

59723

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

PREMOLAR DIŞLERDE FARKLI SÜRELERDE GERÇEKLEŞTİRİLEN
İNTRÜZYONU TAKİBEN OLUŞAN KÖK REZORPSİYONUNUN RADYOLOJİK
VE TOPOGRAFİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Ahu Acar

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Nazan Küçükkeleş

İSTANBUL, 1997

İÇİNDEKİLER

1. Teşekkür.....	1
2. Özet.....	2
3. Giriş.....	4
4. Gereç ve Yöntem.....	21
5. Bulgular.....	36
6. Tartışma.....	58
7. Sonuç.....	69
8. Kaynaklar.....	70
9. Özgeçmiş	77

1. TEŞEKKÜR

Bu tezin tüm hazırlık aŐamalarında bana yol gösteren hocalarım Prof. Dr. Nejat Erverdi ve Doç. Dr. Nazan KűçűkkeleŐ'e, çeŐitli aŐamalarda deđerli katkılarını esirgemeyen Prof. Dr. İmer Okar, Prof. Dr. Osman Hayran, Yrd. Doç. Dr. Ahmet KeleŐ, Doç. Dr. Tangűl Őan, ve teknisyen Erol KurtuluŐ'a teŐekkűr ederim.



2. ÖZET

Bu çalışmanın amacı insan üst premolar dişlerine farklı sürelerle uygulanan intrüviz kuvvetlerin kök boyu ve kök yüzeyinde oluşturduğu değişiklikleri radyografik ve topografik olarak değerlendirmektir. Ortodontik tedavi planına göre üst çenede çift taraflı 1. veya 2. premolar çekimine gereksinim duyan 50 hasta 3 gruba ayrılmıştır. Birinci grupta 1 ay, 2. grupta 2 ay ve 3. grupta ise 3 ay süreyle, 2 ounce'luk bir kuvvetle premolar intrüzyonu gerçekleştirilmiştir. Üst çenede bir taraftaki premolar deney dişi olarak intrüze edilirken, diğer taraftaki kontrol olarak alınmıştır ve hiçbir kuvvet uygulanmamıştır. Deney ve kontrol sürelerinin başlangıcında ve bitiminde sefalometrik filmler ve kişiye özel akrilik ısırma blokları ve uzun kon tekniği kullanılarak periapikal filmler elde edilmiştir. Dişlerin intrüzyon miktarları sefalometrik filmler üzerinde, kök boylarındaki kısaltmalar ise periapikal filmler üzerinde ölçülmüş ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Deney ve kontrol dişleri çekildikten sonra her gruptan 3'er diş 'Scanning Electron Microscope (SEM) ile incelenmiştir.

Her üç grupta da deney dişlerinde anlamlı intrüzyon meydana gelmiştir. Bir aylık gruptaki kök rezorpsiyonu miktarı anlamlı bulunmazken, 2 ve 3 aylık gruptaki rezorpsiyon anlamlı bulunmuştur. İki ve 3 aylık gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır. SEM incelemesinde de bir aylık grupta kayda değer bir rezorpsiyon gözlenmezken 2 aylık grupta rezorpsiyonun şiddetlendiği görülmüştür. İki ve 3 aylık gruplar arasında rezorpsiyonun şiddeti ve tipi yönünden önemli farklılık gözlenmemiştir.

The aim of this study was to evaluate the changes in root length and root surface topography in human upper premolars following the application of an intrusive force with different durations. This study was carried out on 50

adolescent patients in whom bilateral extraction of upper first or second premolars was required as part of treatment planning. The patients were divided into three groups. In the first group, intrusion lasted one month, and in the second and third groups, two and three months, respectively. The intrusion force was 2 oz. One premolar on one side of the upper arch served as the experimental tooth while the contralateral one was taken as control. Intrusion was measured on lateral cephalograms taken at the beginning and end of the experimental periods. The changes in root length were measured on periapical radiographs taken at the beginning and end of the experimental periods using a long-cone technique and individual acrylic bite blocks. Three teeth from each group were examined under a 'Scanning Electron Microscope (SEM)' following extraction.

Significant premolar intrusion took place in all groups. Root shortening in the one month group was not significant, while it was significant in the 2- and 3-month groups. Comparison of the 3-month group with 2-month group showed no significant difference. As for SEM investigation, root resorption in the one month group was minor when compared to 2- and 3-month groups. The resorption pattern in the 2-month group was very similar to resorption in the 3-month group. Root resorption did not increase significantly after two months.

3. GİRİŞ

Kök rezorpsiyonu ortodontik tedavi işlemleri esnasında sıkça rastlanılan bir komplikasyondur. Kök rezorpsiyonuna bağlı olarak kök boyunun kısalma miktarı ortalama olarak çok büyük değerler göstermemiştir (1,2,3,4). Bununla birlikte sınırlı sayıda bireyde ortodontik tedavi sonrasında kök boylarının dikkate değer miktarda kısaldığı bildirilmiştir (1,4,5,6). Ortodontik tedavi işlemlerinden kaynaklanan kök kaybı çoğu vakada ilgili dişin ömrünü ve fonksiyonel kapasitesini fazla etkilemese de tedavinin başarısını gölgelemektedir (7).

Sürekli dişlerde kök rezorpsiyonundan bahseden ilk araştırmacı Bates (8)'dir. Ottolengui (9) kök rezorpsiyonunun direkt olarak ortodontik tedaviye bağlı olduğunu ileri sürmüştür. Ketcham (10,11) birbirini izleyen iki radyografik çalışmada ortodontik tedavi öncesi ve sonrasında kök şekillerini karşılaştırmış ve oluşan değişiklikleri göstermiştir. Sonraki yıllarda kök rezorpsiyonu pek çok klinik, histolojik ve fizyolojik çalışmaya konu olmuştur.

Süt dişlerinde oluşan rezorpsiyon üstteki sürekli dişin sürebilmesi için gerekli olan doğal bir süreçtir. Sürekli dişlerdeki kök rezorpsiyonu ise halen araştırmaya açık ve oldukça karmaşık bir biyolojik olgudur. Ortodontik tedavi görmemiş dişlerde de kök rezorpsiyonuna rastlanmaktadır. Henry ve Weinman'a (12) göre popülasyonun %90'ında sürekli dişlerde az ya da çok kök rezorpsiyonuna rastlanmaktadır. Massler ve Malone (13) ise inceledikleri 708 bireyin tümünün bir ya da daha çok dişinde kök rezorpsiyonu olduğunu göstermişlerdir. Araştırmacılar bu rezorpsiyonların oluşmasına yol açacak herhangi bir radyolojik değişiklik gösteremediklerinden rezorpsiyonları idiyomatik olarak değerlendirmişlerdir. Newman (14) ise % 46.9'luk bir oran bildirmiştir.

Kök rezorpsiyonunun etyolojisinde kalıtım, sistemik bozukluklar, kronolojik yaş, süreklilik gösteren oklüzal travma, komşu dişin sürmesi ya da tümoral bir oluşum nedeniyle köke gelen basıncın artması, mekanik,

kimyasal ya da termal sebeplerle periodontal membranın hasar görmesi, periapikal ya da periodontal iltihap, diş implantasyonu veya replantasyonu, enfeksiyon gibi faktörler göze çarpmaktadır (7,14,15,16).

Sürekli diş köklerinin sert dokuları normalde kök kanalında preentin ve odontoblastlar, kök yüzeyinde ise preement ve sementoblastlar tarafından korunmaktadır. Preentin veya preement mineralize olursa ya da preement mekanik olarak hasara uğrar ve sıyrılırsa mineralize dokularda çok çekirdekli hücreler kolonize olur ve kökü rezorbe etmeye başlarlar. Bu tip rezorpsiyona iltihabi rezorpsiyon denir. Bu rezorpsiyon kök kanalı duvarlarında ya da kökün dış yüzeyinde meydana gelebilir. Geçici ya da ilerleyici tarzda olabilir. Geçici iltihabi rezorpsiyonda preentin veya preementin mineralize olması ya da preementin kök yüzeyinden mekanik olarak sıyrılması sonucu çok çekirdekli hücrelerde oluşan stimülasyon kısa sürelidir. Geçici iltihabi rezorpsiyon klinik olarak önemli değildir, oluşan rezorpsiyon defektleri radyografik olarak tespit edilemezler. Ortodontik tedavinin neden olduğu rezorpsiyon geçici iltihabi rezorpsiyondur. Kök rezorpsiyonu yukarıda söz edildiği tarzda başlar da stimülasyon uzun süreli olursa bu defa oluşan rezorpsiyona ilerleyici iltihabi rezorpsiyon adı verilir. Dokunun sürekli olarak mekanik irritasyona maruz kalması, dokuda basıncın artması, enfeksiyon, bazı sistemik hastalıklar gibi faktörler çok çekirdekli hücrelerde ilave stimülasyona neden olur. Stimülasyon ortadan kalktığında rezorpsiyon durur. Üçüncü bir kök rezorpsiyonu tipine ise replacement rezorpsiyon adı verilir. Bu tip rezorpsiyonda ise periodontal ligamentteki yaygın nekroza bağlı olarak dentoalveoler ankiloz meydana gelir ve kök yüzeyinin rezorbe olan kısımları kemik yapımı ile doldurulur (17).

Mineralize diş dokularını rezorbe eden odontoklastlar osteoklastlarla aynı sitolojik özelliklere ve fonksiyonlara sahiptir. Genellikle çok çekirdekli olup bol miktarda mitokondri ve lizozom içerirler. Rezorbe edecekleri yüzeye komşu olan girintili çıkıntılı kenarları vardır. Bu girintili çıkıntılı kenarlar proton üreterek asit ortam oluştururlar ve komşu oldukları sert

yüzeyi demineralize ederler. Odontoklastların demineralizasyonu takiben organik matrisin ayrıştırılmasında da rolleri olduğu düşünülmektedir. Sistein proteinaz ve katepsin gibi bazı enzimlerin odontoklastlar tarafından salgılandığı ileri sürülmektedir (18).

Osteoklast benzeri hücrelerin rezorpsiyon faaliyeti, sitokinlerin (IL1 β , IL1 α) (19,20,21,22,23), Pg E gibi iltihabi mediyatörlerin (22,23,24), hormonların (paratiroid, tiroksin, kalsitonin) (16,25,26) ve çeşitli nörotransmitter maddelerin (27,28) kontrolü altında olan, henüz tam olarak aydınlatılmamış karmaşık bir olaydır. Osteoklastik aktivitenin kısmen osteoblastlarca da kontrol edildiği çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (18,29).

