



## ORTODONTİK DİŞ HAREKETİNİ TAKİBEN DİŞ PULPA VİTALİTESİNİN İNCELENMESİ<sup>‡</sup>

### EXAMINATION OF THE DENTAL PULP VITALITY FOLLOWING ORTHODONTIC TOOTH MOVEMENT<sup>‡</sup>

Uzm.Dr. Şeyda ERŞAHAN\* Yrd. Doç. Dr. Fidan ALAKUŞ SABUNCUOĞLU\*\*

**Makale Kodu/Article code:** 2234  
**Makale Gönderilme tarihi:** 13.04.2015  
**Kabul Tarihi:** 03.07.2015

#### ÖZET

**Amaç:** Üst altı ön dişi kapsayan ortodontik diş hareketinin hem termal hem de elektrikli uyarana karşı pulpa cevabına etkisini aktif ortodontik tedavi ve retansiyonu esnasında değerlendirmektir.

**Materyal-Metod:** Sabit ortodontik tedavi ihtiyacı olan 27 birey çalışma grubu olarak kullanılırken, 27 ortodonti hastası olmayan bireyde kontrol grubu olarak seçildi. Soğuk ve elektrikli uyarana üst kesici ve köpek dişlere sabit aparatların yerleştirilmesinden hemen önce ve aktif tedavi esnasında düzenli aralıklarla ve retansiyon aşamasında ise 4 ay boyunca uygulandı. Her bir zaman dilimindeki her bir diş için negatif yanıt sayısı her grupta da kaydedildi. Verilerin analizi Mann Whitney-U ve ki kare testleri kullanılarak yapıldı ( $p<0.05$ ).

**Bulgular:** Kontrol grubunda tüm dişler EPT ve termal pulpa testlerine tüm zaman dilimlerinde pozitif yanıt verdi. Ortodonti grubunda, başlangıçta EPT'ne 2 diş, termal teste sadece 1 diş yanıt vermedi (T0). Bundan sonra, her iki test içinde negatif yanıt sayısı kademeli olarak arttı ve aktif tedaviden 3 ay sonra maksimum değere ulaştı (T3) ve sonra test süresinin sonuna doğru kademeli olarak azaldı (T6). Başlangıçta, ortodonti hastalarında EPT yanıt eşiği özellikle de üst yan kesici diş için daha yüksekti. Kontrol grubu için, çalışma süresi boyunca yanıt eşiği göreceli olarak sabitti. Ortodonti grubunda, kuvvetin uygulanması EPT yanıt eşiğini hemen artırıp (T1) 2 aydan sonra en yüksek değere ulaştırdı (T3) ve sonra kademeli olarak azaltdı. Aktif tedavinin sonunda, cevap eşikleri artmış kaldı fakat retansiyon aşamasının sonuna doğru tedavi öncesi değerlere döndü.

**Sonuç:** Diş hekimleri ortodonti hastalarında elektrikli pulpa testi sonuçlarını dikkatli yorumlamalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Diş pulpası; Pulpal değişim; Ortodontik kuvvet

#### ABSTRACT

**Aim:** To investigate the effect of orthodontic tooth movement involving the six maxillary anterior teeth on the pulp response to both thermal and electric stimuli during active orthodontic treatment and retention.

**Material and Method:** Twenty-seven subjects who required fixed orthodontic appliances were used as a study group with 27 non-orthodontic subjects recruited as a control group. Cold and electrical stimuli were applied to the maxillary incisors and canines immediately before and after the placement of fixed appliances and at regular intervals for both groups during active treatment and 4 months into retention. The numbers of negative responses for each tooth at each time interval were recorded for both groups. Analysis of the data were performed by using Mann Whitney-U and chi-square tests ( $p<0.05$ ).

**Results:** In the control group, all teeth tested positively to the EPT and thermal pulp tests at all time intervals. In the orthodontic group, two teeth failed to respond to EPT and only one tooth to thermal testing at baseline (T0). After that, the number of negative responses to both tests increased gradually at each time interval reaching a peak after 3 months of active treatment (T3) and then declined gradually towards the end of observation period (T6). At baseline, response thresholds to electric testing were typically higher for orthodontic subjects, particularly for the maxillary lateral incisor tooth. For the control group, the response threshold over the study period was relatively constant. For the orthodontic group, application of force immediately increased the response threshold to EPT (T1), which peaked after 2 months (T3) and then gradually reduced. At the end of the active treatment, response thresholds remained elevated, but they returned to pre-treatment values towards the end of the retention phase.

**Conclusion:** Dental practitioners should interpret responses to electrical pulp testing cautiously in orthodontic patients.

**Key Words:** Dental Pulp; Pulpal Change; Orthodontic Force.

\* Uzm. Dr. Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti A.D.

\*\* Yrd. Doç. Dr. Erzurum Mareşal Çakmak Asker Hastanesi Diş Servisi Ortodonti Bölümü

**\*6-8 Mart 2015 Türk Endodonti Derneği 6. Uluslararası Bilimsel Sempozyumunda Poster olarak sunulmuştur.**



## GİRİŞ

Dental pulpa avasküler sert dokular tarafından çevrili bir boşlukta yer alan gevşek bir bağ dokusu olmasına karşın, zengin vasküler destek sayesinde kanlanması çok iyi olan bir dokudur. Pulpa bu vasküler desteği apikal foramen yoluyla gelen arter (kan damarı) ve lateral kanallar yoluyla gelen arterioller ile sağlamaktadır. Bunun yanında pulpa boşluğundaki küçük venler de kanı alarak foramen apikale yoluyla daha geniş venlere ileterek dolaşıma katkı sağlamaktadır.<sup>1</sup> Arteriol ve venüller pulpanın aksial yüzeyinde konumlanıp, dentin yüzeyine doğru kapiller uzantılar verirler. Vasküler kapillerler pulpanın vasküler desteğinin önemli bir kısmını oluşturmakta ve mikrosirkülasyon yoluyla dokuya gerekli olan besinleri iletme ve metabolizma artıklarını dışarı taşımada da hayati fonksiyonlara sahiptirler. Dolayısıyla mikrosirkülasyon sağlanabiliyorsa doku canlılığını korumakta ve fonksiyonlarını yerine getirmektedir.<sup>2</sup>

