



ORTODONTİK TEDAVİ PLANLAMASININ DIŞ PULPASI VE ENDODONTİK TEDAVİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN DERLEMESİ

REVIEW OF ORTHODONTIC TREATMENT PLANNING'S EFFECTS ON DENTAL PULP AND ENDODONTIC TREATMENT

Dr. Seyda ERSAHAN*

Dr. Fidan ALAKUŞ SABUNCUOĞLU**

Makale Kodu/Article code: 954

Makale Gönderilme tarihi: 22.10.2012

Kabul Tarihi: 06.03.2013

ÖZET

Ortodontik kuvvetlerin diş pulpasındaki tüm vasküler sistemi uyardığı bilinmektedir. Yayınlanmış histolojik verilerin sonuçları diş pulpasının ortodontik kuvvetlerden dolaşimsal vasküler staz ile nekroz şeklinde etkilendiğini göstermektedir. Bu çalışmada ortodontik diş hareketi ile ilgili diş pulpası doku değişikliklerinin biyolojik yönleri ve bunun entegre endodontik- ortodontik tedavi planlamasındaki zorluklarla ilişkisine dayalı literatür gözden geçirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ortodontik kuvvetler, diş pulpası, diş hareketi, endodontik-ortodontik tedavi

ABSTRACT

Orthodontic forces are known to stimulate the whole vascular system in the dental pulp. Results of published histological data demonstrated that the dental pulp is affected by the orthodontic forces in the form of circulatory vascular stasis to necrosis. This paper reviews the literature based on the biological aspects of dental pulp tissue changes incident to orthodontic tooth movement and its relation to common endodontic-orthodontic treatment planning challenges.

Key Words: Orthodontic forces, dental pulp, tooth movement, endodontic-orthodontic treatment

GİRİŞ

Pulpa mine, dentin ve sement gibi sert dokularla çevrili olan ve canlılığı ile duyarlılığını apikal foramen yoluyla giren kan damarları ve sinirlerle sağlayan bir dokudur. Pulpanın çevreyle ilişkisinin kısıtlı olmasından dolayı, pulpal kan akımı veya vasküler doku basıncındaki değişikliklerin diş pulpasının sağlığı üzerine ciddi etkileri olabilir.¹ Özellikle de nekroz, iç rezorpsiyon, sekonder dentin oluşumuyla pulpa boşluğunda daralma, pulpanın solunum hızının değişmesi gibi durumların hepsi ortodontik tedavi sonucu gelişebildiğinden, ortodontik kuvvetlerin pulpa üzerine etkilerini anlamak oldukça önemlidir.² 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.²⁻⁵ Bu derleme çalışmasının

amacı ortodontik diş hareketi ile ilgili diş pulpası doku değişiklikleri ile ilgili anlamlı bir literatür değerlendirmesi sağlamak ve bu bilgilerin entegre endodonti ortodonti tedavi planlamasında karşılaşılan zorluklarda nasıl kullanılabileceğine ışık tutmaktır.

Yeni damarlanma oluşması ve vazodilatasyon

Ortodontik diş hareketi uygulanan mekanik uyarana karşı periodontal ligament ve alveol kemiğindeki yeniden biçimlenme (remodelling) değişiklikleriyle sağlanmaktadır. Bu yeniden biçimlenme faaliyeti ve sonunda diş hareketinin gerçekleşmesi için enflamatuvar bir sürecin olması bir ön şarttır. Bu enflamatuvar süreç de dentin matriksinde gömülü olan yeni damarlanma oluşmasını sağlayan (anjiojenik) büyüme faktörlerinin dental işlemler sonucu tetiklenmesiyle başlamaktadır. Yapılan çalışmalar lokalize diş hareketini bile takiben sadece periodontal dokulardaki değil, aynı zamanda pulpadaki kan akımının da arttığı göstermiş ve bunun da ortodontik hareketlerin

*Beytepe Asker Hastanesi, Oran Polikliniği Diş Servisi Endodonti Bölümü- Ankara

**Erzurum Mareşal Çakmak Asker Hastanesi Diş Servisi Ortodonti Bölümü- Erzurum



pulpadaki yeni damarlanma oluşturacak büyüme faktörü konsantasyonunu artırmasından kaynaklanmış olabileceği hipotezi öne sürülmüştür.⁵

Damar yapımının yeniden şekillenme olayı, proteolitik enzimlerin salgılanması, endotelial hücre göçü ve çoğalması, kapiller farklılaşma ve anastomoz içeren karmaşık bir süreçtir.⁵ Yeni damar yapımı çok sayıda sitokin ve büyüme faktörleri tarafından düzenlenmektedir. Yeni damar yapımını etkileyen tüm faktörler arasında, vasküler endotelial büyüme faktörünün (VEGF) vasküler sisteminin farklılaşmasında en önemli role sahip olduğu düşünülmektedir.⁶ Temel fibroblast büyüme faktörünün de (FGF-2) in vivo ortamda yeni damarlanma yapımını uyardığı bilinmekte ve hasarlı veya travmatize dokunun vaskülarizasyonunda önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir.¹ Tran-Hung ve ark⁷ insan pulpa fibroblastlarının FGF-2 ve VEGF'nin her ikisini de gösterdiğini bildirmişler ve bu moleküllerin çözünür faktörler olarak yeni damarlanma yapım etkilerini gösterdiklerini öne sürmüşlerdir.

Pulpa yaralanmasından sonra odontoblast progenitor hücrelerinin yaralanma bölgesine göçü yeni oluşan kan damarları sayesinde olabilmektedir. Derringer ve ark ortodontik tedavi görmüş dişlerin pulpasını kontrol grubundakilerle karşılaştırdıklarında 5. ve 10. günlerde pulpa kültüründeki mikrodamarlanma da önemli derecede artış olduğunu bildirmişlerdir.⁸ Yine Derringer ve ark⁹ başka bir çalışmada ortodontik kuvvet uygulamasına yanıt olarak pulpadan VEGF, FGF-2, trombosit türevi büyüme faktörü (PDGF) ve dönüştürücü büyüme faktörü (TGF) gibi yeni damarlanma yapımını sağlayan büyüme faktörlerinin salındığı bildirilmişlerdir. Bu bulgular ortodontik kuvvetlerin diş pulpa dokusunda sadece vazodilatasyonu değil, aynı zamanda gerekli yeni damarlanma yapımını sağlayan büyüme faktörlerini de uyardığını göstermektedir. Bu büyüme faktörlerinin ortodontik diş hareketinden başka diş gelişimi ve sürmesi esnasında¹⁰, endodontik yaralanmayı takiben¹¹ ve periodontal ligament yara iyileşmesinde¹² de salındığı tespit edilmiştir.

Nöropeptit ve enflamatuar sitokinler

Ortodontik kuvvetlerin dentin pulpa kompleksi üzerine etkileri şimdiye kadar yeterince incelenmemiştir. Diş pulpasının inervasyonu dentin sıvısı dinamiğine katkıda bulunabilen, pulpa kan akımını düzenleyen, diş dokusunun korunması ve yara iyileşmesinin hızlanması için uyarıları sağlayan duyu

sinir lifleri ile olmaktadır. Bu fonksiyonlarla ilişkili başlıca nöropeptidler pulpa ve periodonsiyumda bol olan P maddesi (SP), kalsitonin geni bağlantılı peptit (CGRP) ve nörokinin A (NKA)'dır.¹ Duyu sinir liflerinin uyarılmasını takiben bu nöropeptitlerin salınımı vazodilatasyona sebep olur ve vasküler geçirgenliği artırır. Bu durum nörojenik iltihaplanma olarak da anılır.^{1,13,14} Bu nedenle, yeni görüş duyu sinir liflerinin herhangi bir mekanik veya fiziksel kuvvetle uyarılmasının nörojenik iltihaplanma ve takiben de pulpanın kan akımının değişmesi gibi pulpa değişikliklerini uyaraileceği şeklindedir.

Tanısal bir test olarak pulpa dolaşımının tespiti

Geçmişte travma veya ortodontik diş hareketi sonrasında dişlerin canlılığını değerlendirmek için termal testler veya elektrikli pulpa testleri ile sinir lifleri uyarılarak pulpanın cevabı ölçülmekte idi. Ancak anestezi, diş hareketi, travma veya ortognatik cerrahi sonucu geçici veya kalıcı olarak duyu sinir fonksiyonunu kaybetmiş dişler, kanlanmaları bozulmamış olsa bile sinirsel aktivitenin değerlendirildiği testlere cevap vermeyebilir.¹⁵ Ayrıca bazı sinir lifleri nekroza yüksek ölçüde dirençli olup, çevre dokular dejenere olduktan çok uzun süre sonra bile tepkisel yanıt verebilir. Bu nedenle de termal ve elektrikli pulpa testleri hatalı pozitif cevap verebilir.¹⁶ Tüm bu nedenlerle pulpa canlılığının tespitinde inervasyon değil vasküler destek en önemli belirleyici olup,¹⁶ bu testlerle sinir liflerinin uyarılması vitalite tespitinde ideal bir metot değildir. Dişlerin canlılığının değerlendirilmesi ancak pulpa kan akımının ölçülmesiyle mümkündür ve bu amaçla çeşitli deneysel yöntemler kullanılmıştır. Bunlar radyoizotop klirensi,¹⁷ H₂ gaz satürasyonu¹⁸ gibi invaziv yöntemlerle, Laser Doppler Flowmetri (LDF)¹⁹, pulse oksimetre,²⁰ çift dalga boylu spektrofotometre,²¹ fotofletismografi,²² yüzey sıcaklığı ölçümü²³ gibi invaziv olmayan teknikleri içermektedir. İnvaziv yöntemler hem dişin çekimini gerektirmesinden hem de ilgili dişte tek ölçüm yapılabilmesinden dolayı teknik kısıtlamalara sahip olduğundan deneysel çalışma harici kullanılmamaktadırlar. Pulpa dokusunun canlılığının klinik olarak tespitinde LDF, pulse oksimetri ve transmitted-light fotoplektismografi gibi birkaç genel yöntem kullanılmaktadır. LDF invaziv olmayan, ağrısız, elektro-optik teknik olup pulpal kan akımının rakamsal olarak kaydına imkan verir. Mikrovasküler sistemin çok küçük kan damarlarında bile kan akımını ölçer. Dokuların



oksijen saturasyonunun belirlenmesinde pulse oksimetrimin kullanımı klinik olarak kabul edilen bir teknik olup pulpanın canlılığını değerlendirmede de kullanılmaktadır ve bazı çalışmalar diğer metodlara göre daha başarılı olduklarını bildirmişlerdir.²⁴⁻²⁶

