



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PEDODONTİ ANABİLİM DALI

**AÇIK VE KAPALI APEKSLİ KESER DİŞLERİN
ELEKTRİKLİ PULPA TESTİ İLE ORTALAMA VİTALİTE
DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dt. İrem TÜREDİ

Samsun

Şubat-2017



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PEDODONTİ ANABİLİM DALI

**AÇIK VE KAPALI APEKSLİ KESER DİŞLERİN
ELEKTRİKLİ PULPA TESTİ İLE ORTALAMA VİTALİTE
DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dt. İrem TÜREDİ

Danışman

Doç. Dr. Ayça Tuba ULUSOY YAMAK

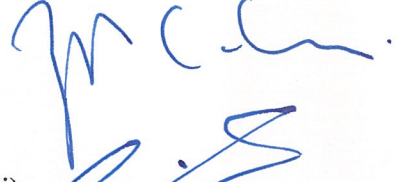
Samsun

Şubat- 2017

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

Dt. İrem TÜREDİ tarafından Doç. Dr. Ayça Tuba ULUSOY YAMAK danışmanlığında hazırlanan “Açık ve Kapalı Apeksli Dişlerde Elektrikli Pulpa Testi ile Ortalama Vitalite Değerlerinin Belirlenmesi” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından 20.02.2017 tarihinde yapılan sınav ile Pedodonti Anabilim Dalında UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Zafer C. ÇEHRELİ (Hacettepe Üniversitesi)



Üye: Prof. Dr. Emine ŞEN TUNÇ (Ondokuz Mayıs Üniversitesi)



Üye: Doç. Dr. Ayça Tuba ULUSOY YAMAK (Ondokuz Mayıs Üniversitesi)



Bu tez, Pedodonti Anabilim Dalı Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

.... / /

Doç. Dr. Murat YENİSEY

Dekan a.

Dekan Yardımcısı

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince desteğini ve samimiyetini benden esirgemeyen, bilgi ve deneyimleri ile bana her konuda yol gösteren ve özellikle bu tezin ortaya çıkmasındaki büyük katkı ve emekleri için değerli danışman hocam Doç. Dr. Ayça Tuba ULUSOY YAMAK'a,

Tez çalışmam sırasında olumlu eleştiri ve katkılarıyla bana yol gösteren kıymetli fikirlerine başvurduğum saygı değer hocam Prof. Dr. Emine ŞEN TUNÇ'a

Uzmanlık eğitimim süresince bilimsel tecrübelerinden yararlandığım, büyük ilgi ve desteklerini gördüğüm, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı'nda görev yapan, saygı değer hocalarım Prof. Dr. Aysun AVŞAR'a, Doç. Dr. Erhan SARI'ya, Doç. Dr. Sezin ÖZER'e, Uzm. Dr. Bilal ÖZMEN'e,

Verilerimin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde göstermiş olduğu yardımlardan dolayı OMÜ Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Hasan Önder'e

Uzmanlık eğitim süresince beraber çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum, çok değerli anıları paylaştığımız tüm asistan arkadaşlarıma ve yardımcı personelimize,

Sadece varlıklarıyla bile her zaman yanımda hissettiğim ve zor zamanlarımı kolaylaştıran tüm dostlarıma,

Hayatımın her anında karşılıksız ve koşulsuz sevgi ve ilgi ile her zaman yanımda olan, beni en iyi şartlarda büyütüp, yetiştirerek bugünlere gelmemi sağlayan sevgili annem Fatma SARI, babam Faruk SARI ve desteğini hep yanımda hissettiğim canım kardeşim Eren SARI'ya,

Hayatıma girdiği ilk andan itibaren sevgisi ile bana her zaman güç veren, bu zorlu ve yorucu dönemde bana tüm kalbiyle inanıp anlayışı ve sabrı ile destek olan sevgili hayat arkadaşım Araş. Gör. Dt. Murat TÜREDİ ve değerli ailesine,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım...

*Bu araştırma projesi Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'nca PYO.DIS.1904.15.009 numarasıyla desteklenmiştir.

ÖZET

AÇIK VE KAPALI APEKSLİ KESER DIŞLERİN ELEKTRİKLİ PULPA TESTİ İLE ORTALAMA VİTALİTE DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

Amaç: Bu klinik çalışmada farklı kök gelişim seviyelerine sahip keser dişlerin ortalama elektrikli pulpa testi (EPT) değerlerinin belirlenip, karşılaştırılması ve bu dişler için en uygun elektrot yerleşim bölgesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot: Çalışmaya 6-12 (ortalama 8,9) yaş aralığına sahip 273 çocuk hastanın 1200 adet daimi keser dişi dâhil edilmiştir. Dişler, kök gelişim seviyesi ve diş tipine göre 12 gruba ayrılmıştır. Her diş EPT kullanılarak 3 ayrı bölgeden test edilmiş ve her test bölgesi için bir değer ve her diş için ortalama bir EPT değeri belirlenmiştir. Elde edilen verilerin istatistiksel analizinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) (Post Hoc Tukey HSD) ve Duncan testi kullanılmıştır.

Bulgular: Bütün diş gruplarında kök gelişim seviyesinde artış ile birlikte elde edilen EPT değerinde azalma eğilimi gözlenmiştir. Ancak sadece alt orta keser diş için bu durum istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$). Dişlerin farklı bölgelerinden yapılan ölçümler değerlendirildiğinde, servikal bölgeden insizal bölgeye doğru gidildikçe elde edilen EPT eşik değerlerinde düşüş gözlenmiş ve alt keser dişler için bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$). Ayrıca daimi keser dişlerin tüm kök gelişim seviyelerinde en düşük EPT eşik değerinin elde edildiği bölge olan insizal üçlü ölçüm değerleri belirlenmiştir.

Sonuç: Bu çalışma ile dişlerin kök gelişim seviyelerinin EPT yanıtı üzerine etkili olduğu gösterilmiştir. En düşük eşik değerin elde edildiği, en uygun elektrot yerleşim bölgesinin tüm kök aşamalarında insizal üçlü olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli pulpa testi, keser dişler, pulpa canlılığı

İrem TÜREDİ, Uzmanlık Tezi
Ondokuz Mayıs Üniversitesi - Samsun, Şubat - 2017

ABSTRACT

DETERMINING THE AVERAGE VALUE WITH ELECTRIC PULP TESTING OF IMMATURE AND MATURE INCISORS

Aim: The purpose of this clinical study was to determine and compare the average electric pulp testing (EPT) values of permanent incisors which have a different root developmental level and determine the optimum site for electrode placement in these teeth.

Materials and Methods: 1200 permanent incisors of 273 children with an age range of 6-12 (mean 8.9) years were included in this study. The teeth were divided into 12 groups according to root developmental level and tooth type. Each tooth was tested in 3 different regions using EPT and a threshold value was obtained for each test region and an average EPT value was determined for each tooth as a result. One-way analysis of variance (ANOVA) (Post Hoc Tukey HSD) and Duncan test were used for statistical analysis of the data.

Results: There was a tendency to decrease in the EPT value with the increase in root developmental level in all tooth groups. However, this was statistically significant only for the mandibular central incisor ($p < 0.001$). When measurements made from different regions of the teeth were evaluated, a progressive decrease in the EPT threshold values was observed from cervical region to incisal region. This decrease was statistically significant for mandibular incisors ($p < 0.001$). In addition, the EPT threshold values of the incisal area where the lowest value of the incisors teeth were obtained according to the root development levels were determined.

Conclusion: This study showed that root developmental levels of teeth were effective on EPT response. The optimum electrode site where the lowest threshold was obtained was found as the incisal third site.

Keywords: Electric pulp test, incisors, pulp vitality

Irem TUREDI, Specialization Thesis

Ondokuz Mayıs University - Samsun, February-2017

SİMGELER ve KISALTMALAR

EPT	: Elektrikli Pulpa Testi
LDF	: Lazer Doppler Flowmetri
PO	: Pulse Oksimetri
DDM	: Diklorodiflorometan
TTF	: Tetrafloroetan
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
PBM	: Propan Bütan Karışımı
DC	: Direkt Akım
AC	: Alternatif Akım
SPSS	: Sosyal Bilimler için İstatistik Paketi
SS	: Standart Sapma
CO ₂	: Karbondioksit
Na	: Sodyum
K	: Potasyum
mA	: miliamper
nM	: nanometre
%	: Yüzde İşareti
°	: Derece
=	: Eşittir
>	: Büyüktür İşareti
<	: Küçüktür İşareti
±	: Artı Eksi İşareti

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
SİMGELER ve KISALTMALAR	vi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Dentin Dokusu	3
2.1.1. Dentinin Yapısı	3
2.1.2. Dentin Tipleri	4
2.2. Pulpa Dokusu	5
2.2.1. Pulpanın Histolojik Tabakaları	5
2.2.2. Pulpanın İnnervasyonu	5
2.2.3. Pulpanın Vaskülarizasyonu	8
2.3. Pulpa Testleri	9
2.3.1. Pulpa Hassasiyet Testleri	9
2.3.2. Vitalite Testleri	21
2.4. Araştırmanın Amacı	26
3. MATERYAL VE METOT	27
3.1. Araştırma Prosedürü	27
3.1.1. Kök Gelişim Seviyelerine Göre Diş Gruplarının Belirlenmesi	27
3.1.2. Elektrikli Pulpa Testi Uygulaması	29
3.2. İstatistiksel Değerlendirme	30
4. BULGULAR	31
5. TARTIŞMA	34
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	41
KAYNAKLAR	42
EKLER	53
ÖZGEÇMİŞ	56

1. GİRİŞ

Diş hekimliğinde doğru bir teşhis başarılı bir tedavinin temelini oluşturur. Pulpa hastalıklarının doğru bir şekilde teşhisi ise ayrıntılı bir hasta öyküsü, eksiksiz klinik ve radyografik incelemeler ve özel tanı testleri ile yapılır (Robinson, 1963). Pulpa testleri, pulpa hastalıklarının teşhisi için önemli bir adım olan pulpanın sağlık durumunun değerlendirilmesi amacıyla kullanılan, pulpanın nöral ya da vasküler durumu hakkında bilgi veren tanı testleridir (Rowe ve Ford, 1990).

Hassasiyet ve vitalite testleri olmak üzere iki çeşit pulpa testi bulunmaktadır. Termal testler, elektrikli pulpa testi (EPT) ve kavite testi pulpada bulunan sinir liflerinin uyarılara karşı cevap verebilme yeteneğini değerlendiren testlerdir ve hassasiyet testleri olarak adlandırılmaktadır. Bu testler subjektif hasta yanıtına bağlı testler olmalarına rağmen basit, ucuz, kolay uygulanabilen testler oldukları için geniş kullanım alanı bulmuş ve hala rutin bir şekilde kullanılmaktadırlar (Lin ve Chandler, 2008; Jafarzadeh ve Abbott, 2010a, 2010b). Lazer Doppler flowmetri (LDF), pulse oksimetri (PO), spektrofotometri, kuron yüzey sıcaklığı gibi pulpanın vaskülarizasyonunu değerlendiren testler ise pulpa vitalite testleridir. Bu testler hassasiyet testlerine oranla daha objektif bir şekilde değerlendirme yapabilmelerine rağmen maliyet, zaman, karmaşık klinik prosedürler ve belirsiz sonuçlar nedeniyle diş hekimliği kliniklerinde kendilerine pek yer bulamamış ve kullanımları daha çok deneysel amaçlı olarak kalmıştır (Strobl ve ark., 2004; Jafarzadeh, 2009; Jafarzadeh ve Rosenberg, 2009; Levin, 2013)

EPT, pulpa-dentin kompleksinde bulunan A-delta sinir liflerini uyarak pulpanın nöral durumunu değerlendiren, bazı kısıtlamaları olmasına karşın doğru bir şekilde kullanıldığında pulpa sağlığı ve hastalığı hakkında yararlı bilgiler sağlayabilen güvenli bir klinik test metodudur (Seltzer ve ark., 1963; Mumford, 1967; Dummer ve ark., 1980). EPT’de eşik değere ulaşabilmek için, yeterli sayıda sinir lifinin uyarılması gerekmektedir. Elektrodun yerleştirildiği bölgedeki sinir liflerinin yoğunluğu, mine ve dentinin kalınlığı, dentin tübüllerinin yönü, pulpa odasının genişliği gibi faktörlerin EPT’den elde edilen yanıtı etkilediği bildirilmektedir (Bender ve ark., 1989). Buna göre elektrodun düşük elektrik akımı ile daha hızlı ve güçlü bir yanıt elde edilebilen bölgelere yerleştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca kök gelişimi tamamlanmamış dişler ile kök ucu kapalı dişlerin sinir dokusu farklılıkları nedeniyle EPT’ye verdikleri cevabın da

farklı olabileceğini ileri süren çalışmalar mevcuttur. Ancak literatür incelendiğinde bu konu üzerine yapılmış sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmaktadır (Mullaney ve ark., 1970; Fulling ve Andreasen, 1976a; Klein, 1978; Brandt ve ark., 1988). Bu nedenle çalışmamızda daimi keser dişlerin farklı kök gelişim seviyelerine göre ortalama EPT değerlerinin belirlenip, karşılaştırılması ve bu dişler için en düşük eşik değerin elde edildiği en uygun elektrot yerleşim bölgesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



2. GENEL BİLGİLER

Pulpa hastalıklarında etkili bir tanı ve tedavi hastanın öyküsü, klinik-radyolojik muayene ve özel diagnostik testler ile birlikte pulpanın sağlık durumunun doğru bir şekilde değerlendirilmesi ile mümkündür. Pulpa testleri, pulpanın canlılığının değerlendirilmesinde etkin bir şekilde kullanılan tanı testleridir (Rowe ve Ford, 1990). Hassasiyet ve vitalite testleri olmak üzere iki çeşit pulpa testi bulunmaktadır. Hassasiyet testleri pulpanın nöral cevabını, vitalite testleri ise pulpanın vaskülarizasyonunu değerlendirir (Chen ve Abbott, 2009). Bu nedenle bu testler ile değerlendirme yaparken aynı zamanda dentin ve pulpanın fiziksel ve anatomik özellikleri ile testlerin çalışma mekanizmalarının dikkate alınması gerekmektedir.

Pulpa ve dentin dokuları, dental papilladan gelişen mezodermal kökenli özelleşmiş bağ dokularıdır. Bu iki doku embriyolojik kökenleri, yapı ve fonksiyonları bakımından birbirinden farklı dokular olmasına rağmen, patolojik ve fizyolojik birtakım olaylar karşısında gösterdikleri işlevsel birliktelik nedeni ile fonksiyonel bir ünite olarak kabul edilmekte ve pulpa-dentin kompleksi olarak tanımlanmaktadır (Goldberg ve Lasfargues, 1995)

Pulpanın periferinde bulunan ve uzantıları ile dentinin iç kısımlarına kadar ilerleyen odontoblastlar ise bu sistemin oldukça önemli bir unsurudur. Hem diş gelişimi hem de yaşlanma sürecinde dentin yapımından sorumludur ve pulpanın sağlığı, mine ve dentin tarafından sağlanan bu korumaya bağlıdır (Luukko ve ark., 2011).

2.1. Dentin Dokusu

Dentin dokusunun kimyasal yapısı; ağırlık olarak yaklaşık %70 inorganik maddelerden, %20 organik materyallerden, %10 sudan oluşmaktadır. En önemli inorganik komponenti hidroksiapatittir. Organik matriksin %90'ı kollajen, geri kalan %10'luk kısmı ise glikoproteinler, fosfoproteinler ve bazı plazma proteinlerinden oluşur (Kim ve ark., 2008).

2.1.1. Dentinin Yapısı

Dentin; odontoblastlar, odontoblastik uzantılar, dentin tübülleri, peritübüler dentin ve intertübüler dentinden oluşmaktadır (Mjör ve Fejerskov, 1979).

Odontoblastlar; hücre gövdeleri pulpada yer alan dentin yapımından (dentinogenezis) sorumlu özelleşmiş hücrelerdir. Bu hücrelerin dentinogenezis sırasında

dentin içinde bıraktıkları sitoplazmik hücre uzantılarına odontoblastik uzantılar (Tomes lifleri) denir. Mine-dentin veya mine-sement birleşiminden pulpaya kadar tüm dentin kalınlığı boyunca uzanan ve odontoblastik uzantılara ev sahipliği yapan yapılar ise dentin tübülleridir. Bu tübüller, kuronda hafif bir 'S' eğrisi çizerek ilerlerken, insizal kenar, tüberkül tepeleri ve kök yüzeyinde daha doğrusal yerleşmişlerdir (Garberoglio ve Brännström, 1976). Bender ve ark. (1989) yaptıkları çalışmalarında dentin tübüllerinin bu uzanım yönünün pulpa hassasiyet testlerinden elde edilecek tepkinin şiddetini etkileyebileceğini göstermişlerdir.

Dentin tübüllerinin içi, hipermineralize bir dentin halkası ile çepeçevre kuşatılmıştır. Bu dentin tabakası peritübüler dentin olarak adlandırılır. Dentin tübüllerinin arasında ise peritübüler dentine oranla daha fazla kollajen içeren ve dentin dokusunun büyük bir kısmını oluşturan intertübüler dentin bulunur (Linde ve Goldberg, 1993).

2.1.2. Dentin Tipleri

Dentin; gelişimine ve histolojik yapısına göre primer, sekonder ve tersiyer dentin olarak sınıflandırılır. Diş gelişimi sırasında odontoblastların hücre gövdelerine komşu, pulpa-dentin sınırında oluşan mineralize olmamış dentin matriksine pre-dentin denir. Mineralizasyon pre-dentin-dentin birleşiminde başlar ve pre-dentin zamanla yeni bir tabaka dentine dönüşür. Dişe başlangıç şeklini veren ve diş sürmesinden yaklaşık 3 yıl sonra kök ucunun kapanması ile yapımı tamamlanan dentine primer dentin denir. Dişin büyük bir kısmı primer dentinden oluşur. Kök oluşumu tamamlandıktan sonra da dışarıdan gelen bir uyarı olmaksızın azalmış bir oranda dentin üretimi devam eder. Yaşam boyu üretimi devam eden bu dentin ise sekonder dentin olarak adlandırılır (Linde ve Goldberg, 1993).

Travma, diş çürüğü veya restoratif işlemler gibi orta düzeydeki irritanlara karşı, sekonder odontoblastlar tarafından cevap olarak, hasar gören diş bölgesine komşu pulpa duvarında oluşturulan dentin tersiyer dentin (tamir dentini) olarak tanımlanır. Bu dentin, primer ve sekonder dentinden farklı olarak daha düzensiz tübüler yapı gösterir (Linde ve Goldberg, 1993).

Yaşam boyu farklı tipte uyaranlar ile devam eden dentin yapımı sonucu pulpa odası giderek daralır ve hücreler sayıca azalır (Stanley ve ark., 1966). Bu durum dişlerin pulpa testlerine verdiği yanıtı etkileyebilir. (Ehrmann, 1977).

2.2. Pulpa Dokusu

Pulpa dokusu, dentin dokusu ile çevrili, pulpa odası ve kök kanallarını dolduran, kan damarı ve sinirlerden zengin gevşek bir bağ dokusudur. Pulpanın yaklaşık %80'i sudan oluşmaktadır. Bunun dışında, pulpa tüm bağ dokuları gibi; hücreler (odontoblastlar, fibroblastlar, farklılaşmamış mezenkimal hücreler ve diğer hücreler), fibriller (retiküler ve kollajen lifler) ve esas maddeden (hücreler ve liflerin arasını dolduran proteoglikanlar ve glikoproteinlerden zengin jel yapısında ara madde) oluşur (Luukko ve ark., 2011).