Pulpanın ortodontik kuvvetlere cevabı birçok açıdan geçmiş çalışmalarla incelenmiş ve ortodontik kuvvet uygulamanın hiperemi, diapedez, beyaz kan hücrelerinin marginasyonu, staz, odontoblastik tabakada vakuol oluşumu, kist oluşumu ve hemoraji gibi önemli pulpal reaksiyonlara yol açabileceğini gösterilmiştir.<sup>3-5</sup> Ortodontik tedavi sonrası gözlenen bu dolaşım bozukluğun en önemli sebepleri arasında, ortodontik kuvvetlerin pulpayı besleyen kan damarlarını alveol soketi içerisinde kısmen sıkıştırmasının geldiği bildirilmiştir.<sup>5</sup> Ortodontik tedavi sırasında pulpa vitalitesinin takip edilmesi, görülebilecek komplikasyonların erken teşhis edilmesi ve başlangıç aşamasında müdahale edilmesi önem arz etmektedir.

Elektrikli pulpa testi (EPT), termal testler (TT), perküsyon, palpasyon ve mobilite testleri pulpa vitalite değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan testlerdir. Bunlardan EPT ve termal testler bazı kısıtlamalar olmasına karşın, uygulama kolaylığı ve maliyetinin düşük olması nedeniyle en çok tercih edilen yöntemlerdendir.<sup>6</sup> EPT'ne, elektrikli bir uyarıcı ile pulpa dokusunun sinir fibrilleri uyarılarak ağrı yanıtı oluşturulur.<sup>6-8</sup> Termal test de ise, sıcak ve soğuk uyarıcıların uygulanmasıyla (dentin tübülleri boyunca dentin sıvısının hareketine bağlı olarak) ağrı hissi oluşturulur. Bu çalışmada ortodontik tedavi sırasında ve sonrasındaki pekiştirme aşamalarında üst keser dişlerin vitalitesinin EPT ve termal testler ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma ortodontik tedavi amaçlı kliniğimize başvuran 18-25 yaş aralığındaki (ortalama±SD: 22±2) 54 hasta (25 kız, 29 erkek) üzerinde yürütülmüştür. Hastaların çalışmaya dahil edilme şartı; sistemik hastalığı (kalp pili olanlar) ve devamlı ilaç kullanımını gerektirecek bir rahatsızlığı olmaması, önceden ortodontik tedavi görmemesi, geçmiş travma hikayesi bulunmaması ve alınan periapikal film incelenmesi neticesinde üst çene kesici ve köpek dişlerinde çürük, dolgu, kanal tedavisi olmaması ve periapikal dokuların sağlıklı olmasıdır. Çalışmanın yürütülebilmesi için gerekli etik kurul izni Sağlık Bakanlığı Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul Başkanlığından alınmış olup, araştırmanın her aşamasında Helsinki Deklarasyonu'nun öngörmüş olduğu kurallara bağlı kalmıştır. Çalışmaya katılacak hastalara çalışma ile ilgili ayrıntılı bilgiler verilir, "Bilgilendirilmiş Onam Formu" imzalatılmıştır. Hastalar rastgele iki gruba bölünmüştür. I. Gruptaki bireylere sabit ortodontik tedavi uygulanacak iken (n=27, 12 kız ve 15 erkek), II. Gruptaki bireylere herhangi bir tedavi uygulanmayıp kontrol grubu olarak görev yapmışlardır. (n=27, 13 kız ve 14erkek). I. Grup yani çalışma grubu bireylerin ortodontik tedavisinde sağ üst 1.azı dişten sol üst 1. azı dişe kadar olan tüm dişlerin ön yüzlerine 0.018×0.025 inch slotlu Roth teknik braketler (Roth prescription, Gemini Metal Brackets, 3M Unitek Corporation, Monrovia, Calif), Transbond XT adezivi (3M Unitek, Monrovia, CA, ABD) ile yapıştırılmıştır. 1. azı dişlere ortodontik bant uygulaması yapılmıştır (0.018×0.025 inch) ve sonrasında, 0.014 inch ark teli yerleştirilmiştir. Tedavi ortalama 12 ay sürmüştür ve 1 ay sıklıktaki kontrol randevularında ortodontik tedavi yapılmıştır. Aktif ortodontik tedavinin bitiminden sonra, hastalara Hawley apareyleri ile pekiştirme tedavisi uygulanmıştır. Pekiştirme apareyi ilk 6 ay gece ve gündüz beraber, ikinci 6 ay ise sadece gece olacak şekilde uygulanmıştır. Hastaların ortodontik tedavisi tek hekim tarafından sürdürülmüş olup, yardımcı araştırmacı EPT ve termal test uygulamalarını yapmıştır.

Hastalarda ortodontik tedavi öncesi, tedavi süresince ve pekiştirme aşamalarında üst çene keser ve köpek dişlerinin vitalitelerinin değerlendirilmesi amaçlı termal test ve EPT uygulanmıştır. Aynı araştırmacı tarafından (FAS), ölçümler önce buz çubukları ile soğuk testi, sonra EPT olacak şekilde toplam 324

diş üzerinde (Grup I:162,Grup II:162) yapılmıştır. Ölçüm zamanları; sabit ortodontik tedavi apareylerinin adezyonundan hemen önce yani başlangıçta (T0), braketlerin yapıştırılması ve ark telinin tatbikinden 2 saat sonra (T1), ortodontik tedavinin 30±3. gününde (T2), 60±3. gününde (T3),180±7. gününde (T4), ark teli çıkarıldıktan 1 ay sonra (T5) ve 3 ay sonra (T6) yapılmıştır.

**Buz Çubukları ile soğuk testi (Termal test):** Buz çubukları, anestezi solüsyon tutucularının buzlukta dondurulması ile elde edilmiştir. Ölçüm yapılacak diş pamuk rulolarla kurutulmuş ve komşu diş yüzeyine damlayan soğuk su yanlış cevaba neden olmaması için aspire edilmiştir. Soğuk uygulamasına karşı hastada olan tepkiye göre sonuç evet yada hayır olarak belirlenmiştir.