Diş Pulpası ve Çeşitli Ortodontik Kuvvetler

Yayınlanmış histolojik çalışma verileri diş pulpasının ortodontik hareketlerden etkilendiğini, dolaşım vasküler stazdan nekroza kadar değişen pulpa cevaplarının gözlemlendiğini bildirmiştir.²⁷⁻²⁹ Bu cevapların ortodontik kuvvetlerin pulpayı besleyen kan damarlarını alveol soketi içerisinde kısmen sıkıştırmasına bağlı olarak geliştiği düşünülmektedir. Butcher ve Taylor retraksiyon kuvvetleri uygulamanın maymun dişlerinin pulpalarında nekroza sebep olduğunu bildirmişlerdir.²⁷ İnsan üstünde yapılan çalışmalar intrüviz ve ekstrüviz kuvvetler uygulamanın diş pulpasındaki dolaşım bozukluktan dolayı odontoblastik tabakada yıkıma yol açtığını göstermişlerdir.^{28,29} Anstendig ve Kronman gövdesel hareket ve tork kuvvetinden sonra köpek dişlerinin odontoblastik tabakalarında bozulma gözlemlenmiştir.³⁰ Turley ve ark yaptıkları deneysel çalışmanın bir parçası olarak köpek dişlerini ortodontik ekstrüzyonu takiben travmatik olarak intrüze etmişlerdir.³¹ Bu araştırmanın sonucunda da dişlerin yarısının total olarak nekroza giderken, diğer yarısının pulpa dokusunda dejenerasyon ve kalsifikasyon gözlemlenmiştir.³¹ Pulpa daha önce herhangi bir yaralanmaya maruz kalmadığı sürece, ortodontik kuvvet uygulama süresine bağlı değişikliklerin çoğu geri dönüşümlüdür. Ortodontik diş hareketi öncesinde diş travma öyküsü³² ve radyografide aktif diş hareketi sırasında veya öncesinde pulpa boşluğunda daralma gözükmesi gibi durumlar klinik olarak önemli görünmektedir.

Pulpa değişiklikleri ile kuvvetin büyüklüğü arasında doğrudan bir bağlantı bulunmasa da, kuvvet arttıkça pulpadaki değişikliklerin de orantılı olarak daha şiddetli gözlemlendiği bildirilmiştir. Oppenheim³³ labiolingual ekspansiyon aparatı kullandığı tüm vakalarda pulpada ciddi dejenerasyon belirtileri olduğunu göstermiştir. Oppenheim'in bulguları pulpa dejenerasyonuna yol açan ana etyolojik faktör olarak diş hareketi esnasında pulpanın kollateral dolaşımının olmamasına yoğunlaşmıştır. Oppenheim sonuç olarak diş dokularındaki hasarı azaltmak ve olası tamir süreci için zaman kazanma açısından aralıklı, hafif şiddette kuvvetlerin kullanımını önermiştir.³³ Tschamer³⁴

ergenlik döneminin sonundaki hastalarda aparat aktivasyonunun odontoblastların bir kısmını dejenerasyon ederken, diğer pulpa hücrelerini atrofiye uğratacağını belirtmiştir. Diş hareketine pulpanın yanıtını değerlendiren geçmiş ve daha yeni çalışmalar da bu bulguları desteklemiştir.^{28,35} Diğer taraftan, düşük şiddetli kısa süreli (4 saat gibi) kuvvet uygulamanın bile hücresel cevap oluşturmada yeterli olabileceği gösterilmiştir.³⁶ Geçmiş morfolojik araştırmalar ortodontik tedavinin pulpaya kan akışında bir azalmaya sebep olabileceğini öne sürmüşlerdir.^{27,28} Labart ve ark fare kesici dişlerini 72 saatlik ortodontik kuvvete maruz bıraktıklarında, dişlerin pulpasının oksijenlenme oranının kontrol grubuna oranla 1-2 kat daha fazla olduğunu gözlemlenmiştir.³⁷ Unsterseher ve ark⁴ ile Hamersky ve ark³⁸ ortodontik kuvvet uygulanmasından sonra pulpa respirasyonunun %27 ile %33 oranında azaldığını gözlemlenmişlerdir. McDonald ve Pitt Ford ortodontik kuvvet uygulanmasını takiben pulpal kan akışında başlangıçta yaklaşık 32 dak kadar süren bir azalma olacağını, bununla yaklaşık 48 saat süren bir artış ile takip edileceğini bildirmişlerdir.³⁹ Kvinnsland ve ark farelerin mesiale devrilmiş molar dişlerindeki pulpal kan akımında 5 gün boyunca önemli bir artış gözlemlenmişlerdir.⁴⁰ Wong ve ark da bir dişin 2 mm bukkal yönde basit devrilme hareketinin ilgili diş pulpasına vasküler destekle artışla sonuçlanacağını bildirmişlerdir.³ Histolojik gözlemlerin yardımıyla, Mostafa ve ark ortodontik kuvvetlerin pulpa dokusunda ödeme birlikte kan damarlarında dilatasyonu sağlayabileceğini bildirmişlerdir.²⁹ Araştırmacılar, uyarılmış diş hareketlerinin 6 saat sonra kontrol grubuyla kıyaslandığında, vasküler hacim yoğunluğunda artış sağlamasıyla beraber, bu artışın kuvvetin uygulandığı 24 ve 72. saatlerde kontrol grubundakine benzer değerlere döndüğü tespit etmişlerdir.⁴¹ Bu çalışmaların aksine Nixon ve ark ortodontik kuvvet uygulanmasından sonraki 14 gün boyunca fonksiyonel pulpa damarlarının sayısında bir artış gözlemlenmiştir.⁵

Kuvvetin büyüklüğünden başka kökün gelişim durumunun da pulpanın vasküler ve respiratuar durumu üzerinde çok önemli bir rol oynadığı görülmüştür. Yapılan çalışmalar hastanın yaşı ve pulpanın dentinojenik aktivitesi ile ortodontik kuvvetin biyolojik etkisi arasında bir ilişki olduğunu kanıtlamaktadır. 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 ark³⁷ sürmesi devam eden sıçan kesici dişlerine uygulanan ortodontik kuvvetlerin bir sonucu olarak pulpanın solunum oranında artış olduğunu bildirmişlerdir. Ooshita⁴² tarafından geçmişte yapılan çalışmada da bu kavrama destek verilmektedir. Ooshita⁴² bu çalışmasında geniş apikal açıklıklı veya açık apekse sahip dişlerin periodontal ligament ve kemiğini çevreleyen destek dokularında diş hareketi esnasında aktivite artışı olduğunu göstermiştir. Unterseher ve ark⁴ uygulanan kuvveti takiben pulpanın toparlanma yeteneğini incelemek ve bu konuya açıklık getirmek amacıyla 7 günlük bir dinlenme döneminden sonra pulpanın solunum yanıtını değerlendirmiştir. Ortalama solunum oranları dinlenme döneminden sonra yaklaşık %32.3 oranında azalmış bulunmuştur. Ancak deneysel pulpalarda 2 alt grup saptanmış olup, bunlardan birinde solunum oranı normale dönerken diğer grupta dönmemiştir. Yaş ve apikal açıklığın boyutu solunum oranının 1 haftada normale dönmesi ile ilişkilidir. Yaş solunum oranı ile ters orantılı iken, apikal foramenin genişliği doğru orantılıdır. Kinikte apikal kök rezorpsiyonu müteharrik yerine sabit ortodontik tedavi uygulandığında ve bu tedaviye de 11 yaşından sonra başlandığında oldukça fazla gözükmetedir.^{43,44} Genel olarak kök gelişimi tamamlanmamış, apikal foramenin açık olduğu dişlerde diş hareketi sırasında karşılaşılabilecek olumsuz sonuçlar daha düşük oranda gözlenmektedir.

İncelenen literatürler ortodontik diş hareketinin kök gelişimini tamamlamış dişlerin pulpalarında dejeneratif ve/veya enflamatuvar değişikliklere yol açabileceği gerçeğini desteklemektedir. Diş hareketinin pulpa üzerindeki etkisi öncelikli olarak özel nöropeptitlerin salınımı ile kan akımı ve hücre metabolizmasını etkileyebilecek nörovasküler sistem üzerine odaklanmıştır. Nöropeptitler vasıtasıyla pulpada uyarılan tepkiler diş hareketi esnasında apikal kökün yeniden biçimlenmesi veya rezorpsiyonun başlatılması ve sürdürülmesini etkileyebilir. Bu değişikliklerin sıklığı ve şiddeti önceki veya devam etmekte olan travma, çürük gibi pulpa yaralanmalarından etkilenebilir. Diğer bir ifadeyle kök gelişimi henüz tamamlanmamış dişler ile geçmişte travma, çürük, restorasyon ya da periodontal hastalık geçirmiş dişlere ortodontik kuvvet uygulandığında geri dönüşümsüz pulpa değişikliklerine veya

nekroza daha fazla yatkınlık olması makul gözükülebilir.