2.2.1. Pulpanın Histolojik Tabakaları

Diş pulpası histolojik olarak dört bölgeye ayrılabilir:

- **Pulpa merkezi:** Bu bölgelerden ilki asıl pulpa dokusu olan pulpa merkezidir. Büyük damar ve sinirlerden oluşur.
- **Hücreden zengin tabaka:** Pulpa merkezinin çevresinde, farklılaşmamış mezenkimal hücreler ve fibroblastlardan oluşan tabakaya hücreden zengin tabaka adı verilir. Bu bölgede harabiyete uğramış odontoblastların yerine yenisi oluşturulur. Yaşlı dişlerde hücreden zengin bu tabaka bulunmayabilir.
- **Hücreden fakir tabaka (Subodontoblastik bölge, Weil tabakası):** Hücreden zengin tabakanın çevresinde bulunan bu tabaka kuron pulpasında daha belirgin olarak görülebilir. Bu bölgenin genişliği dentin oluşumu ile birlikte zamanla azalır ve yavaş yavaş kaybolabilir. Bu tabakada kapiller ve küçük sinir lifleri bulunur.
- **Odontoblast tabakası (Odontoblastik bölge):** Predentinin hemen altında bulunan pulpanın dördüncü bölgesidir. Odontoblastların hücre gövdelerinden ve sitoplazmik uzantılarından oluşur. Ancak odontoblast uzantıları, predentinden dentinin iç kısımlarına kadar uzandığı için aslında sadece odontoblast hücre gövdelerinden oluşur da denilebilir. Ek olarak bu tabakada kapiller, miyelinsiz sinir fibrilleri ve dendritik hücreler de bulunmaktadır (Kim ve ark., 2008; Alaçam, 2012)

2.2.2. Pulpanın İnnervasyonu

Diş pulpası, duyusal trigeminal afferent aksonlar içeren oldukça innerve bir dokudur. Duyusal stimulusun kaynağına bakılmaksızın (termal, mekanik, elektriksel veya kimyasal değişiklikler) pulpa dokusundan gelen neredeyse bütün afferent impulslar ağrı hissi ile sonuçlanır (Luukko ve ark., 2011).

Pulpada afferent sinirlere ek olarak sempatik ve parasempatik lifler de bulunur. Sempatik lifler kan damarlarının üzerinde sonlanarak kan akışını düzenler. Parasempatik liflerin rolü konusunda ise herhangi bir görüş birliği mevcut değildir (Abd-Elmeguid ve Yu, 2009).

Ağrı oluşumundan sorumlu duyu afferent sinir lifleri genellikle çaplarına, iletim hızlarına ve işlevlerine göre sınıflandırılırlar. Pulpada miyelinli A lifleri ve miyelinsiz C lifleri olmak üzere iki tip duyu siniri bulunmaktadır (Koutsi ve ark., 1994).

A lifleri: A-delta ve A-beta liflerinden oluşur. A-beta lifleri uyarılara karşı A-delta liflerinden daha duyarlı olmalarına rağmen, A liflerinin %90'ını A-delta lifleri oluşturduğu için bu lifler fonksiyonel olarak beraber gruplandırılırlar (Matthews ve Vongsavan, 1994). A-delta lifleri çoğunlukla pulpanın koronal kısmında pulpa-dentin sınırında veya pulpa boynuzlarında bulunur. Çaplarının geniş olması ve miyelin kılıfa sahip olmaları nedeniyle hızlı iletim yapan bu lifler, mekanik ve termal uyarılar ile kolaylıkla uyarılarak keskin ve batıcı tipteki ağrıları direkt olarak talamusa iletirler. Pulpa hassasiyet testlerinde yanıt A-delta liflerinin uyarılması ile elde edilir (Bender, 2000).

C lifleri: C lifleri pulpanın merkezinde bulunurlar ya da odontoblastik tabakanın altında bulunan hücresiz tabakaya doğru uzanırlar. Daha küçük çaplı ve miyelinsiz olduklarından ve talamusa ulaşmadan önce birçok modüle edici ara nörondan etkilendiklerinden yavaş iletim yaparlar. Sızı, karıncalanma gibi yanıcı, spontan ağrıları iletirler (Bender, 2000). A delta liflerinden daha yüksek uyarılma eşiğine sahiptirler ve aktive edilebilmeleri için daha yüksek şiddette uyarılara ihtiyaç vardır. Bu nedenle termal ya da elektrikli pulpa testleri ile uyarılamazlar (Fuss ve ark., 1986). Ayrıca kan akımının azalmasına ve hipoksik koşullara karşı dirençli oldukları için nekrotik dişlerde kök kanal preparasyonu sırasında oluşan ağrıdan sorumludurlar (Mullaney ve ark., 1970).

Pulpanın duyu sinirleri, dental papillaya diş gelişiminin çan safhasında kan damarları ile birlikte girer. Bu aşamada dental papillada sadece miyelinsiz sinir lifleri bulunur. Pulpaya giren sinir liflerinin her biri zamanla Schwann hücreleri tarafından kuşatılır ve bu hücrelerin membran sargılaması ile oluşan miyelin kılıf ile sarılır. Böylelikle A liflerinin miyelin kılıfları oluşturulur. Schwann hücrelerinin plazma membranı bazı lifleri ise tek bir tabaka şeklinde sarar. Bu lifler miyelinsiz liflerdir

(Reader ve Foreman, 1981). Miyelinsiz aksonların sayısı diş sürmesinden kısa bir süre sonra maksimum sayıya ulaşır. Bu aşamada dişlerde ortalama 1800 miyelinsiz akson, 400'den fazla miyelinli akson bulunur. Diş sürmesinden yaklaşık 5 yıl sonra A liflerinin sayısı kademeli olarak 700'den fazla artar. Miyelinli sinir lifleri gelişen diş pulpasında en son görülmesi gereken önemli yapılarıdır (Avery, 1971). Miyelinli A liflerinin pulpada nispeten daha geç oluşması, elektrikli pulpa testinin genç daimi dişlerde neden güvenilir olmadığı konusuna bir açıklama olabilir (Fuss ve ark., 1986).

Kök gelişiminin tamamlanması ile birlikte miyelinli lifler pulpa merkezinde demetler şeklinde gruplaşır. Miyelinsiz C liflerinin çoğu bu lif demetleri içinde bulunur. Diğer C lifleri ise pulpanın periferinde yerleşmiştir (Reader ve Foreman, 1981).

Foramen apikaleden dişe giren sinir lifleri ve kan damarları birlikte nörovasküler demeti meydana getirirler ve radiküler pulpadan koronal pulpaya doğru ilerlerler. Koronal pulpaya ulaştıklarında, hücreden zengin tabaka altında dallanarak daha küçük demetlere ayrılır ve Raschkow sinir pleksusu (subodontoblastik sinir pleksusu) olarak bilinen sinir ağına katılırlar. Pulpaya giren her akson Raschkow sinir pleksusuna ortalama 8 terminal dal gönderir. Bu sinir ağının tam olarak gelişimi, kök oluşumu tamamlanması ile mümkün olur (Fearhead, 1967). Kök oluşumu tamamlanmamış genç daimi dişlerde bu pleksusun gelişimini tamamlamaması, pulpanın duyu cevabını etkiler ve pulpa hassasiyet testleri ile yanıltıcı sonuçlar alınmasına neden olabilir (Fulling ve Andreasen, 1976a).

A lifleri subodontoblastik pleksusun oluşturulması için kendilerini çevreleyen Schwann hücrelerinden ayrılır ve art arda dallanır. Bu sinir uçlarından çoğu subodontoblastik pleksusu geçerek, odontoblast tabakasına doğru uzanır fakat predentine kadar ulaşamazlar. Hücreden zengin tabaka, hücreden fakir tabaka ve odontoblastik tabaka arasındaki ekstraselüler boşluklarda son bulurlar. Diğer lifler ise predentine kadar uzanır ve odontoblastik uzantılar ile bağlantılı olarak dentin tübüllerinin içinden geçerler. Ancak bu intratübüler liflerin çoğu dentin tübülleri içerisinde sadece birkaç mikrometreye kadar uzanır, pek azı 100 µm'ye kadar nüfus edebilir (Byers ve Narhi, 2002). Predentin içindeki bu tür bir innervasyonun fonksiyonel anlamı henüz açıklanamamıştır (Alaçam, 2012)

2.2.3. Pulpanın Vaskülarizasyonu

Pulpa, arteriyoller ve venüllerden oluşan, gerçek mikro dolaşıma sahip bir organdır. Pulpanın arteriyolleri, arteria maksillaris interna'nın dalları olan a. infraorbitalis, a. alveolaris inferior ve a. alveolaris superior kaynaklıdır. Venleri ise pterygoid pleksusta toplanıp v. maksillaris'e dökülürler (Akıncı ve Keklikoğlu, 2014).

Arteriyoller pulpaya foramen apikaleden girerler ve venüller yine bu foramenden pulpayı terk ederler. Pulpada kollateral dolaşım sistemi olmadığı için pulpanın kanlanması sadece apikal foramenden giren yaklaşık 100 µm çapındaki arteriyoller ve yan kanallardan giren daha küçük damarlar tarafından sağlanır (Luukko ve ark., 2011).

Pulpanın koronal bölgesindeki kan dolaşımı, kök bölgesindeki dolaşımın neredeyse iki katıdır (Kim ve ark., 1983). Özellikle pulpa boynuzlarının kanlanması pulpanın diğer bütün bölümlerine oranla daha fazladır (Meyer ve Path, 1979).

Sinir demetleri ile birlikte apikal foramenden giren arteriyoller, radiküler pulpanın ortasından yukarı doğru ilerlerken, odontoblast tabakasına doğru yan dallar vererek kapiller pleksusu oluşturur. Koronal pulpa içerisine girdiklerinde ise boyutları daha da incelik ve dentine doğru yelpaze şeklinde açılarak subodontoblastik bölgede kapiller ağ meydana getirirler (Takahashi ve ark., 1982). Genç dişlerde, kapiller odontoblast tabakasına kadar uzanır. Böylece metabolik olarak aktif odontoblastlar için yeterli miktarda besin kaynağı temin edilmiş olur. Subodontoblastik kapillerin damar duvarlarında bulunan pencereler ile de komşu odontoblastlara sıvı ve metabolitlerin iletimi olduğu düşünülmektedir (Rapp ve ark., 1977).

Kan, kapiller pleksustan önce postkapiller venüllere sonra da pulpal dolaşımın efferent tarafını oluşturan, arteriyollerden biraz daha büyük olan venüllere geçer. Venüller damar içine veya dışına kan akışını kolaylaştıran ince duvarlara ve kesintili kas tabakasına sahiptir (Dahl ve Mjor, 1973).

Pulpada kan akımı ve basıncı oldukça yüksektir. Kan akımı, arteriyol ve venül duvarlarında bulunan, miyelinsiz sempatik lifler tarafından innerve edilen düz kasların kasılması ve gevşemesi ile kontrol edilir (Kim ve ark., 1988). Sempatik liflerin elektriksel uyarılması veya epinefrin içeren lokal anestezi uygulaması gibi durumlar sonucu kas liflerinin kasılması ile pulpa kan akışında azalma meydana gelirken, pulpitis

gibi pulpanın iltihaplı olduğu durumlarda ise pulpal kan basıncı artar (Edwall ve Kindlová, 1971).

2.3. Pulpa Testleri

Diş hekimliğinde teşhis ve tedavi planlaması hastanın hikâyesi, klinik muayene, radyografik inceleme ve çeşitli diagnostik testlerin sonucunda elde edilen bilgilerin değerlendirilmesi ile yapılır (Robinson, 1963). Pulpa testleri, pulpa hastalıklarının tanısı ve tedavisi için pulpanın durumunun belirlenmesi amacıyla kullanılan değerli testlerdir (Rowe ve Ford, 1990; Berman ve Hartwell, 2011).

Diş hekimliği kliniklerinde pulpa testlerinin temel kullanım alanları şunlardır:

1. Restoratif, endodontik veya ortodontik tedaviler öncesi, pulpa sağlığının şüpheli olduğu durumlarda pulpanın değerlendirilmesi.
2. Oro-fasiyal ağrılar ile pulpa kaynaklı ağrıların ayırıcı tanısı.
3. Pulpa dejenerasyonu ile ilişkili periapikal radyolüsensiler ile diğer patolojik lezyonların ya da normal dokuların ayırıcı tanısı.
4. Travmatize dişlerin değerlendirilmesi ve travma sonrası takibi (Mumford ve Bjorn, 1962; Ehrmann, 1977; Rowe ve Ford, 1990).

1970li yıllardan itibaren pulpa testleri diş hekimliğinin çeşitli alanlarında değişen başarı oranları ile sıklıkla kullanılmıştır. Fakat günümüze kadar hala ideal pulpa testi kavramı gerçekleştirilememiştir. İdeal bir pulpa test yönteminin; basit, objektif, standart, tekrarlanabilen, ağrısız, güvenilir, kolay uygulanabilen ve ucuz olması gerektiği vurgulanmıştır (Chambers, 1982).

Pulpa testleri hassasiyet ve vitalite testleri olmak üzere iki ayrı kısımda incelenmektedir. Hassasiyet testleri ile pulpanın uyarılara karşı sinirsel cevabı, vitalite testleri ile de pulpanın vasküler iletimi değerlendirilir (Gopikrishna ve ark., 2009).

2.3.1. Pulpa Hassasiyet Testleri

Günümüzde en yaygın olarak kullanılan pulpa test yöntemi, diş yüzeyine uygulanan uyarın ile pulpadaki sinir liflerinin cevap verme yeteneğinin değerlendirildiği hassasiyet testleridir. Hassasiyet testleri için sıklıkla kullanılan yöntemler, ısı ile uyarın (sıcak, soğuk), elektrikle uyarın veya doğrudan dentin uyarılması esasına dayanan kavite testidir (Jafarzadeh ve Abbott, 2010a).

Hassasiyet testleri ile pulpanın nöral cevabı değerlendirilir ve bu testlere pozitif cevap sinir liflerinin fonksiyonda olduğunu gösterir. Dişlerde geçici duyuşal fonksiyon kaybına neden olan fakat vaskülarizasyonun mevcut olduğu bazı durumlarda (travmatize dişler, ortodontik tedavi gören dişler) bu testlerin kullanımı güvenilir değildir (Evans ve ark., 1999). Aynı şekilde vasküler iletimin bozulduğu ve pulpanın dejenere olduğu durumlarda da sinir iletimi devam edebilir. Bu nedenle pulpa hassasiyet testleri, vasküler dolaşımı değerlendirmedeği için pulpa canlılığı değil pulpanın sinirsel iletimi hakkında bilgi verir (Munshi ve ark., 2003).

a. Termal Pulpa Testleri

Pulpanın termal testlerle uyarılması pulpanın sağlığını ve uyarılara cevap verme yeteneğini değerlendiren en eski yöntemlerden birisidir. Bu testler, pulpanın ani ısı değişimlerine reaksiyon vermesi esasına dayanır. Termal testlerin en önemli avantajı donanım gerektirmemesi, ucuz ve kolay uygulanabilen bir yöntem olmasıdır (Rowe ve Ford, 1990; Weine, 1996).

Termal pulpa testleri, dentin tübülleri içindeki sıvının hidrodinamik hareketine neden olarak pulpa-dentin kompleksinde bulunan A-delta sinir liflerinin uyarılmasını sağlar. Pulpa hasarı meydana gelmedikçe C lifleri bu test yöntemleri ile uyarılamaz (Fuss ve ark., 1986).

Termal testler ile pulpanın ısı değişikliklerine karşı oluşan hassasiyetinin değerlendirilmesi için soğuk ya da sıcak uyarılar kullanılır.

Soğuk Testi

Soğuk uygulaması, dentin tübülleri içindeki sıvının büzülmesine ve dıőa doğru hareketine neden olur (Brännström, 1986). Dentin sıvısının bu hızlı hareketi sonucu oluşan hidromekanik kuvvet ile A-delta sinir lifleri uyarılır ve dişte kısa, keskin bir ağrı oluşur. Sağlıklı bir dişte uyarının kaldırılmasını takiben, ağrı hemen kaybolur (Trowbridge ve ark., 1980).

Olgun, travma geçirmemiş bir diş soğuk testine cevap vermezse, pulpa nekrotik olarak düşünülür. Çok köklü dişlerde ise, köklerden bir tanesi bile vital pulpa dokusu içeriyorsa, diğer kökler nekrotik olsa bile soğuk testine pozitif cevap alınabilir (Peters ve ark., 1994).

Soğuk testi reversible pulpitis ile irreversible pulpitisin ayırıcı tanısı için kullanılabilir. Soğuk uyaranlara karşı cevap genelde, var ya da yok şeklinde değerlendirilse de hastadan alınan cevabın niteliği de önemlidir. İnflame bir pulpada, uyaran kaldırıldıktan sonra hasta, ya hızlı bir şekilde kaybolan kısa, keskin bir ağrı ya da uzayan, künt bir ağrı bildirir. Hızla kaybolan kısa, keskin ağrılar reversible pulpitis gösterirken, uzayan, künt ağrılar ise irreversible pulpitisin işaretidir (Berman ve Hartwell, 2011). Reversible ya da irreversible pulpitis tanısının yalnızca bir klinik tanı olup, histolojik bir bilgi vermediği unutulmamalıdır.

Soğuk testlerinin, sıcak testlerine göre daha güvenilir bir pulpa test yöntemi olduğu belirtilmesine rağmen bazı durumlarda kullanımları sınırlıdır (Ehrmann, 1977; Shabahang, 2005). Kalsifiye veya yaşlı pulpalı dişler, normal ve sağlıklı pulpaya sahip olmasına rağmen, zamanla sekonder/reaksiyoner dentin formasyonu sonucu oluşan dentin tabakasının yalıtıcı etkisi ve kapanan dentin tübüleri nedeniyle soğuk testine yanıtıcı cevaplar verebilir (Reynolds, 1966; Ehrmann, 1977).

Kök gelişimi tamamlanmamış dişlerde soğuk testinin, kök gelişimi tamamlanmış olgun dişlerde ise EPT'nin daha güvenilir sonuçlar verdiği bildirilse de her iki yöntemin de tek başına %100 güvenilir bir yöntem olmadığı bu nedenle birlikte kullanılmalarının daha doğru olacağı bildirilmektedir (Fulling ve Andreasen, 1976a)

Soğuk testi uygulaması birçok farklı yöntem kullanılarak yapılabilir. Yöntemler arasındaki farklılıklar uygulanan soğuk testi kaynağının ve ısılarının farklı olmasından kaynaklanır (Jafarzadeh ve Abbott, 2010a).

