

RAPİD PALATAL EKSPANSİYON SONRASINDA PULPADA GÖRÜLEN HİSTOLOJİK DEĞİŞİKLİKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dt. Fulya KAYHAN*,
Yrd. Doç. Dr. Dilaver DEMİREL**,
Doç. Dr. Nazan KÜÇÜKKELEŞ**,
Dr. Hakan ÇERMİK**,
Prof. Dr. Sevgi KÜLLÜ***

ÖZET: Bu çalışmada, ortodontik tedavisi sırasında Rapid Palatal Ekspansiyon (RPE) aparatı kullanılan hastaların destek dişlerinin pulpalarında bu aşırı kuvvetin ortaya çıkabileceği histolojik değişiklikler incelenmiştir. Akrilik cap splint aparatı, vertikal boyut kontrolü sağlayan, oklüzyonun etkilerini ortadan kaldıran ve maksimum diş desteği sağlayan bir tür RPE aparatıdır. Çalışmamızda, 10 deney ve 10 kontrol olmak üzere toplam 20 diş ışık mikroskobu altında histolojik olarak incelenmiştir. Destek dişlere etkiyen aşırı kuvvetler sonucunda, pulpanın dolaşım bozukluğu, odontoblastik tabakanın devamlılığının bozulması, reaktif sert doku-dentin oluşumu ve merkezde fibrotik değişiklikler gözlenmiştir. Deney ve kontrol gruplarında pulpanın bukkal ve lingual kısımları arasında fark görülmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Rapid palatal Ekspansiyon, Pulpa, Işık mikroskobu

SUMMARY: EVALUATION OF PULPAL HISTOLOGICAL CHANGES DUE TO RAPID PALATAL EXPANSION. This study was carried out to investigate pulpal changes occurring with the use of heavy forces, created by rapid palatal expansion appliances. Acrylic cap splint appliance is a type of rapid palatal expansion appliance which maintains the control of the vertical proportions, eliminates the influences of occlusion and provides maximum tooth support. Ten study and 10 control, a total of 20 teeth were examined histologically under light microscopy. Circulatory disturbances, disruption of the odontoblastic layer, signs of dental depositing and central fibrosis were observed as a result of the heavy forces acting on the anchor teeth. No contrariety was seen among buccal and lingual sights of the pulp in both of the study groups.

Key Words: Rapid Palatal Expansion, Pulp, Light microscopy.

GİRİŞ

Dişe ait sert ve yumuşak dokular üzerine ortodontik kuvvetin, özellikle intrüzyon ve ekstrüzyon kuvvetlerinin, etkileri sıklıkla araştırılmıştır (1, 3, 12, 15, 19, 21, 22, 25, 30, 37, 38, 42). Ortodontik kuvvetin pulpa dokusu üzeri-

ne etkilerini inceleyen bazı araştırmacılar bu kuvvetin diş pulpası üzerinde ya hiç bir etkisi olmadığını veya oluşabilecek bir etkinin klinik açıdan önemsiz olduğunu bildirmişlerdir (19, 22, 26, 28, 29). Diğer bazı araştırmacılar ise kuvvet uygulandığında pulpada temelde dolaşım bozukluğuna bağlı istenmeyen etkiler meydana geldiğini vurgulamışlardır (1, 3, 6, 12, 15, 21, 33, 35).

Diş çapraşıklıklarının ve iskeletsel anomalilerin tedavisinde rutin olarak kullanılan vidalı üst çene genişletme aygıtlarının destek dişlere aşırı kuvvet uyguladığı bilinmektedir (5, 7, 45). Bu kuvvet miktarının destek dişlerin kök yüzeylerinde sement ve dentin düzeyinde rezorpsiyon oluşturduğu görülmüştür (4, 9, 18, 23, 31, 36, 40, 41, 43). Fakat aynı aygıtın destek dişlerin pulpa dokusu üzerindeki etkileri tartışma konusudur.

Bu ön çalışmanın amacı iskeletsel üst çene darlığının Rapid Palatal Ekspansiyon (RPE) aparatı uygulanarak tedavi edildiği olgularda, destek dişlerin pulpa dokusunda histolojik düzeyde bir değişiklik olup olmadığını gözlemlemektir.