İntrüzyon

Kök gelişimini tamamlamış bir diş ve destek dokularına en çok zarar veren yaralanmalardan biri de intrüzyondur. Sıklıkla pulpa nekroze olmakta ve replasman rezorpsiyonu (ankiloz) ve marjinal kemik kaybı görülme olasılığı da artmaktadır.⁴⁵ İntrüziv ortodontik kuvvetlerin pulpanın mikrodolaşımını olumsuz etkileyebileceği konusunda çeşitli araştırmacıların çalışmaları bulunmaktadır. Stuteville⁴⁶ ve Oppenheim⁴⁷ intrüziv kuvvet tipinin pulpa dolaşımını engelleyip, pulpada hasarla sonuçlanacağı görüşündedirler. Oppenheim⁴⁷ sık dinlenme periyodları ile hafif kuvvetler uygulamanın pulpadaki iyatrojenik hasarları azaltacağı tavsiyesinde bulunmaktadır. Schwartz⁴⁸ de Oppenheim⁴⁷ ile aynı fikirde olup ortodontik kuvvetlerin 20 mm/Hg olan kapiller basıncı aşmaması gerektiğini, aksi halde damarların boğulmasıyla nekroz meydana gelebileceğini bildirmiştir. Butcher ve Taylor²⁷ aşırı intrüziv ve ekstrüziv kuvvetlerin odontoblast tabakasında dejenerasyon ve pulpada nekroza sebep olduğunu belirlemiş ve açık apeksli dişlerin intrüziv kuvvetlere daha yatkın olduğunu gözlemlemişlerdir. Diğer taraftan Stenvik & Mjör²⁸ pulpa üzerindeki etkinin kök gelişiminin hangi aşamada olduğuna bağlı olduğunu ve açık apeksli dişlerin canlılık şansının daha yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir. Oppenheim⁴⁷, Stenvik&Mjör²⁸ ve Stuteville⁴⁶ ortodontik kuvvetlerin pulpada benzer etkilere neden olduğunu bulmuşlardır. Pulpada hiperemi, diadepez, beyaz kan hücrelerinin marginasyonu, staz, odontoblast tabakasında vakuol oluşumu, kist formasyonu ve hemoraji gibi histolojik bulguları gözlemlemişlerdir. Graber⁴⁹ düşük şiddette intrüziv kuvvetlerde bile hiperemi gelişebileceğini ve aşırı kuvvetlerin pulpada geri dönüşümsüz hasarlara yol açabileceğini bildirmiştir. Bu konuda Spector⁵⁰ ortodontik tedavi sonrasında dişlerin devitalize olduğu 2 olgu bildirmiştir. Butcher ve Taylor²⁷ intrüziv kuvvetlerin sonucu olarak damarlarda genişleme, vakuol oluşumu ve tromboz gibi değişikliklerin ortaya çıktığını bildirmiş, ancak kontrol grubu dişlerinde de vakuol oluşumu ve kan damarlarında daralma olmasından dolayı bu sonuçları sorgulamıştır. Pohto&Scheinin⁵¹ ve Kozam&Burnett⁵² vakuol oluşumu ve kan damarlarındaki genişlemenin travmanın bir göstergesi olarak düşünülmesini sorgulamış ve sabit ortodontik apareylerin de böyle sonuçlara sebep olabileceğini öne sürmüşlerdir. Tüm bu geçiş



çalışmalardan da görüldüğü üzere araştırmacıların çoğu intrüziv kuvvetlerin pulpanın dolaşımını iyatrojenik olarak etkileyebileceği görüşünü paylaşmaktadırlar. İntrüziv diş yaralanmasını takiben dişin canlılığını koruması kök gelişimini tamamlamış dişlerde daha yüksek oranda gözlenmektedir.⁴⁵ Kök gelişimi tamamlanmamış dişte intrüzyon yaralanması yeniden sürmeye yol açabilirken, kök rezorpsiyon riski de yükselebilmektedir (%58).⁵³ Bu da yaralanma esnasında periodontal ligament ataşmanı ve kök yüzeyinin gördüğü hasardan kaynaklanmaktadır. İlgili dişin apikal kök kısmı intrüziv kuvvetin ezici yaralanmasına bağlı olarak daha hızlı şekilde rezorbe olabilir. Ayrıca dişin servikal kısmı da rezorpsiyona yatkındır. Pulpanın enfekte olması da rezorpsiyon sürecini hızlandırıcı ilave etyolojik faktörler ortaya çıkarabilir. Bu tarz vakaların tedavisi tartışmalı olmakla birlikte, ortodontik ekstrüzyon ile ankiloz riskinin azaltılması önerilmektedir. Nekrotik pulpal enfekte dişler intrüzyona uğradığında, diş marjinal kemik dokusunun tamiri ile uyumlu olacak şekilde 3-4 haftalık süreç boyunca ekstrüze etmek önerilebilir.⁴⁵ Bu süre içerisinde enflamatuvar dış rezorpsiyon gözlenirse, pulpa hemen extirpe edilip Ca(OH)₂ intrakanal medikament olarak uygulanmalıdır. Rezorpsiyon sürecinin önüne geçilene dek mekanik sürdürme kuvvetlerinin yavaşlatılması veya durdurulması da aynı şekilde önerilmektedir. Drysdale ve ark⁵⁴ ortodontik diş hareketinden önce kök kanal dolgusunun yapılmasını önermektedir. Bu uygulamalar kök gelişimi tamamlanmış dişler için uygun olabilirken, kök gelişimini tamamlamamış dişin intrüziv yaralanmasında pulpanın canlılık durumunun net olarak belli olmaması nedeniyle uygun olmayabilir. Bu da travmatize olsun veya olmasın apeksin açık olduğu dişlerde pulpal testlerin güvenilirliğinin önemli derecede düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Kök gelişiminin tamamlanmadığı dişlerde travmadan sonra 1 yıla kadar veya daha uzun süre herhangi bir uyarana negatif cevap alınması ve bu süreç içerisinde halen radyolojik olarak herhangi bir nekroz belirtisi olmaması sıklıkla karşılaşılan bir durumdur.⁴⁵

Ekstrüzyon

Ekstrüzyon kuvvetinin pulpa dokusu üzerine etkilerini inceleyen araştırmalar değerlendirildiğinde, Reitan ve Vanarsdall⁵⁵ pulpada hasarı önlemek için erişkinlerde kullanılacak ekstrüziv kuvvetin 25 ila 30g arasında tutulması gerektiğini önermişlerdir. Öte yandan, Profitt&Fields⁵⁶ ekstrüzyon hareketi için 50 ila

75g arasındaki kuvvet büyüklüklerinin uygun olduğunu bildirmişlerdir. Sübay ve ark⁵⁷ 75g ekstrüziv kuvvet uygulamanın odontoblastlar üzerinde önemli zararlı etkilere neden olmayacağını bildirmişlerdir. Mostafa ve ark tarafından yapılan histolojik çalışmada ortodontik ekstrüzyona yanıt olarak pulpada tıkalı ve dilate damarlarla birlikte görülen dolaşımsal bozukluklar, odontoblast tabakasında dejenerasyon, dokularda vakuolizasyon ve ödem, ileriki dönemde de fibrotik değişiklikler gözlenmiştir.²⁹ Bu çalışmadaki tüm pulpalar 16 ila 21 yaş aralığında olup, ortalama pulpa yaşı 18 idi. Bu nedenle dişlerin benzer çapta apikal genişliğe sahip olduğu varsayılmış ve belirli bir limiti geçen ekstrüzyon kuvvetinin pulpada iyatrojenik hasara yol açabileceği gösterilmiştir.²⁹

Devrilme ve gövdesel hareket

Devrilme ve gövdesel hareket gibi diğer tip ortodontik kuvvetler fazla uygulandığı takdirde diş apeksini alveol kemiği dışına doğru aksi yönde hareket ettirmesi ve pulpa boşluğuna giren kan damarlarına zarar vermesi olasıdır. Bu da pulpanın solunum oranında değişiklik⁴⁻³⁸, odontoblast tabakasında bozulma²⁹ ve pulpanın nekrozuyla⁶⁻²⁸ sonuçlanabilir. Kvinnsland ve ark⁴⁰ mesiale devrilmiş sıçan molarlarının pulpalarında kan akımında önemli bir artış olduğunu floresan mikroküreleri kullanarak göstermiştir.