**Elektrikli pulpa test (EPT) ölçümleri:** EPT (Parkell Co D626D-GC) uygulanmadan önce hastalara yapılacak işlem ayrıntılı şekilde anlatılmış, dişler (11,12,13,21,22,23 nolu dişler) pamuk rulolar ile izole edilerek kurutulmuştur. Elektrolit olarak diş macunu kullanılmıştır. Periodontal fibriller uyarılmadan, mümkün olan en düşük voltajla pulpayı uyarabilmek için, elektrot dişlerin orta üçlüsüne yerleştirilmiştir. Elektrot (prob çapı 2mm) mine yüzeyine dik tutularak uygulanmıştır. Cihazın ucu diş macunu aracılığı ile diş yüzeyine temas ettirildikten sonra, hastadan eliyle cihazın metal bölümünü tutması istenmiş ve hastaya duyarlılık olduğunda elini bırakması söylenmiştir. Bu temas devreyi tamamlayarak, testin doğru bir şekilde uygulanmasını sağlamıştır (monopolör yöntem).<sup>8</sup> Akımın hızla artırılması hem hastanın ağrı duymasına neden olacağı, hem de yeterli reaksiyon zamanı sağlanmadığından doğru ölçüm yapılmasına engel olacağı düşüncesiyle, test uygulanırken akım yavaşça artırılmıştır. EPT ölçümleri, soğuk testleriyle aynı günlerde yapılmış ve yanıtlar kayıt altına alınmıştır.

#### *İstatistiksel Analiz*

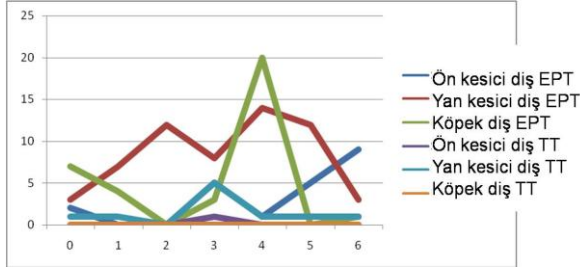
Tüm istatistiksel hesaplamalar için MS Excel 2003 (MS Excel 2003 © 1985-2003 Microsoft Corporation) ve SPSS for Win. Ver 2000 (SPSS INC, Chicago, IL, USA) paket programları kullanılmıştır. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. İstatistiksel karşılaştırmalar ki kare ve Fisher test, Mann Whitney-U testleri ile yapıldı. Anlamlılık derecesi  $P < 0.05$  olarak kabul edildi.

## BULGULAR

Toplam 324 dişte 20-60 EPT değer aralıklarında ölçüm yapılmıştır. Çalışmamızda, kontrol grubundaki 162 diş, 972 kere (T0-T6) EPT ve termal test (TT) uygulanmıştır. Tüm dişler kontrol grubunda, EPT ve TT'e belirlenen zaman dilimlerinde (T0-T6) pozitif cevap vermiştir. Çalışma grubunda da aynı şekilde 162 diş, 972 kere (T0-T6) EPT ve TT uygulanmıştır. Tablo 1 çalışma grubunda hem EPT hem de termal test (TT) cevapları gösterilmektedir (EPT'ne negatif cevap veren diş sayısı ve termal teste evet cevabı veren diş sayısı). Tablo 1'e göre T0'da 2 diş EPT ve 1diş TT'e negatif cevap vermiştir. T1'de 11 diş EPT ve 1diş TT'e, T2'de 19 diş EPT ve 1 diş TT'e, T3'de 34 diş EPT ve 6 diş TT'e, T4'de 22 diş EPT ve 2 diş TT'e ve T6 zaman diliminde 3 diş EPT'ne negatif cevap vermiş, TT'e evet cevabı olmamıştır. Toplamda çalışma grubunda 98 diş EPT'ne negatif, 12 diş ise TT'e evet cevabı vermiştir. Şekil 1'de diş tiplerinin zaman dilimlerine göre EPT ve TT değişimi gösterilmektedir. Buna göre ön kesici diş T3'de, yan kesici diş T3 veT4 arasında, köpek diş ise T4'de en fazla EPT negatif değeri göstermiştir. TT evet cevabı ise ön kesici diş ve yan kesici diş için T3'de en fazla iken, köpek diş için zaman dilimleri arasında verilen cevap açısından farklılık görülmemiştir. Tablo 2'de çalışma grubu ve Tablo 3'de kontrol grubu için her bir diş tipinin farklı zaman dilimindeki ortalama değerleri gösterilmektedir. Tablo 4'de ise çalışma grubundaki farklı diş tipi yanıtlarının istatistiksel olarak karşılaştırılması yapılmıştır.

Tablo 1. Çalışma grubunda her bir zaman dilimindeki EPT (negatif cevap) ve TT (evet) cevapları

Zaman (T)	Ön Kesici Diş EPT	Ön Kesici Diş TT	Yan kesici diş EPT	Yan kesici diş TT	Köpek diş EPT	Köpek diş TT
0	1	0	1	1	0	0
1	2	0	9	1	0	0
2	4	0	14	0	1	0
3	10	1	21	5	3	0
4	8	1	12	1	2	0
5	1	0	6	1	0	0
6	1	0	2	1	0	0



Şekil 1. Çalışma grubunda her bir zaman diliminde diş tiplerine göre EPT ve TT değişimi

Tablo 2. Çalışma grubu için her bir diş tipinin zaman dilimlerindeki ortalama değerleri

Zaman	Çalışma Grubu					
	11	12	13	21	22	23
0	28.42	41.42	21.56	28.44	41.44	21.56
1	34.12	45.96	27.78	34.12	45.68	27.78
2	39.92	52.4	32.08	39.72	52.65	32.07
3	43.3	57.16	39.36	43.33	57	39.31
4	39.81	55.43	35.69	39.28	55.24	35.73
5	28.54	42	21.56	28.44	39.67	21.56
6	28.42	39.92	21.56	28.44	39.73	21.44

Tablo 3. Kontrol grubu için her bir diş tipinin zaman dilimlerindeki ortalama değerleri