MATERYAL VE METOD

Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalına tedavi olmak amacıyla başvuran, yaşları 14-16 arasında değişen 2 erkek 8 kız 10 hastadan tedavilerinin gereği olarak çekilen sağlam üst birinci küçük azı dişleri çalışmaya alınmıştır. El-bilek radyografilerinde MP3, PP3 ve radiusta epifiz ve diafiz füzyonu görülen hastaların tümünün post peak dönemi aştığı saptanmıştır. Ortalama 3 hafta süren Rapid Palatal ekspansiyon (RPE) sonrası çekim endikasyonu olan 5 olgudan elde edilen dişler deney grubunu, çene genişletme endikasyonu olmaksızın üst birinci küçük azı dişlerinin çekimi endike olan diğer 5 olgudan elde edilen dişler ise kontrol grubunu oluşturmuştur. RPE aparatı olarak (Resim 1), vertikal boyut kontrolü ve maksimum diş desteği sağlayan akrilik cap splint aparatı kullanılmıştır (34). Bu aparatın fabrikasyonunda rijit örümcek tipi genişletme vidası lateral maksiller hareketi en etkili şekilde sağlamak ve dile minimum rahatsızlık vermek üzere damakta mümkün olan en derin noktaya yerleştirilmiştir. Hastaların vidayı kolayca açabilmeleri için vida önden arkaya aktive edilecek tarzda konumlandırılmıştır. Destek dişlerin lingualine uyumlanarak bükülen vida kolları aparatın içinde kalacak şekilde, bukkal bölge dişlerinin tüm yüzeyleri ortodontik

* Marmara Ü. Diş Hek. Fak. Ortodonti Anabilim Dalı.
** GATA Haydarpaşa Eğitim Hastanesi Patoloji Servisi.
*** Marmara Ü. Tıp Fak. Patoloji Anabilim Dalı.

akrilik materyal kullanılarak kapatılmıştır. Apareyin akrilik splinti dişeti sınırında tesviye edilmiş, cilalanarak ağıza uyumlanarak hazır hale getirilmiştir. Aparey ağızda denenerek bilateral dengeli oklüzal kontak sağlandıktan sonra simante edilmiş ve hastaya damağındaki vidayı nasıl aktive edeceği öğretilmiştir. Üst çene genişletmesine, üst dişlerin palatina tüberküleri, alt dişlerin bukkal tüberküleri hizasına gelinceye dek, vidanın günde 1/2 tur açılması sağlanacak şekilde devam edilmiştir. RPE öncesi ve sonrasında alınan modellerde sağ ve sol premolar ve molar dişlerin palatinal gingival marjinleri arası kompasla ölçülmüştür. Çekilen 20 diş GATA Haydarpasha Eğitim Hastanesi Patoloji Servisinde histolojik olarak incelenmiştir.

Birinci küçük azı dişleri çekildikten en fazla 5 dk. sonra %10 luk tamponlanmış formal solüsyonuna konmuştur. Bu solüsyonda 48 saat kalan örneklerin dekalsifikasyon süresini kısaltmak ve bu şekilde pulpanın daha az bir süre asit içerisinde kalmasını sağlamak amacıyla, dişlerden su soğutması altında mine dokusu traşlanmıştır. Yüzde 5'lik Nitrik asit solüsyonunda dekalsifiye edilen dişlerin bukkal yüzleri çini mürekkebi ile işaretlenmiştir. Dişlerin herbiri kuron, orta ve kök 1/3 bölümlere ayrılmış, bu örneklerin herbiri de ikiye parçaya ayrılarak her örnek için iki ayrı kesit yüzü elde edilmiştir. Tüm parçalar rutin histopatolojik doku takibine alınmıştır. Parafin bloklardan 4' m kalınlıkta enine kesitler alınıp Hematoksilin & Eosin yöntemiyle boyanmış ve ışık mikroskobu altında incelenmiştir. Aynı parafin bloklardan rastgele seçilen 5 deney ve 5 kontrol dişine ait kesitler Masson Trikrom yöntemi ile boyanmış ve ışık mikroskobu altında incelenmiştir.