Rapid Palatal Ekspansiyon (RPE)

RPE maksiler darlık ve posterior cross-bite'in düzeltilmesinde kullanılan bir teknik olup, dişlerin kuru yoluyla köke ve destek kemik dokuya 7.54 ila 15.8 kg arasında değişen oldukça şiddetli bir kuvvet uygulanmakta ve bu sayede palatinal sutur boyunca distraksiyon sağlanmaktadır. Kayhan ve ark⁵⁸ RPE sonrası premolar dişlerin pulpa dokusunda meydana gelen histolojik ve histomorfometrik değişiklikleri incelemişlerdir. Pulpa dokusundaki fibrotik elemanların daha belirgin olması dikkatlerini çekmesine rağmen, 3 aylık RPE apareyinin retansiyonundan sonra predentin genişliğinde, damarların sayısında ve kalsifikasyon birikintilerinde (vakuoller) hiçbir değişiklik gözlememişlerdir. Bu bulgular ışığında bir adaptif vasküler doku cevabı olduğu sonucuna varmışlardır. Taspinar ve ark⁵⁹ RPE ile uygulanmış ağır ortodontik kuvvetlerin üst premolar diş pulpaları üzerine etkilerini histopatolojik tekniklerle incelemişlerdir. Kayhan ve ark⁵⁸ bulgularına benzer geri dönüşümlü vasküler değişiklikler bildirmişlerdir. Her iki çalışmada da histolojik bulgular ortodontik kuvvetlerin pulpada yol açtığı



enflamatuar değişimleri ve artmış kan damarlarını göstermiştir. Cho ve ark⁶⁰ RPE'den sonra dişlerin vitalitesini elektrikli pulpa ve soğuk testi ile değerlendirmiştir. Apareyin retansiyonundan sonra tüm dişlerin vitalite bulgularını gösterdiğini bildirmişlerdir. Babacan ve ark⁶¹ pulpal kan akışının başlangıçta enflamasyondan dolayı arttığını, ancak bu artışın RPE tedavisi bittikten sonra sutur etrafında biriken rezidüel kuvvetlerdeki azalmayla ilişkili olarak başlangıçtaki değerlere dönme eğiliminde olduğunu bildirmişlerdir. Yine geçmiş çalışmalarda olduğu gibi geri dönüşümlü vasküler değişiklikler bildirilmiştir. Geçmiş çalışmaların çoğu yalnızca premolar dişleri değerlendirirken, Babacan ve ark⁶¹ kesici, kanin ve 1.molar dahil tüm dişleri değerlendirmişler ve dişin tipi, şekli ve konumuna göre herhangi bir değişikliğin olmadığı bildirilmiştir.

Ortognatik cerrahi

Maksiler veya mandibuler segmental osteotomiler ile hareket ettirilmiş segmentlerde operasyon esnasında ve sonrasında geçici iskemik olaylar görülebileceği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. İlk yapılan çalışmalar diş pulpasının termal ve elektrik uyarılara cevabının hastaların % 90'ından fazlasında normale döndüğünü⁶², ancak pulpanın duyarlılığını geri kazanmasının günler veya haftalar sürebileceğini iddia etmişlerdir.⁶³ Lazer Doppler flowmetri kullanılarak yapılan daha yeni çalışmalar, Le Fort I osteotomisinden 6 ay sonra pulpadaki kan akımının algılanabilir olduğunu bildirmektedir.⁶⁴ Bu bulgu dişin herhangi bir duyuşal ileti olmaksızın, iyi bir kan desteği ile canlılığını koruyabildiği açıklamaktadır. Bu nedenle ortognatik cerrahi uygulanan hastalarda periradiküler patoloji göstergesi olmadıkça profilaktik endodontik tedaviye veya çekime izin verilemez.¹⁶

İç-Dış Rezorpsiyon

Kök rezorpsiyonu ortodontik kuvvetlerin periodonsiyumda yol açtığı mekanik hasar ve enflamatuar reaksiyonlardan en sık görülenidir. Geçmiş çalışmalar apikal kök rezorpsiyonunun en belirgin sebebinin ortodontik tedavi olduğunu göstermiştir.^{10,43} Tronstad⁶⁵ tarafından yapılan bir çalışmada ortodontik tedavinin tamamlanmasının üstünden 5 ila 10 yıl arası zaman geçtiğinde apikal rezorpsiyon oranlarının alt kesici dişlerde %17.4, üst santral kesicilerde %42.3 ve üst lateral kesicilerde %38.5 oranlarında olduğu bulunmuştur. Kontrol grubundaki dişlerde genel rezorpsiyon oranı %3.4 iken, ortodontik tedavi

görmüş dişlerde %28.8 bulunmuştur. Apikal kök rezorpsiyonunun lateral kök rezorpsiyonuna oranla dört kat daha fazla görüldüğü bildirilmiştir.⁶⁵ Ortodontik tedaviyi takiben görülen rezorpsiyonun yüzey rezorpsiyonu veya geçici enflamatuar rezorpsiyon olduğu düşünülmüştür. Replasman rezorpsiyonu sadece diş hareketini takiben nadir görüleceğinden dolayı dikkate alınmamıştır.⁴⁵ İntrüzyon veya devrilme kuvvetleri gibi ağır kuvvetler diş rezorpsiyondan sorumlu tutulmaktadır.⁵⁵ Levander&Malmgren⁶⁶ küt apeksli veya pipet şeklindeki köklere sahip üst santral dişlerin normal kök formuna sahip dişlere oranla daha fazla diş rezorpsiyon riskine sahip olduklarını belirtmişlerdir. Normal şekli sapan kök formları⁴⁷ ile kökün herhangi bir seviyesinde invaginasyon bulunan diş kökleri rezorpsiyona daha yatkın bulunmuşlardır. Brudvik&Rygh⁶⁷ rezorpsiyon-tamir döngüsünün belirleyicileri ve intrüziv diş hareketleri sırasında kök apeksindeki tamirin nekrotik semental dokunun yıkımı ve devamlılığı ile bağlantılı görünmekte olduğu hipotezini kurmuşlardır. Bu durum vital pulpalı dişler için doğru olabilirken, önceden kanal tedavisi görmüş dişlerdeki rezorpsiyon tam olarak temizlenmemiş kök kanal sistemi, apikal delta kısmındaki ulaşamamış enfekte bölgelerin varlığı ve okluzal sızıntı gibi farklı etyolojik faktörlerle de bağlantılı olabilir. Yakın geçmişte Alati ve ark⁶⁸ ortodontik diş hareketi esnasında hücreli sementin hücreli semente göre daha kolay rezorbe olduğunu belirlemişlerdir. Hücreli sement yapısal olarak lateral ve kökün iç yüzeylerinde mevcut olup, apikal kısımda ise hücreli sement mevcuttur. Bu durum apikal kısımdaki hücreli sementin sementosit hücrelerinin varlığı ve canlılığından dolayı rezorpsiyona karşı daha dirençli olabileceği anlamına gelebilir.

Kucukkeles&Okar⁶⁹ intrüziv kuvvete maruz kalan dişlerde iç rezorpsiyon boşluklarını gözlemlemişlerdir. Bu çalışmanın bulguları endodontik tedavi görmüş dişlerin arka diğer tarafında bulunan normal pulpalı kontrol grubu dişlere göre daha az rezorpsiyon gösterdiğini bildiren geçmiş çalışmalar ile uyumludur. Tüm bu çalışmaların sonuçları pulpanın canlılık durumunun ortodontik kuvveti takiben iç rezorpsiyon oluşma oranını etkileyebileceği noktasına dikkat çekmektedir.⁷⁰⁻⁷² Nixon ve ark⁵ farelerde preentin genişliğinin kuvvete bağlı olarak arttığını ve bunun da diş hareketinin en fazla olduğu zamanda görüldüğünü bildirmişlerdir. Stenvik ve Mjor²⁸ dejeneratif değişikliklerin hakim olduğu yerlerde, odontoblast



tabakasında aktivite artışı olduğunu bildirmişlerdir. Son dönemde SP'nin insan diş pulpası fibroblast hücrelerinden (HDPF) in vitro ortamda IL-1 β , IL-6, TNF- α ve RANKL üretimini uyardığını bildirilmiştir.⁷³ Ayrıca başka laboratuvar çalışmalarında da SP'nin HDPF'den IL-8 üretimini uyardığı bildirilmiştir.⁷⁴ Ancak iç rezorpsiyon ile insan diş pulpasının iltihaplanması arasındaki ilişki hakkında çok az şey bilinmektedir. Yamaguchi ve ark⁷³ şiddetli ortodontik olarak uyarılmış enflamatuar kök rezorpsiyonu bulunan hastalarda SP'nin HDPF'den IL-1 β , IL-6, TNF- α üretimi ve osteoklast oluşumu üzerine etkilerini incelemişlerdir. Sonuçlar SP ile uyarılmanın IL-1 β , IL-6, TNF- α , PGE₂ ve reseptör aktivatörü NF-kappa B (RANKL) seviyelerini zaman ve konsantrasyon bağımlı şekilde arttırdığını göstermiştir. Artış ciddi kök rezorpsiyonu olan grupta rezorpsiyon olmayan gruba göre daha fazla bulunmuştur. Rezorpsiyon olmayan grupla kıyaslandığında tartrat dirençli asit fosfataz (+) çok çekirdekli hücrelerin sayısı ve osteoklastik aktiviteyi düşürdüren rezorptif çukurcukların sayısı ciddi kök rezorpsiyonu olan grupta önemli ölçüde artmıştır. Bu sonuçlar HDPF hücrelerinin SP'e yanıt olarak çok miktarda proenflamatuar sitokin ürettiğini ve ortodontik tedavi esnasında şiddetli kök rezorpsiyonu görülme olasılığının artışı ile pulpanın enflamasyonunun ilerlemesinde rol oynayabileceğini önermektedir.

