateral and central incisors by peri-apical X-ray. *J Forensic Leg Med* 2013;20(5):530-6.
66. Azevedo Ade C, Alves NZ, Michel-Crosato E, Rocha M, Cameriere R, Biazevic MG. Dental age estimation in a Brazilian adult population using Cameriere's method. *Braz Oral Res* 2015;29.
67. Zaher JF, Fawzy IA, Habib SR, Ali MM. Age estimation from pulp/tooth area ratio in maxillary incisors among Egyptians using dental radiographic images. *J Forensic Leg Med.* 2011;18(2):62-5.
68. Drusini, AG. Age estimation from teeth using soft x-ray findings. *Anthropologischer Anzeiger* 1993; 51(1): 41-46.
69. Drusini, AG., Toso, O. ve Ranzato C. The coronal pulp cavity index: a biomarker for age determination in human adults. *American Journal of Physical Anthropology* 1997;103(3): 353-363.
70. Vandevoort FM, Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Bielen DJ, Lambrechts P, Wevers M, Peirs A, Willems G. Age calculation using X-ray microfocus computed tomographical scanning of teeth: a pilot study. *J Forensic Sci* 2004;49: 787-90.
71. Yang F, Jacobs R, Willems G. Dental age estimation through volume matching of teeth imaged by cone-beam CT. *Forensic Sci Int.* 2006;159 (1):S78-83.
72. Aboshi H, Takahashi T, Komuro T. Age estimation using microfocus X-ray computed tomography of lower premolars. *Forensic Sci Int.* 2010;200(1-3):35-40.
73. Star H, Thevissen P, Jacobs R, Fieuws S, Solheim T, Willems G. Human dental age estimation by calculation of pulp-tooth volume ratios yielded on clinically acquired cone beam computed tomography images of monoradicular teeth. *J Forensic Sci.* 2011;56(1):S77-82.

74. Maret D, Peters OA, Dedouit F, Telmon N, Sixou M. Cone-Beam Computed Tomography: a useful tool for dental age estimation?. *Med Hypotheses*. 2011;76(5):700-2.
75. Ge ZP, Ma RH, Li G, Zhang JZ, Ma XC. Age estimation based on pulp chamber volume of first molars from cone-beam computed tomography images. *Forensic Sci Int* 2015;253:133.e1-7.
76. Harorlı A, Akgul M, Dagistan S. "Diş Hekimliği Radyolojisi Kitabı." Atatürk Üniversitesi Yayınları (2006): 80-150.
77. Aktan AM, Güngör E, Çiftçi EM, İşman Ö. Diş hekimliğinde konik ışınli bilgisayarlı tomografi kullanımı. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2015; 25(1); 71-6.
78. Zadeh LA. Fuzzy Sets. *Information and Control* 1965; 8: 338-352.
79. Zadeh LA. Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* 1973; 3: 28-44.
80. Mamdani EH. Application of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant. *Proceedings of the IEEE* 1974;121(12):1585-1588.
81. Sahiner A, Gokkaya H, Uçar N. Nonlinear Modelling of the Layer Microhardness of Fe-Mn Alloys. *Journal of the Balkan Tribological Association* 2013; 19(4):537-548.
82. Akçam MO, Takada K. Fuzzy modelling for selecting headgear types. *Eur J Orthod* 2002;24(1):99-106.
83. Caldas Mde P, Ramos-Perez FM, de Almeida SM, Haiter-Neto F. Comparative evaluation among different materials to replace soft tissue in oral radiology studies. *J Appl Oral Sci*. 2010 May-Jun;18(3):264-7.
84. Atsü SS, Aka S, Nergis İ. Dişlerin kök şeffaflığından yaş tespiti. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci* 2006;12,47-52.
85. Lantelme RL, Handelman SL, Herbison RJ. Dentin formation in periodontally diseased teeth. *Journal of Dental Research*,1976;55(1):48-51.
86. Solheim T. A new method for dental age estimation in adults. *Forensic Science International*, 1993;59(2): 137-147.
87. Stafne EC, Szabo SE. The significance of pulp nodules, *Dental Cadmos*, 1933;75:160-4.
88. Nasstrom K, Forsberg B, Petersson A, Westesson PL. Narrowing of dental pulp chamber in patients with renal diseases, *Oral Surgery*, 1985;59(3):242-6.
89. Galili D, Berger E, Kaufman E. Pulp narrowing in renal end stage and transplanted patients, *Journal of Endodontics*, 1991;17(9):442-3.
90. Patnana AK, Vabbalareddy RS, V Vanga NR. Evaluating the reliability of three different dental age estimation methods in visakhapatnam children. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2014;7(3):186-91.
91. Borg E, Kallqvist A, Grondahl K, Grondahl HG. Film and digital radiography for detection of simulated root resorption cavities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1998;86:110-4.
92. Cameriere R, De Luca S, Egidi N, Bacaloni M, Maponi P, Ferrante L, Cingolani M. Automatic age estimation in adults by analysis of canine pulp/tooth ratio: Preliminary results. *Journal of Forensic Radiology and Imaging* 2015; 3(1): 61-66.