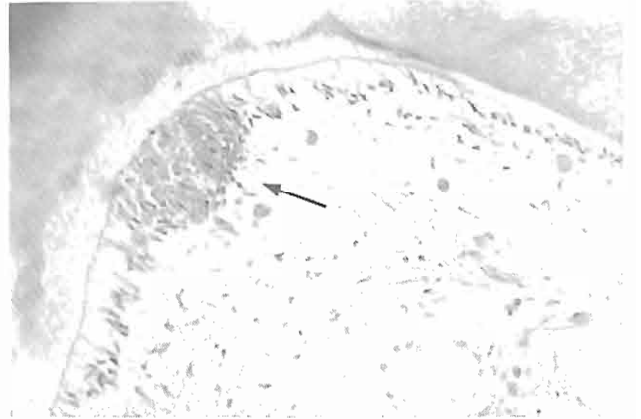
Vasküler proliferasyonun tayini amacıyla her örneğin kuron, orta ve kök bölümünden X400 lük beş büyütme alanında damar sayısı belirlenmiş ve ortalaması alınmıştır. Vasküler proliferasyon, deney ve kontrol grubunda on'ar olguda her diş bölgesi için saptanan toplam damar sayısı, olgu sayısına bölünerek belirlenmiştir. Damar çapları ise, yine bu alanlarda dar (1), orta (2) ve geniş (3) olarak sınıflanmış, deney ve kontrol gruplarında her diş bölgesi için elde edilen toplam skor, olgu sayısına bölünmüştür. Pulpa dokusunda hemoraji, vasküler konjesyon ve inflamatuar infiltrasyon olup olmadığı araştırılmıştır. Preentin genişliği ve odontoblastik tabakanın devamlılığı izlenmiş ve bu tabakadaki vakulizasyon Stenvik ve Mjör'e (37) göre sınıflandırılmıştır.

BULGULAR

Rapid Palatal Ekspansiyon sonrası alınan modellerde yapılan ölçümlerde premolar bölgede 5.65 mm, molar bölgede 7.55 mm ortalama çene genişlemesi tespit edilmiştir. Deney ve kontrol grubundaki histolojik bulgular Tablo 1'de izlenmektedir. Vasküler proliferasyon, damar çapı ve odontoblastik tabakanın vakulizasyonu için ortalama sayılar verilmiştir. Hemoraji, vasküler konjesyon (Resim 2), inflamatuar infiltrasyon, preentin genişliği farklılıklarının on dişin kaçında görüldüğü tabloda izlenebilir. Masson Trikrom yöntemiyle boyanan kesitlerde deney dişlerinde özellikle santral bölgede hücresel konsantrasyon azalırken, kollagen fibril miktarında artış görülmüştür (Resim 3). Kontrol dişlerinde ise kollagen fibriller sadece damar çeperlerinde izlenmektedir (Resim 4). Dentin tübüllerinde eritrosit veya nükleus benzeri yapılara, pulpa stromasında ise kalsifikasyon odaklarına rastlanmamıştır.



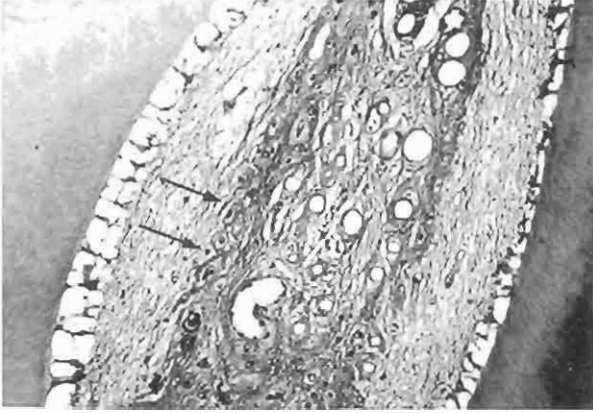
Resim 1: Çalışmada kullanılan üst çene genişletici aparey.



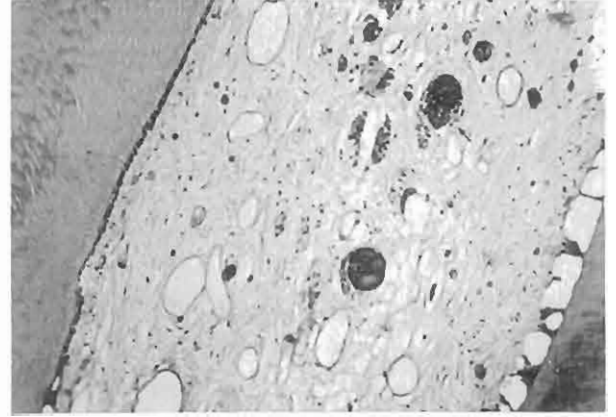
Resim 2: Odontoblastik tabakada hemorajik alan ve kılcak damarlarda konjesyon görülmektedir. (H&E, X400 →)

Tablo 1: Deney ve kontrol grubunda histolojik bulgular.