Buz Çubuk Uygulaması

Tek kullanımlık enjektörlerin plastik kapak bölümleri veya anestezi karpüllerin içlerinin su ile doldurulup, dondurulması ile elde edilen buz çubukları, soğuk uygulama için kullanılan en basit yöntemdir. Elde edilen buz çubukları uygulayıcının parmak ısısından etkilenip erken erimemesi için gazlı bir bez yardımı ile tutularak kurunun bukkal ya da lingual yüzeyinin servikal (Ruddle, 2002) ya da orta üçlüsüne (Berman ve Hartwell, 2011) uygulanır. Buz çubuk, diş ile 5 sn ya da hasta ağrı hissedene kadar temas ettirilir (Berman ve Hartwell, 2011). Eriyen buzun damlayarak, henüz test edilmemiş dişlerin yanlış yanıtlar vermesine sebep olmaması için uygulamanın posterior dişlerden başlayarak yapılması önerilmektedir (Ruddle, 2002).

Buz çubuk uygulaması basit bir yöntemdir. Bu uygulama ile dişte yeterince ısı değişikliği oluşturulamaz. Buz çubuğun sıcaklığı 0 °C'dir ve özellikle yetişkin dişleri, posterior dişler veya şiddetli sekonder ya da reparatif dentin depozisyonu görülen dişlerde doğruluğu tartışmalıdır (Ehrmann, 1977; Augsburgger ve Peters, 1981). Bu nedenle buz çubuklar yerine CO₂ kuru buz veya soğutucu spreylere daha iyi seçeneklerdir (Linsuwanont ve ark., 2008).

Karbondioksit Karı (Kuru Buz)

Karbondioksit (CO₂), tek bir karbon atomuna bağlı iki oksijen atomundan oluşan ve gaz halinde bulunan kimyasal bir bileşiktir. Bu bileşik, katı halinde çoğunlukla 'kuru buz' olarak adlandırılır ve çok amaçlı soğutma maddesi olarak yaygın bir şekilde kullanılır (Jafarzadeh ve Abbott, 2010a).

Pulpa test metodu olarak kullanımı için, Obwegeser ve Steinhäuser (1963) tarafından modifiye edilen Odontotest aparatı (Fricar A.G. Zürich, İsviçre) kullanılır. CO₂ gazı özel olarak tasarlanmış bir plastik silindir tüp içerisine gönderilir ve sıkıştırılarak katı, buz çubuklar elde edilir. Elde edilen buz çubuklar ilgili diş kuronunun fasyal yüzünün orta üçlüsüne uygulanır ve 2-5 sn ya da hasta ağrılı uyarıyı hissedene kadar beklenir (Berman ve Hartwell, 2011). Bu test metodu ile bütün dentisyon herhangi bir izolasyon gerektirmeksizin 1-2 dk içerisinde rahatlıkla incelenebilmektedir (Ehrmann, 1977).

Kuru buzun sıcaklığı -78 °C'dir (Bachmann ve Lutz, 1976). Fakat klinik kullanım sırasında sıcaklığın -56 °C'ye kadar düştüğü bildirilmiştir (Augsburger ve Peters, 1981). Langeland ve ark. (1969) köpek dişlerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında, -22 °C'lik soğuk uygulamasının pulpa sıcaklığını +11 °C'ye düşürdüğünü ve bu uygulamanın pulpada herhangi bir hasara neden olmadığını, ancak 3 dakika süreyle -160 °C'lik şiddetli soğuk uygulamasının pulpada ciddi hasara neden olduğunu bildirmişlerdir. Kuru buza duyuşsal yanıt genellikle 2 sn'den daha kısa bir sürede gerçekleşir ve 5 sn'lik soğuk uygulaması ile pulpa-dentin sınırındaki sıcaklıkta 2 °C'den daha az bir azalma oluşur. Pulpada irreversible hasara neden olabilecek sıcaklığın ise -9 °C 'lik bir pulpa sıcaklığı olduğu bildirilmiştir (Chen ve Abbott, 2009).

Kuru buz ile soğuk uygulaması tam metal kuronlu dişlerde EPT'ye oranla daha etkilidir. Ayrıca açık apeksli dişler ve travmatik yaralanmalı dişlerde de oldukça etkili bir yöntem olduğu bildirilmiştir (Fulling ve Andreasen, 1976a, 1976b; Ehrmann, 1977).

Kuru buzun bir diğerk avantajı da normal pulpa cevabından farklı olarak uzayan ya da devamlı ağrı bildiren pulpitisin erken aşamalarında veya pulpa nekrozunda yanlış pozitif sonuçlara neden olmamasıdır (Ehrmann, 1977).

Kuru buzun dezavantajı ise kalsifiye pulpalı ya da sekonder dentin formasyonu fazla olan dişlerde etkisinin az olmasıdır (Ehrmann, 1977). Ayrıca kullanılan aparat diğerk soğuk test yöntemlerinden daha pahalı ve karmaşıktır.

Soğutucu Spreyler

Depolama kolaylığı, nispeten daha ucuz maliyeti ve basit uygulama tekniğı nedeniyle, soğutucu spreylere kliniklerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Güvenilirlik ve tutarlı sonuçlar açısından CO₂ kuru buzundan sonra en uygun yöntem olarak gösterilmektedir (Jafarzadeh ve Abbott, 2010a). Diklorodiflorometan (DDM), tetrafloroetan (TTF) ve propan-bütan karışımı (PBM) kullanılan farklı soğutucu spreylere türleridir.

DDM, pulpa testi amacı ile etkili ve sorunsuz bir şekilde kullanılan, kloroflorokarbon halometandır. Diş hekimliği kliniklerinde soğuk uygulama amacıyla kullanımı sıkıştırılmış bir spreylere (Endo-Ice, -50 °C) ile olmaktadır. 1996 yılından itibaren ABD’de atmosferin ozon tabakasına zarar vermesinden dolayı kullanımı yasaklanmıştır. Ayrıca hastalar, yardımcı personel ve diş hekimleri tarafından inhalasyonunun zararlı etkileri olabileceğı bildirilmiştir (Jafarzadeh ve Abbott, 2010a).

Üreticiler bu çevresel nedenlerden ötürü DDM’in yerine 1,1,1,2-tetrafloroetan içerikli soğutucu spreylere üretmişlerdir. Kullanılan ticari preparatı Green Endo-Ice (-26 °C)’dır. DDM’e benzer termodinamik özelliklere sahip olmasına rağmen ozon tabakasına zararlı etkisi yoktur (Jafarzadeh ve Abbott, 2010a). Jones ve ark. (2002) diş türüne ve restorasyon varlığına / yokluğuna bakılmaksızın, TFE ve CO₂ kuru buzunun, pulpa cevabı üzerine etkisinin eşdeğerk; ancak TFE’den elde edilen cevabın daha hızlı olduğunu bulmuşlardır.

Propan-bütan karışımı, genellikle %30-50 propan, %30-50 bütan, %10-20 izobütan içerir ve ticari olarak Endo-Frost (-50 °C) adıyla sunulur. Toksik olmayan soğutucu bir spreylere dir. de Moris ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada PBM ve TFE içeren soğutucu spreylere ile yapılan soğuk uygulamasında, DDM içeren spreylere göre daha düşük sıcaklıklar elde edildiğı bulunmuştur. Ancak kullanılan spreylere

pulpa odası sıcaklığında neden olduğu azalma arasında bir fark bulunamamıştır (de Moris ve ark., 2008)

Soğutucu spreyleyler, pamuk peletlere sıkılarak, dişlerin fasiyal yüzünün orta üçlüsüne uygulanır. #2 pamuk pelet kullanımının, küçük #4 pamuk pelet veya pamuk aplikatörü kullanımından daha düşük intrapulpal sıcaklığa neden olduğu bildirilmiştir. (Jones, 1999).

Etil Klorür

Etil klorür, tıpta deri üzerinde, soğutucu etkisi ile topikal anestezi olarak kullanılan -12,3 °C sıcaklığında, renksiz, kolay alev alabilen bir gazdır. Sprey şeklinde satılmaktadır ve kullanımı soğutucu spreyleyler ile aynıdır.

Etil klorür, diğer klorinat hidrokarbonlar gibi santral sinir sistemini baskılar. Havadaki <%1 konsantrasyondaki buharını solumak genellikle hiçbir belirti oluşturmazken, yüksek konsantrasyonlarda alkol intoksikasyonuna benzer etkiler gözlenir. %15'ten yüksek konsantrasyondaki buharını solumak ise ölümcül olabilir (Jafarzadeh ve Abbott, 2010a).

CO₂ kuru buz ve DDM den daha az etkili olduğu için, etil klorürün pulpa test metodu olarak kullanımı artık önerilmemektedir (Augsburger ve Peters, 1981)

Soğuk Su Banyosu

Soğuk su banyosu, bir başka kolay ve pahalı olmayan soğuk uygulama yoludur. Diş veya diş grubu rubber dam ile izole edilir ve şırınga ile soğuk su uygulayarak yıkanır. Soğuk su uygulaması hasta uyarını hissedene kadar, maksimum 15 sn uygulanır (Fuss ve ark., 1986). Zaman alıcı bir test olmasına rağmen diş kronunun tamamı uyarılabildiği için termal testler arasında güvenilir bir yöntemdir (Berman ve Hartwell, 2011). Şiddetli sıcaklık değişikliği oluşturmadığından pulpa için daha koruyucudur. Tam metal veya porselen kaplı dişlerde bile etkili bir şekilde kullanılabilir (Jafarzadeh ve Abbott, 2010a)

Sıcak Testi

Sıcak uygulaması, dentin tübülleri içerisindeki dentin sıvısında genişmeye neden olur ve bu genişme sonucu A-delta sinir lifleri uyarılır. Bununla birlikte, inflame bir pulpada sıcak uygulaması sonucu C lifleri de uyarılır. Bu da uzun süreli bir ağrı yanıtı ile sonuçlanabilir. Soğuk uygulaması ile reversible inflame bir pulpada A-delta

sinir lifleri uyarılırken, C lifleri uyarılamaz ve uygulanan soğuk ağrıyı dindirir. Bu nedenle sıcak uygulaması doğru tanı için daha iyi bir seçenek olabilir (Jafarzadeh ve Abbott, 2010a)

Nekrotik pulpa dokusu sıklıkla içerisinde sıcak ile genişleyen gazlar üretebilen bakteriler bulundurduğundan, sıcak uygulaması sonucu genişleyen gazların dentin duvarlarına yaptığı basınç ile sinir lifleri uyarılabilir. Bu nedenle küçük pulpal apseleri bulunan dişlerde sıcak uygulaması ağrıyı arttırırken, soğuk dindirir (Seltzer ve ark., 1963)

Sıcak uygulaması, ısıtılmış güta-perka, el aletleri, elektrikli ısı kaynakları, friksiyonel ısı veya sıcak su banyosu ile uygulanabilir (Jafarzadeh ve Abbott, 2010a).

Isıtılmış güta-perka (Grosman metodu), en sık kullanılan sıcak uygulama metodudur. Güta-perka çubuklar, alevli veya elektrikli bir ısıtıcı ile yumuşayıp parlayana kadar ısıtılır. Güta-perka 65 °C’de yumuşar fakat kanal dolgusu için kullanımı sırasında 200 °C’ye kadar ısıtılabilir. Bu yöntemde ise ısı 150 °C’ye kadar çıkabilir (Rowe ve Ford, 1990). Ardından uygulama yapılacak diş izole edilir ve güta-perkanın dişe yapışmaması için diş yüzeyi ince bir vazelin tabaka ile kaplanır. Isıtılmış güta-perka dişin fasiyal yüzeyinin orta üçlüsüne 2 sn içerisinde cevap alınana kadar uygulanır (Rickoff ve ark., 1988). Uzun süreli uygulamalar A-delta sinir liflerinin ardından C liflerini de uyarak bifazik uyarıya sebep olup, ağrı ile sonuçlanabileceğinden, 5 sn den daha uzun süren uygulamalar önerilmemektedir. Aşırı ve uzun süreli ısı uygulaması pulpanın hasar görmesine sebep olabilir. (Mumford, 1964). Bununla birlikte yapılan bir çalışmada, güta-perka çubuk ile 5 sn’lik bir uygulamanın pulpa dentin sınırındaki sıcaklığı 2 °C’den daha az değiştirdiği ve pulpa sağlığına zararlı bir etkisi olmadığı gösterilmiştir (Rickoff ve ark., 1988).

Güta-perka, güçlü fakat başlangıç ısı ve uygulama sırasındaki ısı farkı nedeniyle tutarlılığı az bir uygulamadır (Linsuwanont ve ark., 2008). Alevde ısıtarak kullanım ile ısı artışını kontrol etmek zordur. Limitli ulaşım nedeniyle posterior dişlerde kullanımı sınırlıdır (Ehrmann, 1977).

Sıcak testi için popüler fakat güvenilirliği zayıf bir diğer yöntem ısıtılmış el aletlerinin kullanılmasıdır. Bu amaçla top uçlu bir metalik el aleti alev altında ısıtılır ve değdirilmeden dişin bukkal yüzeyine yaklaştırılır. Aletin yaydığı ısı ile değerlendirme yapılır. Isıtılan aletin sıcaklığının kontrol edilmesinin güçlüğü ve hasta ağzında

kullanım sakıncaları nedeniyle pek önerilmemektedir. Ayrıca güvenilir ve tekrarlanabilir bir test metodu değildir (Jafarzadeh ve Abbott, 2010a).

Touch'N Heat (SybronEndo, Amerika) ya da Sistem B (SybronEndo, Amerika) gibi elektrikli ısı cihazları kullanarak pulpanın sıcağa karşı duyarlılığını test etmek, en kolay uygulanabilen sıcak test yöntemidir. Bu cihazların sıcak pulpa testi ucu gibi farklı özelliklere sahip ek parçaları vardır. Cihazlarda devamlı ısı modu seçilir ve üreticinin sıcak testi için önerdiği sıcaklık (örneğin, sistem B için önerilen sıcaklık 150 °F'dır.) ayarlanarak diş yüzeyine uygulanır. Minede yanma ya da yapışma meydana gelmemesi için öncesinde diş yüzeyi yağlanır. Bu cihazlarla diş sert ve yumuşak dokularına zarar vermeden test yapmak mümkündür (Kulild, 2008).

Sıcak testi uygulamasının en basit yöntemi ise sıcak su banyosudur. Hasta yatay konuma getirilir, test edilecek diş rubber dam ile izole edildikten sonra şırınga ile 5 sn ya da hasta uyararı hissedene kadar sıcak su uygulanır. Başlangıçta yüksek sıcaklık ile başlamakta, hasta uyararı hissedene kadar sıcaklığın kademeli olarak artırılması önerilmektedir. Dişin krununun tamamı sıcak su ile yıkandığından bu uygulama ile güta-perka, ısıtılmış el aletleri gibi diğer sıcak uygulama yöntemlerine göre pulpada daha fazla sıcaklık değişimi oluşur (White ve Cooley, 1977). Bu tekniğin dezavantajı, kooperasyon gerektirmesi ve birden fazla dişin test edilmesi gerektiğinde zaman alan bir uygulama olmasıdır (Ruddle, 2002). Ancak yine de diğer sıcak test yöntemleri ile karşılaştırıldığında daha güvenilirdir (Kulild, 2008; Berman ve Hartwell, 2011).

Polisaj lastiklerinin diş yüzeyine pat olmadan uygulanması ve sürtünme sonucu elde edilen ısı ile dişlerin test edilmesi de bir başka sıcak uygulama yöntemidir. Ancak günümüzde nadiren tercih edilir (Berman ve Hartwell, 2011).

b. Elektrikli Pulpa Testi

Elektriğin tanı amacı ile kullanımının temeli uzun yıllar öncesine dayanmaktadır. Elektrik akımının diş hekimliğinde çürük ve ağrılı dişleri lokalize etmek amacıyla kullanılabileceğinden, ilk olarak Magitot 1897 yılında yayınlanan 'Treatise on Dental Caries' adlı kitabında bahsetmiştir. Ardından Marshall (1891) ve Woodward (1896) vital ve devital pulpalı dişlerin belirlenmesi amacı ile elektrik akımını pulpa test metodu olarak ilk kez kullanmışlardır (Lin ve Chandler, 2008).

Elektrikli pulpa testinde amaç, pulpa dentin kompleksinde bulunan A-delta sinir liflerinin uyarılmasını sağlamaktır. Diş yüzeyine uygulanan elektrik akımı sonucu

dentin tübülleri içinde bulunan sıvıda iyonik bir değişim oluşur. Oluşan bu iyonik değişimin sinir liflerinde meydana getirdiği lokal depolarizasyon ve aksiyon potansiyeli sayesinde EPT'den cevap elde edilir (Gopikrishna ve ark., 2009). C liflerinin uyarılma eşikleri yüksek olduğu için EPT ile bu lifler uyarılamaz (Oloart, 1974).

Araştırmacılar, vital ve devital dişlerin ayırt edilmesinin yanında pulpa inflamasyonunun derecelerinin de belirlenmesi amacıyla elektrikli pulpa testinin kullanılabilmesini düşünmüşlerdir. Bu nedenle ilk yapılan çalışmalarda elektrikli pulpa testi sonucu ile pulpanın klinik durumu ilişkilendirilmeye çalışılmıştır (Lin ve Chandler, 2008). Ancak Seltzer ve ark. (1963) klinik işaretler ve semptomların pulpanın histolojik durumu ile ilişkisini değerlendirdikleri bir çalışmada, elektrikli pulpa test sonuçları ile pulpanın histolojik durumu arasında bir ilişki olma olasılığının çok düşük olduğunu belirtmişlerdir. Lundy ve Stanley, 1969 yılında yaptıkları çalışmalarında bu bulguları doğrulamışlar, ancak pulpa nekrotik olduğu zaman negatif yanıtın olabileceğini belirtmişlerdir (Lundy ve Stanley, 1969).

Monopolar ve bipolar olmak üzere iki çeşit elektrikli pulpa test cihazı bulunmaktadır. 1950'li yılların ortalarına kadar bipolar cihazlar kullanılmıştır. Bipolar EPT cihazlarında biri bukkal yüzeyde diğeri palatal/lingual yüzeyde olmak üzere iki elektrot bulunur. Verilen akım kurondaki bir elektrottan diğere doğru geçer. Monopolar cihazlarda ise diş yüzeyinde tek bir elektrot bulunur ve hastanın EPT cihazının metalik kısmını tutmasıyla veya dudak klipsleri ile devre tamamlanır. Alternatif bir yöntem olarak uygulayıcının eldivensiz elinin hastanın cildiyle temas ettirilmesi ile de devre tamamlanabilir (Guerra ve ark., 1993). Günümüzde kullanılan cihazlar monopolar ve pil ile çalışan cihazlardır

EPT cihazları, direkt akım (DC) veya alternatif akım (AC) ile çalışabilir. Bunların performansları arasında önemli bir fark bulunamamıştır (Fuss ve ark., 1986). Akım, bir kadran çevirerek artırılabilir veya daha yeni dijital modellerde otomatik olarak artar.

Elektrikli pulpa test tekniği hassas ve limitasyonları olan bir yöntemdir. Yeterli bir uyarı, uygun uygulama tekniği ve sonuçların dikkatli yorumlanmasını gerektirir. EPT uygulanmadan önce işlem hastaya anlatılmalı, dişler izole edilmeli ve kurutulmalıdır. Klinikte nadiren uygulanmasına rağmen ideal olan dişlerin rubber dam ile izole edilmesidir. Test edilecek dişlerin proksimal bölgelerinde metalik

restorasyonlar bulunuyorsa mutlaka temas bölgelerine plastik şeritler yerleştirilmeli ya da rubber dam uygulanmalıdır (Millard, 1973; Myers, 1998). İzolasyon basamağı akımın periodonsiyuma ve komşu dişlere yayılıp yanlış pozitif sonuçlara neden olmaması için oldukça önemlidir (Millard, 1973; Bender ve ark., 1989; Myers, 1998; Pitt Ford ve ark., 2004).