Zaman	Kontrol Grubu					
	11	12	13	21	22	23
0	23.48	36.52	21.48	23.48	36.52	21.48
1	24.33	36.52	21.48	24.33	36.52	21.48
2	24.33	36.52	21.48	24.33	36.52	21.48
3	24.33	36	21.48	24.33	36	21.48
4	24.33	36.52	21.48	24.33	36.52	21.48
5	23.74	36.52	21.48	23.74	36.52	21.48
6	23.74	36.52	21.48	23.74	36.56	21.48

Tablo 4. Çalışma grubunun için ki kare ve Fisher test sonuçları

Gruplar	N	Pearson Ki-Kare	Fisher Olasılık Testi	
			İki yönlü	Kesin yönlü
Ön kesici diş EPT-Yan kesici diş EPT	27	3,249	0,078	0,038
Ön kesici diş TT-Yan kesici diş TT	27	0,092	1,0	0,513
Ön kesici diş EPT-Köpek diş EPT	27	4,103	0,057	0,040
Yan kesici diş EPT-Köpek diş EPT	27	3,030	0,089	0,054
Ön kesici diş EPT-Ön kesici diş TT	27	0,319	0,744	0,419
Yan kesici diş EPT-Yan kesici diş TT	27	4,792	0,199	0,110

## TARTIŞMA

Bu çalışmada ortodontik tedavi sırasında ve sonrasındaki pekiştirme aşamalarında üst çene ön bölge dişlerinin pulpa sinir lifleri uyarılarak EPT ve TT'e olan duyarlılıklarının araştırılması amaçlanmıştır. Bulgular kontrol grubundaki dişlerin her iki teste de olumlu yanıt verirken, çalışma grubu dişlerinin tedavi esnasında her iki teste de çoğunlukla olumsuz yanıt verdiği yöndedir. Çalışma grubu dişler için EPT'ne negatif yanıt veren diş sayısı ortodontik kuvvetin uygulanmasından hemen sonra artmaya başlayıp, tedavinin 60. gününde en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Ortodontik tedavinin başlangıç aşamasında görülen bu olumsuz değişiklikleri, ortodontik kuvvetin pulpayı besleyen kan damarları ve sinir liflerini alveol soketi içerisinde sıkıştırması ve dolayısıyla dolaşım staz ve sinir iletiminde bozukluğa sebep olmasıyla açıklayabiliriz.<sup>9-11</sup>Ayrıca, başlangıçtaki olumsuz yanıtları seviyeleme esnasındaki ortodontik diş hareketinin çoğunlukla ilk 2 ay içinde gerçekleşmiş olmasına bağlayabiliriz. 60. günden sonra EPT'ne negatif yanıt veren diş sayısı kademeli olarak azalır, genellikle ark teli çıkarıldıktan 1 ay sonra başlangıç değerlerine ulaşmıştır. Bu bulguyu ise seviyeleme hareketinin gerçekleşip dişlerdeki çapraşıklığın azalması ve dolayısıyla ark teli vasıtasıyla dişe iletilen ortodontik kuvvetin azalmasıyla açıklayabiliriz. Çalışmamızın sonuçlarını diş tipleri açısından değerlendirdiğimizde, ortodontik tedavi esnasında vitalitesi en fazla olumsuz etkilenen diş tipi yan keser diş olup, vitalitesi en az etkilenen diş tipi ise köpek dişidir. Bu bulguyu yan keser dişlerin kök yüzey alanının ve kök uzunluğunun köpek dişlere göre oldukça az olması ve dolayısıyla diş yüzeyine gelen kuvvetin apikalde daha yıkıcı etkiye sebep olmasıyla açıklayabiliriz.

Bu çalışmanın bulguları ortodontik tedavi sonrası tanısal testlere verilen pulpa yanıtlarını değerlendiren çalışmaların sonuçları ile uyumludur.<sup>9-11</sup> Cave ve ark<sup>9</sup> ortodontik tedavi süresince 252 gün boyunca üst çene keser dişlerinin EPT ve TT yanıtlarını takip etmişler ve kontrol grubunda EPT ve TT cevapları stabil kalırken, çalışma grubu dişlerde EPT'ne negatif yanıt veren diş sayısının ortodontik tedavi başladıktan sonra artarak 2. ayda en yüksek seviyeye çıktığını tespit etmişlerdir. Cave ve ark<sup>9</sup> ortodonti hastalarında EPT değerleri yorumlanırken dikkatli olunması gerektiğini ve karbon dioksit karının uygulandığı termal testlerin

buz çubuklarına göre daha güvenilir olabileceği sonucuna varmıştır. Yine benzer şekilde, Burnside ve ark<sup>10</sup> yaptıkları çalışmada ortodontik tedavinin EPT'ne negatif yanıt veren üst keser diş sayısını artırdığını göstermişlerdir. Peters ve ark<sup>11</sup> ise 60 hastanın 1488 dişi üzerinde, dişlerin pozitif ve negatif cevaplarını karşılaştırmak amacıyla EPT ve soğuk testi ile yaptıkları çalışmada, soğuk testi ile EPT arasında istatistiksel olarak bir farklılık olmadığı sonucuna varmışlardır. Bu çalışmanın aksine başka bir çalışmada ise EPT'nin, TT'den daha güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır.<sup>12</sup> Sonuç olarak geçmiş çalışmaların ortodontik tedavinin tanısal testlere pulpa yanıtını değiştireceği ve özellikle de ilk 2 aylık dönemde EPT negatif yanıt veren diş sayısını artıracığı yönündeki bulguları bizim çalışmamızla uyumlu olup, negatif cevabın geri dönüşümlü olup olmadığı veya ne kadar sürede pozitif döndüğü konusunda çelişkili bulgular bulunmaktadır.