	DENEY GRUBU (n =10)			KONTROL GRUBU (n=10)		
	kök	orta	kuron	kök	orta	kuron
Vasküler proliferasyon (ortalama sayı)	6	6	6	10	14	6
Damar çapı (ortalama sayı)	1	1	1	2	2	2
Hemoraji	0	2	1	2	0	0
Vasküler konjesyon	3	6	4	1	2	2
Inflamatuar infiltrasyon	0	2	1	0	0	0
Predentin genişliği	AN	AN	AN	N	N	N
Odontoblastik tabakada vakuolizasyon (ortalama sayı)	3	2	2	0	0	0



Resim 3: Masson Trikrom metod ile boyanan bir deney dişi kesitinde gözüken santral fibrosis alanı (X100—>)



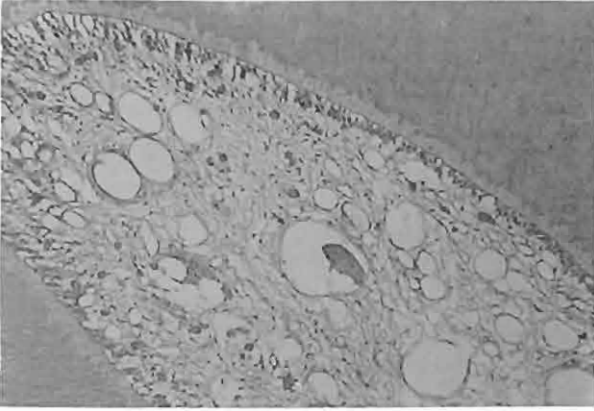
Resim 4: Sadece damar çeperlerinde fibrosis gösteren Masson Trikrom metodu ile boyanmış kesit. (X200 —>)

Vakuoller özellikle pulpanın santral bölgesinde izlenmiştir. Bu vakuoller iri bir damar büyüklüğündedir (Resim 5). Tek tek bu şekilde iri vakuoller gözlenmeyen preparatlarda ise santral ödem dikkat çekmektedir (Resim 6). Periferinde 3. derece vakuolizasyon görülen dişlerde predentin tabakasının daha ince olduğu ve bu kesitlerde dentin pulpa sınırının düzgün olmadığı gözlenmiştir. Bu değişiklikler Tablo 1'de anormal olarak belirtilmiştir (Resim 7).

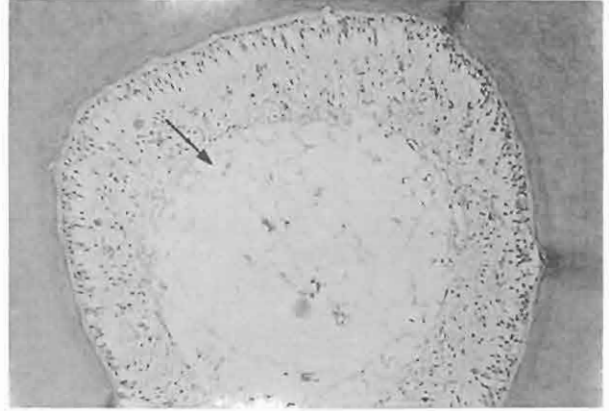
Kontrol grubuna ait örneklerde hiçbir anormal histolojik bulguya rastlanmamıştır. Pulpada çok sayıda küçük çaplı arter ve venler gözlenmiştir. Odontoblast tabakası, hücreden fakir ve hücreden zengin tabakalar açıkça izlenmiştir (Resim 8 ve 9).

TARTIŞMA

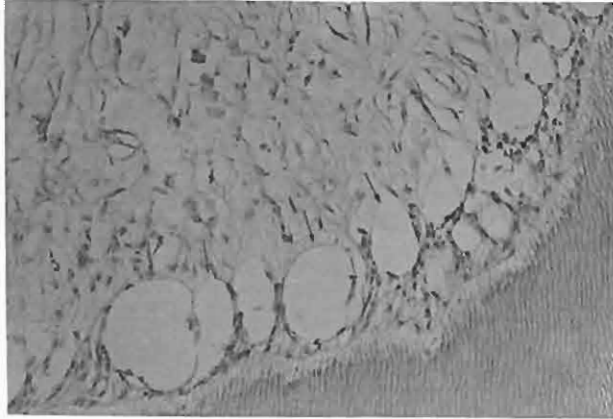
Araştırmamızda kullanılan materyal sayısı sınırlıdır. Bu sayının sınırlı olma sebebi, araştırmamızın bir ön çalışma