Elektrottan diş yüzeyine maksimum akımın iletilebilmesi için, iletken bir ortam gerekmektedir. Bu amaçla diş macunu, profilaksi patı, flour jeli, inert yağlar, su ve elektrot jellerinin kullanımı önerilmiştir (Martin ve ark., 1969; Michaelson ve ark., 1975; Cooley ve Robison, 1980). Genellikle kliniklerde elektrolit olarak diş macunlarından yararlanılmaktadır.

EPT uygulaması ile gerekli eşik değere ulaşılabilmesi için yeterli sayıda sinir terminalinin aktive edilmesi gerekir ve bu “sumasyon etkisi” olarak adlandırılır (Närhi ve ark., 1979). Bu nedenle daha düşük elektrik akımı ile daha hızlı ve güçlü bir yanıt elde edebilmek için yüksek nöral yoğunluğa sahip bölgelere elektrodun yerleştirilmesi gerekmektedir (Bender ve ark., 1989). Elektrodun diş yüzeyine yerleştirilmesi gereken en uygun yerleşim bölgesini bulabilmek amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Jacobson (1984), periodontal lifler uyarılmadan, en düşük voltaj ile pulpanın uyarılmasına olanak veren, en uygun elektrot yerleşim bölgesinin kesici dişler için orta üçlü, premolar dişler için ise oklüzal üçlü olduğunu söylemiştir. Bender ve ark. (1989) ve Udoe ve ark. (2010) ise anterior dişler için en uygun elektrot yerleşim bölgesinin insizal kenar olduğunu belirtmişlerdir. Premolar dişler için en uygun elektrot yerleşim bölgesi Filippatos ve ark. (2012)’nin alt premolar dişler üzerinde yaptıkları çalışmada bukkal tüberkül tepesi olarak belirlenmiştir. Daimi molar dişlerde en yüksek nöral yoğunluğa sahip bölgenin pulpa boynuzlarına yakın bölgeler olduğu ve servikale doğru gidildikçe nöral dokunun azaldığı belirtilmiştir (Lilja, 1980). Lin ve ark. (2007) molar dişler için en uygun elektrot yerleşim bölgesini mesiobukkal tüberkül tepesi olarak belirlemişlerdir. Ayrıca maksimum akım elde edebilmek için elektrodun yerleştirildiği bölgenin yanı sıra elektrot ucu ile diş yüzeyi arasındaki açığa da dikkat edilmelidir. Elektrodun mine yüzeyine dik tutulmaması ve bir eksen etrafında dönme hareketi oluşturması, dişe daha az miktarda elektrik akımı iletilmesine neden olur (Jacobson, 1984).

EPT'ler, 1-10, 1-64 veya 1-80 gibi çeşitli ölçeklerde uygulanan akım miktarını gösteren bir reostata sahiptir. Sıcaklık veya karıncalanma hissi ağırlı hale gelmeden hastanın yanıt vermesine izin vermek için akım yavaşça (<5 mikro Amp/s) arttırılmalıdır. Yeterli reaksiyon zamanı sağlandığı için akımın yavaş arttırılması ile daha doğru sonuçlar elde edilebileceği bildirilmektedir (Wahab ve Kennedy, 1987). Önce referans tepki oluşturmak ve hastaya normal bir uyarının nasıl olduğu konusunda bilgi vermek için arktaki lokasyonu ve diş tipi aynı olan kontrol bir diş test edilmelidir. Her dişin iki ya da üç kere test edilmesi ve elde edilen değerlerin ortalamasının alınması önerilmektedir (Bender ve ark., 1989). Buna karşın Mumford (1965), ilk kaydedilen değerlerin ağrı eşiğini iki ya da daha fazla okumanın ortalamasına göre daha doğru yansıttığını belirtmiştir.

Eşik değer, mine ve dentinin kalınlığı ve homojenitesinden etkilenebilir, bu nedenle anterior dişlerden, premolar ve molar dişlere doğru gidildikçe elde edilen EPT değerinde artış olur (Närhi, 1985; Bender ve ark., 1989).

Elektrikli Pulpa Testinin Limitasyonları

EPT'den elde edilen cevap pulpanın kan dolaşımı veya bütünlüğü hakkında bir bilgi vermez. Sadece, bazı duyu liflerinin pulpa dokusu içerisinde mevcut olduğunu ve uyarana cevap verebildiklerini gösterir (Shabahang, 2005).

Diğer hassasiyet testlerinde olduğu gibi elektrikli pulpa testi de subjektif bir testtir ve hasta yanıtına bağlıdır. Bu nedenle endişeli veya genç hastalarda erken veya yanlış pozitif yanıtlar elde edilebilir (Cooley ve Robison, 1980). Ayrıca uyuşturucu, alkol ve analjezikler, narkotikler, sedatifler ve trankilizanlar gibi bazı ilaçların kullanımı da EPT'den elde edilecek yanıtı etkileyebilir (Chambers, 1982).

Pulpadaki miyelinli sinir lifleri diş sürmesinden beş yıl sonra ya da dişlerin fonksiyona girmesiyle maksimum sayıya ulaşır ve pulpa dentin sınırında Raschkow sinir pleksusu oluşur (Johnsen ve ark., 1983; Johnsen, 1985). Bu nedenle kök gelişimi tamamlanmamış dişlerde EPT güvenilir bir yöntem değildir (Fulling ve Andreasen, 1976a). Ayrıca geniş pulpa odası, elektrik akımına karşı direnç oluşturabilir (Mumford, 1959). Bu dişlerde soğuk testi daha etkili bir yöntem olabilir (Fuss ve ark., 1986).

Travmatize dişlerde, vaskülarizasyon devam ettiği halde geçici duyu fonksiyon kaybı görülebilir. Böyle durumlarda dişler vital olduğu halde EPT'den negatif cevap elde edilebilir (Pileggi ve ark., 1996; Waikakul ve ark., 2002).

Ortodontik diş hareketi ile periodonsiyumda oluşan inflamatuvar sürecin yanı sıra pulpa içindeki doku respirasyonunda da değişiklikler meydana geldiği gösterilmiştir (Hamersky ve ark., 1980). Bu nedenle ortodontik tedavi sırasında pulpanın duyarlılığını test etmek güvenli olmayabilir (Burnside ve ark., 1974; Hall ve Freer, 1998). Cave ve ark. (2002) ortodontik kuvvetlerin EPT yanıt eşliğini arttırdığını belirtmişlerdir.

Tam veya parsiyel metal kuronlu dişlerde EPT'lerin kullanılması, elektrot ucunun sınırlı yerleşimi ve birçoğunun uç boyutlarının büyük olması nedeni ile zor olabilir. Küçük boyutlu uç kullanılması ile bu sorunlar giderilmeye çalışılsa da bu uçların kontrolü oldukça zordur, kolaylıkla yerlerinden oynayıp yanlış sonuçlara neden olabilirler (Jafarzadeh ve Abbott, 2010b).

Woolley ve ark. (1974), kalp pili yerleştirilmiş köpekler üzerinde EPT'nin etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında, normal bir kalp pilinin işlevini değiştirmek için 5-20 mA akımının yeterli olduğunu ve bu nedenle kardiyak kalp pili taşıyan hastalarda EPT'nin kullanılmaması gerektiği sonucuna varmışlardır. Ancak daha sonra yapılan laboratuvar çalışmalarında EPT cihazı ile kalp pillerinin etkileşime girmediği gösterilmiştir (Adams ve ark., 1982; Luker, 1982; Miller ve ark., 1998). Günümüzde hem kalp pilleri daha iyi koruyucu tabakalar içermektedir hem de yeni üretilen EPT cihazlarında daha gelişmiş koruma ve filtreleme devreleri bulunmaktadır. Wilson ve ark. (2006)'nın in vivo çalışmalarında da, implante edilmiş kalp pilleri olan hastalarda EPT kullanımının herhangi bir etkileşime neden olmadığını gösterilmiştir.

c. Kavite Testi

Kavite testi, yalnızca diğer test yöntemleri yetersiz kaldığı zaman son çare olarak uygulanmalıdır (Ehrmann, 1977; Rowe ve Ford, 1990). Lokal anestezi uygulamadan düşük ya da yüksek devirli frezler kullanılarak mine-dentin sınırına ulaşana ya da pulpa açılımı gözlenene kadar kavite açılır. Pulpa canlı ya da duyuşal sinir kaynağı mevcut ise hasta uygulama sırasında ağrı hisseder. Hastanın ağrı hissettiği noktada test sonlandırılır ve diş restore edilir.

Bu test, sinirsel iletimi değerlendirmede altın standart olarak kabul edilmesine rağmen invaziv ve irreversible bir yöntem olduğundan pulpa duyarlılığını test etmek için kullanılması genellikle tavsiye edilmemektedir (Chen ve Abbott, 2009).

2.3.2. Vitalite Testleri

Hassasiyet testleri, çeşitli uyaranlara (sıcak, soğuk, elektrik gibi) karşı, A-delta sinir liflerinin cevap verebilme yeteneğini değerlendiren ve pulpanın nöral durumu hakkında bilgi veren geleneksel pulpa testleridir. Ancak pulpa canlılığını değerlendirmek amacıyla pulpanın duyu cevabından daha çok kan dolaşımının değerlendirilmesi daha objektif sonuçlar vermektedir (Chambers, 1982). Pulpa kan akımını değerlendiren ve ölçen vitalite testleri; lazer Doppler flowmetri, pulse oksimetri, spektrofotometri ve kuron yüzey sıcaklığı gibi testlerdir. Bu testler maliyet, zaman, karmaşık klinik prosedürler ve belirsiz sonuçlar nedeniyle diş hekimliğinde yaygın kullanım alanı bulamamıştır (Jafarzadeh ve Abbott, 2010a).

a. Lazer Doppler Flowmetri

Hareket halindeki bir nesneden yansıyan radyasyonun frekansında Doppler etkisi ile oluşan değişime Doppler kayması denir. Lazer Doppler flowmetri, Doppler kaymasından yararlanarak mikrovasküler sistemlerdeki kan akımının sürekli ve noninvaziv ölçümü amacı ile kullanılan yeni bir tekniktir (Polat ve Öztürk, 1998).

LDF tekniğinde düşük güçlü monokromatik lazer ışını kullanılır ve optik bir prob aracılığı ile hedef dokuya yönlendirilir. Bu ölçüm probu içerisinde, ışını dokuya taşıyan verici fiber ve dokudan geri saçılan ışınları fotodedektöre taşıyan toplayıcı fiber bulunmaktadır. Optik probdan çıkan ve dokuya iletilen ışın demetlerinin bir kısmı dokudan absorbe edilirken, büyük bir kısmı yansır. Absorbe edilen ışının çoğu hareketli eritrositlerde, çok az miktarı da diğer kan hücrelerinde toplanır. Dokudan yansıyan ışınlar iki çeşittir. Statik dokular tarafından geri saçılan ışınlar giden ışınla aynı frekanstadır ve dalga boyu değişmemiştir. Hareketli hücreler tarafından yansıyan ışınlar ise farklı bir ışının doppler kaymasıdır. Kaymış ya da kaymamış bütün yansıyan ışınlar optik fiber yardımı ile detektöre taşınır ve burada elektrik akımına dönüştürülerek incelenir. LDF cihazında bulunan dedektör tarafından tespit edilen çıkış sinyali, üzerinde bulunan dijital ekrandan okunabilir, bir yazıcıya veya özel bir programı olan bir bilgisayara aktarılabilir. Elde edilen değer LDF çıkış sinyali olarak değerlendirilir (Polat ve Öztürk, 1998; Develioğlu, 2003; Güngör, 2003; Karayılmaz ve Kırzioğlu, 2009).

LDF'nin diş hekimliğinde ilk kullanımı Gazelius ve ark. (1986) tarafından tanımlanmıştır. O tarihten itibaren teknik, basınç değişiklikleri ve lokal anestezi

uygulaması sonrası pulpal kan akışında oluşan dinamik değişiklikleri izlemek için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Gopikrishna ve ark., 2009).

Bu elektro-optik teknik ile dişe yönlendirilen lazer ışığı dentin tübüllerini kılavuz olarak kullanarak pulpaya ulaşır. Pulpaya giren ışık kırmızı kan hücreleri ve sabit doku elemanları tarafından absorbe edilir. Hareket eden kırmızı kan hücreleri ile etkileşen fotonlar saçılır ve Doppler kaymasına uğrar. Sabit doku elemanları ile etkileşen fotonlar ise Doppler kaymasına uğramaz. Saçılan ışınlar foton dedektörüne geri gönderilir ve bir sinyal üretilir. Kırmızı kan hücreleri, diş pulpasındaki hareketli cisimlerin büyük çoğunluğunu temsil ettiğinden, Doppler kaymalı geri yansıyan ışığın ölçümü, pulpa kan akımının bir göstergesi olarak yorumlanır (Gopikrishna ve ark., 2009).

Gazelius ve ark. (1986) tarafından LDF'nin vital ve devital dişlerin tanısında güvenilir şekilde kullanılabileceği gösterilmiştir. Wilder-Smith (1988), pulpa kan akımının LDF ile güvenli bir şekilde değerlendirilebileceğini bildirmiştir. Ayrıca, LDF değerleri, reimplante köpek dişlerinde revaskülarizasyonun tahmininde de son derece doğru sonuçlar vermiştir (Yanpiset ve ark., 2001). Nitekim bu yöntem kullanılarak, pulpa revaskülarizasyonunun, diş replantasyonundan yaklaşık 4 hafta sonra yeniden oluştuğu gösterilmiştir; bu, standart hassasiyet testleri ile tahmin edilenden çok daha erken bir süredir (Skoglund ve ark., 1978; Yanpiset ve ark., 2001). Bu nedenle travmayı takiben 4 hafta sonra ilk LDF değerlendirmesinin yapılması ve düzenli aralıklar ile 3 aya kadar tekrarlanması önerilmiştir.

Roy ve ark. 2008 yılında yaptıkları bir çalışmada ise, sağlıklı ve travma nedeniyle lükse olmuş dişlerin pulpal kan akımlarının LDF ile değerlendirmiş ve sonuçları konvansiyonel pulpa test yöntemleri ile karşılaştırmışlardır. Konvansiyonel yöntemler ile devital olduğu belirlenen bazı dişlerin, LDF ile değerlendirildiklerinde vital olduğunu tespit etmişlerdir (Roy ve ark., 2008).

LDF, non-invaziv, devamlı veya belirli aralıklarla kayıt tutulmasını sağlayan bir yöntem olmasına ve pulpa kan akımını objektif olarak değerlendirmesine rağmen bazı dezavantajları vardır. LDF'nin en önemli dezavantajı elde edilen çıkış değerlerinin mutlak olmaması ve kan akımı ile doğrusal ilişkiye sahip olmamasıdır. Çıkış sinyallerinin değerindeki artış, kan akımındaki artış ile paralel değildir. Hareketli

hücrelerdeki fotonların çoklu çarpışması çıkış değerlerinin doğrusal olmamasına neden olur (Güngör, 2003).

LDF'den doğru okumalar elde etmek için sensörün hareketsiz ve dış ile sürekli temas halinde tutulması gerekmektedir. Hareket, optik fiberlerde hatalı sinyallere neden olabilir (Güngör, 2003). Silikon esaslı ölçü maddesi, akril gibi malzemeler kullanarak kişisel, özel olarak hazırlanmış prob tutucular ile probun ve sensörün dış stabilize edilmesi gerekmektedir ve bu zaman alan bir uygulamadır. Aynı zamanda pahalı cihazlar olmaları nedeni ile rutin kullanıma girememişlerdir.

b. Pulse Oksimetri

Pulse oksimetri (PO), tıbbi uygulamalarda yaygın olarak kullanılan, intravenöz anestezi uygulaması sırasında kan oksijen saturasyon düzeylerini kaydeden bir oksijen saturasyon izleme cihazıdır. 1970'lerin başında Aoyagi tarafından icat edilen PO, tamamen objektif bir testtir ve hastadan subjektif bir yanıt gerektirmez (Gopikrishna ve ark., 2009).

PO, biri kırmızı (640nm) diğeri kızılötesi (940 nm) ışık yayan iki diyottan oluşan bir sensör ve bu ışıkları vasküler yataktan geri toplayan bir fotodedektörden oluşur. Işık yayan diyotlar ışığı parmak, kulak gibi vasküler yatağa doğru iletir. Oksihemoglobin ve deoksihemoglobinler kırmızı/kızılötesi ışıkları farklı miktarlarda absorbe ederler. Oksihemoglobinler daha fazla kızılötesi ışık absorbe ederken, daha fazla kırmızı ışığın geçmesine izin verirler. Tam tersi olarak deoksihemoglobinler daha fazla kırmızı ışık absorbe edip, daha fazla kızılötesi ışığın geçişine izin verirler. Kan hacmindeki pulsatil değişim, fotodetektöre ulaşmadan vasküler yatak tarafından absorbe edilen kırmızı / kızılötesi ışık miktarında periyodik değişikliğe neden olur. Kırmızı ışığın emilimindeki pulsatil değişim ile kızılötesi ışığın emilimindeki pulsatil değişim arasındaki ilişki arteriyal kanın saturasyonunu belirlemek için PO ile analiz edilir (Salyer, 2003).

Schneetler ve Wallace (1991), diş üzerinde modifiye edilmiş kulak probu kullanarak yaptıkları çalışmalarında, pulpal ve sistemik oksijen saturasyon değerleri arasında korelasyon olduğunu bildirmiş ve PO'nun pulpa vitalite test metodu olarak kullanımını önermişlerdir. Bunun üzerine Kahan ve ark. (1996) pulpa vitalite testi olarak kullanımını amacıyla pulse oksimetresi ile birlikte özelleştirilmiş bir prob geliştirmişlerdir. Ancak, geliştirilen bu ticari enstrümanın doğruluğu hayal kırıklığı

yaratmış ve öngörülebilir bir teşhis değeri olduğu düşünülmemiştir. Çünkü diş hekimliğinde PO'nun kullanılabilmesi için sensörün dişlerin boyutuna, şekline ve anatomik konturuna uygun olması gerekmektedir. Ayrıca fotodedektör tarafından iletilen ışığın geri toplanabilmesi için, sensör tutucusu, ışık yayan diyot sensörü ve fotodedektör birbirine mümkün olduğunca paralel tutulmalıdır (Kahan ve ark., 1996).

Bunun üzerine Gopikrishna ve ark. 2006 yılında pulpa canlılığını değerlendirmek için yeni bir pulse oksimetri probu geliştirip, doğruluğunu EPT ve termal testlerle karşılaştırmışlardır. Çalışmada; negatif test sonucu olasılığı (vital pulpayı gösteren) soğuk testi için %81, EPT için %74, PO için %100 olarak bulunmuştur. Pozitif test sonucu olasılığı (devital pulpayı gösteren) ise soğuk testi için %92, EPT için %91 ve PO için %95 olarak bulunmuştur. Araştırmacılar; pulse oksimetrimin pulpa canlılığını değerlendirmek için objektif ve doğru bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir (Gopikrishna ve ark., 2006).