Devital ve kök kanal tedavisi uygulanmış dişlerin durumu

Endodontik tedavili dişlerin ortodontik kuvvetten nasıl etkilendiği incelenecek olursa, öncelikle bu dişlerin ortodontik diş hareketine cevabı, bunun sonucunda kök rezorpsiyonu gelişme durumu, rezorpsiyon gelişirse kanal dolgu materyalinin durumu ve endodontik cerrahi uygulanmış dişlerin durumu gibi konulara cevap verilmesi gerekmektedir. Ortodontik tedavi sonrası gelişebilecek kök rezorpsiyonu Steadman⁷⁵ tarafından yapılan literatür taramasıyla değerlendirildiğinde, endodontik tedavi uygulanmış dişlerin devital köklerinin kronik irritasyon ve kök rezorpsiyonuna yol açan bir yabancı cisim gibi hareket edeceği iddia edilmiştir. Devital dişlerdeki rezorpsiyon boşluklarının histolojik incelemesinde yabancı cisim reaksiyonunun tipik görüntüsü olan hücresel şekiller gözlenmiştir. Steadman⁷⁵ rezorpsiyonun kontrol edilemeyeceğini ve bu nedenle prognozun olumsuz olacağını düşünmüştür. Steadman⁷⁵ rezorpsiyondan dolayı bu dişlerin köklerinin ankiloz olacağını ve ortodontik diş hareketi imkanını ortadan kaldıracağını literatüre de dayan-

dırarak düşündürmüştür. Huettner&Young⁷⁶ Steadman'ın teorisi reddetmiştir ve ortodontik tedaviyi takiben vital pulpalı ve kanal tedavisi görmüş maymun dişlerinin köklerini incelemişlerdir. Üst dişlerin kök kanalları güta perka ve Kerr kanal dolgu patı ile doldurulmuş iken, alt dişlerin kök kanalları gümüş kon ve kanal patı ile doldurulmuştur. Tüm dişlerin pulpası başlangıçta vital olup, kanal tedavileri aseptik ortamda gerçekleştirilmiş ve tedavi sonrası apikal bölgedeki periodontal ligamentin iyileşmesine imkan vermek amacıyla 3 hafta beklenmiştir. Edgewise sabit ortodontik tedavi tekniği ile diş hareketleri yaptırılmış ve 6 ila 8 haftalık ortodontik tedaviden sonra hayvanlar kurban edilmiştir. Yapılan histolojik incelemelerde herhangi bir yabancı cisim reaksiyonuna rastlanmamış, bununla birlikte vital ve devital dişlerde görülen kök rezorpsiyonlarının benzer olduğu gözlenmiştir. Huettner& Young⁷⁶ ortodontik kuvvetlerin dikkatli bir şekilde uygulanması, endodontik tedavilerin aseptik ortamda yapılması ve periodontal ligament bütünlüğünün korunması sayesinde bu bulguları elde ettiklerini düşünmüşlerdir. Vital ve devital dişler arasında rezorpsiyon açısından farklılığın bulunmadığı Weiss⁷⁷ tarafından da benzer bulgularla ortaya konmuştur. Wickwire ve ark⁷⁸ Begg, edgewise ve parsiyel bantlama mekanoterapisiyle ortodontik tedavi uygulanmış 45 hastaya ait 53 adet endodontik tedavi görmüş dişi, tarihsel veriler, lateral sefalogramlar ve uygun radyografiler kullanarak incelemişlerdir. Veriler incelendiğinde kanal tedavisi uygulanmış dişlerin aynı vital dişler gibi kolay hareket ettirilebilmekte olduğunu gözlemlemişlerdir. Ancak radyolojik olarak incelendiğinde kanal tedavili dişlerde daha fazla kök rezorpsiyonu olduğu belirlemişlerdir. Kedilerde yapılan bir in vivo çalışmada, Mattison ve ark⁷⁹ vital ve kanal tedavili dişlere ortodontik kuvvet uygulandıktan sonra dişlerin kökleri arasında apikal rezorpsiyon açısından bir farklılık olmadığını göstermiştir. Histolojik incelemelerde vital pulpalı dişlerin rezorpsiyon lakünlerinin genişliği %2.24 iken, kanal tedavili dişlerde %2.14 bulunmuştur. Spurrier ve ark⁷⁰ vital pulpalı ve kanal tedavili dişlerin diş rezorpsiyonunu değerlendirdikleri çalışmada anlamlı farklılık gözlemlemiştir. Bir veya daha fazla kanal tedavili dişi olan 43 hastada yapılan bu çalışmada ortodontik tedavi sonrası görülen apikal kök rezorpsiyonu incelenmiştir. Kanal tedavili dişin simetriği olan vital dişler kontrol grubu olarak alınmıştır. Vital pulpalı kesici dişler endodontik tedavi



görmüş dişlere oranla daha fazla kök rezorpsiyonu göstermiştir. Erkeklerdeki kontrol grubuna ait dişlerdeki rezorpsiyonda bayanlara oranla istatistiksel olarak anlamlı artış gözlenmiştir. Ancak kanal tedavisi görmüş dişlerin rezorpsiyonu değerlendirildiğinde, cinsiyetin bir farklılık yaratmadığı gözlenmiştir. Remington ve ark⁸⁰ da benzer bulguları bulmuştur. Buna karşın Hunter ve ark⁸¹ İngiliz okul çocuklarının vital ve kanal tedavili diş köklerini değerlendirdikleri çalışmalarında iki grup arasında anlamlı farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Mah ve ark⁸² yaptıkları hayvan çalışmasında kanal tedavili dişlerin hareket ettirilmesinde ortodontik kuvvetlerin etkinliğini ve diş rezorpsiyon görülme sıklığını değerlendirmişlerdir. Kanal tedavisi yapıldıktan 3 ay sonra dişler ortodontik spring ile hareket ettirilmiş, tedavi öncesi ve sonrasında alınan alt çene modellerinden diş hareketleri ve floresan mikroskopu ile kemik birikimi incelenmiştir. Kanal dolgulu ve vital pulpalı dişlere eşit kuvvetler uygulandığında, benzer mesafelerde hareket ettikleri gözlenmiştir. Kanal dolgulu dişlerde diş hareketinden sonra vital dişlere oranla daha fazla sement kaybı gözlenmiştir. Ancak radyografik olarak kök uzunlukları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu bulgularda rezorpsiyon lakünlerinin görülme sıklığı ve periradiküler lezyonların ortaya çıkışının ortodontik kuvvetten ziyade dişlerin devital oluşuna bağlı olabileceğini düşündürmektedir. Bu çalışmanın sonuçları Mattison ve ark⁷⁹ ile uyum içindedir. Geçmiş çalışmaların aksine Bender ve ark⁷² kanal dolgulu dişlerde pulpadan nöropeptit salınımı olmayacağını ve bunun da CGRP immünoreaktivitesinde ve rezorpsiyon miktarında azalma ile sonuçlanabileceğini önermişlerdir. Bu varsayımlar özellikle de derin kural kırıkları takiben manyetikler kullanarak kontrollü diş ekstrüzyonunda Parlange&Sims⁸³ ve Bondemark ve ark⁸⁴ tarafından da desteklenmiştir. Parlange&Sims⁸³ 'in çalışmasında periodontal vasküler ağ ve aksonal özellikler normal sınırlar içinde bulunmuştur, kan akımı veya nöronal yoğunlukta herhangi bir anlamlı değişiklik olmamıştır. Bondemark ve ark'nın çalışmasında⁸⁴ herhangi bir rezorpsiyon saptanmamıştır.

Endodontik tedavili dişlerle ilgili karşılaşılabilecek diğer bir sorun ise kök rezorpsiyonu durumunda kanal dolgu materyalinin de rezorbe olup olmayacağı ve apikal örtülemenin değişip değişmeyeceğidir. Bu konuyla ilgili hem kökün hem kanal dolgu materyalinin birlikte rezorbe olacağı veya rezorpsiyon sonucu bu materyalin taşkın dolgu şeklinde kalacağı şeklinde

çelişkili görüşler mevcuttur. Apikal örtülemenin durumu hakkında da literatürde yeterince bilgi bulunmamaktadır ve pek çok spekülasyon yapılmaktadır. Kök kanal sistemi düzgün temizlenip, şekillendirilip, 3 boyutlu olarak doldurulduğunda, apikal rezorpsiyonun derecesi ne olursa olsun apikal örtülemenin devam edeceği mantıklı gelebilir. Ancak bu konuyla ilgili birçok olasılıkta mevcuttur. Rezorpsiyon sonucu nekrotik dokuları barındırabilen dentin tübülleri açığa çıkıp bakteri ve toksinleri için besin kaynağı olup, enflamatuar rezorpsiyonu uyarabilir veya radyografide apikal örtüleme bozulmamış gözükse bile sızıntı yoluyla kanalın tam olarak örtülenmesi bozulabilir. Yapılan çalışmalarda kanal tedavili dişlerin ortodontik tedavi sırasında daha az oranda apikal rezorpsiyon gösterdiği ve klinik gözlemler sonucunda diş hareketinde nöropeptitlerin rolüne dikkat çekilmiş ve diş köklerinin iyi bir şekilde temizlenip, şekillendirilip sızdırmaz şekilde doldurulduklarında, minimal düzeyde rezorptif& yeniden biçimlenme değişikliklerin olacağı görüşünü desteklenmiştir.^{71,72} Tabii kural sızıntı veya herhangi bir bakteri giriş yolu bulunmadığında bu sonuç gözlenebilir. Özel anatomik değişiklikler gibi bir takım faktörler diş hareketi esnasında daha yüksek oranda rezorpsiyon görülmesi için zemin hazırlayabilir.