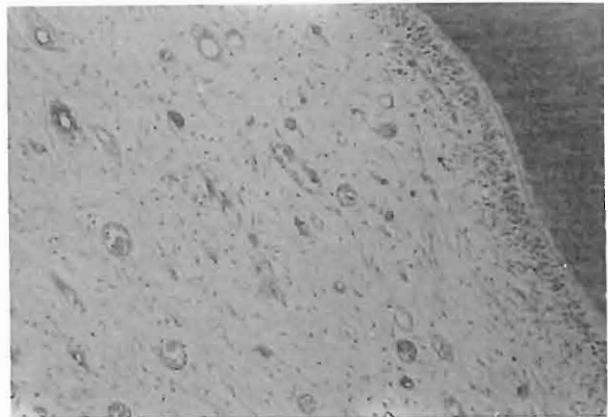
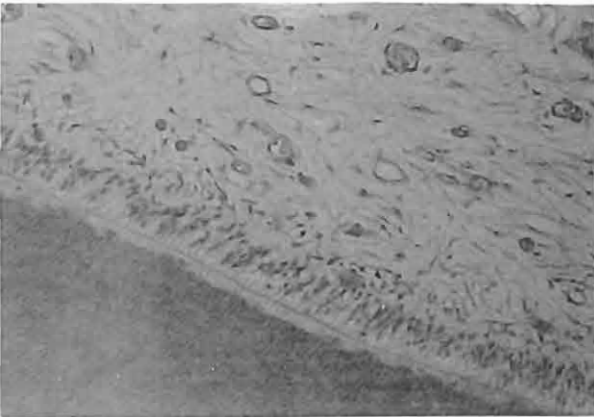
Resim 5: Pulpa stromasında santral vakuoller. (H&E, X100—>)



Reşim 6: Pulpa dokusunda santral ödem. (H&E; X200—>)



Resim 7: Odontoblastik tabakada üçüncü derce vakuolizasyon.
(H&E;X400 —>)



Resim 8 ve 9: Kontrol grubundan sağlıklı pulpa kesitleri. (H&E;X400 ve X200).

niteliği taşımasıdır. İstatistiksel bir değerlendirme yapılmamış, bulgular üç histopatoloğun görüş ve yorumları yönünde kalitatif olarak değerlendirilmiştir. Literatürdeki benzer araştırmalarda da araştırmamızda kullanılan yöntemin kullanıldığı görülmektedir (3, 4, 5, 6, 7, 9, 19, 22, 25, 26).

Angell (2) 1860 yılında üst çene genişletme apareylerinin kullanımından söz ettiğinden beri, bir çok araştırmacı farklı kuvvet düzeyleri olan çeşitli apareyler kullanmışlardır (5, 7, 9, 13, 14, 16, 17, 20, 23, 24, 30, 31, 34, 36, 39, 44). Bu araştırmacılar bu uygulamanın hastanın yaşı büyüme potansiyeli ve cinsiyeti ile değişen ortodontik ve ortopedik etkileri olduğunu ve kişisel farklılıkların da görülebileceğini bildirmişlerdir (13, 14, 16, 20, 24, 41, 44). RPE sırasında vidanın tek bir aktivasyonunda 3-10 pound arasında bir kuvvet ortaya çıktığı, günde birkaç aktivasyon sonucunda 20 pound veya daha fazla toplam kuvvet oluşabileceği bildirilmiştir (17, 45). RPE ile ortaya çıkan bu aşırı kuvvetlerin etkisi altında özellikle destek dişlerde yaygın kök rezorpsiyonları olduğu histolojik incelemelerle ortaya konmuştur (4, 9, 18, 23, 31, 36, 40, 41, 43). Bu aşırı kuvvet uygulayan apareyler ile kök rezorpsiyonunun yanısıra alveoler dehisens ve fenestrasyon gibi patolojik etkilerin de ortaya çıkabileceği bildirilmiştir (4, 31, 43).

RPE sonrasında destek dişlerin pulpası üzerine literatürde pek fazla bilgi görülmektedir. Rigid dentin duvarlar içine hapisolmuş pulpanın limitli vasküler beslenme ve drenajı ile kollateral dolaşım eksikliği, herhangi bir sebeple dolaşım kesildiğinde inflamatuvar hücrelerin pulpa dokusuna ulaşmasını engeller (33). Dolayısı ile vasküler yapılar ve fibroblastlar non-inflamatuvar cevapla dejenere olmaya başlarlar. Böyle durumlarda sadece bir kollagen "iskelet" in geriye kaldığı olgular bildirilmiştir. Buna 'fibrotik' pulpa denir (8, 11). Bizim çalışmamızda gördüğümüz non-inflamatuvar dejenerasyon tablosu burada sözü edilen fibrotik değişikliklerle uyumludur. Literatürde, Mostafa ve arkadaşlarının (25) da 5 haftalık sonuçlarında fibrosis gözlemlediklerini görüyoruz. Ayrıca Anstendig & Kronman (3) ve Stenvik & Mjör'ün (37) çalışmalarında da fibroblast sayısında azalma, genel olarak hücre sayısında azalma ve lif yoğunluğunda artma görülmüştür. Ancak tüm bu çalışmacılar bu kriterler için özel boyama tekniklerine başvurmamışlar. H&E. yöntemiyle boyadıkları preparatları yorumlamışlardır. Çalışmamızda Masson Trikrom boyanan kesitlerde özellikle pulpanın merkez bölgesinde vakuollerin etrafında yoğun fibrosis izlenmiştir. Bu durumun sebebinin, genişleyip etraf dokuya baskı yapan damarsal yapılar olabileceği üzerinde durulmaktadır.