PO için, normal bir arteriyal kan akışı gereklidir. Arteriyal pulsatil kan akışı düşük olduğunda, PO'dan ölçüm elde edilemez. Bu durum; hipovolemi, hipotermi veya yoğun periferik vazokonstriksiyonda görülebilir. Bu gibi tıbbi durumların yanı sıra travma, derin restorasyon, fizyolojik yaşlanma gibi durumlar sonucu oluşan koronal pulpanın kalsifik değişikliklerinde de PO'dan yanlış negatif sonuçlar elde edilebileceği bildirilmiştir (Gopikrishna ve ark., 2009).

PO, pulpa vitalitesini değerlendirmek için objektif ve etkili bir yöntemdir. Özellikle hassasiyet testleri ile hatalı yanıtlar elde edilebilen, genç daimi dişler ve travma gören dişlerde daha doğru sonuçlar vermektedir (Vaghela ve Sinha, 2011). PO'nun diş hekimliği kliniklerinde kullanımı için daha küçük ve uygun fiyatlı türleri olmasına rağmen hala ideal bir diş probu bulunmadığı için pratikte rutin kullanıma girememiştir.

c. Spektrofotometri

Spektrofotometri, çift dalga boylu ışıklar kullanılarak pulpal dolaşımdaki oksijen saturasyonunu ölçmeye dayanan bir tekniktir (Levin, 2013). Yapılan hayvan çalışmalarında, nekrotik pulpa dokusu ile oksijenize pulpa dokusunu ayırt edebildiği gösterilmiştir (Nissan ve ark., 1992). Bununla birlikte spektrofotometri kullanılarak yapılan in vivo çalışmalar hala devam etmektedir (Rudzka ve ark.). Ancak kullanışlı,

nispeten ucuz ve küçük cihazlar olmalarına rağmen dental kullanıma uygun ticari olarak temin edilebilir bir formları bulunmamaktadır (Levin, 2013).

d. Kuron Yüzey Sıcaklığı (Termografi)

Dişlerin yüzey sıcaklığı ve canlılığı arasında ilişki olduğu bildirilmiştir (Stoops ve Scott, 1976). Canlı bir diş, sıcaklığını dışarıdan periodonsiyum ve oral çevreden, içeriden ise pulpa dolaşımı ve metabolizmasından alır. Oysa ki nekrotik bir diş sadece periodonsiyum ve oral çevre kaynaklı bir sıcaklığa sahiptir (Brown ve Goldberg, 1966). Bu farklılıklardan dolayı sıcaklık ölçümünün bir tanı aracı olarak kullanımı termistörler, kızılötesi termometreler, minyatür termometreler, kızılötesi termografi ve sıvı kristaller kullanılarak araştırılmıştır ve dişlerin soğutulmasının ardından, nekrotik dişlerin canlı dişlere göre ısınmasının daha yavaş olduğu gösterilmiştir (Jafarzadeh ve ark., 2008).

Termografik görüntüleme, vücudun yüzey sıcaklığını ölçmek için oldukça doğru ve invaziv olmayan bir yöntem olmasına rağmen teknik karmaşıktır ve dental kullanımı için henüz piyasada bulunan herhangi bir cihazı yoktur.

2.4. Araştırmanın Amacı

Elektrikli pulpa testi, pulpanın nöral durumunu değerlendiren ve kliniklerde uzun yıllardır rutin olarak kullanılan geleneksel pulpa test metodudur. Bazı limitasyonları olmasına rağmen doğru bir şekilde uygulandığında pulpanın canlılığı hakkında oldukça yararlı bilgiler vermektedir.

EPT ile değerlendirme yaparken, elektrotun yerleştirildiği bölgedeki sinir liflerinin yoğunluğu, mine ve dentinin kalınlığı, pulpa odasının genişliği gibi faktörlerin ya da kök gelişimi tamamlanmamış dişler ile kök ucu kapalı olan dişlerin sinir dokusu farklılıklarının EPT'den elde edilen yanıtı etkilediği bildirilmektedir. Ancak literatür incelendiğinde bu konu üzerine yapılmış sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmaktadır (Mullaney ve ark., 1970; Fulling ve Andreasen, 1976a; Klein, 1978; Brandt ve ark., 1988). Bu nedenle çalışmamızda daimi keser dişlerin farklı kök gelişim seviyelerine göre ortalama EPT değerlerinin belirlenip, karşılaştırılması ve bu dişler için en uygun elektrot yerleşim bölgesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

Bu araştırma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı Kliniği'ne Aralık 2015 - Aralık 2016 tarihleri arasında muayene ve tedavi amacıyla başvuran 6-12 (ortalama $8,9 \pm 0,03$ yıl) yaş aralığına sahip toplam 273 (142 kız, 131 erkek) çocuk hastanın alt ve üst daimi 1200 keser dişi üzerinde gerçekleştirildi.

Çalışmanın etik kurul onayı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıbbi Araştırma Etik Komisyonu Başkanlığı'ndan (no:2015/223) alındı (Ek-1). Çalışmaya dâhil edilen tüm çocuk hastalara ve velilere çalışma ile ilgili detaylı bilgiler verilerek aydınlatılmış onam formları imzalatıldı (Ek-2).

Çalışmaya aşağıda yer alan kriterlere sahip dişler dâhil edildi:

- Ortodontik tedavi veya travma hikayesi olmayan,
- Yüzeyinde çatlak, kırık bulunmayan,
- Herhangi bir restorasyon veya çürüğü bulunmayan,
- Endodontik tedavi görmemiş,
- Periapikal patolojisi bulunmayan dişler

Aşağıda yer alan kriterlere sahip hastalar ise çalışma dışı bırakıldı:

- Rutin muayenesinde panoramik filmi bulunmayan,
- Narkotik analjezik etkili ilaç kullanan,
- Parasetamol ya da nonsteroid antiinflatuar grubu ilaç kullanan,
- Zihinsel ya da emosyonel dengesizliğe sahip,
- Kooperasyon kurulamayan hastalar

Çalışma gruplarında yer alacak diş sayısının belirlenmesi amacıyla güç analizi uygulandı. %95 güvenle, %5 duyarlılığa sahip olacak şekilde basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılarak yapılan güç analizinde her grup için en az 50 diş kullanılması gerektiği belirlendi ve çalışma her diş grubunda 100 diş bulunacak şekilde yürütüldü (Fulling ve Andreasen, 1976a).

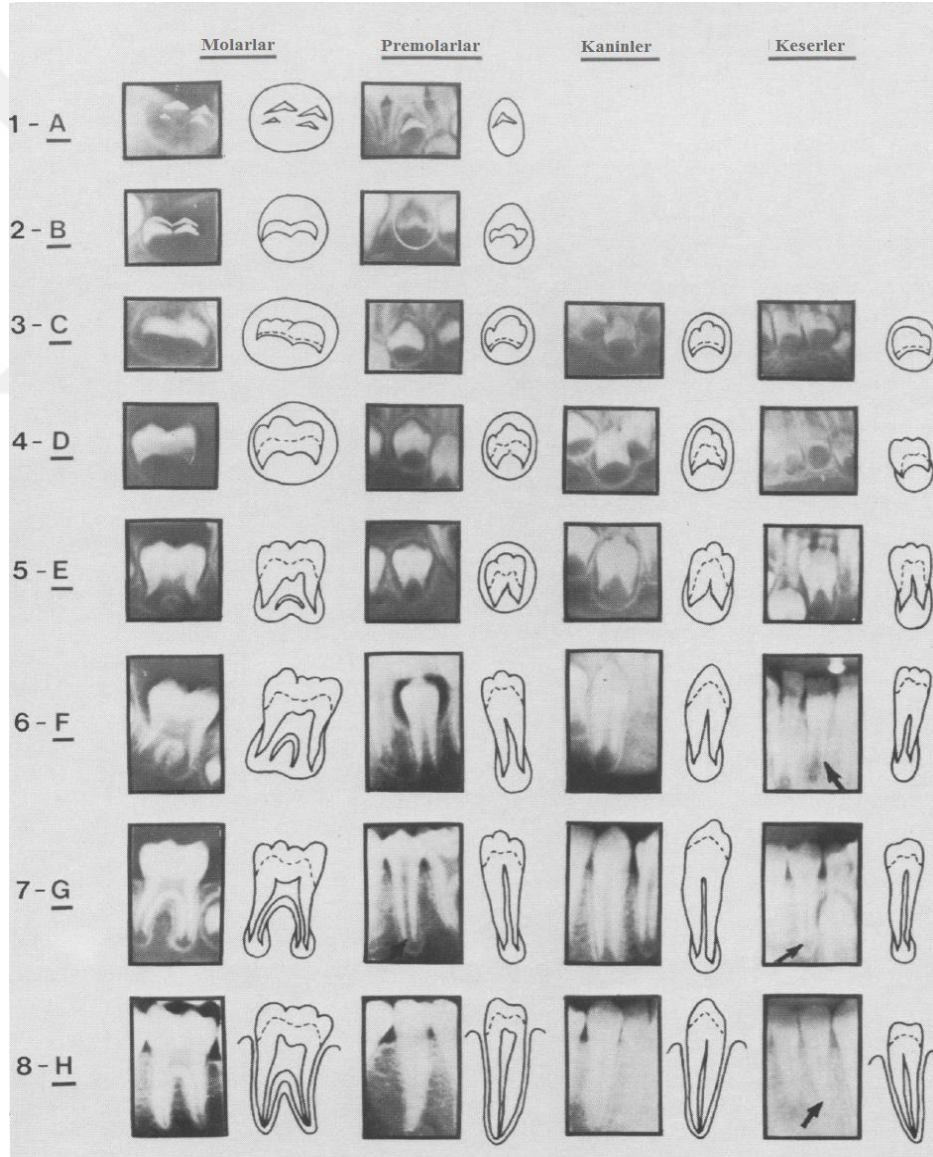
3.1. Araştırma Prosedürü

3.1.1. Kök Gelişim Seviyelerine Göre Diş Gruplarının Belirlenmesi

Çalışmaya dâhil edilme kriterlerine uygun olan hastaların öncelikle mevcut panoramik radyografileri incelenerek filmin netliğinin keser dişlerin kök gelişimini

görmeye elverişli olup olmadığı kontrol edildi. Buna göre uygun panoramik radyografiye sahip çocukların keser dişlerinin kök gelişim seviyesi Demirjian ve ark. (1973) tarafından önerilen sistem kullanılarak radyograf üzerinde belirlendi (Şekil 1). Bu sistemde yer alan ve A-H arası tanımlanan diş gelişim evrelerinden dişlerin tamamen ağız içine sürebildiği ve klinik kuron uzunluklarının labial yüzeyin üç farklı bölgesinden (insizal üçlü, orta üçlü, servikal üçlü) ölçüm yapabilmeye elverişli olduğu F, G ve H evreleri (Tablo 1) temel alındı.

Kök gelişim seviyeleri belirlenen dişler ile birlikte hastaların cinsiyeti ve doğum tarihi kaydedildi.



Şekil 1. Daimi dişlerin gelişim aşamaları (Demirjian ve ark., 1973'ten)

Tablo 1. F,G,H diş gelişim aşamalarının tanımlamaları

F	a)Pulpa odasının duvarları ikizkenar üçgen formundadır. Apeks bitimi huni şeklindedir. b)Kök uzunluğu kron yüksekliğine eşit veya daha fazladır.
G	Kök kanalının duvarları birbirinr paraleldir ve apikal bitimi parsiyel olarak açıktır.
H	a)Kök kanalının apikal bitimi tamamen kapanır. b)Periodontal membran kök ve apeks çevresinde düzgün bir genişliğe sahiptir.

3.1.2. Elektrikli Pulpa Testi Uygulaması

0-64 arası okuma değerlerine sahip, monopolar dijital elektrikli pulpa test cihazı (Parkell, Inc, Edgewood, NY) üretici firmanın önerileri doğrultusunda uygulandı. EPT ile ölçüme başlamadan önce daimi alt ve üst keser dişler, pamuk rulolar ile izole edildi ve pamuk ile kurutuldu. 2 mm'lik çapa sahip elektrot ucuna, hafif bir şekilde diş macunu (Colgate Total, Colgate-Palmolive, İstanbul, Türkiye) sürülerek test edilecek yüzeye yerleştirildi. İşlem sırasında uygulayıcı tarafından eldiven kullanıldı ve topraklama klipsi hastanın dudağına yerleştirilerek devre tamamlandı. Stimulus gönderme hızı için yavaş, orta ve hızlı seçeneklerine sahip cihazda uyarının ilk algılanmasının doğru olarak belirlenebilmesi için, hız en düşük seviyede kullanıldı (Wahab ve Kennedy, 1987). Stimulus hasta uyarını hissedene kadar yavaşça arttırıldı. Hastaya dişinde karıncalanma, sızlama, ısınma gibi bir değişiklik hissettiği zaman elini kaldırması gerektiği söylendi. Hasta uyarını hissettiği an test sonlandırıldı ve dijital test cihazı üzerindeki değer kaydedildi.

İlk ölçüm, hastaya elektriksel uyarı sonucu oluşacak hissi tanıtabilmek amacıyla, çalışmaya dâhil edilmeyen başka bir diş üzerinde gerçekleştirildi. Ardından çalışmaya dâhil edilen dişlerin labial yüzeylerinin üç farklı bölgesinden (insizal, orta, servikal üçlü) ölçümler yapıldı. Bu ölçümler arasında, nöral akomodasyon fenomeni

oluşumunu engellemek amacıyla uyarılar arası dinlenme periyodu için en az 2 dakika beklendi (Ziskin ve Zegarelli, 1945; Vargas ve Vivaldi, 1959; Mumford, 1965; Bender ve ark., 1989). Diş tekrar pamuk ile kurutulup test edilmeyen diğer bölgelerde de ölçüm aynı şekilde yapıldı.



Şekil 2. Tez çalışmasında kullanılan EPT cihazı ve diş macunu: Parkell Digitest II, Colgate total

3.2. İstatistiksel Değerlendirme

Araştırmamızda elde edilen verilerin istatistiksel analizleri SPSS 20.0 yazılımı (SPSS Inc., Chicago IL, USA) kullanılarak gerçekleştirildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi kullanılarak belirlendi ($P>0.05$). Varyansların homojenliğinin değerlendirilmesi Levene testi kullanılarak yapıldı ve varyansların homojen olduğu ($p>0.05$) bulundu. Bu durumda verilerin analizi için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) (Post Hoc Tukey HSD) kullanıldı. Dişlerden elde edilen üç farklı ölçümün ortalama değerlerinin karşılaştırılması amacıyla Duncan testi kullanıldı. Veriler ortalama \pm standart sapma ($O\pm SS$) ile gösterildi. Testin anlamlılık düzeyi için $p<0.05$ kabul edildi.

4. BULGULAR

Farklı kök gelişim seviyelerine sahip keser dişlerin ortalama EPT değerlerinin karşılaştırılması ve bu dişler için en uygun elektrot yerleşim bölgesinin belirlenmesi amaçlanan araştırmaya 6-12 (ortalama $8,9 \pm 0,03$ yıl) yaş aralığına sahip 142 kız (%52), 131 erkek (%48) toplam 273 çocuk hastanın her diş grubunda 100 diş olacak şekilde toplam 1200 adet keser dişi dâhil edildi.

Yapılan istatistiksel değerlendirmede, kız çocukların keser dişlerinden elde edilen ortalama EPT değeri ile erkek çocukların keser dişlerinden elde edilen ortalama EPT değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$).

Tablo 2. Kız ve erkek hastalardan elde edilen ortalama EPT değerleri

Cinsiyet	Diş tipi			
	Üst orta keser diş (Ort±SS)	Üst yan keser diş (Ort±SS)	Alt orta keser diş (Ort±SS)	Alt yan keser diş (Ort±SS)
Kız	17.45 ± 0.45	19.28 ± 0.72	17.07 ± 0.43	18.77 ± 0.43
Erkek	18.60 ± 0.46	20.82 ± 0.84	16.70 ± 0.45	18.33 ± 0.44
p değeri	0.074	0.057	0.549	0.474

Aynı sütundaki farklı harfler arasında anlamlı farklılık vardır ($p<0,05$)

Elektrot yerleşim bölgelerinden elde edilen EPT değerleri Tablo 3’de gösterilmiştir. Bütün dişlerde servikal bölgeden insizal bölgeye doğru gidildikçe elde edilen EPT eşik değerlerinde düşüş eğilimi gözlenmiştir. Ancak sadece alt keser dişler için bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$). Tüm keser dişlerde en düşük EPT değeri insizal bölgeden elde edilmiştir.

Alt ve üst çene benzer diş gruplarının bölgelere göre EPT eşik değerleri karşılaştırıldığında, alt çene dişleri üst çene benzer dişlerine göre bütün ölçüm bölgelerinde daha düşük EPT eşik değeri göstermekle birlikte bu düşüş sadece insizal bölgede istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 4). ($p<0.001$).

Tablo 3. Elektrot yerleşim bölgelerinden elde edilen EPT eşik değerleri

Bölge	Diş tipi			
	Üst orta keser diş (Ort±SS)	Üst yan keser diş (Ort±SS)	Alt orta keser diş (Ort±SS)	Alt yan keser diş (Ort±SS)
Servikal	19,77 ± 0,58 ^a	21,58 ± 0,55 ^a	19,10 ± 0,57 ^a	20,52 ± 0,56 ^a
Orta	17,88 ± 0,55 ^b	19,60 ± 0,52 ^b	16,72 ± 0,53 ^b	18,52 ± 0,54 ^b
İnsizal	16,41 ± 0,51 ^b	19,09 ± 0,51 ^b	14,80 ± 0,50 ^c	16,59 ± 0,48 ^c
p değeri	<0.001	0.002	<0.001	<0.001

Aynı sütundaki farklı harfler arasında anlamlı farklılık vardır (p<0,05)

Tablo 4. Aynı diş tiplerinin bölgelere göre EPT eşik değerleri

Diş tipi	Bölge		
	Servikal	Orta	İnsizal
Üst orta keser diş	19,77 ± 0,58	17,88 ± 0,55	16,41 ± 0,51 ^a
Alt orta keser diş	19,10 ± 0,57	16,72 ± 0,53	14,80 ± 0,50 ^b
p değeri	0.416	0.130	0.024
Üst yan keser diş	21,58 ± 0,55	19,60 ± 0,52	19,09 ± 0,51 ^a
Alt yan keser diş	20,52 ± 0,56	18,52 ± 0,54	16,59 ± 0,48 ^b
p değeri	0.174	0.149	<0.001

Aynı sütundaki farklı harfler arasında anlamlı farklılık vardır (p<0,05)

Kök gelişim seviyesine göre dişlerden elde edilen ortalama EPT değerleri Tablo 5’de gösterilmiştir. Bütün diş gruplarında kök gelişim seviyesinde artış ile birlikte elde edilen ortalama EPT değerinde azalma eğilimi görülmektedir. Sadece alt orta keser dişte bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0.001). Aynı zamanda F ve G kök gelişim seviyelerinde alt dişler benzer üst dişlerine göre daha düşük EPT değerleri gösterme eğiliminde olmalarına rağmen bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı

bulunmamıştır. Sadece kök gelişiminin tamamlandığı H grubunda alt dişler benzer üst dişlerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük EPT değeri göstermiştir ($p<0.001$).