Ortodontik diş hareketi kök yüzeyini kaplayan sementin kemiğe nazaran rezorpsiyona karşı daha dirençli bir doku olması sayesinde meydana gelmektedir. Sementin gösterdiği bu direnç bir görüşe göre kemiğin damarlanması bol, buna karşın sementin damarsız bir yapı oluşuna bağlıdır (30). Kök yüzeyinin kemiğe nazaran rezorpsiyona daha dirençli oluşu, periodontal membranın en iç (kök yüzeyine en yakın) kısmındaki hücresel oluşumların yani sementoblastlar, fibroblastlar, endotel ve perivasküler hücrelerin oluşturduğu koruyucu mekanizma ile açıklanmıştır (31). Sementin en dış yüzeyindeki sementoid tabakasının da rezorpsiyona dirençli olduğu ileri sürülmüştür (15,32). Buna karşın uzun süreli basınç bu tabakanın da sonunda rezorbe olmasına yol açar. Kök yüzeyinde meydana gelen küçük rezorpsiyon alanları yeni sement oluşumuyla tamir edilir. Çoğu zaman bu tamir işlemi kök yüzeyinin eski konturunu yeniden oluşturur fakat derin bir rezorpsiyon kavitesinin tabanında sadece ince bir tabaka sement yapımı olursa kök konturu eski haline dönmez, kök yüzeyinde bir girinti kalır. Böyle alanlarda bu girintiye doğru yeni kemik yapımı ile periodontal aralık eski genişliğine indirilmiş olur(30). Rezorpsiyon lakünaları genellikle periodontal aralıktaki sıkışma alanında (33) nadiren de gerilme alanında oluşur (34). Bu sıkışma alanlarında periodontal membranın hiyalinize olduğu, rezorpsiyonun bu hiyalinize bölgelerin altında ya da bitişiğinde başladığı

gösterilmiştir. Hiyalize dokunun eliminasyonu ile kök rezorpsiyonunun eş zamanlı olduğu bildirilmiştir (15). Rezorpsiyon lakünaları kuvvetin uygulanmasından 10 ila 35 gün sonra ortaya çıkar (15,32,35,36). Tamir sementi ise kuvvet uygulamasından 21 ila 70 gün sonra görülür (35,36).

3.1. Kök Rezorpsiyonunu Etkileyen Faktörler

3.1.1. Genetik

Kök rezorpsiyonunun meydana gelmesinde bireyin genetik yatkınlığının da etkili olabileceği ileri sürülmüştür (14).

3.1.2. Sistemik Faktörler

Hormonal dengesizliklerin kök rezorpsiyonu ile ilişkileri araştırılmış, bunların kök rezorpsiyonunun primer etkenleri olmayıp olayı dolaylı yoldan etkiledikleri gösterilmiştir. Bir vaka raporunda hiperparatiroidizmin kök rezorpsiyonuyla ilişkili olduğu bildirilmişse de (16), sekonder hiperparatiroidizmin kök rezorpsiyonuna yol açmadığı son yıllarda yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (37,38). Paratiroid hormonu kemik metabolizması açısından önemli olup, fazla salgılandığında kemik yoğunluğunu azaltıp remodeling'i hızlandırmaktadır (38,39). Serumdaki paratiroid hormon seviyesi kemik rezorpsiyonu yönünden önem taşıırken, serum kalsiyum seviyesinin azalması kök rezorpsiyonu yönünden daha belirleyici bir faktör olmaktadır (37). Tiroid fonksiyonunun da kök rezorpsiyonu yönünden önem taşıdığı , küçük dozlarda tiroksin verilen deney hayvanlarında ortodontik diş hareketi esnasında kök rezorpsiyonunun azaldığı bildirilmiştir (26).

3.1.3. Yaş

Moyers (40), kök rezorpsiyonunun yaşlanmaya bağlı olarak ortodontik tedavi görmemiş bireylerde de oluşabileceğini bildirmiştir. Alveol kemiği yaş ilerledikçe daha kompakt bir yapı kazanmakta, kemik iliği boşlukları küçülmektedir. Periodontal ligamentte ve alveol kemiğinde damarlanma ve hücre sayısı azalmaktadır. Bu faktörler ortodontik kuvvetlerin periodonsiyumda yol açtığı hiyalinizasyon sürecini uzatmakta ve diş hareketini yavaşlatmaktadır. Yine bu faktörlerin ortodontik tedavi gören yetişkin bireyleri kök rezorpsiyonuna daha meyilli hale getirdikleri öne sürülmüştür (32,33). Bununla birlikte Harris ve Baker (41), ortodontik tedavi görmüş yetişkin ve genç bireyler arasında kök rezorpsiyonu yönünden bir fark görmemiş, yaşla beraber artan DMF indeksi skoru ve periodontal sorunlar elimine edildiğinde yaşın kök rezorpsiyonu açısından fazla önem taşımadığını bildirmişlerdir. Sjølien ve Zachrisson (2), Mc Fadden ve ark. (42) ve Linge ve Linge (43) de bu görüşü desteklemektedir.

3.1.4. Cinsiyet

Kök rezorpsiyonunun kızlarda erkeklere nazaran daha sık görüldüğünü bildiren bir çalışma (14) olduğu gibi, erkeklerde daha fazla olduğunu bildiren bir çalışmaya da rastlanmıştır (44). Diğer yandan Sjølien ve Zachrisson (2), Mc Fadden ve ark. (42), Linge ve Linge (43) ve Hendrix ve ark. (45) cinsiyetler arasında kök rezorpsiyonu bakımından herhangi bir fark bulamamışlardır.

3.1.5. Ortodontik Tedavi Öncesinde Varolan Kök Rezorpsiyonu

Ortodontik tedavi öncesinde kök rezorpsiyonu olan bireylerde tedavi sonrasında oluşan rezorpsiyonun normal bireylere nazaran daha şiddetli olduğu bildirilmiştir (14, 42). Mirabella ve Artun (46) ise bu görüşe katılmayıp uzun köklerin daha fazla rezorbe olduğunu bildirmişlerdir. Kaley

ve Phillips (47) de bu faktörün ortodontik tedavi sonrası oluşan rezorpsiyonun şiddetiyle ilişkili olmadığını savunmaktadırlar.

3.1.6. Kökün İçinde Bulunduğu Gelişim Evresi (Apeksifikasyon)

Hendrix ve ark. (45), apeksifikasyonu tamamlanmamış dişlerin kök rezorpsiyonuna karşı daha dirençli olduğunu bildirmiş ve tedaviye erken yaşta başlanmasını önermişlerdir. Reitan (32) da genç hastalarda kök yüzeyini örten sementoidin ve kalın preentin tabakasının rezorpsiyona karşı direnç sağladığını bildirmiştir. Bununla birlikte apeksifikasyon tamamlanmadan ortodontik kuvvete maruz kalan dişlerde kök ucu deviyasyonlarına rastlanmıştır (35).

3.1.7. Kök Formu

Atipik kök formuna sahip dişlerde apikal kök rezorpsiyonunun daha sıklıkla görüldüğü bildirilmiştir (14,42,46).

3.1.8. Travma

Travma tek başına kök rezorpsiyonu nedeni olabilmektedir (16,48). Daha önce travmaya maruz kalmış dişlerde ortodontik tedavi sırasında daha fazla kök rezorpsiyonu olduğu gözlenmiştir (6,48). Travmanın periodontal ligamentte veya sementte hasara yol açıp bu dişleri kök rezorpsiyonuna meyilli hale getirdiği düşünülmektedir (6).

3.1.9. Endodontik Tedavi

Endodontik tedavi görmüş dişlerde ortodontik tedaviyi takiben görülen kök rezorpsiyonu hakkında farklı görüşler vardır. Wickwire ve ark. (49) endodontik tedavili dişlerde kök rezorpsiyonunun daha fazla olduğunu

savunurken, Remington ve ark (4), Spurrier ve ark. (44), ve Mirabella ve Artun (46) endodontik tedavili dişlerin kök rezorpsiyonuna daha dayanıklı olduğunu bildirmişlerdir. Endodontik tedavili dişlerin gösterdiği direncin bu dişlerde dentinin sertliğinin artmasına bağlı olduğu düşünülmektedir.

3.1.10. Diş Tipine Göre Rezorpsiyon Yatkınlığı

Maksiller dişlerin mandibüler dişlere nazaran rezorpsiyona daha yatkın olduğu gösterilmiştir (14,42). Kök rezorpsiyonundan en çok etkilenen dişler sırasıyla üst yan keserler, üst orta keserler, alt keserler, alt 1. moların distal kökü, alt ve üst ikinci premolarlardır (50). Üst keser dişlerin yaptığı hareket miktarının genelde diğer dişlere göre daha fazla olması, kökün yapısı ve kemikle ve periodonsiyumla ilişkisi itibari ile kuvvetleri apekse daha fazla iletmesi bu dişleri rezorpsiyona daha meyilli kılmaktadır (50).

3.1.11. Alveol Kemiği Yoğunluğu

Alveol kemiği yoğunluğu arttıkça ortodontik tedavi sonucunda oluşan kök rezorpsiyonunun da arttığı bildirilmişse de (33,38), bu konu henüz netlik kazanmamıştır. Deneysel olarak hipokalsemik hale getirilen sıçanlarda kemik yoğunluğunun azalmasına bağlı olarak diş hareketinin hızlandığı, kök yüzeyi rezorpsiyonunun da az olduğu bildirilmiştir (38). Engström ve ark. (37) ise kök rezorpsiyonunun hiyalinizasyon bölgesine komşu alanlardaki yıkım faaliyetleriyle ilişkili olduğunu, hipokalsemi durumunda alveol kemiği rezorpsiyonundaki artışla birlikte kök rezorpsiyonunun da arttığını ileri sürmüşlerdir.

3.1.12. Tedavi Tekniği ve Kullanılan Apareylerin Etkisi

Edgewise tekniğinde kullanılan köşeli tellerin ve ağız dışı apareylerin uyguladığı büyük kuvvetlerin (33), Begg tekniğinde de dişlerin önce devrilip

sonra doğrultulmasının kökler için zararlı olduğu bildirilmiştir (51). Beck ve Harris (52), Edgewise ve Lightwire tekniklerini karşılaştırmış ve bu tekniklerle yapılan tedavilerde kök rezorpsiyonu yönünden bir fark bulamamışlardır. Blake ve ark. (53) Edgewise ve Speed mekaniklerini karşılaştırmışlar ve yine kök rezorpsiyonu yönünden bir fark bulamamışlardır. Blake ve ark. her iki tedavi tekniğinde de üst lateral dişlerde çekimli vakalarda çekimsiz vakalara nazaran daha fazla kök rezorpsiyonu bulmuşlardır. McFadden ve ark. (42) ise çekimli ve çekimsiz tedaviler arasında rezorpsiyon yönünden fark bulamamışlardır. Overjet'in giderilmesinde kullanılan aktif torklu köşeli tellerin ve Sınıf II elastiklerin kök rezorpsiyonu yönünden risk faktörleri olduğu bildirilmiştir (43). Mirabella ve Artun (46) ise elastik kullanımının elastiğin asıldığı dişler açısından risk oluşturabileceğini, biomekanik olarak karmaşık tedavilerin kök rezorpsiyonu riskini artırdığını bildirmişlerdir. Aktivatör tedavisinin ise kök rezorpsiyonunu artırmadığı bildirilmiştir (43). Rapid ekspansiyon vakalarında da kök rezorpsiyonu incelenmiştir. Langford (54) ve Harry ve Sims (36) ankraj alınan premolar dişlerin bukkal yüzeylerinde rezorpsiyon sahaları olduğunu göstermiştir. Erverdi ve ark. (55) ise doku destekli (Haas) ve diş destekli (Hyrax) iki rapid ekspansiyon apareyinin 1. premolar kökleri üzerine etkilerini incelemişler ve arada kök rezorpsiyonu yönünden bir fark bulamamışlardır.