Pulpada dolaşım bozukluğu bu konuda çalışmış yazarların ortak bulgusudur (3, 12, 19, 26, 32, 35). Diş hareketi başlangıcında, Nixon ve arkadaşları (26) ratlar üzerinde yürüttükleri histomorfometrik çalışmada hiperemi göz-

lemlemişler, Guavera ve McCluggage (12) ise ratlarda invivo mikroskopi kullanarak kan akımında azalma bulmuşlardır. Ortodontik kuvvetin devamında yazarların bir kısmı kan dolaşımında ve damar sayısında artış (19, 32, 35, 37), bir kısmı ise artan kuvvete bağlı olarak azalma bildirmişlerdir (3, 12, 35, 37). Kvinnsland ve arkadaşları (19), fluoresan mikroskopi ile ratlar üzerinde yürüttükleri çalışmada kan akımında artış gözlemlemişlerdir. Stanley ve arkadaşları (35), ortodontik kuvvet ile karşılaşan dişlerin pulpa dokularında o ana kadar fonksiyonda olmayan kapillerlerin ortaya çıktığını, kuvvet aşırı olduğunda da kanlanmanın duracağını ve bu olayın devitalizasyona kadar gidebileceğini bildirmişlerdir. Stenvik & Mjör (37) de 150-200 gramın üzerinde kuvvetlerde aynı şekilde damarlarda staz bildirmişlerdir. Yine bu yazarlar daha az kuvvet söz konusu olduğunda kapiller sayısında artış gözlemlemişlerdir. Anstendig & Kronman (3) ise köpekler üzerinde yürüttükleri çalışmalarında damar sayısında azalma ve damarlarda daralma bildirmişlerdir. Diş hareketi sırasında pulpal kan dolaşımında meydana gelen değişikliklere dair bu denli farklı sonuçların elde edilmesi, çalışmanın insan veya hayvanlarda yürütülmüş olması, çalışmaya dahil edilen dişlerin morfolojisi, uygulanan kuvvetin miktarı ve süresi ve pulpadaki değişimin değerlendirilme metodunun farklılığına bağlı olarak ortaya çıkmış olabilir. Bizim çalışmamızda deney dişlerinde damar sayısında bir azalma ve damarlarda konjesyon belirlenmiştir. Bazı kan damarlarında eritrositlerin ayırıldıkları ve kahverengimsi bir renk aldıkları görülmüş, damarlardaki staz sonucu eritrositlerin yıkıma uğradıkları yorumu yapılmıştır.

RPE uygulaması sırasında aşırı kuvvetin sıkışma alanı oluşturduğu bukkal bölgede lingual bölgeye göre daha derin kraterlerle karakterize bir kök rezorpsiyonu gözlenmektedir (18). Pulpada da yine bukkal bölgede linguale göre daha çok hasar olup olmadığı araştırıldığında, bukkal ve lingual pulpa görüntüleri arasında izlenen değişiklikler açısından bir fark görülmemiştir. Bu bulgumuz Nixon ve arkadaşlarının (26) bulguları ile paralellik göstermektedir. Adı geçen yazarlar pulpanın uygulanan kuvvetin yönünü algılayamadığını söylemişlerdir. Kvinnsland ve arkadaşları (19) ise bu bulgunun tersine pulpanın gelen kuvvetin yönünü algılandığını belirtmişlerdir.

Histolojik çalışmalarda retiküler atrofi olarak sözü edilen vakuollü görünümün aslında fiksasyon yetersizliğine bağlı gelişebileceğinden söz edilmiştir (3, 11). Kesitlerin hazırlanmasında ve görüntüsünde fiksasyona ait herhangi bir problem olmadığından, vakuollerin ödem ve dejeneratif değişiklikler sonucunda meydana geldiğini düşünmekteyiz.