Tablo 5. Kök gelişim seviyelerine göre dişlerden elde edilen ortalama EPT değerleri

Kök gelişim Seviyesi	Diş tipi				p değeri
	Üst orta keser diş (Ort±SS)	Üst yan keser diş (Ort±SS)	Alt orta keser diş (Ort±SS)	Alt yan keser diş (Ort±SS)	
F	20,52 ± 0,62 ^a	20,75 ± 0,61	20,38 ± 0,56 ^a	20,68 ± 0,54 ^a	0.970
G	19,22 ± 0,49 ^{a,AB}	20,08 ± 0,49 ^A	17,82 ± 0,52 ^{b,B}	19,26 ± 0,56 ^{a,AB}	0.022
H	14,20 ± 0,47 ^{b,C}	19,50 ± 0,50 ^A	12,47 ± 0,42 ^{c,D}	15,61 ± 0,45 ^{b,B}	<0.001
p değeri	<0.001	0.253	<0.001	<0.001	

Aynı sütundaki farklı küçük harfler ve aynı satırdaki farklı büyük harfler arasında anlamlı farklılık vardır ($p<0,05$)

Ayrıca Tablo 6’da test edilen bütün daimi keser dişlerin tüm kök gelişim seviyelerinde en düşük EPT eşik değerinin elde edildiği bölge olan insizal üçlü ölçüm değerleri %95 güven aralıklarında verilmiştir.

Tablo 6. Dişlerin kök gelişim seviyelerine göre ortalama insizal üçlü EPT değerleri

Diş tipi	Kök gelişim seviyesi	%95 güven aralıkları
Üst orta keser diş	F	16.69 – 20.41
	G	16.03 – 19.37
	H	11.39 – 14.38
Üst yan keser diş	F	17.21 – 21.25
	G	17.59 – 20.72
	H	17.18 – 20.62
Alt orta keser diş	F	15.98 – 19.52
	G	14.50 – 18.00
	H	09.26 – 11.64
Alt yan keser diş	F	16.74 – 19.98
	G	15.15 – 18.63
	H	12.94 – 15.98

5. TARTIŞMA

Diş sert dokularının mikroorganizmalar, fiziksel, kimyasal irritasyon veya iyatrojenik faktörler ile etkilenmesi durumunda pulpada iltihabi reaksiyonlar başlar ve hiperemiden nekroza kadar değişen aşamalarda pulpa hastalıkları oluşur (Alaçam, 2012). Pulpa hastalıklarının tanısı için pulpanın sağlık durumunun değerlendirilmesi, yapılacak tedavinin seçimi açısından oldukça önem taşır. Pulpa testleri, pulpa hastalıklarının tanı ve tedavisinin belirlenebilmesi amacı ile uzun yıllardır kullanılan oldukça yararlı tanı testleridir (Rowe ve Ford, 1990; Berman ve Hartwell, 2011).

Pulpanın canlılığı hakkında bilgi vermesi beklenen ideal bir test metodunun; basit, objektif, standart, tekrarlanabilen, ağrısız, güvenilir, ucuz ve kolay uygulanabilen bir yöntem olması gerektiği belirtilmiştir (Chambers, 1982). Lazer Doppler flowmetri, pulse oksimetri, spektrofotometri ve kuru yüzey sıcaklığının değerlendirilmesi gibi pulpanın vaskülarizasyonunu objektif bir şekilde değerlendiren pulpa vitalite testleri maliyet, zaman, karmaşık klinik prosedürler ve belirsiz sonuçlar nedeniyle diş hekimliği kliniklerinde kendilerine pek fazla yer bulamamış ve kullanımları daha çok deneysel amaçlı olarak kalmıştır (Strobl ve ark., 2004; Jafarzadeh, 2009; Jafarzadeh ve Rosenberg, 2009). Termal ve elektrikli pulpa testleri gibi pulpa sinir liflerinin uyarılara karşı cevap verebilme yeteneğini değerlendirerek pulpa sağlığı hakkında bilgi veren pulpa hassasiyet testleri ise diğer vitalite testleri kadar objektif olmamalarına rağmen ucuz, kolay ve tekrarlanabilir olmaları nedeniyle kliniklerde rutin kullanım alanı bulmuşlardır. Termal testler ile uyarılara karşı dışten alınan yanıt var ya da yok şeklinde iken elektrikli pulpa testi ile tekrarlayan kontrol değerlendirmelerinde karşılaştırma yapılabilecek sayısal değerler elde edilebilmektedir (Lin ve Chandler, 2008; Jafarzadeh ve Abbott, 2010a, 2010b;). Ayrıca EPT; yüksek spesifiteye sahip (>%90), sağlıklı dişlerin değerlendirilmesinde ve tespitinde oldukça güvenilir ve kolay uygulanabilen bir testtir (Fuss ve ark., 1986; Peters ve ark., 1994; Evans ve ark., 1999; Peterson ve ark., 1999; Kamburoğlu ve Paksoy, 2005; Gopikrishna ve ark., 2007a; Weisleder ve ark., 2009). Özellikle travmatik diş yaralanmalarından sonra pulpa canlılığının değerlendirilmesi ve bu dişlerin uzun dönem takibi için en yaygın kullanılan tanı yöntemidir (Andreasen ve Andreasen, 1985; Andreasen ve ark., 2007).

Ön bölge dişleri özellikle 8-10 yaşlarında travmalardan en çok etkilenen dişlerdir (Reichborn-Kjennerud, 1973; Fulling ve Andreasen, 1976a; Glendor ve ark.,

2007; Alaçam, 2012). Bu yaş grubunda travmaya uğramış ön bölge dişlerinin erüpsiyonlarının devam etmesi ve kök gelişimlerinin henüz tamamlanmamış olması bu dişlerin tanı ve tedavisini zorlaştırmaktadır. Klinik çalışmalar, bu yaş grubunda nöral gelişimini tam olarak tamamlamamış olan ön bölge dişlerinin EPT'ye güvenilir sonuçlar vermediğini ve elde edilen değerlerin ise gelişimini tamamlamış olgun daimi dişlere göre daha yüksek olduğunu göstermektedir (Mullaney ve ark., 1970; Fulling ve Andreasen, 1976a; Klein, 1978; Bender ve ark., 1989). Bununla birlikte literatür incelendiğinde gelişimini tamamlamış ve tamamlanmamış sağlıklı daimi dişlerde ortalama EPT değerinin belirlendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle tez çalışmamızda daimi keser dişlerin farklı kök gelişim seviyelerine göre ortalama EPT değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Dişlerin gelişim aşamalarını periapikal ya da panoramik radyografiler üzerinden değerlendiren birçok farklı metot bulunmaktadır (Nolla, 1960; Fanning, 1961; Moorrees ve ark., 1963; Demirjian ve ark., 1973). Bunların içinde Demirjian metodu (1973), diş gelişim aşamalarının panoramik radyografiler üzerinden değerlendirildiği ve diyagramlar ile açıkça tanımlandığı, objektif kriterler içeren dünya genelinde kabul görmüş bir metottur (Demirjian ve ark., 1973; Demirjian ve Goldstein, 1976; Garamendi ve ark., 2005; Nik-Hussein ve ark., 2011). Çalışmamızda dişlerin kök gelişim seviyelerinin belirlenmesinde Demirjian metodu tercih edilerek, hem tek bir panoramik radyografi ile bütün dişlerin incelenmesi planlanmış hem de rutin panoramik radyografileri bulunan çocuk hastalar çalışmaya dâhil edilerek ilave bir radyasyona maruz kalınması engellenmiştir. Demirjian metodu, panoramik radyografilerde sert ve yumuşak dokuların üst çenedeki dişlere süperpozisyonu gibi anatomik faktörlerin varlığı nedeniyle alt çenede bulunan dişler için tasarlanmasına rağmen çalışmamızda bu anatomik faktörlerin süperpozisyonuna uğramayan panoramik radyografları bulunan çocukların üst keser dişleri seçilerek aynı radyografi üzerinden hem alt hem de üst keser dişler değerlendirilmiştir.

Günümüzde kullanılan EPT cihazları, pil ile çalışan, eski cihazlara oranla daha küçük ve kullanışlı cihazlardır. Bu cihazlarda çıkış gücü, bir kadran çevirerek artırılabilir veya dijital okumayla otomatik olarak artabilir. Tez çalışmamızda 0-64 okuma aralığında, dijital göstergeye sahip ve son yıllarda EPT ile yapılan çalışmalarda sıklıkla tercih edilen Parkell dijital vitalometresi (Parkell, Inc, Edgewood, NY)

kullanılmıştır (Gopikrishna ve ark., 2007a, 2007b; Filippatos ve ark., 2012; Shahi ve ark., 2015). Bu cihazda stimulus artış hızı; yavaş, orta ve hızlı olmak üzere 3 farklı ayarda uygulanabilmektedir. Yeterli reaksiyon zamanı sağladığı ve sıcaklık veya karıncalanma hissi ağırlı hale gelmeden hastanın yanıt vermesine izin verdiği için stimulusun yavaş arttırılması ile daha doğru sonuçlar elde edilebileceği bildirilmektedir (Wahab ve Kennedy, 1987). Bu nedenle çalışmamızda stimulus hızı en yavaş ayarda kullanılmıştır.

EPT uygulamasında, elektrottan dış yüzeyine maksimum akımın iletilebilmesi için elektrot ucu ve dış yüzeyi arasında iletken bir ortam kullanılması önerilmektedir (Michaelson ve ark., 1975; Cooley ve Robison, 1980). Martin ve ark. (1969) çekilmiş dişlerde yaptıkları bir laboratuvar çalışmasında elektrolit kullanımının iletilen voltaj ya da elektrik akımında kayda değer bir fark yaratmadığını bildirmişlerdir. Ancak Mickel ve ark. (2006) farklı türde elektrolitler kullanarak yaptıkları çalışmalarında kuru elektrot ile dış yüzeyi temasında elektrik akımının dişte dağıldığını ve uyarana daha yüksek eşik değerlerde yanıt alındığı bildirmişler ve elektrolit olarak diş macunu, florid jel veya topikal anestetiklerin kullanımını önermişlerdir. Chunhacheevachaloke ve Ajcharanukul (2016) tarafından diş macunları ve su bazlı elektrolitlerin EPT yanıtı üzerine etkisinin değerlendirildiği klinik çalışmada test edilen farklı viskoziteye sahip diş macunları içerisinde Colgate Total'in en düşük eşik değeri veren diş macunu olduğu bulunmuştur. Bu bulguların ışığında tez çalışmamızda elektrolit olarak Colgate Total (Colgate-Palmolive, İstanbul, Türkiye) diş macunu kullanılmıştır.

EPT ile değerlendirme yaparken her dişin iki ya da üç kere test edilip elde edilen değerlerin ortalamasının alınmasını öneren araştırmacılar bulunmaktadır (Bender ve ark., 1989). Ancak Mumford (1965) ilk kaydedilen değer, ağrı eşiğini iki ya da daha fazla okumanın ortalamasına göre daha doğru yansıttığını belirtmiştir. Aynı zamanda sabırları kısıtlı olan çocuk hastalarda ölçüm sayısı arttıkça doğru değer bulunması zorlaşabileceğinden, araştırmamızda dişlerin insizal, servikal ve orta üçlü bölgelerinden tek ölçüm yapılmıştır.

Çalışmamızda ayrıca art arda tekrarlayan elektriksel uyarılarda sinir akomodasyon fenomeni oluşmaması için ölçümler arasında 2 dk beklenmiştir. Sinir hücreleri istirahat durumunda hücre içi (+), hücre içi (-) yüklü polarizasyon gösterir. EPT ile uyarıldıklarında, hücrede aksiyon potansiyeli oluşur ve depolarizasyon

meydana gelir. Uyarı kaldırıldıktan sonra ise repolarize olup eski haline döner. Sinir hücrelerinde gerçekleşen bu depolarizasyon ve repolarizasyon olayları hücre içi ve hücre dışı Na^+ ve K^+ iyon konsantrasyon farkı ile sağlanır. Hücre membranında bulunan Na^+ kanallarının geçirgenliğinin artırılması sonucunda depolarizasyon, Na^+ kanallarının kapatılması ve K^+ kanallarının açılması ile repolarizasyon oluşur. Hücrede repolarizasyon sağlanması için depolarizasyon sırasında aktive olan Na^+ kanallarının tekrar inaktive olması gerekir. Eğer hücre, Na^+ kanallarında inaktivasyon sağlanmadan EPT gibi akımın yavaş yavaş yükseltildiği bir uyarı ile tekrar uyarılırsa eşik değerde artış meydana gelir ve hücreyi uyarabilmek için daha fazla elektrik akımı gerekebilir. Bu durum nöral akomodasyon fenomeni olarak adlandırılır (Guyton, 1961). Bu nedenle EPT ile tekrarlayan uyarılar arasında sinir hücrelerinde nöral akomodasyon fenomeni oluşmasını önlemek için 1-2 dk dinlenme periyoduna izin verilmesi önerilmektedir (Ziskin ve Zegarelli, 1945; Vargas ve Vivaldi, 1959; Mumford, 1965; Bender ve ark., 1989)

Çalışmamızda 6-12 yaş aralığına sahip kız ve erkek çocukların keser dişlerinden elde edilen EPT değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu bulgu, EPT ile yapılan ve cinsiyetin EPT yanıtı üzerinde etkisinin değerlendirildiği çalışmaların çoğunda belirtilen kadın ve erkek hastalardan elde edilen yanıtlar arasında herhangi bir fark bulunmadığı sonucu ile paraleldir (Mumford, 1963; Demirtola ve Alaçam, 1978; Bargale ve Padmanabh, 2015; Lin ve ark., 2007; Jespersen ve ark., 2014). Bununla birlikte Udoye ve ark. (2010) ile Chunhacheevachaloke ve Ajcharanukul (2016) bu çalışmalardan farklı olarak kadın hastalarda erkek hastalara oranla EPT ile daha düşük eşik değerde yanıtlar elde etmişlerdir ve sonuçlarını deneysel uyarılar sonucu ortaya çıkan ağrılara karşı kadınların, erkeklere oranla daha duyarlı olması ve bu nedenle daha düşük ağrı eşiğine sahip olması ile açıklamışlardır (Fillingim ve Maixner, 1995; Riley ve ark., 1998). Ancak bu çalışmalar yetişkin hastalar üzerinde gerçekleştirilen çalışmalardır ve aralarındaki çelişki, örneklem boyutundan veya EPT'nin subjektif bir test olmasından dolayı metodolojik nedenle ortaya çıkmış olabilir. Schmitz ve ark. (2013) ise çocuklarda ve ergenlerde ağrı toleransını değerlendirdikleri çalışmalarında ergenlik dönemine kadar çocukların ağrı eşiği değerlerinde cinsiyetin etkisinin olmadığı, ergenlik dönemi ile birlikte kızlarda ağrı eşiği değerinde azalma

gözlenirken, erkeklerde artış olduğunu bildirmiştir. Bu araştırmanın sonucu, çalışmamızdan elde edilen bulgular ile örtüşmektedir.

Çalışmamızda bütün diş gruplarında kök gelişim seviyesinde artış ile birlikte elde edilen ortalama EPT değerinde azalma eğilimi görülmüştür ve kök ucunun kapalı olduğu H gelişim aşamasında test edilen tüm dişler için en düşük EPT değeri elde edilmiştir. Kök gelişimi tamamlanmamış genç daimi dişlerden elde edilen EPT yanıtı ile kök ucu kapanmış, olgun dişlerin EPT yanıtını karşılaştıran daha önce yapılmış çalışmalarda elde edilen değerlerin farklılık gösterebileceği bildirilmiştir. (Mullaney ve ark., 1970; Fulling ve Andreasen, 1976a; Klein, 1978;). Fulling ve Andreasen (1976) 5-17 yaş aralığında 104 çocuk hasta üzerinde yaptıkları çalışmalarında diş tipi ve köklerin maturasyon durumunun EPT yanıtı üzerine etkisini değerlendirmişler ve çalışmamızdaki sonuçlara benzer şekilde kök gelişiminin EPT yanıtı üzerinde etkili olduğunu ve diş tipi fark etmeksizin kök gelişimi arttıkça EPT değerinde azalma olduğunu bildirmişlerdir. Kök gelişimi tamamlanmamış genç daimi dişlerde daha yüksek EPT değerleri elde edilmesinin başlıca nedenleri olarak, bu dişlerin elektrik akımının iletilmesine direnç gösteren geniş pulpa odalarına sahip olmaları (Mumford, 1959), Raschkow sinir pleksusunun kök ucu kapanmadığı için tam olarak gelişimini tamamlamaması (Johnsen, 1985) ve sinir liflerinin dentin içine doğru yeterince dallanmamış olması (Bernick, 1964) gösterilmektedir. Bununla birlikte pulpada bulunan miyelinsiz sinir liflerinin sayısı diş erüpsiyonundan kısa bir süre sonra hızla artarken, EPT ile değerlendirilen miyelinli sinir liflerinin sayısının diş erüpsiyonundan ancak 5 yıl sonra maksimum sayıya ulaşması da elde edilen değerlerin daha yüksek olmasına sebep olabilmektedir (Johnsen, 1985).

EPT değerlendirmelerinde elektrodun konumlandırılması gereken en uygun bölgenin araştırıldığı çalışmalarda, elektrodun diş üzerinde konumlandırıldığı bölgenin elde edilecek değeri etkilediği görülmüştür. Çalışmamızda literatürdeki birçok çalışmaya uyumlu olarak insizal bölgede diğer ölçüm bölgelerine oranla daha düşük değerlerde EPT yanıtı elde edilmiş ve en uygun elektrot yerleşim bölgesinin insizal üçlü olduğu bulunmuştur. Lin ve ark. (2007) 20-25 yaş aralığında 20 gönüllü katılımcı üzerinde, dişlerin yedi farklı bölgesinden ölçümler yaparak gerçekleştirdikleri çalışmalarında alt ve üst birinci molar dişler için en düşük eşik değerini elde edildiği, ideal elektrot yerleşim bölgesini mesiobukkal tüberkül tepesi olarak bildirmişlerdir.