3.1.13. Ortodontik Hareketin Tipi

Köklere en fazla zarar veren hareketin intrüzyon olduğu bildirilmişse de (35,42,56) köklere zarar vermeyen diş hareketi yok gibidir. Ön dişlerde uzun süreli tipping, molarların distal tipping'i, üst lateraller gibi küçük dişlerin uzun süreli gövdesel hareketi ve ön dişlerde uzun süreli tork hareketi kök rezorpsiyonuna yol açabilen hareket tipleridir (33).

3.1.14. Ortodontik Kuvvetin Miktarı

Uygulanan ortodontik kuvvetin şiddeti arttıkça kök rezorpsiyonunun da arttığı bildirilmiştir (36,57). Schwarz'a (58) göre optimal kuvvet kapiller kan damarlarındaki kan basıncını aşmayan kuvvettir. Bu da yaklaşık olarak 20-26 gr/cm² dir. Bu kuvveti aşan kuvvet değerleri uygulandığında periodontal ligamentte sıkışmaya bağlı iskemi ve nekroz gelişecek, diş hareketi yavaşlayacak, kök rezorpsiyonunu başlatan olaylar ortaya çıkacaktır. Steigman ve Michaeli (59) de hayvan deneylerinde optimal kuvvet sınırlarındaki kuvvetle en hızlı, en fazla ve en düzgün ortodontik hareketin elde edilebileceğini göstermişlerdir. Aralıklı kuvvet ve devamlı kuvvet kök rezorpsiyonu yönünden karşılaştırıldığında aralıklı kuvvetlerin dokuya kendini tamir imkanı sağladığından daha az kök rezorpsiyonu oluşturduğu öne sürülmüştür (33).

3.1.15. Ortodontik Hareketin Miktarı

Mirabella ve Artun (46) kesici dişlerde ön arka yöndeki kök hareketi miktarının kök rezorpsiyonu yönünden bir risk faktörü oluşturduğunu bildirmişlerdir. Dermaut ve DeMunck (56) ve Dellinger (57) ise intrüzyon esnasında dişin hareket miktarının rezorpsiyonla ilişkili olmadığını savunmuşlardır.

3.1.16. Ortodontik Tedavinin Süresi

Çoğu araştırmacı ortodontik tedavi süresinin uzamasının kök rezorpsiyonunu artırdığını göstermiştir (32,35,36,42,60). Phillips (5), Dermaut ve DeMunck (56), Kvam (61) ve Mirabella ve Artun (46) ise tedavi süresi ile kök rezorpsiyonu arasında bir ilişki bulamamışlardır. Ortodontik tedavi süresinden çok tedavi esnasında aktif kuvvetin uygulandığı süre önemli olabilir. Tedavi süresince apareyler aktif kuvvet uygulamadan da uzun sürelerle ağızda kalabilir (46).

Ortodontik tedavi bittikten sonra kök rezorpsiyonunun devam edip etmeyeceğini araştıran Copeland ve Green (62) ortalama 0.1 mm.lik bir rezorpsiyonunun meydana geldiğini bildirmişler, bunun farklı açıklamaları olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Birincisi, aktif tedavi bittikten sonra da kök rezorpsiyonu kısa bir süre için devam edebilir. Reitan'ın da bulguları bu yönde olup diş hareketi bittikten bir hafta sonrasına kadar kök rezorpsiyonunun devam edebileceği şeklindedir (33). İkinci bir etken retansiyon döneminde kullanılan Hawley apareyi veya lingual arkların aktif hazırlanmış olabileceğidir. Üçüncü bir etkenin ise oklüzal travma olabileceğini bildirmişlerdir.

3.2 Ortodontik Tedaviye Bağlı Kök Rezorpsiyonun Kuvvet Miktarı ve Süresi Yönünden İncelendiği Çalışmalar

Phillips (5), Edgewise tekniği ile tedavi edilmiş 69 hastadan tedavi başlangıcında ve bitiminde alınmış ağız içi filmlerde kök rezorpsiyonunu incelemiş, bu kişilere ait 1745 adet dişte kök rezorpsiyonunu "hafif", "orta" ve "şiddetli" olarak derecelendirmiştir. Bu incelemede en fazla kök rezorpsiyonunun üst ve alt santral ve laterallerde olduğunu tespit etmiştir. Edgewise tekniği ile tedavi edilmiş yaşları 10 ile 18 arasında değişen 62 hastadan tedavi başlangıcında ve sonunda aldığı lateral sefalogramlarda üst orta keserlerde gerçek kök rezorpsiyonu miktarını ölçmüştür. Araştırmacıya göre vakaların büyük çoğunluğunda apikal kök rezorpsiyonu tedavi sırasında kullanılan kuvvetlere bağlı olarak gelişmiştir. Cinsiyetler arasında kök rezorpsiyonu yönünden fark yoktur. Hastanın tedavi başlangıcındaki yaşıyla apikal kök rezorpsiyonu miktarı arasında korelasyon bulunmamıştır. Tedavi süresi ile apikal kök rezorpsiyonu arasında ve tedavi sırasında dişlerin katettiği yol ile kök rezorpsiyonu arasında da korelasyon yoktur. Bir iki ekstrem vaka haricinde kök maddesi kaybı önemsizdir ve diş dizisinin ömrünü ya da fonksiyonunu etkilemez.

Dellinger (57) *Macaca speciosa*'larda yaptığı çalışmada farklı kuvvetlerle gerçekleştirilen intrüzyon hareketini incelemiştir. Amacı intrüzyon sırasında dişlerin kron seviyelerinde izlenen alçalmanın dişlerin alveollerine gömülmesinden mi yoksa köklerin rezorbe olmasından mı kaynaklandığını ortaya koymaktır. Maymunların 1. premolar dişlerine 60 gün boyunca bukkal ve lingualden kantilever zemberekler aracılığıyla 10, 50, 100 ve 300 gram'lık intrüzyon kuvvetleri uygulamıştır. Maymunların kafataslarına önceden yerleştirmiş olduğu implantlar ve intrüze edilecek dişler ve ankraj dişler üzerine yapmış olduğu amalgam işaret noktaları yardımıyla intrüzyon hareketinin, ön arka yöndeki diş hareketinin ve dişlerin aksial tipping'inin miktarını ölçmüştür. Daha sonra deney dişlerini çekip histolojik incelemeye almış ve kök rezorpsiyonunu araştırmıştır. Sonuç olarak optimal bir kuvvetle dişlerin alveolleri içine gerçekten gömülebileceğini bulmuştur. Araştırmacıya göre bu optimal kuvvet 50 gr.'dır. Bu miktardaki bir kuvvetle hızlı diş hareketi elde edilirken kök rezorpsiyonu da hafif olmaktadır. 10 gr. kuvvet de fazla kök rezorpsiyonuna sebep olmamasına rağmen diş hareketi elde etmek için yetersiz kalmaktadır. 300 gram'lık kuvvette ise hem intrüzyon az olup hem de kök rezorpsiyonu çok şiddetli olmaktadır. 100 gr. kuvvet, 300 gr.'a göre daha çok intrüzyon sağlarken 300 gr. kadar olmamakla birlikte belirgin kök rezorpsiyonuna neden olmaktadır. Kök rezorpsiyonu köklerin kemik içinde katettikleri mesafeden çok kuvvet miktarına bağlıdır. Dellinger'a göre intrüzyonun mekanizması kök rezorpsiyonu değil, diğer diş hareketlerinde olduğu gibi kemik rezorpsiyonu ve apozisyonudur.

De Shields (1) Sınıf II, Bölüm1 maloklüzyon gösteren 24 erkek, 28 kız hastayı 12 ve 14 yaşlar arasında aynı yöntemle ortalama 21.5 ay tedavi etmiştir. Daha sonra sefalometrik ve periapikal filmlerde üst kesici dişlerin hareketini ve kök rezorpsiyonunu incelemiştir. Araştırmacı tedavi sonunda vakaların %99.8'inde en az bir üst keserin rezorpsiyon gösterdiğini bildirmiştir. Tedavi süresi ve kök rezorpsiyonu arasında anlamlı bir korelasyon olduğunu ileri sürmüştür. Ön-arka yöndeki diş hareketi

miktariyla kök rezorpsiyonu arasında anlamlı bir ilişki bulmuş, buna karşın dik yönde kök hareketinde böyle bir ilişki gösterememiştir.

Stenvik ve Mjör (35) ortodontik tedavi gereksinimi olan 10-13 yaşlar arasındaki hastaların tedavi amacıyla çekimi planlanan 1. premolar dişlerine 35 ila 250 gr. arasında değişen intüziv kuvvetler uygulamışlardır. Kuvvet uygulaması molar dişlerden ankraj alan zemberekler aracılığıyla yapılmıştır. Otuz beş adet 1. premolar diş 4 ile 35 gün arasında değişen sürelerle intrüze edilirken 35 adet diş de hiçbir işlem uygulanmadan kontrol olarak alınmıştır. Deney sürelerinin sonunda çekilen dişlerden alınan kök kesitleri ışık mikroskobu ile incelenmiştir. Histolojik incelemede kontrol dişlerin normal histolojik özellikler gösterdiği buna karşın deney dişlerinin pulpa, dentin ve sement dokularında belirgin değişiklikler olduğu saptanmıştır. Deney dişlerinde odontoblast tabakası ve pulpanın genelinde bariz bir vakuolizasyon gözlenmiştir. En fazla vakuolizasyona en büyük kuvvetlerin uygulandığı dişlerde rastlanmıştır. Apeksifikasyonu tamamlanmış dişlerde dejenerasyon daha fazla olmuştur. 150-200 gr.'dan büyük kuvvetler pulpa damarlarında staza neden olmuştur. Ayrıca pulpa damarlarının duvarlarında harabiyet ve bazen de hipertrofi gözlenmiştir. Çalışmada esas alınan deney sürelerinin bu dolaşım bozuklukları üzerinde fazla etkisi olmamıştır. Deney dişlerinin % 60'ında sement ve dentin rezorpsiyonu gözlenmiştir. Kontrol dişlerinde rezorpsiyon lakünaasına rastlanmamıştır. Kuvvetin miktarı arttıkça ve uygulama süresi uzadıkça sement ve dentin rezorpsiyonu artmıştır.