Odontoblast tabakasında görülen periferik lineer vakuolizasyon da literatürde sıklıkla karşılaşılan bir bulgudur (3, 25, 26, 37). Deney dişlerinde yaygın vakuolizasyon ve

odontoblast sırasında bozukluk görülen kesitlerde pre-dentin kalınlığında azalma, hatta pre-dentin tabakasının hiç izlenemediği görülmüştür. Bu bulgumuz Stenvik & Mjör'ün (37) bulgularıyla aynı doğrultuda olup vakuollerin artefakt değil dokudaki bir takım dejenerasyonlar olduğunu destekler. Scheinin ve arkadaşları (32) pulpanın korunma reaksiyonlarının dentikel veya sekonder dentin formunda mineralize doku oluşumunu içerdiğini bildirmişlerdir. Mineralize dokunun yapısının pulpanın komşu alanlarındaki damarlanmaya bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Pre-dentin ve dentin oluşumunun pulpanın o bölgesinde inflamatuvar hücre yokluğu ve odontoblastlarda farklılaşma ile, osteodentin oluşumunun ise hemoraji, hücreyel infiltrasyon ve tomboze damarları ile beraber grüldüğünü belirtmişlerdir. Delivanis (10) de çalışmasında ortodontik tedavi sonrası pulpal kanal obliterasyonunun istatistiksel anlamlılığını bulamamakla birlikte klinik anlamlılığını tartışmıştır. Çalışmamızda yaygın hemoraji ve hücre infiltrasyonu görülmemekte, dolayısıyla osteodentin yapımı da izlenmemektedir. Özellikle 3. derece vakuolizasyon görülen dişlerde incelenmiş pre-dentin tabakası ve dentin-pulpa sınırında düzensizlik burada pulpa odasını daralmaya götüreceği dolayısı ile yaşlanmayı hızlandıracak doku yığılımı olabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak, destek dişler üzerine gelen aşırı kuvvetler sonucunda dolaşım bozuklukları, odontoblastların dizilişinde bozulma, dentin birikimine dair kanıtlar ve merkezde fibrotik değişiklikler izlenmiştir. Çalışmaya alınan dişlerin hiçbirinde pulpanın bukkal ve lingual görüntüleri arasında fark görülmemiştir.

RPE sonrasında dişte meydana gelen patolojinin daha fazla sayıda örnek kullanılarak daha geniş bir zaman dilimi içinde incelenmesinin daha aydınlatıcı olacağı düşünüülerek çalışmanın devamı ele alınmaktadır.

KAYNAKLAR

- 1- Aisenberg MS. The tissues and changes involved in orthodontic tooth movements. Am J Orthod 34: 854-9, 1948.
- 2- Angell EC. Treatment of irregularities of the permanent or adult teeth. Dental Cosmos 1:540-544, 599-601, 1860.
- 3- Anstending H, Kronman J A. histologic study of pulpal reaction to orthodontic tooth movement in dogs. Angle Orthod 42:50-5, 1972.
- 4- Barber AF, Sims MR. Rapid maxillary expansion and external root resorption in man: a scanning electron microscope study. Am J Orthod 79: 630-652, 1981.
- 5- Bell RA A. review of maxillary expansion in relation to the rate of expansion and patient's age. Am J Orthod 81: 32-37, 1982.
- 6- Butcher EO, Taylor AC. The effects of denervation and ischemia upon the teeth of monkey. J Dent Res 30:265-275, 1951.
- 7- Chacanos SJ, Caputo AA. Observation of orthopedic force distribution produced by maxillary orthodontic appliances. Am J Orthod 82: 492-501, 1982.
- 8- Cohen S, Burns R. Pathways of the pulp. 4th edition. The C.V. Mosby Company St. Louis, 1987.
- 9- Dabbane EF. A cephalometric and histologic study of the effect of orthodontic expansion of the midpalatal suture of the cat. Am J Orthod 44: 187-219, 1958.
- 10- Delivanis HP, Sauer G JR. Incidence of canal calcification in the orthodontic patient. Am J Orthod 82: 58-61, 1982.
- 11- Grossman LI, Seymour O, Carlos E, Lea&Febinger. Endodontic Practice, pp:36-72, Philadelphia, 1988.
- 12- Guevara MJ, Mc Clugage SG. Effects of intrusive forces upon the microvasculature of the dental pulp. Angle Orthod 50:129-34, 1980.
- 13- Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. Angle Orthod 31:73-90, 1961.
- 14- Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. Angle Orthod. 35: 200-217, 1965.
- 15- 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 77:368-78, 1980.
- 16- Hicks EP. Slow maxillary expansion: a clinical study of the skeletal vs. dental response to low magnitude force. Am J Orthod 73:121-14, 1978.
- 17- Isaacson RJ and Ingram AH. Forces produced by rapid maxillary expansion II. Forces present during treatment. Angle Orthod 34: 261-270, 1964.
- 18- Kükükkeleş N, Okar I. RME sonucu kök yüzeyinde oluşan rezorpsiyon alanlarının SEM ve ışık mikroskobu ile incelenmesi. J Marmara University 2: 404-408, 1994.
- 19- Kvinnsland S, Heyerass K, Ofjord ES. Effect of experimental tooth movement on periodontal and pupal blood flow. J Orthod 11: 200-5, 1989.
- 20- Linder-Aronson S, Lindgren J. The skeletal and dental effects of rapid maxillary expansion. British J Orthod 6:25-29, 1979.
- 21- Marshall JA. A study of bone and tooth changes incident to experimental tooth movement and its application to orthodontic practice. Int J Orthod 19:1-17, 1933.
- 22- Melsen B. Tissue reaction following application of extrusive and intrusive forces teeth in adult monkeys. Am J Orthod 89:469-75, 1986.
- 23- Moss JP. Rapid expansion of maxillary arch. Journal of Practical Orthodontics 2:168-171, 1968.
- 24- Mossaz-Joelson K, Mossaz CF Slow maxillary expansion: a comparison between banded and bonded appliances. Eur J Orthod 11:67-76, 1989.
- 25- Mostafa YA, Iskander KG, El-Mangoury NH. Iatrogenic pulpal reactions to orthodontic extrusion. Am J Orthod Dentofac Orthop 99:30-4, 1991.