Filippatos ve ark. (2012)'nin farklı yaş grubundaki hastaların alt premolar dişleri üzerinde yaptıkları çalışmalarında 3 farklı bölgeden (bukkal tüberkül tepesi, bukkal yüzeyin orta üçlüsü ve bukkal yüzeyin servikal üçlüsü) test edilen dişler için en uygun elektrot yerleşim yeri bukkal tüberkül tepesi olarak bulunmuştur. Bargale ve Padmanabh (2015) ise hem alt ve hem de üst premolar dişler için ideal elektrot yerleşim bölgesini bulmayı hedefledikleri çalışmalarında dişler üzerinde beş farklı bölgeden (insizal, orta ve gingival bukkal yüzey, üst premolar dişlerde palatinal, alt premolar dişlerde lingual yüzey ve oklüzal yüzey) ölçümler yapmışlar ve premolar dişler için oklüzal yüzeyi en uygun elektrot yerleşim bölgesi olarak belirlemişlerdir. Anterior dişler üzerinde yapılan çalışmalarda da posterior dişlerden alınan oklüzal yüzey ya da tüberkül tepesi sonuçlarına benzer şekilde en doğru elektrot yerleşim bölgesi insizal kenar olarak bildirilmiştir (Ziskin ve Zegarelli, 1945; Udoye ve ark., 2010). Araştırmacılar bu bulguları, elektrodun yerleştirildiği bölgede bulunan sinir lifi sayısı, mine kalınlığı ve dentin tübüllerinin yönü ile ilişkilendirmişlerdir. Daimi dişlerde en yoğun sinirsel element konsantrasyonu pulpa boynuzlarında bulunur ve servikal pulpaya doğru kademeli olarak azalır (Lilja, 1980). EPT uygulaması ile gerekli eşik değere ulaşabilmek için yeterli sayıda sinir lifinin aktive edilmesi gerektiğinden (Närhi ve ark., 1979), sinir yoğunluğunun daha fazla olduğu, insizal kenar veya tüberkül tepesi gibi bölgelerde EPT'den daha hızlı ve güçlü bir tepki alınması, EPT değerinin diğer bölgelerden neden daha düşük olduğunu açıklamaktadır. Ayrıca bu bölgelerde minenin daha ince olması elektrik akımının dentin tübülleri içerisindeki sıvıda daha kısa mesafe kat ederek daha hızlı yayılmasına olanak vermektedir. Aynı zamanda mine dokusu, %22 'si su olan dentine oranla yalnızca %1 oranında su içermesi nedeniyle elektrik akımının iletilmesine daha fazla direnç gösterir. Bununla birlikte dentin tübüllerinin, dentin boyunca 'S' şeklinde bir eğri çizmesine rağmen insizal kenar ve tüberkül tepelerinde daha düz seyretmesi elektrik akımının dentin tübülleri içindeki sıvıda daha kolay iletilmesini sağlayabilir (Bender ve ark., 1989). Sadece Jacobson (1984) diğer araştırmacıların bulgularından farklı olarak üst keser ve premolar dişler üzerinde gerçekleştirdiği çalışmasında, en uygun elektrot yerleşim bölgesini keser dişler için labial yüzeyin orta üçlüsü, premolar dişler için bukkal yüzeyin oklüzal üçte ikisi olarak bulmuştur. Ancak bu çalışma çekilmiş dişler üzerinde osiloskop kullanılarak in vitro gerçekleştirildiği için sinirlerin pulpa içerisindeki dağılımları göz ardı edilmiştir.

Çalışmamızda alt çene dişleri, benzer üst çene dişlerine göre bütün ölçüm bölgelerinde daha düşük eşik değerler göstermiş ve alt orta kesici diş diğer diş tipleri arasında en düşük değerde yanıt alınan diş grubu olmuştur. Bu bulgu test edilen dişlerdeki mine kalınlığının ve pulpa odası boyutunun EPT yanıtı üzerine etkili olduğunu bildiren ve bu nedenle alt çenedeki dişlerden daha düşük değerde yanıtlar alan diğer çalışmalarla uyumludur (Ziskin ve Zegarelli, 1945; Lin ve ark., 2007; Udoye ve ark., 2010; Filippatos ve ark., 2012; Bargale ve Padmanabh, 2015). Alt keser dişler, üst keser dişlere göre daha ince mineye sahip olduğundan uygulanan elektrik akımı pulpaya ulaşmak için daha kısa mesafe kat edip, daha az dirençle karşılaşır (Bender ve ark., 1989). Aynı zamanda üst keser dişlerin daha geniş pulpa odasına sahip olması, daha küçük pulpa odasına sahip alt keser dişlere göre daha yüksek elektrik akımı ile yanıt elde edilmesine neden olabilmektedir (Mumford, 1959).

Çalışmamızda ayrıca farklı kök gelişim seviyelerine sahip daimi keser dişlerin, en düşük değer elde edildiği bölge olan insizal üçlüden alınan ölçüm değerleri de bildirilmiştir. EPT; travmatik diş yaralanmaları veya vital pulpa tedavileri sonrası dişlerin kontrol ve takibi, derin çürüklü dişlerde pulpa hastalıklarının tanısı gibi çeşitli kullanım alanları ile kliniklerde sıklıkla uygulanmasına rağmen bu dişlerden elde edilen değerlerin karşılaştırılabileceği sağlıklı dişlerden elde edilmiş değerler bulunmamaktadır. Çalışmamızda verilen insizal bölge ortalama ölçüm değerlerinin aynı okuma değerine sahip EPT cihazı kullanılarak yapılan değerlendirmelerde, referans değerler olarak kullanılabilen düşünlmektedir.

Sonuç olarak, farklı gelişim aşamalarındaki daimi keser dişlerin kök gelişim seviyelerinin EPT yanıtı üzerine etkili olduğu ve bu dişlerden en düşük eşik değerin elde edildiği en uygun elektrot yerleşim bölgesinin insizal üçlü olduğu görülmektedir. EPT kliniklerde yaygın olarak kullanılan önemli tanı testlerinden bir tanesi olduğu için bu test ile değerlendirme yaparken elektrot yerleşim bölgesine dikkat edilmesi gerektiği ve dişlerin kök gelişim seviyesi göz önünde bulundurularak genç daimi dişlerden daha yüksek eşik değerde yanıtlar alınabileceği unutulmamalıdır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez çalışmasının sınırlamaları dâhilinde elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

1. Farklı kök gelişim seviyesine sahip daimi keser dişlerden elde edilen ortalama EPT değerleri ile cinsiyet faktörü arasında anlamlı bir ilişki olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$).

2. Test edilen tüm daimi keser dişlerde, kök gelişim seviyesinde artış ile birlikte elde edilen ortalama EPT değerinde azalma eğilimi görülmüştür.

3. Test edilen bölgeler arasında servikal bölgeden insizal bölgeye doğru gidildikçe daimi keser dişlerden elde edilen EPT değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Bu nedenle daimi keser dişler için en uygun elektrot yerleşim bölgesinin insizal üçlü olduğu belirlenmiştir.

4. Kök gelişim aşamasına göre alt ve üst daimi keser dişlerin insizal bölgelerinden alınan EPT değerlerinin normal aralıkları ortaya konulmuştur. Böylece klinisyene pulpanın zarar gördüğü durumlarda ölçülen EPT değerleri ile karşılaştırma yapması için olanak sunulmuştur.

5. Alt dişler benzer üst dişlere oranla tüm ölçüm bölgelerinde ve tüm kök gelişim seviyelerinde daha düşük EPT değerleri göstermiştir.

6. Çalışmamızın bulgularına göre, dişlerin kök gelişim seviyesi ve dişler üzerinde ölçüm yapılan bölge EPT'den alınan yanıtı etkileyebilir. Bu nedenle kliniklerde EPT uygulaması esnasında bu faktörlere dikkat edilmesi ve sonuçların bu bulguların ışığında değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Bununla birlikte çalışmamızın bulgularını destekleyecek daha geniş popülasyonlu çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Abd-Elmeguid A, Yu DC. Dental pulp neurophysiology: part 1. Clinical and diagnostic implications. *J Can Dent Assoc* 2009; 75(1): 55-59.
- Adams D, Fulford N, Beechy J, MacCarthy J, Stephens M. The cardiac pacemaker and ultrasonic scalers. *British Dental Journal* 1982; 152(5): 171-173.
- Akıncı S, Keklikoğlu N. Pulpa histolojisi. Aşçı, SK. Editör, *Endodonti'de*, İstanbul, Quintessence Yayıncılık. 2014; 17-24.
- Alaçam A. Travma nedeniyle oluşan diş yaralanmaları ve tedavileri. Alaçam, T Editör, *Endodonti'de*, Ankara, Özyurt Matbaacılık. 2012; 985-989.
- Alaçam T. *Endodonti*. Ankara, Özyurt Matbaacılık. 2012; 71-99.
- Andreasen FM, Andreasen JO. Diagnosis of luxation injuries: the importance of standardized clinical, radiographic and photographic techniques in clinical investigations. *Dental Traumatology* 1985; 1(5): 160-169.
- Andreasen FM, Andreasen JO, Tsukiboshi M. Examination and diagnosis of dental injuries. In Andreasen JO, Andreasen FM, Andersseon L, editors. *Textbook and Color Atlas of Traumatic Injuries to the Teeth*. 4th Ed., Oxford, Blackwell. 2007; 255-279.
- Augsburger RA, Peters DD. In vitro effects of ice, skin refrigerant, and CO 2 snow on intrapulpal temperature. *Journal of Endodontics* 1981; 7(3): 110-116.
- Avery JK. Structural elements of the young normal human pulp. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 1971; 32(1): 113-125.
- Bachmann A, Lutz F. Cracks in the dental enamel caused by sensitivity testing with CO2 snow and dichloro-difluoromethane--a comparative in vivo study. *Schweizerische Monatsschrift fur Zahnheilkunde = Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie/SSO* 1976; 86(10): 1042-1059.
- Bargale SD, Padmanabh SKD. Appropriate electrode placement site of electric pulp tester for the premolars: A clinical study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry* 2015; 33(2): 138.
- Bender I. Pulpal pain diagnosis: a review. *Journal of Endodontics* 2000; 26(3): 175-179.
- Bender I, Landau MA, Fonseca S, Trowbridge HO. The optimum placement site of the electrode in electric pulp testing of the 12 anterior teeth. *The Journal of the American Dental Association* 1989; 118(3): 305-310.

- Berman LH, Hartwell GR. Diagnosis. In: Cohen S, Hargreaves K, editors. *Cohen's pathways of the pulp*. 10th Ed., St.Louis: Mosby Elsevier. 2011; 2-39.
- Bernick S. Differences in nerve distribution between erupted and non-erupted human teeth. *Journal of Dental Research* 1964; 43(3): 406-411.
- Brandt K, Kortegaard U, Poulsen S. Longitudinal study of electrometric sensitivity of young permanent incisors. *European Journal of Oral Sciences* 1988; 96(4): 334-338.
- Brännström M. The hydrodynamic theory of dentinal pain: sensation in preparations, caries, and the dentinal crack syndrome. *Journal of Endodontics* 1986; 12(10): 453-457.
- Brown A, Goldberg M. Surface temperature and temperature gradients of human teeth in situ. *Archives of Oral Biology* 1966; 11(10): 973-982.
- Burnside R, Sorenson F, Buck D. Electric vitality testing in orthodontic patients. *The Angle Orthodontist* 1974; 44(3): 213-217.
- Byers M, Narhi M. Nerve supply of the pulpodentin complex and responses to injury. In: Hargreaves KM, Goodis HE, editors. *Seltzer and Bender's Dental Pulp*. Chicago: Quintessence Publishing. 2002; 155-157
- Cave S, Freer T, Podlich H. Pulp-test responses in orthodontic patients. *Australian Orthodontic Journal* 2002; 18(1): 27-34.
- Chambers I. The role and methods of pulp testing in oral diagnosis: a review2. *International Endodontic Journal* 1982; 15(1): 1-15.
- Chen E, Abbott P V. Dental pulp testing: a review. *International Journal of Dentistry*. doi:10.1155/2009/365785.
- Chunhacheevachaloke E, Ajcharanukul O. Effects of conducting media and gender on an electric pulp test. *International Endodontic Journal* 2016; 49(3): 237-244.
- Cooley RL, Robison SF. Variables associated with electric pulp testing. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 1980; 50(1): 66-73.
- Dahl E, Mjor I A. The fine structure of the vessels in the human dental pulp. *Acta Odontologica Scandinavica* 1973; 31(4): 223-230.
- de Morais C A H, Bernardineli N, Lima W M, Cupertino R R, Guerisoli D M Z. Evaluation of the temperature of different refrigerant sprays used as a pulpal test. *Australian Endodontic Journal* 2008; 34(3): 86-88.
- Demirjian A, Goldstein H. New systems for dental maturity based on seven and four teeth. *Annals of Human Biology* 1976; 3(5): 411-421.

- Demirjian A, Goldstein H, Tanner J. A new system of dental age assessment. *Human Biology* 1973; 45: 211-227
- Demirtola N, Alaçam T. Sürmekte Olan Daimi Dişlerde Elektirik Testine Pulpanın Cevabı. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry* 1978; 12(2): 115-120.
- Develioğlu H. Lazer doppler flowmetre (LDF) tekniğinin diş hekimliği ve tıpta uygulanışı. *Cumhuriyet Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi* 2003; 6(1): 50-53.
- Dummer P, Hicks R, Huws D. Clinical signs and symptoms in pulp disease. *International Endodontic Journal* 1980; 13(1): 27-35.
- Edwall L, Kindlová M. The effect of sympathetic nerve stimulation on the rate of disappearance of tracers from various oral tissues. *Acta Odontologica Scandinavica* 1971; 29(4): 387-400.
- Ehrmann E. Pulp testers and pulp testing with particular reference to the use of dry ice. *Australian Dental Journal* 1977; 22(4): 272-279.
- Evans D, Reid J, Strang R, Stirrup D. A comparison of laser Doppler flowmetry with other methods of assessing the vitality of traumatised anterior teeth. *Dental Traumatology* 1999; 15(6): 284-290.
- Fanning EA. A longitudinal study of tooth formation and root resorption. *NZ Dent J* 1961; 57(202): b15.
- Fearnhead R. Innervation of dental tissues. Structure and chemical organization of teeth 1967; 1: 247-281.
- Filipatos CG, Tsatsoulis IN, Floratos S, Kontakiotis EG. The variability of electric pulp response threshold in premolars: a clinical study. *Journal of Endodontics* 2012; 38(2): 144-147.
- Fillingim R B, Maixner W. Gender differences in the responses to noxious stimuli. Paper presented at the Pain forum. 1995.
- Fulling H, Andreasen J. Influence of maturation status and tooth type of permanent teeth upon electrometric and thermal pulp testing. *Scand J Dent Res* 1976a; 84(5): 286-290.
- Fulling H, Andreasen J. Influence of splints and temporary crowns upon electric and thermal pulp-testing procedures. *European Journal of Oral Sciences* 1976b; 84(5): 291-296.
- Fuss Z, Trowbridge H, Bender I, Rickoff B, Sorin S. Assessment of reliability of electrical and thermal pulp testing agents. *Journal of Endodontics* 1986; 12(7): 301-305.

- Garamendi P, Landa M, Ballesteros J, Solano M. Reliability of the methods applied to assess age minority in living subjects around 18 years old: a survey on a Moroccan origin population. *Forensic Science International* 2005; 154(1): 3-12.
- Garberoglio R, Brännström M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Archives of Oral Biology* 1976; 21(6): 355-362.
- Gazelius B, Olgart L, Edwall B, Edwall L. Non-invasive recording of blood flow in human dental pulp. *Dental Traumatology* 1986; 2(5): 219-221.
- Glendor U, Marcenes W, Andreasen J O. Classification, epidemiology and etiology. In Andreasen JO, Andreasen FM, Andreasen L, editors. *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth*. 4th Ed., Oxford: Blackwell 2007; 217-243
- Goldberg M, Lasfargues JJ. Pulpo-dentinal complex revisited. *Journal of Dentistry* 1995; 23(1): 15-20.
- Gopikrishna V, Kandaswamy D, Gupta T. Assessment of the efficacy of an indigenously developed pulse oximeter dental sensor holder for pulp vitality testing. *Indian Journal of Dental Research* 2006; 17(3): 111.
- Gopikrishna V, Pradeep G, Venkateshbabu N. Assessment of pulp vitality: a review. *International Journal of Paediatric Dentistry* 2009; 19(1): 3-15.
- Gopikrishna V, Tinagupta K, Kandaswamy D. Comparison of electrical, thermal, and pulse oximetry methods for assessing pulp vitality in recently traumatized teeth. *Journal of Endodontics* 2007; 33(5): 531-535.
- Gopikrishna V, Tinagupta K, Kandaswamy D. Evaluation of efficacy of a new custom-made pulse oximeter dental probe in comparison with the electrical and thermal tests for assessing pulp vitality. *Journal of Endodontics* 2007; 33(4): 411-414.
- Guerra JA, Skribner J, Lin LM. Electric pulp tester and apex locator barrier technique. *Journal of Endodontics* 1993; 19(10): 532-534.
- Guyton AC. *Textbook of medical physiology*. Academic Medicine 1961; 36(5): 556.
- Güngör K. Lazer Doppler flowmetri (LDF)'nin dişhekimliğindeki önemi. *Acta Odontologica Turcica* 2003; 20(3): 57.
- Hall C, Freer T. The effects of early orthodontic force application on pulp test responses. *Australian Dental Journal* 1998; 43(5): 359-361.
- Hamersky PA, Weimer AD, Taintor JF. The effect of orthodontic force application on the pulpal tissue respiration rate in the human premolar. *American Journal of Orthodontics* 1980; 77(4): 368-378.

- Jacobson J. Probe placement during electric pulp-testing procedures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 1984; 58(2): 242-247.
- Jafarzadeh H. Laser Doppler flowmetry in endodontics: a review. *International Endodontic Journal* 2009; 42(6): 476-490.
- Jafarzadeh H, Abbott P. Review of pulp sensibility tests. Part I: general information and thermal tests. *International Endodontic Journal* 2010a; 43(9): 738-762.
- Jafarzadeh H, Abbott P. Review of pulp sensibility tests. Part II: electric pulp tests and test cavities. *International Endodontic Journal* 2010b; 43(11): 945-958.
- Jafarzadeh H, Rosenberg PA. Pulse oximetry: review of a potential aid in endodontic diagnosis. *Journal of Endodontics* 2009; 35(3): 329-333.
- Jafarzadeh H, Udoe CI, Kinoshita JI. The application of tooth temperature measurement in endodontic diagnosis: a review. *Journal of Endodontics* 2008; 34(12): 1435-1440.
- Jespersen JJ, Hellstein J, Williamson A, Johnson WT, Qian F. Evaluation of dental pulp sensibility tests in a clinical setting. *Journal of Endodontics* 2014; 40(3): 351-354.
- Johnsen D. Innervation of teeth: qualitative, quantitative, and developmental assessment. *Journal of Dental Research* 1985; 64: 555-563.
- Johnsen D, Harshbarger J, Rymer H. Quantitative assessment of neural development in human premolars. *The Anatomical Record* 1983; 205(4): 421-429.
- Jones DM. Effect of the type carrier used on the results of dichlorodifluoromethane application to teeth. *J Endod* 1999; 25(10): 692-694.
- Jones VR, Rivera EM, Walton RE. Comparison of carbon dioxide versus refrigerant spray to determine pulpal responsiveness. *Journal of Endodontics* 2002; 28(7): 531-533.
- Kahan RS, Gulabivala K, Snook M, Setchell DJ. Evaluation of a pulse oximeter and customized probe for pulp vitality testing. *Journal of Endodontics* 1996; 22(3): 105-109.
- Kamburoğlu K, Paksoy CS. The usefulness of standard endodontic diagnostic tests in establishing pulpal status. *The Pain Clinic* 2005; 17(2): 157-165.
- Karayılmaz H, Kırzıoğlu Z. Vitalite test yöntemi olarak pulse oksimetri ve lazer doppler flowmetri: derleme. *Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2009; 1: 25-36.