93. Yang T, Zhang Z, Liu G, Mu D, Sun X, Chen Z, Liu Y, Wang C, Sun X, Wang Y. Accuracy of MRI for estimating residual tumor size after neoadjuvant chemotherapy in breast cancer with three-dimensional reconstruction technique. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi. Chinese*, 2015; 53(4):280-4.
94. Zhao J, Cheng Z, Quan X, Zhao Z, Lü F, Liu X. Investigation of the long-term patency of a transmural heparinized polycaprolactone and poly(D,L-lactic/glycolic acid) scaffold. *J Surg Res*. 2014 Apr;187(2):394-402.
95. Kamburoğlu K, Acar B, Yüksel S, Paksoy CS. CBCT quantitative evaluation of mandibular lingual concavities in dental implant patients. *Surg Radiol Anat*. 2015 May 2:1-7
96. Kolltveit KM, Solheim T, Kvaal SI. Methods of measuring morphological parameters in dental radiographs. Comparison between image analysis and manual measurements. *Forensic Sci Int* 1998;94(1-2): 87-95.
97. Sharma R, Srivastava A. Radiographic evaluation of dental age of adults using Kvaal's method. *J Forensic Dent Sci*. 2010 Jan;2(1): 22-6.

## EKLER


T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı

Sayı : 72867572-050- 2251  
Konu : Etik Kurul Kararı

22 -07- 2015

Sayın Yrd. Doç. Dr. Derya YILDIRIM  
Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi  
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı

Sorumlu araştırmacı olduğunuz “İnsan Daimi Dişlerinin Konik Işınli Bilgisayarlı Tomografi Ve Periapikal Radyografi Görüntülerinde Pulpa Boyutu Ve Hacminin Değerlendirilmesiyle Yaş Tahmini Yapılması” isimli çalışmanızın kurulumuz tarafından uygun görüldüğüne ilişkin 09/07/2015 tarih ve 144 sayılı Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Kararı yazımız ekinde gönderilmiştir. Bilgilerinizi rica ederim.

  
Prof. Dr. Mustafa AKÇAM  
Başkan

Ek : Etik Kurulu Kararı ( 2 Sayfa )

S.D.Ü. Tıp Fakültesi Dekanlığı Doğu Kampusu 32260 - ISPARTA  
Tel : 0 (246) 2113704 Faks : 0 (246) 2371165  
e-posta : [tipetik@sdu.edu.tr](mailto:tipetik@sdu.edu.tr) İnternet Adresi : [www.tip.sdu.edu.tr](http://www.tip.sdu.edu.tr)

Bilgi İçin : İ.Em YETİŞEN  
Bilgisayar İşletmeni  
Tel : 0 (246) 2113704

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

Araştırmanın Açık Adı Araştırmanın Protokol Kodu	İnsan Daimi Dişlerinin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Ve Periapikal Radyografi Görüntülerinde Pulpa Boyutu Ve Hacminin Değerlendirilmesiyle Yaş Tahmini Yapılması. (09.07.2015 tarih ve 144 sayılı karar)
---	--