- 26- Nixon CE, Saviano JA, King GJ, Keeling SD. Histomorphometric study of dental pulp during orthodontic tooth movement. *J Endod* 19:13-16, 1993.
- 27- Oppenheim A. Human tissue response to orthodontic intervention of short and long duration. *Am J Orthod* 28:263-301, 1942.
- 28- Orban B. Biologic problems in orthodontia. *J Am Dent Assoc* 23:1849-79, 1936.
- 29- Popp TW, Artun J, Linge L. Pulpa response to orthodontic tooth movement in adolescents: A radiographic study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 101:228-33, 1992.
- 30- Reitan K. Effects of force magnitude and direction of tooth movement on different alveolar bone types. *Angle Orthodontist* 34:244-255, 1964.
- 31- Rinderer L. The effects of expansion on the palatal suture. *Transactions of the Eur Orthod Soc* 365-377, 1966.
- 32- Scheinin A, Pohto M, Luostarinen V. Defence reactions of the pulp with special reference to circulation- an experimental study in rats. *Int Dent J* 17:461-75, 167.
- 33- Seltzer S, Bender IB. *The dental pulp*. Lippincott, Philadelphia, 1965.
- 34- Spolyar JL. The design, fabrication, and use of a full coverage bonded rapid maxillary expansion appliance. *Am J Orthod* 86:136-45, 1984.
- 35- Stanley HR, Weisman MI, Michanwixa AE, Billizzi R. Ischemic infarction of the pulp: sequential degenerative changes of the pulp after traumatic injury. *J Endod* 4:325-35, 1978.
- 36- Starnbach H, Bayne D, Cleall J, Subtelny J. Facioskeletal and dental changes resulting from rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 36:152-164, 1966.
- 37- Stenvik A, Mjör IA. Pulp and dentine reactions to experimental tooth intrusion- a histologic study of the initial changes. *Am J Orthod* 57:370-85, 1970.
- 38- Stuteville OH. A summary review of tissue changes incident to tooth movement. *Angle Orthod* 8:1-48, 1938.
- 39- Stockfisch H. Rapid expansion of the maxilla-success and relapse. *Transactions of the European Orthod Soc* 469-481, 1969.
- 40- Timms DJ. An occlusal analysis of lateral maxillary expansion with mid-palatal suture opening. *Dental Practitioner* 435-440, 1968.
- 41- Timms DJ, Moss JP. An histological investigation into the effects of rapid maxillary expansion on the teeth and their supporting tissues. *Transactions of the Eur Orthod Soc* 263-271, 1971.
- 42- Unterseher RE, Nieberg LG, Weimer AD, Dyer JK. The response of human pulpal tissue after orthodontic force application. *Am J Orthod Dentofac Orthod* 92:220-4, 1987.
- 43- Vardimon AD, Graber TM, Voss LR, Lenke J. Determinants controlling iatrogenic external root resorption and repair during and after palatal expansion. *Angle Orthod* 61:113-22, 1991.
- 44- Wertz RA. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod* 58:41-66, 1970.
- 45- Zimring JF, Isaacson RJ. Forces produced by rapid maxillary expansion III. Forces present during retention. *Angle Orthod* 35:178-186, 1965.

YAZIŞMA ADRESİ:

Marmara Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi,
Ortodonti Anabilim Dalı,
Nişantaşı-İstanbul