- Kim S, Dörscher-Kim J, Liu M. Microcirculation of the dental pulp and its autonomic control. *Proceedings of the Finnish Dental Society. Suomen Hammaslaakariseuran toimituksia* 1988; 85(4-5): 279-287.
- Kim S, Heyeraas K J, Haug S R. Structure and function of the dentin-pulp complex. In: Ingle J, Bakland L, Baumgartner J, editors. *Endodontics*. 6th Ed., Hamilton: BC Decker Inc. 2008; 118-151.
- Kim S, Schuessler G, Chien S. Measurement of blood flow in the dental pulp of dogs with the 133 xenon washout method. *Archives of Oral Biology* 1983; 28(6): 501-505.
- Klein H. Pulp responses to an electric pulp stimulator in the developing permanent anterior dentition. *ASDC Journal of Dentistry for Children* 1978; 45(3): 199-202.
- Koutsi V, Noonan R, Horner J, Simpson M, Matthews W, Pashley DH. The effect of dentin depth on the permeability and ultrastructure of primary molars. *Pediatric Dentistry* 1994; 16: 29-29.
- Kulild JC. Diagnostic testing. In: Ingle J, Bakland L, Baumgartner J, editors. *Endodontics*. 6th Ed., Hamilton: BC Decker Inc. 2008; 532-547
- Langeland K, Toben G, Eda S, Langeland L. The effect of lowered temperatures on dental tissues. *Journal-Connecticut State Dental Association* 1969; 43(1): 12.
- Levin LG. Pulp and periradicular testing. *Journal of Endodontics* 2013; 39(3): S13-S19.
- Lilja J. Sensory differences between crown and root dentin in human teeth. *Acta Odontologica Scandinavica* 1980; 38(5): 285-291.
- Lin J, Chandler N. Electric pulp testing: a review. *International Endodontic Journal* 2008; 41(5): 365-374.
- Lin J, Chandler N, Purton D, Monteith B. Appropriate electrode placement site for electric pulp testing first molar teeth. *Journal of Endodontics* 2007; 33(11): 1296-1298.
- Linde A, Goldberg M. Dentinogenesis. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine* 1993; 4(5): 679-728.
- Linsuwanont P, Palamara JE, Messer HH. Thermal transfer in extracted incisors during thermal pulp sensitivity testing. *Int Endod J* 2008; 41(3): 204-210.
- Luker J. The pacemaker patient in the dental surgery. *Journal of Dentistry* 1982; 10(4): 326-332.

- Lundy T, Stanley H. Correlation of pulpal histopathology and clinical symptoms in human teeth subjected to experimental irritation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 1969; 27(2): 187-201.
- Luukko K, Paivi K, Fristad I, Berggreen E. Structure and functions of the dentin-pulp complex. In: Hargreaves KM, Cohen S, editors. *Cohens's pathways of the pulp*. 10th ed., St.Louis: Mosby Elsevier. 2011;452-503.
- Martin H, Ferris C, Mazzella W. An evaluation of media used in electric pulp testing. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 1969; 27(3): 374-378.
- Matthews B, Vongsavan N. Interactions between neural and hydrodynamic mechanisms in dentine and pulp. *Archives of Oral Biology* 1994; 39: S87-S95.
- Meyer M, Path M. Blood flow in the dental pulp of dogs determined by hydrogen polarography and radioactive microsphere methods. *Archives of Oral Biology* 1979; 24(8): 601-605.
- Michaelson RE, Seidberg BH, Guttuso J. An in vivo evaluation of interface media used with the electric pulp tester. *The Journal of the American Dental Association* 1975; 91(1): 118-121.
- Mickel AK, Lindquist KA, Chogle S, Jones JJ, Curd F. Electric pulp tester conductance through various interface media. *Journal of Endodontics* 2006; 32(12): 1178-1180.
- Millard H. Electric pulp testers. Council on Dental Materials and Devices. *J Am Dent Assoc* 1973; 86(4): 872.
- Miller C S, Leonelli F M, Latham E. Selective interference with pacemaker activity by electrical dental devices. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 1998; 85(1): 33-36.
- Mjör I A, Fejerskov O. *Histology of the human tooth*. Copenhagen, Munksgaard. 1979; 43-51.
- Moorrees CF, Fanning EA, Hunt Jr EE. Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *Journal of Dental Research* 1963; 42(6): 1490-1502.
- Mullaney TP, Howell RM, Petrich JD. Resistance of nerve fibers to pulpal necrosis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 1970; 30(5): 690-693.
- Mumford J. Path of direct current in electric pulp testing using one coronal electrode. *Br Dent J* 1959; 106: 23-26.
- Mumford J. Pain threshold of normal human anterior teeth. *Archives of Oral Biology* 1963; 8(4): 493IN491-501.

- Mumford J. Evaluation of gutta-percha and ethyl chloride in pulp testing. *Br Dent J* 1964; 116(8): 338-342.
- Mumford J. Pain perception threshold and adaptation of normal human teeth. *Archives of Oral Biology* 1965; 10(6): 957-968.
- Mumford J. Pain perception threshold on stimulating human teeth and the histological condition of the pulp. *British Dental Journal* 1967; 123(9): 427.
- Mumford J, Bjorn H. Problems in electric pulp testing and dental algesimetry. *Int Dent J* 1962; 12: 161-179.
- Munshi A, Hegde A, Radhakrishnan S. Pulse oximetry: a diagnostic instrument in pulpal vitality testing. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 2003; 26(2): 141-145.
- Myers JW. Demonstration of a possible source of error with an electric pulp tester. *Journal of Endodontics* 1998; 24(3): 199-201.
- Närhi M. The characteristics of intradental sensory units and their responses to stimulation. *Journal of Dental Research* 1985; 64: 564-571.
- Närhi M, Virtanen A, Kuhta J, Huopaniemi T. Electrical stimulation of teeth with a pulp tester in the cat. *European Journal of Oral Sciences* 1979; 87(1): 32-38.
- Nik-Hussein NN, Kee KM, Gan P. Validity of Demirjian and Willems methods for dental age estimation for Malaysian children aged 5–15 years old. *Forensic Science International* 2011; 204(1): 201-208
- Nissan R, Trope M, Zhang CD, Chance B. Dual wavelength spectrophotometry as a diagnostic test of the pulp chamber contents. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 1992; 74(4): 508-514.
- Nolla C. The development of the human dentition. *ASDC J Dent Child* 1960; 27: 254-266.
- Obwegeser H, Steinhauser E. Ein neues Gerät zur Vitalitätsprüfung der Zähne mit Kohlendäureschnee. *SSO: Schweizerische Monatsschrift für Zahnheilkunde* 1963; 73: 1001-1012.
- Oloart L. Excitation of intradental sensory units by pharmacological agents. *Acta Physiologica Scandinavica* 1974; 92(1): 48-55.
- Peters DD, Baumgartner JC, Lorton L. Adult pulpal diagnosis. I. Evaluation of the positive and negative responses to cold and electrical pulp tests. *Journal of Endodontics* 1994; 20(10): 506-511.


- Peterson K, Söderström C, Kiani-Anaraki M, Levy G. Evaluation of the ability of thermal and electrical tests to register pulp vitality. *Dental Traumatology* 1999; 15(3): 127-131.
- Pileggi R, Dumsha T, Myslinksi N. The reliability of electrical pulp test after concussion injury. *Dental Traumatology* 1996; 12(1): 16-19.
- Pitt Ford H, Pitt Ford T, Rhodes JS. *Endodontics: problem-solving in clinical practice*. CRC Press. 2004.
- Polat S, Öztürk M. Dişhekimliğinde laser doppler flowmetry. *Cumhuriyet Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi* 1998; 2(1): 119-125.
- Rapp R, El-Labban N, Kramer I, Wood D. Ultrastructure of fenestrated capillaries in human dental pulps. *Archives of Oral Biology* 1977; 22(5): 317-319.
- Reader A, Foreman DW. An ultrastructural qualitative investigation of human intradental innervation. *Journal of Endodontics* 1981; 7(4): 161-168.
- Reichborn-Kjennerud I. Development, etiology and diagnosis of increased tooth mobility and of traumatic occlusion. *Journal of Periodontology* 1973; 44(6): 326-338.
- Reynolds RL. The determination of pulp vitality by means of thermal and electrical stimuli. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 1966; 22(2): 231-240.
- Rickoff B, Trowbridge H, Baker J, Fuss Z, Bender I. Effects of thermal vitality tests on human dental pulp. *Journal of Endodontics* 1988; 14(10): 482-485.
- Riley JL, Robinson ME, Wise EA, Myers CD, Fillingim RB. Sex differences in the perception of noxious experimental stimuli: a meta-analysis. *Pain* 1998; 74(2): 181-187.
- Robinson H. Nature of diagnostic process. *Dental Clinics of North America* 1963; 1: 3-8.
- Rowe A, Ford TP. The assessment of pulpal vitality. *International Endodontic Journal* 1990; 23(2): 77-83.
- Roy E, Alliot-Licht B, Dajejan-Trutaud S, Fraysse C, Jean A, Armengol V. Evaluation of the ability of laser Doppler flowmetry for the assessment of pulp vitality in general dental practice. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 2008; 106(4): 615-620.
- Ruddle CJ. Endodontic diagnosis. *Dent Today* 2002; 21(10): 90-92, 94, 96-101; quiz 101, 178.

- Rudzka O, Giacaman R A, Chalas R. Updated review on methods to determine dental pulp vitality. *Journal of Stomatology (Czasopismo Stomatologiczne)* 2015; 1(67): 872-886.
- Salyer JW. Neonatal and pediatric pulse oximetry. *Respiratory care* 2003; 48(4): 386-398.
- Schmitz AK, Vierhaus M, Lohaus A. Pain tolerance in children and adolescents: sex differences and psychosocial influences on pain threshold and endurance. *European Journal of Pain* 2013; 17(1): 124-131.
- Schnettler JM, Wallace JA. Pulse oximetry as a diagnostic tool of pulpal vitality. *Journal of Endodontics* 1991; 17(10): 488-490.
- Seltzer S, Bender I, Ziontz M. The dynamics of pulp inflammation: correlations between diagnostic data and actual histologic findings in the pulp. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 1963; 16(7): 846-871.
- Shabahang S. State of the art and science of endodontics. *J Am Dent Assoc* 2005; 136(1): 41-52; quiz 89-90.
- Shahi P, Sood P, Sharma A, Madan M, Shahi N, Gandhi G. Comparative Study of Pulp Vitality in Primary and Young Permanent Molars in Human Children with Pulse Oximeter and Electric Pulp Tester. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 2015; 8(2): 94.
- Skoglund A, Tronstad L, Wallenius K. A microangiographic study of vascular changes in replanted and autotransplanted teeth of young dogs. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 1978; 45(1): 17-28.
- Stanley HR, White CL, McCray L. The rate of tertiary (reparative) dentine formation in the human tooth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 1966; 21(2): 180-189.
- Stoops LC, Scott D. Measurement of tooth temperature as a means of determining pulp vitality. *Journal of Endodontics* 1976; 2(5): 141-145.
- Strobl H, Haas M, Norer B, Gerhard S, Emshoff R. Evaluation of pulpal blood flow after tooth splinting of luxated permanent maxillary incisors. *Dental Traumatology* 2004; 20(1): 36-41.
- Takahashi K, Kishi Y, Kim S. A scanning electron microscope study of the blood vessels of dog pulp using corrosion resin casts. *Journal of Endodontics* 1982; 8(3): 131-135.
- Trowbridge HO, Franks M, Korostoff E, Emling R. Sensory response to thermal stimulation in human teeth. *Journal of Endodontics* 1980; 6(1): 405-412.

- Udoye CI, Jafarzadeh H, Okechi UC, Aguwa EN. Appropriate electrode placement site for electric pulp testing of anterior teeth in Nigerian adults: a clinical study. *Journal of Oral Science* 2010; 52(2): 287-292.
- Vaghela DJ, Sinha AA. Pulse oximetry and laser Doppler flowmetry for diagnosis of pulpal vitality. *Journal of Interdisciplinary Dentistry* 2011; 1(1): 14.
- Vargas F, Vivaldi L. Correlation between nervous accommodation, symptomatology, and histology of normal and pathologic tooth pulp: its application to electrodiagnosis. *Journal of Dental Research* 1959; 38(5): 866-880.
- Wahab MA, Kennedy J. The effect of rate of increase of electrical current on the sensation thresholds of teeth. *Journal of Dental Research* 1987; 66(3): 799-801.
- Waikakul A, Kasetsuwan J, Punwutikorn J. Response of autotransplanted teeth to electric pulp testing. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 2002; 94(2): 249-255.
- Weine F. *Endodontic therapy*. 5th edn. St. Louis, MO: Mosby-Year Book. Inc. 1996.
- Weisleder R, Yamauchi S, Caplan DJ, Trope M, Teixeira FB. The validity of pulp testing: a clinical study. *The Journal of the American Dental Association* 2009; 140(8): 1013-1017.
- White J H, Cooley R L. A quantitative evaluation of thermal pulp testing. *Journal of Endodontics* 1977; 3(12): 453-457.
- Wilder-Smith P. A new method for the non invasive measurement of pulpal blood. *Int Endod J* 1988; 21: 307-312.
- Wilson B L, Broberg C, Baumgartner JC, Harris C, Kron J. Safety of electronic apex locators and pulp testers in patients with implanted cardiac pacemakers or cardioverter/defibrillators. *Journal of Endodontics* 2006; 32(9): 847-852.
- Woolley LH, Woodworth J, Dobbs JL. A preliminary evaluation of the effects of electrical pulp testers on dogs with artificial pacemakers. *The Journal of the American Dental Association* 1974; 89(5): 1099-1101.
- Yanpiset K, Vongsavan N, Sigurdsson A, Trope M. Efficacy of laser Doppler flowmetry for the diagnosis of revascularization of reimplanted immature dog teeth. *Dental Traumatology* 2001; 17(2): 63-70.
- Ziskin DE, Zegarelli EV. The Pulp Testing Problem: the Stimulus Threshold of the Dental Pulp and the Peridental Membrane as Indicated by Electrical Means. *The Journal of the American Dental Association* 1945; 32(21): 1439-1449.

EKLER

Ek-1: Etik kurul onayı




T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı: B.30.2.ODM.0.20.08/ 04.05.2015

Sayın Doç.Dr. Ayça Tuba ULUSOY YAMAK

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz **Açık ve Kapalı Apeksli Keser Dişlerin Elektrikli Pulpa Testi ile Ortalama Vitalite Değerlerinin Belirlenmesi** başlıklı OMÜ KA EK 2015/223 Karar nolu Klinik gözlem nitelikli araştırma projeniz amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları, Klinik Araştırmalar Etik Kurulu yönergesine göre 30.04.2015 tarihli Etik Kurulumuzda incelenmiş etik açıdan uygun bulunmuştur. Ancak araştırma bütçesinin maddi desteği henüz sağlanamadığından projeye bütçe desteği sağlanıp, tarafımıza bildirilmesinden sonra *başlanmasına* oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize arz/rica ederim.



Prof. Dr. A.Tevfik SÜNER
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fak. Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Tel:(0362)3121919/2782-4576007 Omunack@gmail.com
Hastane içi 1.Kat (Özel servis kaasesi) Atakum/SAMSUN

Ek-2: Bilgilendirilmiş gönüllü onam formu (2 sayfa)

HASTA BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

ARAŞTIRMANIN ADI (ÇALIŞMANIN AÇIK ADI): Kök Ucu Açık ve Kapalı Keser Dişlerin Elektrikli Pulpa Testi İle Ortalama Canlılık Değerlerinin Belirlenmesi

Bir araştırma çalışmasına çocuğunuzun katılması için izniniz istenmektedir. Çocuğunuzun çalışmaya katılmasını isteyip istemediğimize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını çocuğunuzun bilgilerinin nasıl kullanılacağına çalışmanın neleri içerdiğini ve olası yararlarını risklerini ve rahatsızlık verebilecek konuları anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız ve eğer istiyorsanız özel veya aile doktorunuzla konuyu değerlendiriniz. Eğer çocuğunuz bir başka çalışmada daha yer alıyorsa bu çalışmada yer alamaz.

BU ÇALIŞMAYA KATILMAK ZORUNDAMIYIM?

Çocuğunuzun çalışmaya katılıp katılmaması kararı tamamen size aittir. Eğer çalışmaya katılmasına karar verirsiniz imzalamanız için size bu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu verilecektir. Çocuğunuzun çalışmaya katılmasına karar verirsiniz, çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz. Bu durum çocuğunuzun aldığı tedavinin standardını etkilemeyecektir. Eğer isterseniz, çocuğunuzun bu klinik çalışmaya katılımıyla ilgili olarak hekiminiz / aile doktorunuz bilgilendirilecektir.

ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI NEDİR?

Travmatik diş yaralanmaları okul çağındaki çocuklarda sık görülen ve acil olarak tedavi edilmesi gereken durumlardır. Yaralanma sonrası dişlerin canlılıkları büyük oranda etkilenir, hatta bazen canlılıklarını kaybedebilirler. Bu nedenle travmadan sonra dişlerin canlılıklarının uzun süre takip edilmesi gereklidir. Bu çalışmada ön kesici dişlerin canlılıklarına elektrikli bir el aleti ile bakılıp, her diş için ortalama canlılık değeri hesaplanması ve bu değerlerin travma vakalarının değerlendirilmesinde referans olması amaçlanmaktadır.

ÇALIŞMA İŞLEMLERİ:

Öncelikle çocuğunuz dikkatli bir şekilde muayene edilecektir. Sonrasında ön dişleri pamuk ile kurutulduktan sonra dişlerinin ön yüzeylerine elektrikli bir el aleti değdirilecektir. Uygulama tamamen ağrısızdır ve rutinde sıklıkla kullanılır. Çocuğunuzun hissedeceği tek şey küçük bir titreşimdir. Çocuğunuz titreşimi hissettiği an alet durdurulacak ve aletin üzerinde yazan değere göre dişin canlılık değeri belirlenecektir.

GÖNÜLLÜ KATILIM

Çocuğumun bu araştırmaya katılma kararını tamamen gönüllü olarak veriyorum. Çocuğumun bu çalışmaya katılmasını reddedebileceğimin veya katıldıktan sonra istediğim zaman, bu tedavi kurumunda göreceği bakım ve tedaviler etkilenmeksizin ve hiçbir sorumluluk almadan çalışmadan ayrılabilceğinin bilincindeyim. Çocuğum çalışmadan her hangi bir zamanda ayrılırsa, ayrılma nedenlerini, ayrılışının sonuçlarını ve izleyen dönemde alacağı tedavileri doktoruyla tartışacağım.

ARAŞTIRMA SÜRESİNCE 24 SAAT ULAŞILABİLECEK KİŞİLER:

İrem Türedi

Ayça Tuba Ulusoy Yamak

Çalışmaya Katılma Onayı

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana ve çocuğuma yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Çocuğumun araştırmaya gönüllü olarak katıldığını, istediği zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabilceğini ve kendi isteğine bakılmaksızın araştırmacı tarafından çocuğumun araştırma dışı bırakılabileceğini biliyorum.

Söz konusu araştırmaya, çocuğumun hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmasını kendi rızamla kabul ediyorum. Doktorumuz saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında çocuğumun dikkat edeceği noktaları da içerecek şekilde bana teslim etmiştir.

Açıklamaları Yapan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Yasal Temsilcinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: İrem TÜREDİ

Doğum Yeri: Polatlı

Doğum Tarihi: 11.05.1990

Medeni Hali: Evli

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

Eğitim Durumu:

1996-2004, İlköğretim, 13 Eylül İlköğretim Okulu, Ankara

2004-2008, Lise, Çankırı Süleyman Demirel Fen Lisesi, Çankırı

2008-2013, Lisans, Gazi üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ankara

2013- , Uzmanlık, Pedodonti Anabilim Dalı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Samsun

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

2013- , DUS Araştırma görevlisi, Pedodonti Anabilim Dalı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Samsun

E-posta: iremmsari@gmail.com