Bu çalışmanın sonuçları ortodontik kuvvetin diş pulpasında vasküler stazdan nekroza kadar uzanan ciddi değişikliklere neden olduğu şeklinde bulguları olan geçmiş histolojik çalışmalarla uyumludur.<sup>3-5</sup> Her ne kadar çalışmanın bulgularını histolojik veya pulpa kan akımı ve pulpa solunum oranını değerlendiren geçmiş çalışmalarla karşılaştırmak uygulanan metodolojinin farklı olmasından ötürü uygun olmasa da, ortodontik tedavi esnasında EPT ve TT ile pulpa cevabını değerlendiren geçmiş çalışmaların azlığından ötürü tartışmaya dahil edilmişlerdir. Butcher ve Taylor<sup>3</sup> retraksiyon kuvvetlerinin maymun diş pulpasında nekroza sebep olduğunu bildirmiştir. Anstendig ve Kronman<sup>13</sup> gövdesel hareket ve tork kuvvetinden sonra köpek dişlerinin odontoblastik tabakalarında bozulma gözlemlemiştir. Turley ve ark<sup>14</sup> yaptıkları deneysel çalışmanın bir parçası olarak köpek dişlerini ortodontik ekstrüzyonu takiben travmatik olarak intrüze etmişlerdir. Bu araştırmanın sonucunda da dişlerin yarısının total olarak nekroza giderken, diğer yarısının pulpa dokusunda dejenerasyon ve kalsifikasyon gözlemlemiştir.<sup>14</sup> İnsan üstünde yapılan çalışmalar intrüziv ve ekstrüziv kuvvetler uygulamanın diş pulpasındaki dolaşımsal bozuluktan dolayı, odontoblastik tabakada yıkıma yol açtığını göstermişlerdir.<sup>4,5</sup> Bahsedilen çalışmaların ortak çıkarımı pulpanın daha önce herhangi bir yaralanmaya maruz kalmadığı sürece, ortodontik kuvvet uygulama süresine bağlı değişikliklerin çoğu geri dönüşümlü olacaktır. Ortodontik diş hareketi öncesinde diş

travma öyküsü ve radyografide aktif diş hareketi sırasında veya öncesinde pulpa boşluğunda daralma gözükmesi gibi durumlar klinik olarak önemli görünmektedir.<sup>15</sup>

Geçmiş çalışmalar ortodontik tedaviye verilen pulpa yanıtının kuvvetin yönü, süresi, devamlılığı ve hastanın yaşı (apikal foramenin açık veya kapalı oluşu) gibi faktörlere bağlı olduğunu bildirmişlerdir.<sup>3-5</sup> Pulpanın tanısal testlere cevabını olumsuz etkileyen ve pulpada şiddetli dolaşımsal bozukluğa sebep olan kuvvetlerin arasında ilk sırada intrüzyonun geldiği ve bunu ekstrüzyon, devrilme (tipping) ve gövdesel hareketin takip ettiği bildirilmiştir.<sup>3,4</sup> Stuteville<sup>16</sup> ve Oppenheim<sup>17</sup> intrüziv kuvvet tipinin pulpa dolaşımını engelleyip, pulpada nekroza sonuçlanacağı görüşündedirler. Butcher ve Taylor<sup>3</sup> aşırı intrüziv ve ekstrüziv kuvvetlerin odontoblast tabakasında dejenerasyon ve pulpada nekroza sebep olduğunu belirlemiştir. Bizim çalışmamızda uygulanan seviyeleme kuvveti intrüzyon, ekstrüzyon ve tipping karışımı olup, salt intrüzyon veya saf ekstrüzyon kuvvetine oranla pulpada yıkıcı etkisinin daha az olduğu görüşündeyiz. Kuvvet yönünden başka bir diğer etken kuvvetin büyüklüğü olup, ortodontik kuvvetler fazla uygulandığı takdirde diş apeksini alveol soketi içerisinde sıkıştırarak pulpa boşluğuna giren kan damarlarına zarar verebilir. Pulpa değişiklikleri ile kuvvetin büyüklüğü arasında doğrudan bir bağlantı bulunmasa da, kuvvet arttıkça pulpadaki değişikliklerin de orantılı olarak daha şiddetli gözlemlendiği bildirilmiştir.<sup>3,17</sup> Oppenheim<sup>17</sup> diş dokularındaki hasarı azaltmak ve olası tamir süreci için zaman kazanma açısından aralıklı, hafif şiddette kuvvetlerin kullanımını önermiştir. Diğer taraftan, düşük şiddetli ve kısa süreli (4 saat gibi) kuvvet uygulamanın bile hücrel cevap oluşturmada yeterli olabileceği gösterilmiştir.<sup>18</sup> Graber<sup>19</sup> düşük şiddetteki intrüziv kuvvetlerde bile hiperemi gelişebileceğini ve aşırı kuvvetlerin pulpada geri dönüşümsüz hasarlara yol açabileceğini bildirmiştir. Bizim çalışmamızın en büyük engellerinden biri bireysel hasta cevabı, kök yüzey alanı ve braket içerisindeki sürtünme kayıplarına bağlı olarak klinikte sabit ortodontik apareylerde uygulanan kuvvet büyüklüğünün tam olarak belirlenememesidir. Seviyeleme kuvvetleri başlangıçta genel olarak 0.5 ila 1 Newton arasında değişen hafif kuvvetler olup, seviyelemenin gerçekleşip dişlerdeki pozisyonel bozuklukların düzelmesiyle bu kuvvet daha da azalacaktır. Dolayısıyla uygulanan kuvvet için uzun süreli fakat hafif şiddette diyebiliriz.



Kuvvetin pulpa cevabını etkileyen bir diğer etken de hastanın yaşı ve apikal foramenin açıklık durumudur. Yapılan çalışmalar hastanın yaşı ve pulpanın dentinojenik aktivitesi ile ortodontik kuvvetin biyolojik etkisi arasında bir ilişki olduğunu kanıtlamaktadır.<sup>4,20</sup> Bu durum ileri yaşlı hastalarda pulpanın solunum oranında göreceli olarak azalma gösterirken, daha geniş apikal foramen çapına sahip genç hastalarda ise daha fazla dentinojenik aktiviteyle ortodontik kuvvetlerin zararlı etkilerinin azalacağı anlamına gelmektedir. Bu kavramların desteğinde, Labart ve ark<sup>20</sup> sürmesi devam eden sıçan kesici dişlerine uygulanan ortodontik kuvvetlerin bir sonucu olarak pulpanın solunum oranında artış olduğunu bildirmişlerdir. Ooshita<sup>21</sup> tarafından geçmişte yapılan çalışmada da bu kavrama destek verilmektedir. Ooshita<sup>21</sup> bu çalışmada geniş apikal açıklıklı veya açık apekse sahip dişlerin periodontal ligament ve kemiğini çevreleyen destek dokularında diş hareketi esnasında aktivite artışı olduğunu göstermiştir. Bizim çalışmamızda ise yaş faktörünün etkisini ortadan kaldırmak için, 18-25 yaş arası erişkinlere ait kök gelişimini tamamlamış dişler çalışmaya dahil edilmiştir.