Kvam (61) yaşları 10 ile 12 arasında değişen bireylerden elde ettiği 40 adet 1. premolar diş üzerinde bir çalışma yapmıştır. Deney dişleri olarak kullandığı 23 diş, molar dişten ankraj alan bir zemberek yardımıyla, 50 gr. kuvvetle bukkal yönde 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 45, ve 76 günlük sürelerle hareket ettirmiştir. Daha sonra bu dişleri ve kontrol olarak aldığı 17 diş "Scanning Electron Microscope" (SEM) ile incelemiştir. Organik incelemede köklerin basınca maruz kalan yüzeylerinde hiyalinizasyon alanlarına rastlamıştır. İnorganik incelemede kök rezorpsiyonunun küçük (yaklaşık 6µm. çapında) ve yuvarlak kaviteleer şeklinde başladığını görmüştür.

Sementi aşır dentine inen rezorpsiyon kavileri tipik bal peteği görünümüne sahiptir. Kontrol dişlerinde de sığ rezorpsiyon kavilerine rastlamıştır. 5 günlük deney süresinin sonunda deney ve kontrol dişleri arasında bir fark gözlenmezken 15 günün sonunda deney dişlerde bir kaç küçük rezorpsiyon kavitesi ortaya çıkmıştır. 20 günlük sürenin sonunda ise kök rezorpsiyonu yaygın bir hal almıştır. Deney süresi uzadıkça küçük rezorpsiyon kavileri birleşip geniş rezorpsiyon alanlarına dönüşmekte ve bunların etrafında yeni küçük rezorpsiyon kavileri belirmektedir. Otuzbeş günün sonunda tüm kök yüzeyleri rezorpsiyon göstermektedir. Yirmibeş, 35,45 ve 76 günlük sürelerde ise rezorpsiyon defektleri dentine inmiştir fakat çok derin değildir. Kök yüzeyinde izlenen bu rezorpsiyon lakünalarının organik incelemede göze çarpan hiyalinizasyon bölgelerinin altında yer aldığı göze çarpmıştır. Kvam'a göre periodonsiyumdaki hiyalinize bölgelerin hücrelerce ortadan kaldırılması ve kök rezorpsiyonu eş zamanlı olarak yürümektedir.

Reitan (32) tedavi amacıyla çekimi planlanan 1. premolar dişlerde deneysel olarak ekstrüzyon, intrüzyon ve tipping hareketlerini incelemiştir. Bu hareketleri elde etmek için farklı yönlerde aktive edilebilen, 1. molardan ankraj alan bir zemberek kullanmıştır. Hastaların yaşları 9 ile 16 arasında değişmektedir. Toplam 18 dişi intrüze, 30 dişi ekstrüze etmiş, 24 dişe de labial veya lingual yönde tipping yaptırmıştır. Uyguladığı kuvvetler 25 ile 40 gr. arasında, uygulama süreleri de 10 ile 47 gün arasında değişmiştir. Araştırmacı daha sonra deney ve kontrol dişlerini ışık mikroskopunda incelemiştir. Elde ettiği sonuçlar kök rezorpsiyonunun deney süresinin uzamasıyla arttığını göstermiştir. 25 gün ve daha uzun süren tüm deneylerde kök rezorpsiyonu oluşmuştur. Kök yüzeyindeki sementoid tabakası ve kalın bir preentin tabakası rezorpsiyona karşı direnç oluşturmaktadır. Kuvvet miktarının artması kök rezorpsiyonunu artırmaktadır. Özellikle intrüzyon hareketinde bu ilişki daha belirgindir. Son olarak, kök rezorpsiyonu sıkışmanın çok kuvvetli ve uzun süreli olduğu vakalarda oluşmaktadır.

Rygh (15) de metodoloji bakımından yukarıda anlatılan çalışmalara benzer bir çalışmada kök rezorpsiyonunun periodonsiyumdaki sıkışmanın şiddetli ve uzun süreli olduğu vakalarda meydana geldiğini, hiyalinize dokuların ortadan kaldırılmasıyla sement rezorpsiyonunun eş zamanlı olduğunu ve kök rezorpsiyonunun hiyalinize dokular elimine edildikten sonra da devam ettiğini bildirmiştir. Araştırmacıya göre sementoid tabakası ve semente bitişik olgun periodontal kollajen lifler kök rezorpsiyonuna karşı bariyer görevi görürler. Hiyalinize dokuların eliminasyonu sementoid tabakasının ve olgun periodontal liflerin ortadan kalkmasına ve sementin odontoklastlarca rezorbe edilmeye elverişli çıplak bir yüzey olarak kalmasına yol açar. Ortodontik kuvvet ortadan kalkarsa veya belli bir seviyenin altına düşerse rezorpsiyon lakünaları tamir olunur.

Steigman ve Michaeli (59) ise sıçanlar üzerinde yaptıkları çalışmada sürekli intrüzyon kuvvetleri ile keser dişlerin intrüzyon hızı arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Hayvanlara 12 gün boyunca hafif (1.5-8 gr./cm.²), orta (12-18.5 gr./cm.²) ve ağır (30.5-32 gr./cm.²) intrüzyon kuvvetleri uygulamışlardır. Sonuçta hafif kuvvetlerin aktif intrüzyon oluşturmadığını, orta şiddetli kuvvetlerin başlangıçta belirgin bir intrüzyon, bunu izleyen kısa bir duraklama dönemi ve daha sonra sabit hızda (25 µm. /gün) devam eden bir intrüzyon oluşturduğunu bildirmişlerdir. Ağır kuvvetler ise uygulama gününden 8 gün sonra intrüzyon oluşturmuşlardır. Oluşan hareket miktarı çok olsa da kısa süreli olmuştur ve deney sonuna doğru hızı azalmıştır. Araştırmacılara göre sıçanların sistolik kan basıncı (16gr./cm.²) dolaylarında olan orta şiddette kuvvet ile en fazla , en hızlı ve en düzgün intrüzyon hareketi elde edilebilmektedir.

Harry ve Sims (36) materyal olarak tedavi amacıyla çekimi planlanan 18 adet deney ve 18 adet kontrol diş almışlardır. Gruplara ayırdıkları deney dişlerini 50,100 ve 200 gram'lık kuvvetlerle 14, 35 ve 70 günlük deney süreleri boyunca intrüze etmişlerdir. Çekimleri takiben dişleri SEM'de incelemişlerdir. Kök rezorpsiyonunun kuvvetin uygulama süresi uzadıkça arttığını, kuvvet miktarındaki artışın da kuvvetin süresi kadar olmamakla

birlikte kök rezorpsiyonunu artırdığını gözlemlemişlerdir. Hiçbir işlem uygulanmamış kontrol dişlerinde de küçük rezorpsiyon alanlarına rastlanmıştır. Bu rezorpsiyon alanları daha çok kökün yan kanallarının kök yüzeyine açıldığı kısımlarda gözlenmiştir. Seçilen en hafif kuvvet olan 50 gr. dahi 14 günlük en kısa deney süresi içerisinde bariz kök rezorpsiyonu oluşturmuştur. Bu deney süresi içinde uygulanan daha ağır kuvvetler 50 gram'lık kuvvetten sadece biraz daha fazla rezorpsiyon oluşturmuştur. En uzun deney süresi olan 70 günlük sürede uygulanan 50 gr. kuvvet orta şiddette kök rezorpsiyonu oluşturmuştur. Bu da göstermektedir ki kuvvet ne kadar hafif olursa olsun uzun süreli uygulandığında rezorpsiyon oluşması kaçınılmazdır. Yetmiş günün sonunda uygulanan tüm kuvvet değerleri apikal 1/3'de belirgin rezorpsiyon oluşturmuştur. Yetmiş gün kuvvet uygulanan gruplarda bir yandan kök rezorpsiyonu devam ederken diğer taraftan hücreli sement ile tamir işlemi başlamıştır.

Dermaut ve De Munck (56) ise intrüzyiv kuvvetlerin üst keser dişlerde kök rezorpsiyonu oluşturup oluşturmadığını incelemişlerdir. Bu amaçla yaş ortalaması 15 olan 20 hastada paralel teknikte çekilmiş periapikal filmler üzerinde intrüzyon öncesi ve sonrası kök boylarını oranlamışlar, intrüzyon miktarını ise lateral sefalogramlar üzerinde ölçmüşlerdir. Üst dört keserin intrüzyonu için modifiye edilmiş Burstone tekniği kullanmışlar, intrüzyon kuvvetini 100 gr. olarak sabit tutmuşlardır. İntrüzyon süresi ortalama 29 haftadır. Sonuçta keser dişlerde ortalama 3.6 mm. intrüzyon gerçekleştiğini, köklerde de istatistiksel olarak anlamlı bir kısalma meydana geldiğini göstermişlerdir. Rezorpsiyon miktarıyla intrüzyon miktarı arasında zayıf bir korelasyon bulmuşlardır. İntrüzyon süresi ile rezorpsiyon miktarı arasında ise anlamlı bir ilişki bulamamışlardır.

Owman-Moll (63) ergenlik çağındaki 144 bireyde sabit ortodontik bir apareyle 200 adet üst 1. premolar dişi 1 ile 7 hafta arasında değişen sürelerle bukkale doğru hareket ettirmiştir. Bu işlem sırasında bireyleri haftalık kontrollere tabi tutmuştur. Kuvvet miktarı, süresi, uygulanan kuvvetin tipi, hareket miktarı ve bu hareket esnasında oluşan kök rezorpsiyonu

arasındaki ilişkileri incelemiştir. Elli gram'lık devamlı kuvvet uygulandığında diş hareketinin zaman içinde arttığını, kuvvet 2 katına çıkarıldığında diş hareketi miktarında bir değişiklik olmadığını, fakat kuvvet 4 katına çıkarıldığında diş hareketinin ortalama % 50 arttığını bildirmiştir. Araştırmacı devamlı kuvvetle aynı miktardaki kesikli devamlı kuvvete nazaran daha fazla diş hareketi elde edildiğini gözlemlemiştir. Elli gram'lık devamlı kuvvet uygulandığında 2. haftadan itibaren kök rezorpsiyonunda önemli bir artış kaydedilmiştir. Üç haftalık kuvvet uygulamasını takiben apikal 1/3'de pulpaya yarı mesafeye uzanan derin kök rezorpsiyonlarına rastlanmıştır. Kök rezorpsiyonu kuvvet artışından fazla etkilenmemektedir. Elli gram kuvvet 4 katına çıktığında kök rezorpsiyonunda anlamlı bir artış olmamıştır. Devamlı kuvvetle kesikli-devamlı kuvvet arasında kök rezorpsiyonu yönünden anlamlı bir fark yoktur. Kök rezorpsiyonu ile diş hareketinin miktarı arasında anlamlı bir ilişki yoktur. Fakat diş hareketi ve kök rezorpsiyonu miktarı kişisel farklılıklardan etkilenmektedir.