Endodontik tedavili dişlerin de vital dişler gibi kolayca ve onlarla aynı mesafede hareket ettirilebileceği bildirilmiştir.^{70,76,78-82} Travmatik yaralanma veya taşkın kanal dolgusu gibi özel durumlar sonucu replasman rezorpsiyonu (ankiloz) gelişmediği sürece diş hareketinin önlenemeyeceği kabul edilmektedir.^{45,85} Herhangi bir diş hareketi esnasında diş rezorpsiyon oluşma riski olduğundan, ortodontik tedavi sırasında dişe kanal tedavisi yapılması gerekiyorsa iyice temizleme ve şekillendirme yapıldıktan sonra kalsiyum hidroksit medikamenti uygulanması ve ayrıca bakteriyel sızıntıyı önlemek amacıyla kural örtülemenin iyi bir şekilde yapılması gerektiği, ayrıca diş hareketinin aktif fazında kanalda kalsiyum hidroksitin bulunması ve kanal dolgusunun ortodontik tedavi bitiminden sonra yapılması gerektiği önerilmektedir.⁴⁵

Travma geçirmiş bir diş pulpasının ciddi olarak hasar görmüş olmaması (enfekte veya nekrotik) şartıyla, minimum rezorpsiyon riskiyle ortodontik olarak hareket ettirilebilir. Ancak ilgili diş devital ise, ortodontik tedavi öncesi endodontik tedavinin yapılması gereklidir. Travmaya uğramış dişte rezorpsiyon belirtileri mevcutsa, ortodontik diş hareketinin rezorptif



süreci hızlandırma riski daha fazladır. Diş intrüzyon, avülsiyon gibi ciddi bir travmaya maruz kalmışsa, kanal tedavisi yapılmış olsun veya olmasın diş hareketinde artmış rezorpsiyon riski bulunabilir. Endodontik cerrahi uygulanmış dişlerin hareketleri hakkında çok az bilgi mevcuttur. Benzer şekilde endodontik cerrahi uygulanmış dişlerin hareketleriyle ortaya çıkabilecek potansiyel riskler hakkında da çok az şey bilinmektedir. Özellikle de bu tip dişlerin uzun dönem prognozları soru işaretidir. Endodontik cerrahi işlem geçirmiş dişlerin hem ortodontik hareketi hem de tedavi yaklaşımlarının sonuçlarını ele alan çok az çalışma mevcuttur. Endodontik cerrahi uygulanmış dişlerin hareketine ilişkin ilk çalışma Baranowsky⁸⁶ tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada kanal tedavisi veya periapikal cerrahi geçirmiş dişlere intrüzyon kuvveti uygulandığında yumuşak ve sert dokuların iyileşmesi incelenmiştir. Çalışma köpekler üzerinde deney ve kontrol grubu olacak şekilde uygulanmıştır. İntrüzyonu takiben 6. haftada yapılan histolojik incelemede kanal tedavili ve rezeksiyonlu dişlerde iyileşmenin tamamen geciktiği belirtilmiştir. Operasyon bölgesinde kemik rejenerasyonu veya diş çevresinde yeni periodontal ligament ve sement oluşumuna dair herhangi bir bulgu gözlenmemiştir. Operasyon bölgesindeki boşluk küretaj sonucu oluşan kan pıhtısıyla doldurulmuş olup, anjiogenez a ait bulgular (endotel tomurcuklarının organizasyonu ve infiltrasyonu) gözlenmiştir. Kontrol grubunda tüm dokular tam olarak iyileşmiştir. 12. haftada yapılan histolojik değerlendirmede kontrol grubundaki tüm dişlerde kemik ve periodontal ligamentte rejenerasyon gözlenirken, deney grubundaki dişlerin yaklaşık 2/3'ünde rejenerasyon gözlenmiştir. Deney grubundaki dişlerin 1/3'ünün apikal sement kısmında rezorpsiyon gözlenmiştir. Bu çalışmada endodontik cerrahi sonrası erken dönemde ortodontik kuvvet uygulamanın iyileşme sürecini önemli derecede geciktirdiği sonucuna varılmıştır. Apikal rezeksiyon uygulanmış dişlerin ortodontik hareketi Wickwire ve ark⁷⁸ tarafından da araştırılmıştır. Kanal tedavili 53 dişten 4'üne apikal rezeksiyon uygulanmış, sonrasında da dişler ortodontik olarak hareket ettirilmiştir. Kanal tedavili dişin hareketi ile daha fazla oranda kök rezorpsiyon riski mevcut olmasına karşın, rezeksiyonlu dişin durumundan hiç bahsedilmemiştir. Bu konuda yapılmış çalışmaların azlığından da anlaşılacağı üzere, periapikal cerrahi uygulanmış dişlerin başarılı bir şekilde hareket etme özellikleri hakkında çok az şey

bilinmektedir. Aynı şekilde endodontik cerrahi uygulanmış dişlerin hareketi sonucunda oluşacak potansiyel riskler hakkında da çok az şey bilinmektedir. Rezeksiyon uygulanmış kök yüzeyinde dentinin açığa çıkmasından, kök ucu dolgu materyalinin irritasyonu veya kalıcı enflamasyonundan veya da kök ucu dolgu materyali ile sağlanan örtülemenin yetersizliğinden dolayı, daha büyük oranda apikal rezorpsiyon gelişeceği yönünde değerlendirmeler mevcuttur. Düşünülmesi gereken diğer faktörler ise rezeksiyonun yapıldığı seviyedeki kök kanal dolgusunun örtülmesi, yine bu seviyedeki kontamine olmuş dentin tübüllerinin açığa çıkma olasılığı, kemikte çekilme tarzı defekt (dehisens), kemikte pencere tarzı defekt (fenestrasyon) veya lokalize marginal periodontitis varlığıdır. Yapılan araştırmalarda endodontik cerrahi sonrası görülen başarısızlıkların en önemli sebepleri kök kanal sisteminin yeterince iyi temizlenip doldurulamaması ve operasyon bölgesinde sekonder olarak periodontal hastalığın gelişmesi olarak tanımlanmıştır.⁸⁷ Endodontik cerrahi sonrası başarısızlık nedenleri arasında alveol kemiğinin bukkal kortikal tabakasının olmaması da bildirilmiştir.⁸⁸ Son zamanlarda endodontik cerrahi sonrası karşılaşılan başarısızlıkların önlenmesi amacıyla yönlendirilmiş doku rejenerasyonu tekniklerinin kullanımı da önerilmektedir.

Dişin ağızda tutulması amacıyla ortodontik kuvvetlerden faydalanılması

Endodontik tedavinin başarısını artırmak ve dişin daha uzun süre ağızda tutulmasını sağlamak için en sık yapılan ortodontik uygulama diş veya kökün ekstrüzyonudur.⁸⁹ Kırılmış diş kenarlarının krestal kemik seviyesinin altında olduğu, kanal tedavisi gerektiren bir dişte çürük lezyonun aproksimal basamak seviyesinin altına doğru ilerlemiş olması, iç veya dış rezorpsiyona bağlı perforasyonlar, post yuvası hazırlanırken oluşan perforasyonlar ve bazı izole kemik içi defektlerde ortodontik ekstrüzyon endikasyonu bulunmaktadır. Ekstrüzyonun esas amacı restorasyon kenarlarının oturması için sağlam doku sağlamak ve biyolojik genişliğin aşılmadığı hastanın kolayca bakım yapabileceği bir periodontal çevre oluşturmaktır. Kök ekstrüzyonu ve periodontal kron boyu uzatma işlemlerinin beraber yapılması birçok dişi çekimden korumuştur. Yapılan çalışmalarda, endodontik tedavinin başarısı nasıl etkilendiği araştırılmış ve bu amaçla mevcut az sayıda çalışma incelendiğinde, Delivanis ve ark⁸⁹'nın bir vaka raporu dikkat çekmektedir. Bu



raporda alveol kretinin 2 mm altına uzanan kron kırığı bulunan bir dişin endodontik-ortodontik yaklaşım ile tedavisi anlatılmaktadır. Kanal tedavisini takiben ortodontik ataşmanlar kırık dişin her iki yanındaki dişlere yapıştırılmıştır. Kırık dişe ise olabildiğince dişeti seviyesine yakın olacak şekilde buton yapıştırılmıştır. Komşu dişlere ark teli geçirilmiş ve kırık dişi ekstrüze etmek için elastik kuvvet uygulanmıştır. Simon ve ark^{90,91} da diş hekimliğinde gerektiği durumlarda ortodontik ekstrüzyonun rahatlıkla yapılabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca ortodontik olarak ekstrüze olan dişe post-kor restorasyonu yapılmadan önce 8 ila 12 hafta geçmesini ve bu sürenin dişin stabilize olması için yeterli olacağına dikkat çekmişlerdir. Stern & Becker⁹² ortodontik ekstrüzyonun alveolar kretin 2-3mm aşağı çekilmesi ve cerrahi kron boyu uzatma işlemlerine alternatif olabileceğini tartışmışlardır. Ekstrüzyon kuvveti ile soketi çevreleyen ilave kemik birikimi olduğunu bildirmişlerdir. Diğer ortodontik işlemlerin aksine ekstrüzyonda kemik rezorpsiyonu oluşmaz. Dişler arasındaki kemik lameller (sekonder) kemik ile değiştirilir. Buna karşın aşırı kuvvetler uygulanırsa, pulpal değişiklikler veya nekroz kolaylıkla gelişebilir.²⁹ Ayrıca Begg braketleri ve multistrand tellerinin interbraket uzunluğunun 3 katına izin verip, erüpsiyon kuvvetinin 27 kat azalmasını sağladığı ve böylece de nekroz veya rezorpsiyon kaygılarını ortadan kaldıracağını göstermişlerdir.²⁹ Kısa zaman diliminde yapılan ekstrüzyon sınırlı da olsa rezorpsiyon oluşturabilir iken⁹³, uzun dönemde herhangi bir rezorpsiyon gözlenmez. Simon ve ark⁹¹ yaptığı histolojik çalışmada kanal tedavili dişlerin ekstrüzyonunun herhangi bir sorun ortaya çıkarmadığı gösterilmiştir. Diş uzadıkça alveolar kret bölgesi ve kökler arası alanın kemik birikimi ile doldurulduğunu göstermişlerdir. Bu bulgular Ingber⁹⁴'in bulgularını da doğrulamıştır. Ekstrüzyonu takiben en iyi estetik sonuçları alabilmek ve biyolojik genişliği korumak için kron boyu uzatma işlemi de sıklıkla gerekmektedir. Ekstrüzyon sonrası 4. haftada apikal radyolüsen seviyesinin, 7. haftada ise periodontal ligament seviyesinin normal olduğu bulunmuştur. Alveol kreti, apikal bölge ve kökler arası bölgede yeni kemik yapımı gözlenmiştir. Biggerstaff ve ark⁹⁵ biyolojik genişliğin yeniden düzenlenip 20 ila 30 g'lık sürme kuvveti ile birlikte uygulandığında, tek başına yapılan kron boyu uzatma işlemine göre daha üstün estetik sağlanacağı bildirilmiştir. Ayrıca krestal kemik birikimi 1, 2 ve 3 duvarlı periodontal defektleri

düzeltebilmektedir. Benzer şekilde, ortodontik diş hareketinin periodontal etkileri Polson ve ark⁹⁶ tarafından incelenmiştir. Bu çalışmada maymunların kesici dişlerinin mesial ve distal alanlarında kemik içi açıl periodontal cepler oluşturulmuştur. Dişler bu cep boşluklarına doğru hareket ettirilerek, sonuçta bu açıl defektler ortadan kaldırılmıştır.