Dişlerin vitalitesinin belirlenmesinde en önemli parametrelerden biri olan pulpa dokusunun vaskülarizasyonu, histolojik immunohistolojik, pulse oksimetre ve Lazer Doppler Flowmetri (LDF) gibi değişik yöntemlerle ölçülebilmektedir.<sup>22</sup> Ancak histolojik ve immunohistolojik yöntemler kullanılması için diş çekimi gerekmektedir. Pulse oksimetre yönteminde ise, mikrovasküler sistemin çok küçük kan damarlarında kan akımını ölçmesine ve dokuların oksijen saturasyonunun belirlenmektedir. LDF, invaziv olmayan, ağrısız, elektrooptik teknik olup pulpal kan akımının rakamsal olarak kaydına karşın, pulse oksimetrideki gibi, hassas ölçüm gerektirmesi, cihazların maliyetinin yüksek olması, dişlere özel prob ihtiyacının olması gibi dezavantajları da vardır.<sup>22</sup> Her ne kadar pulpa kanlanması durumu hakkında kısıtlamaları olmasına karşın EPT, TT, perküsyon, palpasyon ve mobilite testleri uygulama kolaylığı ve maliyetinin düşük olması nedeniyle pulpa canlılığının belirlenmesinde çok tercih edilen bir yöntemlerdendir.<sup>23</sup> Bizde çalışmamızda EPT ve TT kullanmayı tercih ettik. Bazı, EPT ve TT'de uygulanan ajanlarla diş gelen sıcaklığın artırılması veya azaltılması ve bu yolla da duyuşsal yanıt alınması amaçlanır. Çalışmamızda buz çubukları vasıtasıyla soğuk testi uygulanmıştır. Ancak buz çubuğunun uygulanması esnasında, özellikle de birden çok dişte ölçüm

yapılacaksa izolasyonun zorlaşacağı eriyen buzun komşu diş yüzeyinden hatalı okumaya yol açacağı bilinmektedir. Bu çalışmada pamuk rulolar ve aspiratörle bu durum engellenmeye çalışılsa da, karbondioksit karı uygulamasının daha güvenli olacağı bildirilmiştir.<sup>12</sup> Termal testlerden olan soğuk testinin güvenilirliği her ne kadar kabul görmüş olsa da, yine de yanlış cevaplar alınabilir. Hatalı pozitif cevaplara sıklıkla endodontik tedavi görmüş dişlerde rastlanılmış ve bu hatalı cevap dişin kronundaki geniş metal döküm restorasyona bağlanmıştır.<sup>12</sup> Geniş metal restorasyonlar soğuk uyarısını dişeti ve/veya komşu dişe yoğun bir şekilde iletebilirler. Soğuk testi uygulamasıyla sağlıklı pulpalı yaşlı bireylerin dişlerinde, geniş restorasyonlu dişlerde ve travma hikayesi bulunan dişlerde hiç yanıt alınamadığı da bildirilmiştir.<sup>12</sup> Bu tip dişlerde tamir dentini birikiminden dolayı pulpa odası hacmi küçülmüş ve pulpanın sıcaklık değişimine vereceği cevap azalmıştır ve sıklıkla hatalı sonuçlar elde edilebilir.

TT gibi EPT'de klinikte sık kullanılan bir yöntem olmasına karşın, kullanım esnasında dikkat edilmezse hatalı sonuçlar verebilir. EPT pulpa dokusunun sinir fibrillerini uyararak iyonik hareketten kaynaklanan ağrı yanıtı oluşturur. EPT'de elektrikli uyarın geniş çaplı A delta liflerini stimule ederek lokalize ve keskin ağrıya sebep olur. Ancak elektrikli uyarının şiddeti arttıkça bazı küçük çaplı C lifleri de uyarılır ve güçlü bir rahatsızlık tablosuna ve hatalı pozitif cevaba yol açarlar.<sup>24</sup> Elektrik uyarısı ile diş testi yapmak için, monopolar ve bipolar olmak üzere, iki yöntem geliştirilmiştir. Monopolar yöntemde bir elektrot dişle temas ederken, diğer elektrot vücudun başka bir bölgesine temas etmektedir. Bipolar yöntemde ise, iki elektrot da dişin kronunda konumlanmaktadır.<sup>25</sup> Bipolar yöntemin avantajı periodontal dokulardaki aksonları uyarma riskinin daha az oluşu, dezavantajı ise her iki elektrot da diş üzerinde bulunduğundan dental sert doku rezistansını iki katına çıkarmasıdır.<sup>26</sup> Bu nedenle de, bipolar yöntemde monopolar yöntemle kıyasla uyarana daha yüksek değerlerde yanıt alınmaktadır.<sup>27</sup> Ayrıca, bipolar yöntemde her iki elektrodun da diş üzerinde konumlanması dişin kron kısmında akımın katottan anoda doğru geçmesine yol açar. Bu özelliğinden dolayı, bipolar yöntem koronal pulpanın vitalitesi belirleyebilmekle beraber, kök pulpasının vitalitesini belirlemede yetersiz kalmaktadır. Oysa monopolar yöntemde, akım pulpadan periyodonsiyuma doğru