Yukarıda sıralanan çalışmalarda kök rezorpsiyonunun ortodontik kuvvet miktarı, kuvvetin uygulanma süresi ve diş hareketi miktarıyla ilişkileri detaylı olarak incelenmiştir. Kuvvetin uygulanma süresi ile kök rezorpsiyonu miktarı arasındaki ilişki konusunda çelişkili görüşler ileri sürülmüştür. Bazı araştırmacılar kök rezorpsiyonun kuvvetin uygulanma süresi uzadıkça arttığını bildirirken (32,35,36,61,63) diğerleri bu ikisi arasında anlamlı bir ilişki bulamamışlardır (5,46,47,56). Bu çalışmanın amacı intrüziv bir kuvvetin farklı uygulama sürelerinde kök boyunda ve kök yüzeyinde meydana getirdiği değişikliklerin;

1-radyografik,

2-topografik olarak değerlendirilmesi,

3-intrüzyon hareketi miktarı ile kök rezorpsiyonu miktarı arasında bir korelasyon olup olmadığının belirlenmesidir.

Kök rezorpsiyonunun radyografik olarak incelendiği çalışmalarda, filmlerin elde edilmesinde ve kök rezorpsiyonunun değerlendirilmesinde yöntem farklılıkları vardır. Kök boyundaki kısalmanın standardize edilmiş

periapikal filmler üzerinde ölçüm yapılarak değerlendirildiği çalışmalar sayıca azdır (2,56,64). Çalışmamızda kök boyundaki değişikliklerin kesin ve güvenilir olarak belirlenebilmesi amacıyla periapikal filmlerin standardize edilmesi planlanmıştır. Çalışmamızda kök yüzeylerindeki rezorpsiyon "Scanning Electron Microscope (SEM)" ile değerlendirilmiştir. Literatürde kök rezorpsiyonunun insan dişlerinde incelendiği mikroskop çalışmalarının sayıca fazla olmaması, çalışma materyalimizi ve elde edilen sonuçları değerli kılmaktadır.



4. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na tedavi olmak amacıyla başvuran 50 hastanın tedavi planlaması gereği çekimi düşünülen toplam 100 adet üst 1. veya 2. premolar dişi üzerinde gerçekleştirilmiştir. İncelemeye alınan dişlerin 95'i 1. premolar, 5'i 2. premolardır. Çalışmanın başlangıcında hastaların tümünden gönüllü katılım için onay alınmıştır.

Çalışma grubunu oluşturan bireyler sırasıyla 13, 18 ve 19 birey içeren 3 gruba ayrılmıştır. Birinci grubu oluşturan bireylerin 6'sı erkek 7'si kızdır ve yaş ortalamaları 15.23 ± 1.87 yıldır. İkinci grubu oluşturan bireylerin 9'u kız, 9'u erkek olup yaş ortalamaları 16.22 ± 2.46 yıldır. Üçüncü grupta ise bireylerin 12'si kız, 7'si erkek olup yaş ortalamaları 15.26 ± 2.44 yıldır. Birinci grupta intrüzyon süresi 1 ay (4 hafta), ikinci grupta 2 ay ve 3. grupta 3 ay olarak planlanmıştır.

Üst diş arkının bir tarafından çekilmesi düşünülen premolar deney dişi olarak alınırken, karşı taraftan çekilecek olan diş kontrol olarak alınmıştır. Her grupta bir hastadan diğere deney ve kontrol olarak alınan taraflar değiştirilmiştir. Örneğin bir hastada sağ taraftaki diş deney, sol taraftaki kontrol alınmışsa, diğere bir hastada sol taraftaki deney, sağ taraftaki kontrol alınmıştır.

Deney ve kontrol dişlerinin kronlarının bukkal yüzeylerine, mesio-distal yönde kronu ortalayacak şekilde, 1.5-2 mm çapında mine kavimleri açılmış ve buralara amalgam referans noktaları yerleştirilmiştir. Sağ taraftaki referans noktası dişin bukkal yüzeyinin oklüzal üçte birine, sol taraftaki ise servikal üçte birine yerleştirilmiştir (Şekil 1A, B). Referans noktalarının bu şekilde yerleştirilmesiyle lateral sefalogramlar üzerinde sağ ve sol tarafın birbirinden ayırt edilebilmesi hedeflenmiştir.



A



B

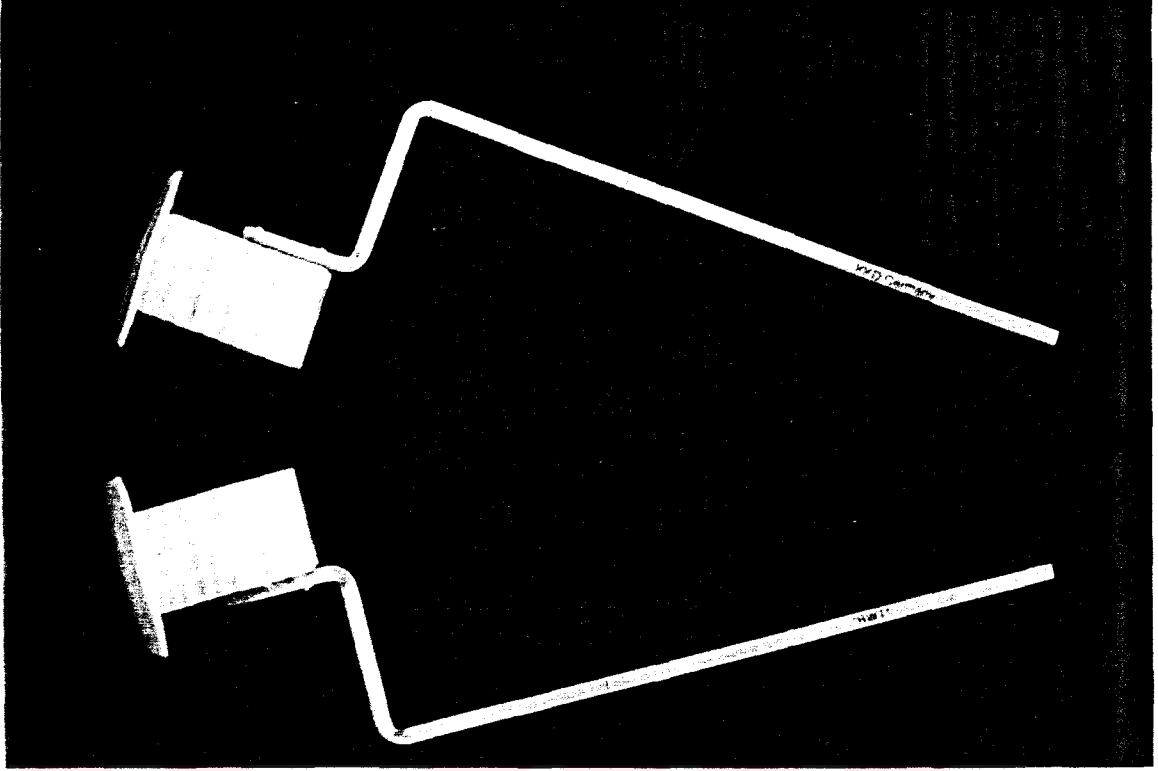
Şekil 1: Premolar dişler üzerindeki amalgam işaret noktaları. **A,** sağ taraf; **B,** sol taraf.

4.1. Radyolojik Yöntem

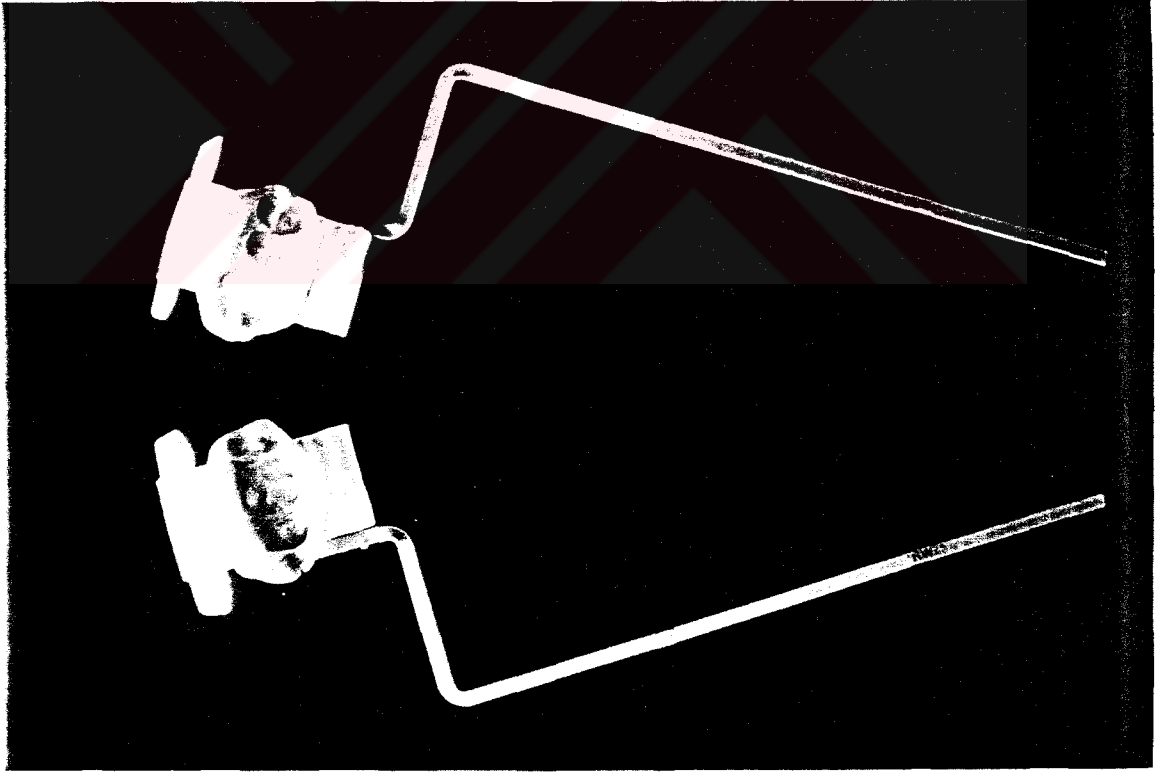
Deney sürelerinin başlangıcında ve bitiminde tüm bireylerin lateral sefalogramları ve buna ek olarak deney ve kontrol dişlerinin periapikal filmleri alınmıştır. Lateral sefalogramlar Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Oral Diagnoz ve Radyoloji Bilim Dalı'nda bulunan Trophy sefalostatıyla 90 kV ve 15 mA'de, ışın kaynağı ile birey arası mesafe 1.5 m. ve birey ile film arası mesafe 12 cm. olacak şekilde ışınlama yapılarak elde edilmiştir. Periapikal filmler diş görüntü ve boyutlarındaki distorsiyonları en aza indirmek amacıyla uzun kon kullanılarak paralel teknikle çekilmiştir. Başlangıç ve bitiş filmlerinde standardizasyon elde edebilmek amacıyla her birey için sağ ve sol posterior dişlerin soğuk akrilikten ısırma bloğu şeklinde ölçüleri hazırlanmıştır (64). Bu ısırma blokları film tutucuları üzerinde sabitlenecek şekilde hazırlanmışlardır (Şekil 2). Filmler, dişler bu ölçülere yerleşmiş durumda iken, röntgen cihazının uzun konu film tutucu endikatörüne temas ettirilerek çekilmiştir (Şekil 3,4). Film tutucu endikatörü ile film arasındaki mesafe 8 cm.'dir. Kullanılan röntgen konu, film tutucu ve film tutucu endikatörü Alman Kentzler-Kaschner Dental (KKD) firmasından temin edilmiştir. Periapikal filmler Trophy 558 röntgen cihazında 55 kV ve 10 mA'de, 1 saniye ışınlama süresinde ve 3x4 cm.'lik Agfa Dentus marka ağız içi filmler kullanılarak elde edilmiştir. Tüm periapikal filmler araştırmacı tarafından çekilmiş olup bunların banyoları da yine aynı kişi tarafından standart koşullarda yapılmıştır.