Herhangi bir endodontik girişimin başarısı dişin ne kadar iyi restore edildiğine önemli derecede bağlı olup, ortodontik diş hareketi kanal tedavili dişlerde embrasür boşluklarını artırmak için kullanılabilir.^{97,98} Örneğin distali çürümüş 1.molar dişin boşluğuna 2. molar diş hareket ettirilebilir. Hemiseksiyon veya kök amputasyonu yapılmış molarlar ortodontik hareket kullanılarak artmış embrasür alanlarından faydalanabilir. Sonuç olarak yardımcı kök ekstrüzyonu ve kök amputasyonu önemli klinik işlemler olup, endodonti-ortodonti ilişkili vakalarda dişin ağızda tutulması için entegre tedavi planlama sürecini geliştirecektir.

SONUÇ

Ortodontik kuvvetler nörojenik enflamasyonu uyararak ilgili nöropeptitlerin salınımı ile pulpada değişikliklere yol açabilir. Bu nöropeptitler pulpanın kan akımının değişmesine ve proenflamatuvar sitokinlerin salınımına katılmakta ve dolayısıyla da pulpanın enflamasyonu ve hiperemisine neden olmaktadır. Uygulanan kuvvet fazla ise, pulpanın solunum hızı fazla olacak ve tıkalı ve dilate kan damarları ile birlikte görülen dolaşım bozuklukları diş pulpasında iyatrojenik hasara yol açacaktır. Bu iyatrojenik hasar basit pulpa nekrozundan iç rezorpsiyona kadar değişebilmektedir. Bu konuda yapılan araştırmalar çok az olup, ortodontik apareyler aracılığıyla mekanik kuvvetler uygulandığı zaman oluşabilecek pulpa reaksiyonlarını doğrulamak için daha ileri çalışmaların yapılması gereklidir.

KAYNAKLAR

1. Cohen S, Hargreaves KM. Pathways of the pulp. 9th ed. St Louis: Mosby; 2006: 460-533.
2. Barwick PJ, Ramsay DS. Effect of brief intrusive force on human pulpal blood flow. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1996;110:273-9.
3. Wong VS, Frer TJ, Joseph BK, Daley TJ. Tooth movement and vascularity of the dental pulp. Aust Orthod J 1999;15:246-50.



4. Unsterseher RE, Nieberg LG, Weimer AD, Dyer JK. The response of human pulpal tissue after orthodontic force application. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;92:220-4.
5. Nixon CE, Saviano JA, King GJ, Keeling SD. Histomorphometric study of dental pulp during orthodontic tooth movement. *J Endod* 1993;19:13-6.
6. Ferrara N. Vascular endothelial growth factor. *Eur J Cancer* 1996;32:2413-22.
7. Tran-Hung L, Mathieu S, About I. Role of human pulp fibroblasts in angiogenesis. *J Dent Res* 2006;85:819-23.
8. Derringer KA, Jaggars DC, Linden RW. Angiogenesis in human dental pulp following orthodontic tooth movement. *J Dent Res* 1996;75:1761-6.
9. Derringer KA, Linden RW. Vascular endothelial growth factor, fibroblast growth factor 2, platelet derived growth factor and transforming growth factor beta released in human dental pulp following orthodontic force. *Arch Oral Biol* 2004; 49:631-41.
10. Klein RM, Chiego DJ, Sonneborn AA, Topham RT, Gattone VH. Effects of growth factors on tooth eruption and related developmental processes. In: Davidovitch Z, eds. *Biological Mechanisms of Tooth Eruption and Resorption and Replacement by Implants*. Boston MA: Harvard Society for the Advancement of Orthodontics; 1994: 407-28.
11. Shirakawa M, Shiba H, Nakanishi K, Ogawa T, Okamoto H, Nakashima K, Noshiro M, Kato Y. Transforming growth factor beta-1 reduces alkaline phosphatase mRNA activity and stimulates cell proliferation in cultures of human pulp cells. *J Dent Res* 1994;73:1509-14.
12. Terranova VP, Hic S, Franzetti LC, Lyall R, Wikesjö UM. A biochemical approach to periodontal regeneration. *J Periodontol Res* 1987; 58: 247-57.
13. Rameshwar P, Ganea D, Gascon P. In vitro stimulatory effect of substance P on hematopoiesis. *Blood* 1993; 81:391-8.
14. Kvinnsland I, Heyeraas KJ. Dentin and osteodentin matrix formation in apicoectomized replanted incisors in cats. *Acta Odontol Scand* 1989; 47:41-52.
15. Ikeda H, Suda H. Subjective sensation and objective neural discharges recorded from clinically nonvital and intact teeth. *J Endod* 1998;24:552-6.
16. Ingle JI, Heithersay GS, Hartwell GR, Goerig AC, Marshall FJ, Krasny RM, Frank AL, Gaum C. Endodontic diagnostic procedures. In: Ingle JI, Bakland LK, eds. *Endodontics*, 5th edn. London: BC Decker Inc; 2002: 203-17.
17. Hock J, Nuki K, Schlenker R, Hawks A. Clearance rates of xenon-113 in non-inflamed and inflamed gingiva of dogs. *Arch Oral Biol* 1980;25:445-9.
18. Aukland K, Bower BF, Berliner RW. Measurement of local blood flow with hydrogen gas. *Circ Res* 1964;14:164-87.
19. Gazelius B, Olgart L, Edwall B, Edwall L. Non-invasive recording of blood flow in human dental pulp. *Endod Dent Traumatol* 1986;2:219-21.
20. Jafarzadeh H, Rosenberg PA. Pulse oximetry: review of a potential aid in endodontic diagnosis. *J Endod* 2009;35:329-33.
21. Nissan R, Trope M, Zhang C-D, Chance B. Dual wavelength spectrophotometry as a diagnostic test of the pulp chamber contents. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992;74:508-14.
22. Shoher I, Mahler Y, Samueloff S. Dental pulp photoplethysmography in human beings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1973;36:915-21.
23. Stoops LC, Scott D Jr. Measurement of tooth temperature as a means of determining pulp vitality. *J Endod* 1976;2:141-5.
24. Kahan RS, Gulabivala K, Snook M, Setchell DJ. Evaluation of a pulse oximeter and customized probe for pulp vitality testing. *J Endod* 1996;22:105-9.
25. Vongsavan N, Matthews B. Some aspects of the use of laser Doppler flow meters for recording tissue blood flow. *Exp Physiol* 1993;78:1-14.
26. Miwa Z, Ikawa M, Iijima H, Saito M, Takagi Y. Application of transmitted-light photoplethysmography to the vitality test for young permanent teeth. *Jpn Pediatr Dent J* 1999;37:991-9.
27. Butcher EO, Taylor AC. The vascularity of the incisor pulp of the monkey and its alteration by tooth retraction. *J Dent Res* 1952;31:239-47.



28. Stenvik A, Mjor IA. Pulp and dentine reactions to experimental tooth intrusion. A histologic study of the initial changes. *Am J Orthod* 1970;57:370-85.
29. Mostafa YA, Iskander KG, El-Mangoury NH. Iatrogenic pulpal reactions to orthodontic extrusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99:30-4.
30. Anstendig HS, Kronman JH. A histologic study of pulpal reaction to orthodontic tooth movement in dogs. *Angle Orthod* 1972;42:50-5.
31. Turley PK, Joiner MW, Hellstrom S. The effect of orthodontic extrusion on traumatically intruded teeth. *Am J Orthod* 1984;85:47-56.
32. Rotstein I, Engel G. Conservative management of a combined endodontic-orthodontic lesion. *Endod Dent Traumatol* 1991;7:266-9.
33. Oppenheim A. Biologic orthodontic therapy and reality. *Angle Orthod* 1936;6:153.
34. Tschamer H. The histology of pulpal tissue after orthodontic treatment with activators during late adolescence. *Zahnartzl Prax* 1974;25:530-1.
35. Guevara MJ, McClugage SG, Clark JS. Response of the pulpal microvascular system to intrusive orthodontic forces. *J Dent Res* 1977;56:243.
36. 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.
37. 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.
38. Hamersky PA, Weimer AD, Taintor JF. The effect of orthodontic force application on the pulpal tissue respiration rate in the human premolar. *Am J Orthod* 1980;77:368-78.
39. McDonald F, Pitt Ford TR. Blood flow changes in permanent maxillary canines during retraction. *Eur J Orthod* 1994;16:1-9.
40. Kvinnsland S, Heyeraas K, Ofjord ES. Effect of experimental tooth movement on periodontal and pulpal blood flow. *Eur J Orthod* 1989; 11: 200-5.
41. Santamaria M Jr., Milagres D, Stuani AS, Stuani MB, Ruellas AC. Initial changes in pulpal microvasculature during orthodontic tooth movement: a stereological study. *Eur J Orthod* 2006;28:217-20.
42. Ooshita M. The metabolism of radioactive succinate in stressed tooth supporting tissue. *BKDC* 1975;3:1-11.
43. Linge BO, Linge L. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99:35-43.
44. Seltzer S, Bender IB. *The Dental Pulp*. 3rd ed. Philadelphia: J. B. Lippincott Company; 1984, pp.210-1.
45. Andreasen JO, Andreasen FM. *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth*, 3th edn. Copenhagen: Munksgaard; 1994:p. 442-5.
46. Stuteville OH. A summary review of tissue changes incident to tooth movement. *Angle Orthod* 1938;8:1-48.
47. Oppenheim A. Tissue response to orthodontic intervention. *Am J Orthod* 1942;28:263-301.
48. Schwartz AM. Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement. *Dent J Orthod Oral Surg* 1932;2: 18-331.
49. Graber TM, Swain BF. *Dentofacial orthopedics*. In: *Current orthodontic concepts and techniques*, Philadelphia: WB Saunders Company; 1975;359-72.
50. Spector JK. Pulpal necrosis following orthodontic therapy. *NY State Dent J* 1974;40:30-2.
51. Pohto M, Scheinin A. Microscopic observations on living dental pulp. *Acta Odontol Scand* 1958;16:303-14.
52. Kozam G, Burnett G. Blood circulation in the dental pulp. *J Am Dent Assoc* 1959;59:458-65.
53. Andreasen JO, Andreasen FM. *Essentials of traumatic injuries to the teeth*. Copenhagen: Munksgaard; 1991: 11-2.
54. Drysdale C, Gibbs SL, Pitt Ford TR. Orthodontic management of root-filled teeth. *Br J Orthod* 1994;23:255-60.
55. Reitan TM, Vanarsdall RL. Biomechanical principles and reactions. In Graber TM, Vanarsdall RL. *Orthodontic current principles and techniques*. 2nd ed. St Louis: Mosby; 1994: 96-192.
56. Proffit WR, Fields HW. *Contemporary orthodontics*. 2nd ed. St Louis: Mosby; 1993: 277-8.