geçiş göstermektedir. Bu nedenle de, monopolar pulpa testleri tercih edilmektedir.<sup>28,29</sup> Bizde çalışmamızda EPT ölçüm aşamasında, monopolar yöntemi tercih ettik. Periodontal dokulardaki sinir fibrillerini uyardan pulpada yanıt oluşturabilmek için, sağlıklı dişlerde uygulanacak akımın maksimum 150 µA ve 10 ms süreli olması gerektiği bildirilmiştir.<sup>29</sup> 200µA'den yüksek akımın, periodontal fibrillerin uyarılması nedeniyle dişlerde ağrı oluşturacağı ve yanlış pozitif yanıtı açabileceği, 100 µA'den düşük akım uygulandığında da yanlış negatif yanıt insidansının artacağı ifade edilmektedir.<sup>29</sup> Ancak Nordenram<sup>30</sup> çalışmasında, 1209 sağlıklı dişte 100 µA'den daha düşük akım değerlerinde bile yanıt alabildiğini rapor etmiştir. Närhi ve ark<sup>31</sup> ise, kedi dişlerine 200 µA'e kadar akım uygulamalarına karşın, periodontal fibrillerin aktivasyonun gerçekleşmediğini göstermişlerdir. Yeni EPT cihazları negatif polaritede impulslar oluşturmaktadır. Bu uyarı türü, pulpa cevabını oluşturmak için gerekli voltajı azaltarak, periodontal membrandaki sinir fibrillerinin uyarılması engellenmektedir.<sup>32</sup> Test uygulanırken akımın yavaş artırılması gerekmektedir. Akımın hızla artırılması hem hastanın ağrı duymasına neden olmaktadır, hem de yeterli reaksiyon zamanı sağlanmadığından doğru ölçüm yapılmasına engel olmaktadır.<sup>33</sup> Bizde çalışmamızda, EPT ölçüm aşamasında akımı yavaş yavaş arttırıp, hastanın ağrı hissettiği noktada uygulamayı durdurduk. EPT, dişin sert dokularına akımı geçirmek için elektrolit bir ortam gerektirmektedir. Cooley ve Robison<sup>34</sup> elektrolit kullanılmadığında laboratuvar ortamında dişe çok az akım iletiildiğini, klinik uygulamada da hastanın teste yanıt vermediğini bildirmişlerdir. Martin ve ark<sup>35</sup> ise elektrolit olarak su bazlı bir madde tercih edilmesini önermişlerdir. Biz de bu amaçla, elektrolit olarak diş macunu kullandık ve elektrotun diş yüzeyine yerleşme pozisyonu olarak ise vestibül yüzeyin orta üçlüsünü seçtik. Kesici dişlerin orta üçlüsü pulpa boynuzuna yakınlığı ve mine kalınlığının en ince bölge olması sebebiyle, periodontal fibrilleri uyardan mümkün olan en düşük voltajla pulpayı uyartabilecek bölgedir.<sup>28</sup> Servikal üçlü, gingival fibrillere akım iletilmesi ihtimalinden dolayı tercih edilmemektedir. Uygulama kolaylığı ve yaygın kullanımına karşın, EPT pulpanın histolojik durumuna dair bilgi vermekte yetersizdir.<sup>23</sup> Pantera ve ark<sup>36</sup> çalışmalarında, tanı yöntemlerinin hiçbirinin %100 doğruluğu olmadığını saptamışlardır. Bu nedenle de, pulpanın vitalitesinin belirlenmesinde en uygun yöntem, anamnez ve klinik

muayeneye ek olarak, EPT'nin diğer diagnostik testlerle birlikte uygulanması ve sonuçların birlikte değerlendirilmesidir.<sup>37-39</sup> Weisleder ve ark<sup>40</sup> 150 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada EPT ve soğuk termal testin birlikte uygulanmasının daha doğru ve güvenilir sonuç verdiğini ileri sürmektedir. Petersson ve ark<sup>41</sup> EPT'nin soğuk testinden sonra uygulanmasının test sonuçlarını etkilemediği bildirilmiştir. Bizde çalışmamızda daha güvenilir sonuçlar elde etmek için, önce soğuk testi ardından EPT uygulamasını yaptık.

Hem EPT hem de TT pulpanın sağlık durumunun gerçek göstergesi olan pulpal kan akımına ilişkin parametreleri belirlemeye yardımcı bir test olmayıp, indirekt değerlendirme yöntemleridir.<sup>12</sup> Bu nedenle, travma vakaları, yaşlı pulpal ve geniş restorasyonlu dişlerde pulpa hassasiyetini değerlendiren testler, pulpa vaskülarizasyonunu değerlendiren tanı yöntemleriyle beraber değerlendirilirse daha doğru sonuçlar elde edilebilir.

## SONUÇ

Ortodontik kuvvetlerin uygulanması, çoğu dişte tepkisizlik oluşturmakla beraber, EPT yanıt eşliğini yükseltmektedir. Bu etki kuvvet uygulandıktan sonraki 2 ay içinde maksimum seviyeye ulaşmakta ve tedavi sonunda kademeli olarak başlangıç değerlerine geri dönmektedir. Ortodontik tedavinin başlangıç aşamasında EPT'ndeki negatif cevaplar pulpa nekrozunu işaret etse bile, cevapların ortodontik kuvvet kaldırıldıktan sonra pozitif dönmeleri bu durumun geçici olduğunu göstermiştir. Ortodontik tedavi gören hastalarda EPT ve TT'ler dikkatli yorumlanmalı, şüpheli vakalarda uzun süreli takip ve gerekirse pulpa kan akımını değerlendiren yardımcı tanı yöntemlerinden faydalandıktan sonra tanı konulmalıdır.

## KAYNAKLAR

1. Bayırlı G. Diş Pulpası ve Ağrı. İstanbul Üni: Basımevi ve Film Merkezi İstanbul 1992. p. 95-122.
2. Scherman A, Jacobsen PL. Managing Dentin Hypersensitivity. JADA 1992;123:57-1.
3. Butcher EO, Taylor AC. The vascularity of the incisor pulp of the monkey and its alteration by tooth retraction. J Dent Res 1952;31:239-7.