4.2. İntrüzyon Yöntemi

Üst çenede deney dişinin bulunduğu taraftaki 1. molar bantlanmış, 1. ve 2. premolarlar braketlenmiştir. İntrüze edilecek olan premoların komşu dişlerle sıkı kontaktı olduğu durumlarda bu kontaktlar şerit zımpara ile stripping yapılarak giderilmiştir. İntrüzyon için 0.017x0.025 inch çapındaki TMA telinden bükülmüş, dikdörtgen şeklinde bir zemberek kullanılmıştır. Bu

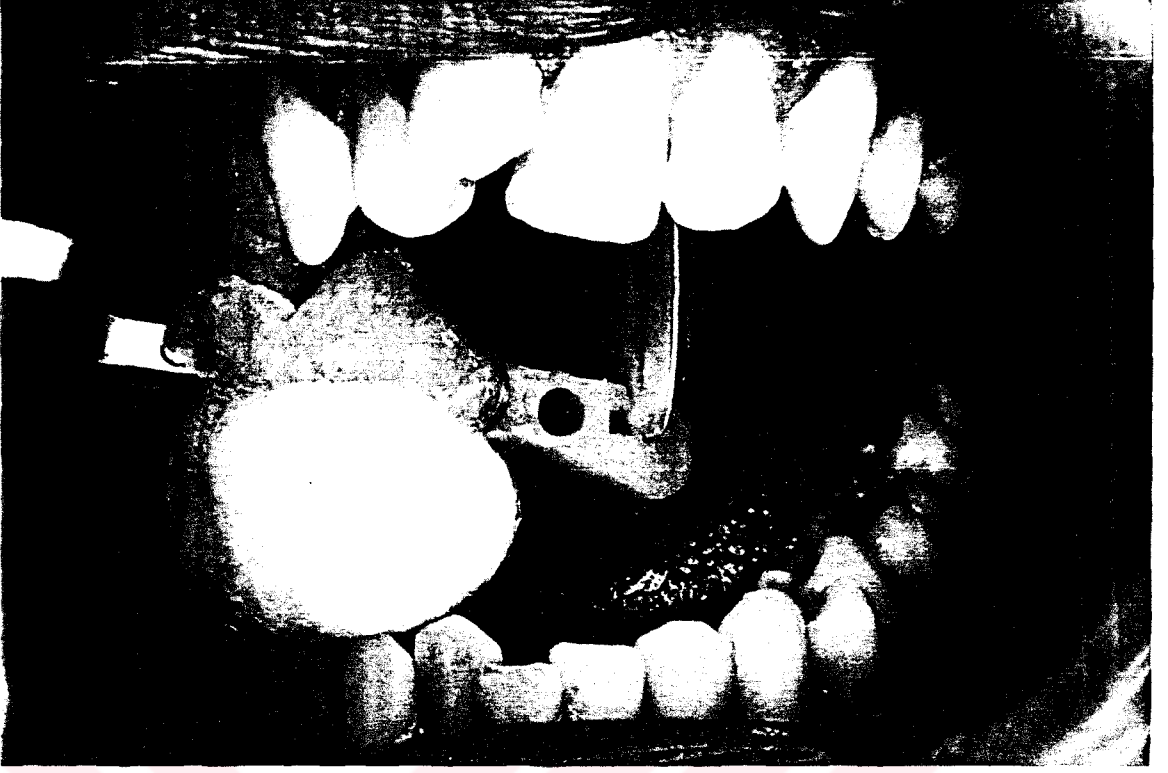


A



B

Şekil 2: A, film tutucu; B, film tutucu üzerinde kişiye özel akrilik ısırma bloğu.



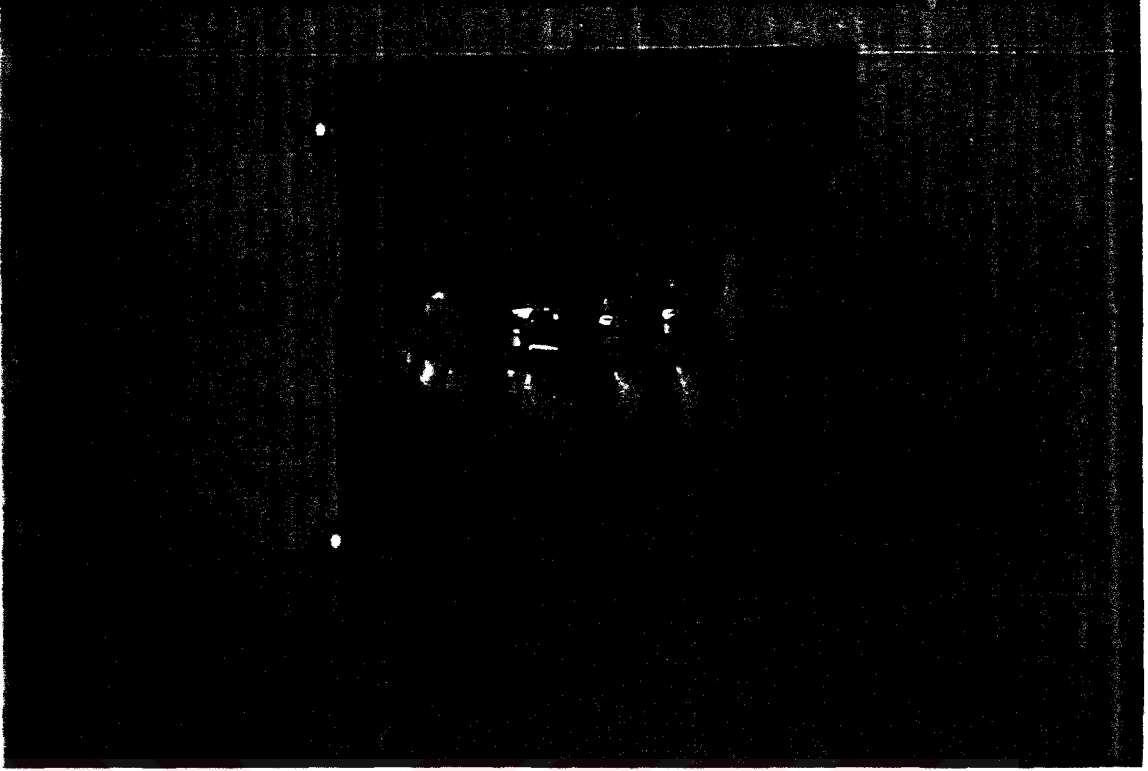
Şekil 3: Film tutucu ve akrilik ısırma bloğunun ağız içi görüntüsü.



Şekil 4: Uzun röntgen túbünün film tutucu endikatörüne adapte edilmesi.

zemberek Marcotte 'un (65) premolar ekstrüzyonu için tarif ettiği zemberek olup aktivasyonları değiştirilerek ekstrüzyon yerine intrüzyon yaptırması sağlanmıştır. Bu zembereği kullanmak suretiyle mesio-distal ve bukko-lingual yönde kontrollü bir intrüzyon hareketinin elde edilmesi hedeflenmiştir. Birinci molar tübü ve 2. premolar braketi arasında seviye farkı olduğu durumlarda zembereğin arka bacağının buralardan pasif bir şekilde geçirilebilmesi için gerekli birinci ve ikinci düzen bükümler yapılmıştır. Zembereğin aktivasyonu Şekil 5 'de gösterilmektedir. Buradaki a açısının daraltılması zembereğin 1.premolar üzerinde intrüziv bir etki oluşturmasını sağlamaktadır (Şekil 5A). Fakat bu aktivasyon premoları intrüzyonun yanı sıra mesial yönde devrilmeye zorlamaktadır. Bu etkiyi elimine etmek için b açısının da a açısı kadar daraltılması gerekmektedir (Şekil 5B). Bu ikinci aktivasyon bükümü premoların kronunu distale doğru devrilmeye zorlayacak ve dişin üzerine etkileyen iki zıt yönlü devirici kuvvet birbirini kompanse edecektir. Böylelikle premoların mesio-distal yönde devrilmeden intrüze edilebilmesi mümkün olacaktır. Bu çalışmada intrüzyon kuvveti 2 ounce olarak belirlenmiştir (Şekil 6). Kuvvet miktarı Amerikan ETM firmasının 'Dontrix' kuvvet ölçme cihazı ile ölçülmüştür.

Çalışmada intrüzyonu istenilen 5 adet 2. premolar için bu zemberek yine bir dişin intrüzyonuna karşılık iki diş ankraj alınacak şekilde modifiye edilerek uygulanmıştır (Şekil 7). Hastalar iki haftada bir kontrole çağırılarak zembereğin kuvvet değeri ölçülmüş ve kuvvetin tekrar 2 ounce olması için gerekli aktivasyon yapılmıştır. Intrüzyon mekaniğinin ağızda aktif durumu Şekil 8'dedir. Intrüzyon öncesi ve intrüzyon sonrası ağız içi görünümler Şekil 9'da görülmektedir.