57. Sübay RK, Kaya H, Tarım B, Sübay A, Cox CF. Reponse of human pulpal tissue to orthodontic extrusive applications. *J Endod* 2001;27:508-11.
58. Kayhan F, Kucukkeles N, Demirel D. A histologic and histomorphometric evaluation of pulpal reactions following rapid palatal expansion. *Am J Orthod* 2000;117:465-73.
59. Taspınar F, Akgül N, Şimşek G, Ozdabak N, Gundogdu C. The histopathological investigation of pulpal tissue following heavy orthopaedic forces produced by rapid maxillary expansion. *J Int Med Res* 2003;31:197-201.
60. Cho JJ, Efstratiadis S, Hasselgren G. Pulp vitality after rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:254-8.
61. Babacan H, Doruk C, Bıçakçı AA. Pulpal blood flow changes due to rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 2010;80:1136-40.
62. Pepersack W. Tooth vitality after alveolar segmental osteotomy. *J Maxillofac Surg* 1973;1:85-90.
63. Okada Y. The evaluation of the process of recovery of the dental pulp after Le Fort I osteotomy. *J Stomatol Soc Jpn* 2001;68:39-50.
64. Buckley JG, Jones ML, Hill M, Sugar AW. An evaluation of the changes in the maxillary pulpal blood flow associated with orthognathic surgery. *Br J Orthod* 1999;26:39-45.
65. Tronstad L. Root resorption a multidisciplinary problem in dentistry. In: Davidovitch Z, 2nd ed. *The Biologic Mechanisms of Tooth Eruption and Root Resorption*. Birmingham: EBSCO Media; 1988, pp.293-301.
66. Levander EM, Malmgren O. Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: a study of upper incisors. *Eur J Orthod* 1988;10:30-8.
67. Brudvik P, Rygh P. Transition and determinants of orthodontic root resorption repair sequence. *Eur J Orthod* 1995;17:177-88.
68. Alatlı I, Hellsing E, Hammarström L. Orthodontically induced root resorption in rat molars after 1-hydroxyethylidene-1,1-bisphosphonate injection. *Acta Odontol Scand* 1996;54:102-18.
69. Kucukkeles N, Okar I. Root resorption and pulpal changes due to intrusive force. *J Marmara Univ Dent Fac* 1994;2:404-8.
70. Spurrier SW, Hall SH, Joondeph DR, Shapiro PA, Riedel RA. A comparison of apical root resorption during orthodontic treatment in endodontically treated and vital teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;97:130-14.
71. Mirabella AD, Artun J. Prevalence and severity of apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. *Eur J Orthod* 1995;17:93-9.
72. Bender IB, Byers MR, Mori K. Periapical replacement resorption of permanent, vital, endodontically treated incisors after orthodontic movement: report of two cases. *J Endod* 1997;23:768-73.
73. Yamaguchi M, Kojima T, Kanekawa M, Aihara N, Nogimura A, Kasai K. Neuropeptides stimulate production of interleukin-1 beta, interleukin-6, and tumor necrosis factor-alpha in human dental pulp cells. *Inflamm Res* 2004;5:199-204.
74. Park SH, Hsiao GY, Huang GT. Role of substance P and calcitonin gene-related peptide in the regulation of interleukin-8 and monocyte chemoattractant protein-1 expression in human dental pulp. *Int Endod J* 2004;37:185-92.
75. Steadman SR. Resume of the literature on root resorption. *Angle Orthod* 1942;12:283-6.
76. Huettner RJ, Young RW. The movability of vital and devitalized teeth in the macaca rhesus monkey. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1955;8:189-97.
77. Weiss SD. Root resorption during orthodontic therapy in endodontically treated vital teeth. Masters thesis, University of Tennessee 1969; Memphis, TN, USA.
78. Wickwire NA, McNeil MH, Norton LA, Duell RC. The effects of tooth movement upon endodontically treated teeth. *Angle Orthod* 1974;44:235-42.
79. Mattison GD, Delivanis HP, Delivanis PD, Johns PI. Orthodontic root resorption of vital and endodontically treated teeth. *J Endod* 1984;10:354-8.
80. Remington DN, Joondeph DR, Artun J, Riedel RA, Chapko MK. Long term evaluation of root resorption occurring during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;96:43-6.



81. Hunter ML, Hunter B, Kingdon A, Addy M, Dummer PMH, Shaw WC. Traumatic injury to maxillary incisor teeth in a group of South Wales school children. *Endod Dent Traumatol* 1990;6:260-4.
82. Mah R, Holland GR, Pehowich E. Periapical changes after orthodontic movement of root-filled ferret canines. *J Endod* 1996;22:298-303.
83. Parlange LM, Sims MR. A T.E.M. stereological analysis of blood vessels and nerves in marmoset periodontal ligament following endodontics and magnetic incisor extrusion. *Eur J Orthod* 1993;15:33-44.
84. Bondemark L, Kuroi J, Hallonsten A-L, Andreasen JO. Attractive magnets for orthodontic extrusion of crown-root fractured teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;112:187-93.
85. Andreasen JO. The effect of pulp extirpation or root canal treatment on periodontal healing after replantation of mature permanent incisors in monkeys. *J Endod* 1981;7:245-52.
86. Baranowskyj GR. A histologic investigation of tissue response to an orthodontic intrusive force on a dog maxillary incisor with endodontic treatment and root resection. *Am J Orthod* 1969; 56:623-4.
87. Rud J, Andreasen JO, Möller Jensen JE. A multivariate analysis of the influence of various factors upon healing after endodontic surgery. *Int J Oral Surg* 1972;1:258-71.
88. Skoglund A, Persson G. A follow-up study of apicoectomized teeth with total loss of the buccal bone plate. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985; 59:78-81.
89. Delivanis P, Delivanis H, Kuftinec MM. Endodontic orthodontic management of fractured anterior teeth. *J Am Dent Assoc* 1978;97:483-5.
90. Simon JHS, Kelly WH, Gordon DG, Ericksen GW. Extrusion of endodontically treated teeth. *J Am Dent Assoc* 1978;97:17-23.
91. Simon JHS, Lythgoe JB, Torabinejad M. Clinical and histological evaluation of extruded endodontically treated teeth in dogs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980;50: 361-71.
92. Stern N, Becker A. Forced eruption: biological and clinical considerations. *J Oral Rehab* 1980;7:395-402.
93. Malmgren O, Malmgren R, Frykholm A. Rapid orthodontic extrusion of crown root and cervical root fractured teeth. *Endod Dent Traumatol* 1991;7:49-54.
94. Ingber JS. Forced eruption: Part II. A method of treating nonrestorable teeth periodontal and restorative considerations. *J Periodontol* 1976;47:203-16.
95. Biggerstaff RH, Sinks JH, Carazola JL. Orthodontic extrusion and biologic width realignment procedures: methods for reclaiming non restorable teeth. *J Am Dent Assoc* 1986;112:345-8.
96. Polson A, Caton J, Polson AP, Nyman S, Novak J, Reed B. Periodontal response after tooth movement into intrabony defects. *J Periodontol* 1984; 55:197-202.
97. Lovdahl PE, Wade CK. Problems in tooth isolation and periodontal support for the endodontically compromised tooth. In: Gutmann JL, Dumsha TC, Lovdahl PE, Hovland EJ, ed. *Problem Solving in Endodontics*. 3rd ed. St. Louis: Mosby; 1997, 203-28.
98. Halicioğlu K, Yavuz İ. Literatüre derlemesi: üst çene genişletmesinde apareyler ve felsefeler. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg.* 2011;4:32-9.

Yazışma Adresi

Dr.Seyda ERSAHAN
Beytepe Asker Hastanesi,
Oran Polikliniği, Diş Servisi,
Endodonti Bölümü.
Oran, Çankaya, Ankara
Tlf : +90 (532) 405 4088
e-mail : seydaersahan@hotmail.com