<b>ETİK KURULU BİLGİLERİ</b>	ETİK KURULUN ADI	Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı - (2012-KAEK-38)			
	AÇIK ADRESİ	S.D.Ü. Doğu Kampüsü Tıp Fakültesi Dekanlığı Binası – ISPARTA			
	TELEFON	246.2113704			
	FAKS	246.2371165			
	E-POSTA	tipetik@sdu.edu.tr			
<b>BAŞVURU BİLGİLERİ</b>	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Yrd. Doç. Dr. Derya YILDIRIM			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı			
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI				
	DESTEKLEYİCİ	Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi			
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)	Dt. Mukadder ORHAN			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ				
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1 : <input type="checkbox"/>	FAZ 2 : <input type="checkbox"/>	FAZ 3 : <input type="checkbox"/>	FAZ 4 : <input type="checkbox"/>
		Gözlemsel ilaç çalışması		<input type="checkbox"/>	
		Tıbbi cihaz klinik araştırması		<input type="checkbox"/>	
In vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları		<input type="checkbox"/>			
İlaç dışı klinik araştırma		<input type="checkbox"/>			
Diğer ise belirtiniz : Deneysel					
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>	
<b>DEĞERLENDİRİLEN BELGELER</b>	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili	
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ			Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>	
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	12.06.2015	1	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>	
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>	
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>	
<b>DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER</b>	Belge Adı	Açıklama			
	SİGORTA	<input type="checkbox"/>			
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input checked="" type="checkbox"/>	S.D.Ü. B.A.P. Birimine müracaat edilecek		
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>			
	İLÂN	<input type="checkbox"/>			
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>			
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>			
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>			
DİĞER	<input type="checkbox"/>				

Prof. Dr. Mustafa AKÇAM  
Etik Kurul Başkanı



KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

Araştırmanın Açık Adı Araştırmanın Protokol Kodu		İnsan Daimi Dişlerinin Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Ve Periapikal Radyografi Görüntülerinde Pulpa Boyutu Ve Hacminin Değerlendirilmesiyle Yaş Tahmini Yapılması							
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 144		Tarih: 09.07.2015						
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.								
<b>SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU</b>									
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI		İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu							
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:		Prof. Dr. Mustafa AKÇAM							
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
Prof. Dr. Mustafa AKÇAM	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	SDÜ Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Mustafa TÜZ	Kulak Burun Boğaz Hast.	SDÜ Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Fatih GÜLTEKİN	Tıbbi Biyokimya	SDÜ Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Serpil DEMİRCİ	Nöroloji	SDÜ Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Metin TOPÇUOĞLU	Hukuk	SDÜ Hukuk Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Mekin SEZİK	Kadın Hast. ve Doğum	SDÜ Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Zeynep Dilek AYDIN	İç Hastalıkları	SDÜ Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Yonca SÖNMEZ	Halk Sağlığı	SDÜ Tıp Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	İZİNLİ
Yrd. Doç. Dr. Halil AŞCI	Farmakoloji	SDÜ Tıp Fakültesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Derya YILDIRIM	Ağız Diş ve Çene Radyoloji	SDÜ Diş Hek. Fak.	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	Sorumlu Araştırmacı
Yrd. Doç. Dr. Derya CEYHAN	Pedodonti	SDÜ Diş Hek. Fak.	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	İZİNLİ
Uzman Dr. İbrahim ERSOY	Kalp Damar Cerrahisi	Isparta Kamu Hastaneleri Birliği	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Uzman Dr. Onur ÜNAL	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	Isparta Kamu Hastaneleri Birliği	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Mühendis Halil KARAKOÇ	Biyomedikal	SDÜ Rektörlüğü	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	İZİNLİ
Osman PARÇAOĞLU	Sivil Üye	Esnaf	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

\* : Toplantıda Bulunma