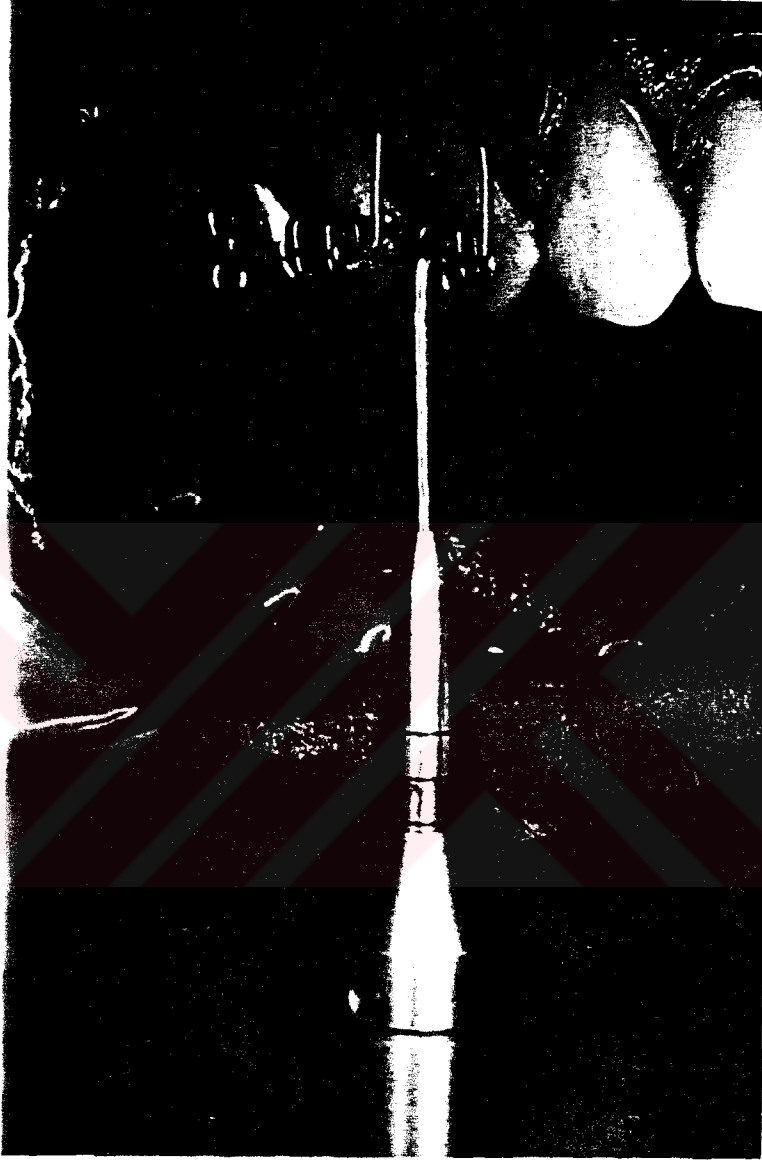


A

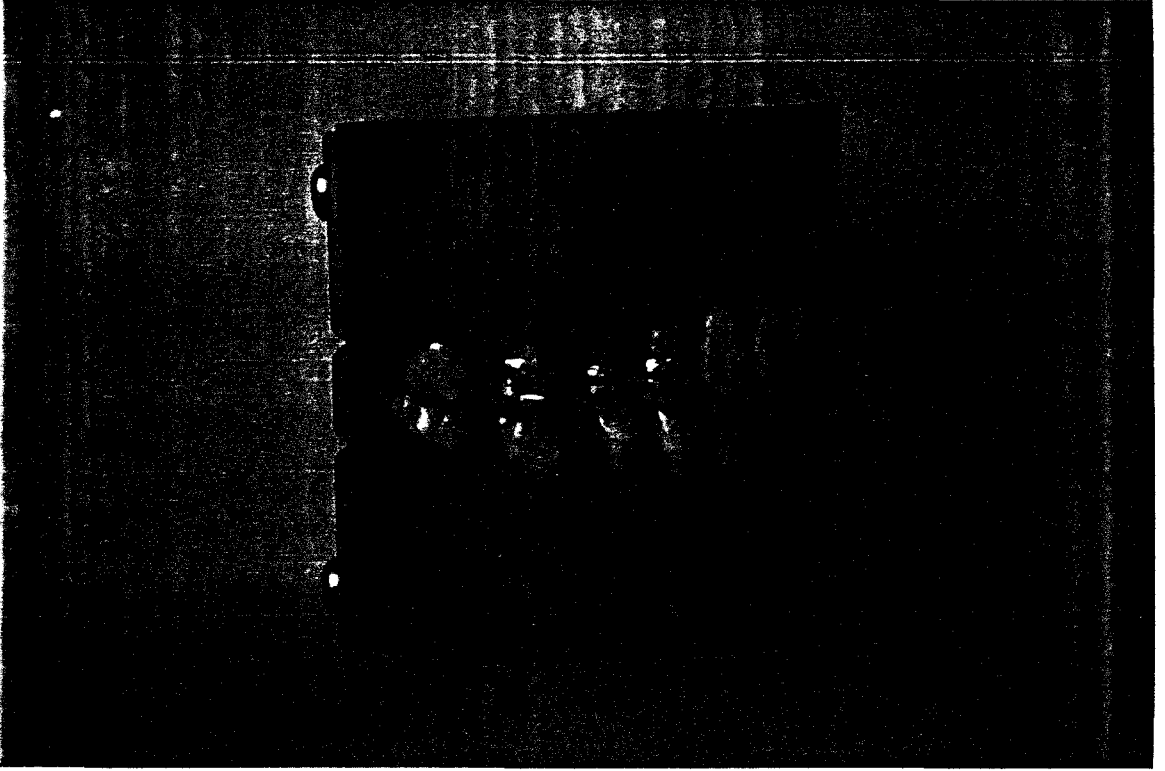


B

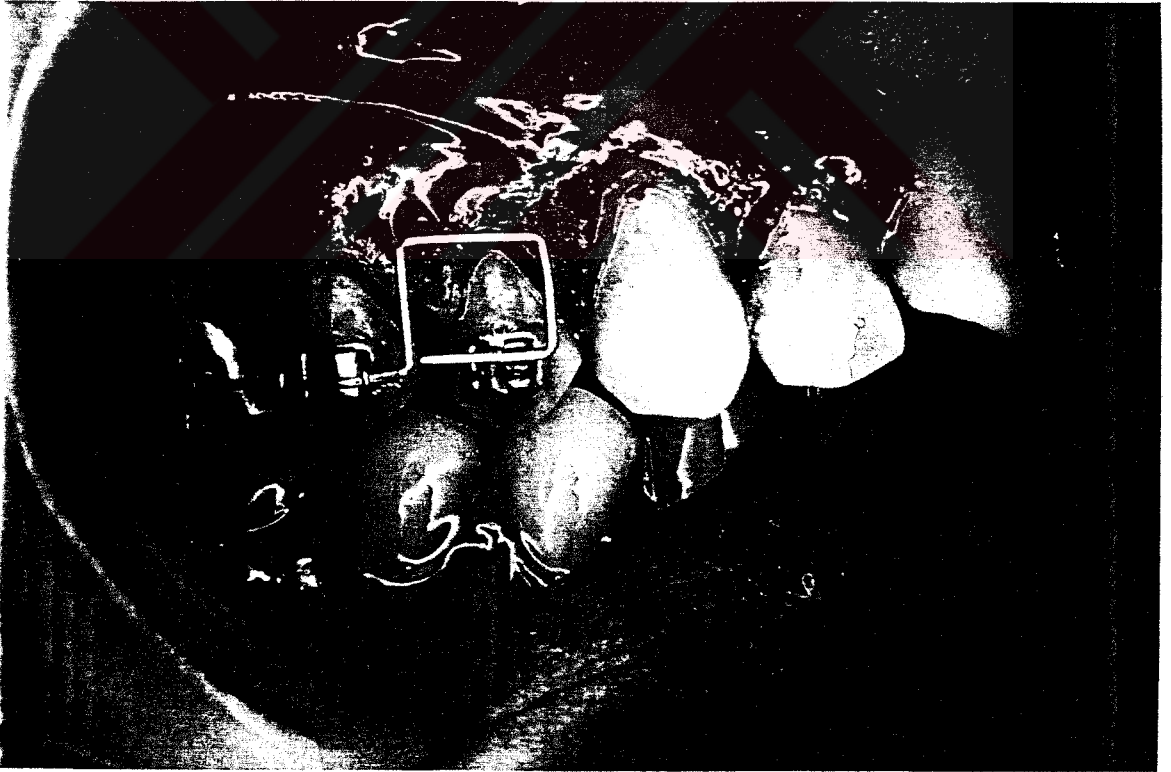
Şekil 5: Dikdörtgen zembereğin typodont üzerinde aktivasyonu. **A**, birinci aktivasyon bükümü; **B**, ikinci aktivasyon bükümü.



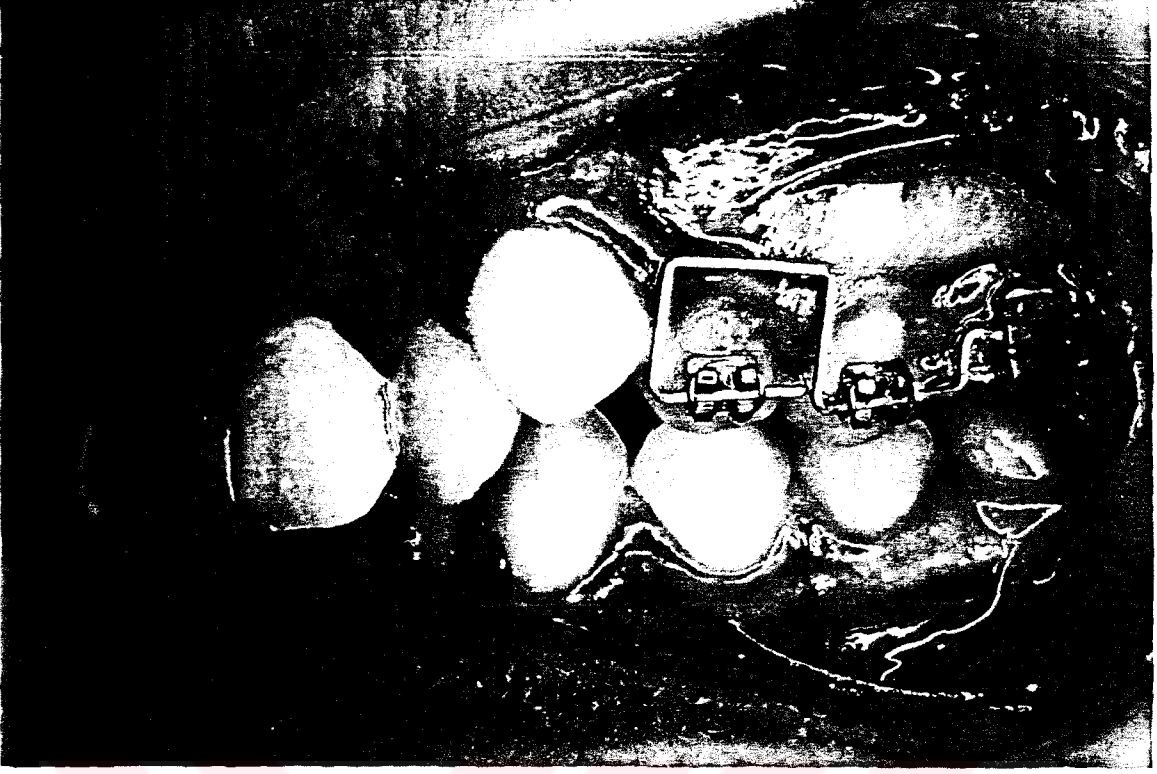
Şekil 6: Ağızda 2 ounce ölçümü.