4. Stenvik A, Mjor IA. Pulp and dentine reactions to experimental tooth intrusion. A histologic study of the initial changes. *Am J Orthod* 1970;57:370-5.
5. Mostafa YA, Iskander KG, El-Mangoury NH. Iatrogenic pulpal reactions to orthodontic extrusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99:30-4.
6. Ehrmann E. Pulp testers and pulp testing with particular reference to the use of dry ice. *Aust Dent J* 1977;22:272-9.
7. Fulling H, Andreasen J. Influence of maturation status and tooth type of permanent teeth upon electrometric and thermal pulp testing. *Scand J Dent Res* 1976;84:286-0.
8. Burside R, Sorenson F, Buck D. Electric vitality testing in orthodontic patients. *Angle Orthod* 1974;44:213-7.
9. Cave SG, Freer TJ, Podlich HM. Pulp-test responses in orthodontic patients. *Aust Orthod J* 2002;18:27-4.
10. Burnside RR, Sorenson FM, Buck DL. Electric pulp vitality testing in orthodontic patients. *Angle Orthod* 1974;44:213-7.
11. Peters DD, Baumgartner JC, Lorton L. Adult pulpal diagnosis. I. Evaluation of the positive and negative responses to cold and electrical pulp tests. *J Endod.* 1994 ;20:506-1.
12. Chen E, Abbott PV. Evaluation of accuracy, reliability, and repeatability of five dental pulp tests. *J Endod* 2011;37:1619-3.
13. Anstendig HS, Kronman JH. A histologic study of pulpal reaction to orthodontic tooth movement in dogs. *Angle Orthod* 1972;42:50-5.
14. Turley PK, Joiner MW, Hellstrom S. The effect of orthodontic extrusion on traumatically intruded teeth. *Am J Orthod* 1984;85:47-6.
15. Ersahan S, Alakus Sabuncuoglu F. Ortodontik tedavi planlamasının diş pulpası ve endodontik tedavi üzerine etkilerinin derlemesi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2013;7:102-5.
16. Stuteville OH. A summary review of tissue changes incident to tooth movement. *Angle Orthod* 1938;8:1-48.
17. Oppenheim A. Tissue response to orthodontic intervention. *Am J Orthod* 1942;28:263-1.
18. Roberts WE, Ferguson DJ. Cell kinetics of the periodontal ligament. In: Norton LA, Burstone CJ, eds. *The Biology of Orthodontic Tooth Movement*. Boca Raton: CRC Press, 1989: 26-9.
19. Graber TM, Swain BF. *Dentofacial orthopedics*. In: *Current orthodontic concepts and techniques*, Philadelphia: WB Saunders Company; 1975;359-2.
20. Labart WA, Taintor JF, Dyer JK, Weimer AD. The effect of orthodontic forces on pulp respiration in the rat incisor. *J Endod* 1980;6:724-7.
21. Ooshita M. The metabolism of radioactive succinate in stressed tooth supporting tissue. *BKDC* 1975;3:1-11.
22. Karayılmaz H. Süt ve Genç Daimi Dişlerde Pulse Oksimetri ve Lazer Doppler Flowmetrinin Vitalite Test Yöntemi olarak Etkinliğinin Değerlendirilmesi. S. Demirel Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Pedodonti A.D. Doktora Tezi, Isparta, 2008.
23. Cooley RL, Stillely J, Lubow RM. Evaluation of a digital pulp tester. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1984; 58:437-2.
24. Mengel MK, Stiefenhofer AE, Jyvasjarvi E, Kniffki KD. Pain sensation during cold stimulation of the teeth: differential reflection of A delta and C fibre activity? *Pain* 1993;55:159-9.
25. Hannam AG, Siu W, Tom J. A comparison of monopolar and bipolar pulp-testing. *J Canad Dent Assoc* 1974;2:124-8.
26. Leavitt AH, King GJ, Ramsay DS, Jackson DL. A longitudinal evaluation of pulpal pain during orthodontic tooth movement. *Orthod Craniofac Res* 2002;5: 29-7.
27. Robinson PP. A comparison of monopolar and bipolar electrical stimuli and thermal stimuli in determining the vitality of autotransplanted human teeth. *Arch Oral Biol* 1987;32:191-4.
28. Jacobson JJ. Probe placement during electric pulp-testing procedures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984;58:242-7.
29. Matthews B, Searle BN. Some observations on pulp testers. *Br Dent J* 1974;137: 307-2.
30. Nordenram Å. Dental sensitivity to electrical excitation. Threshold values of caries-free non-filled teeth. *Acta Odontol Scand* 1970;28:233-2.





31. Närhi M, Virtanen A, Huopaniemi T, Hirvonen T. Conduction velocities of single pulp nerve fibre units in the cat. *Acta Physiol Scand* 1982;116:209-3.
32. Rowe AHR, Pitt Ford TR. The assessment of pulpal vitality. *Int Endod J* 1990;23: 77-3.
33. Abdel Wahab MH, Kennedy JG. The effect of rate of increase of electrical current on the sensation thresholds of teeth. *J Dent Res* 1987;66:799-1.
34. Cooley RL, Robison SF. Variables associated with electric pulp testing. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980;50:66-3.
35. Martin H, Ferris C, Mazzella W. An evaluation of media used in electric pulp testing. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1969;27:374-8.
36. Pantera EA, Anderson RW, Pantera CT. Reliability of electric pulp testing after pulpal testing with dichlorodifluoromethane. *J Endod* 1993;19:312-4.
37. Hyman JJ, Cohen ME. The predictive value of endodontic diagnostic tests. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984;58:343-6.
38. Ikeda H, Suda H. Subjective sensation and objective neural discharges recorded from clinically nonvital and intact teeth. *J Endod* 1998;24:552-6.
39. Millard HD. Electric pulp testers. Council on Dental Materials and Devices. *J Am Dent Assoc* 1973;86:872- 3.
40. Weisleder R, Yamauchi S, Caplan DJ, Trope M, Teixeira FB. The validity of pulp testing: a clinical study. *J Am Dent Assoc* 2009;140:1013-7.
41. Petersson K, Söderström C, Kiani-Anaki M, Lévy G. Evaluation of the ability of thermal and electrical tests to register pulp vitality. *Endod Dent Traumatol* 1999;15: 127-1.

#### **Yazışma Adresi**

Dr. Seyda ERSAHAN, DDS, PhD,  
Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği  
Fakültesi Endodonti A.D. İstanbul- Türkiye  
Telephone: +90 (532) 405-4088  
e-mail: seydaersahan@hotmail.com