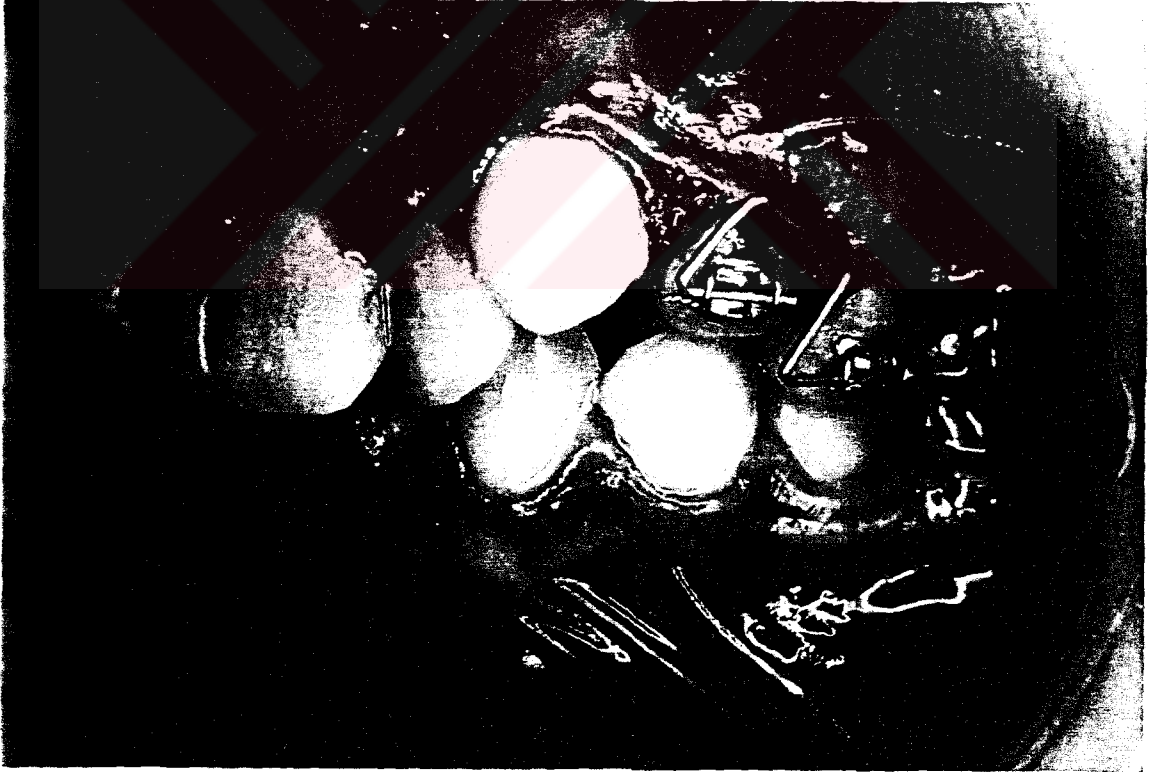
Şekil 7: İkinci premolar için modifiye zemberek.



Şekil 8: Dikdörtgen zembereğin braketslere bağlanmadan önce aktif durumu.



A



B

Şekil 9: A, intrüzyon öncesi ağız içi görünüm; B, intrüzyon sonrası ağız içi görünüm.

4.3. Kök Yüzeyi İnceleme Yöntemi

Deney sürelerinin sonunda çekimi planlanan tüm dişler çekilmiştir. Her 3 gruptan rastgele seçilmiş 3'er hastanın deney ve kontrol dişleri (toplam 18 diş) "Scanning Electron Microscope (SEM)" ile incelenmeye alınmıştır. Bu amaçla şu hazırlık işlemleri yapılmıştır:

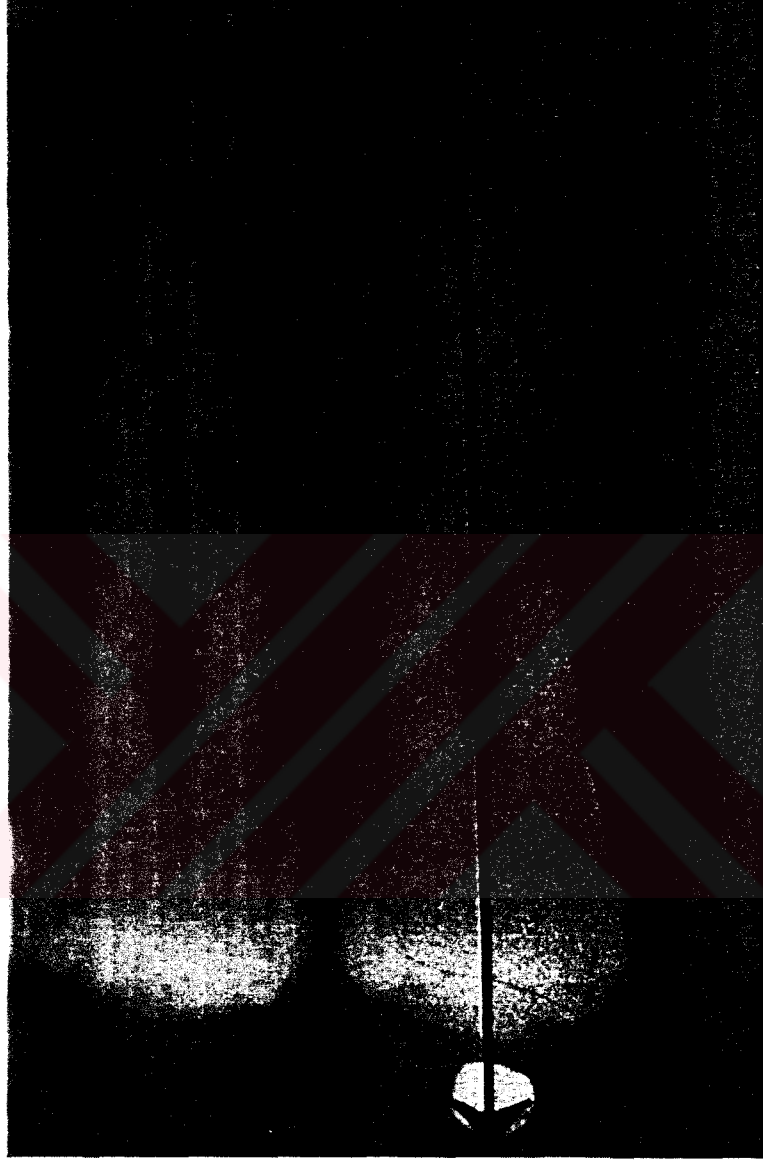
Dişler çekildikten sonra %10'luk formaldehid içeren şişelere yerleştirilmiş ve tüm dişler toplanana kadar bu ortamda bekletilmiştir. Daha sonra su spreyi altında, döner bir disk yardımıyla diş kökleri kronlarından ayrılmıştır. Diş kökleri, üzerlerindeki yumuşak doku artıklarının eliminasyonu amacıyla önce bir diş fırçasıyla temizlenmiş, daha sonra 1 saat kadar % 5'lik sodyum hipoklorit solüsyonunda bekletilmiştir. Bu işlemden sonra kökler suyla çalkalanmış, bir süre açıkta bekletilerek kurutulmuş ve içleri temiz ,boş şişelere yerleştirilerek bundan sonraki işlemlerin yapılacağı Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı'nda bulunan Elektron Mikroskopi Ünitesi'ne götürülmüştür. Burada kökler amilasetat ile dehidrate edilmiş ve "critical point dryer " ile kurutulmuştur. Daha sonra "Biorad sputter coater" da altınla kaplanmışlardır. Kaplama işleminden sonra inceleme için hazır duruma gelen kökler yine bu ünite ve İstanbul Teknik Üniversitesi Metalurji Fakültesi'nde JEOL JSM-5200 SEM ile incelenmiştir. Karşılaştırma yapabilmek amacıyla köklerin bukkal yüzeyleri fotoğraflanmıştır.

4.4. Radyografik ölçüm yöntemi

Dişlerin intrüzyon miktarı bireylerden deney sürelerinin başlangıç ve bitiminde alınan toplam 100 adet lateral sefalogram üzerinde ölçülmüştür. Filmler üzerinde SN düzleminin altında ve SN düzlemiyle 7° lik açı yapan bir yatay düzlem çizilmiştir ve referans alınmıştır (66,67). Deney ve kontrol dişleri için amalgam referans işaretinin en oklüzal noktasından bu düzleme olan dikey uzaklık ölçülmüştür (Şekil 10). Başlangıç filminden bitiş filmine bu



Şekil 10: Sefalometrik film üzerinde intrüzyon miktarının ölçümü



Şekil 11: Periapikal film üzerinde rezorpsiyon miktarının ölçümü.

uzaklıkta meydana gelen değişiklik dişlerin intrüzyon miktarı olarak değerlendirilmiştir. Kök boyları deney sürelerinin başlangıç ve bitişinde alınan toplam 200 adet periapikal film üzerinde değerlendirilmiştir. Periapikal film üzerindeki görüntüler bir slayt makinesi (KODAK Carousel S-AV 1030) ile 10 kez büyütülerek perde görevi gören düz bir yüzeye yansıtılmış ve ölçümler bu yüzey üzerinde şeffaf bir cetvel yardımıyla en yakın bir 1mm.'lik hassasiyetle ölçülmüştür (46). Görüntüdeki 1 mm. film üzerindeki 0.1 mm.'ye eşdeğerdir. Küçük bir asetat parçası üzerine ince uçlu bir kalemle 5 mm. uzunluğunda bir çizgi çizilmiş ve bu asetat bir slayt çerçevesine yerleştirilip üzerindeki çizgi slayt makinesiyle perdeye yansıtılmıştır. Perde üzerindeki çizginin boyu 5 cm. olana kadar slayt makinesinin konumu ve ayarlarında gerekli değişiklikler yapılmıştır. Görüntüde istenilen büyütme elde edildiğinde periapikal filmler slayt çerçevesine yerleştirilerek ölçümler yapılmıştır. Üzerinde 5 mm.'lik çizgi bulunan asetat parçası ölçümü yapılacak her periapikal filmle birlikte slayt çerçevesine yerleştirilerek her ölçüm sırasında magnifikasyon kontrolü yapılmıştır. Amalgam referans işaretinin en oklüzal noktasından kök apeksine olan mesafe ölçülmüştür (Şekil 11). Başlangıç filminden bitiş filmine bu mesafede ölçülen **değişiklik** kök rezorpsiyonu olarak değerlendirilmiştir. Periapikal filmlerde premoların iki kökünün de görülebildiği durumlarda uzun olan kök değerlendirmeye alınmıştır.

4.5. İstatistiksel Yöntem

Sefalometrik ve periapikal filmler üzerinde yapılan ölçümlerin güvenilirliğini saptamak için bu filmler arasından rastgele seçilen 30 sefalometrik ve 30 periapikal film 15 gün arayla tekrar ölçülmüş ve iki ölçümde elde edilen değerler İki Eş Arasındaki Farkın Önemlilik Testi ile kontrol edilmiştir. Çalışmada kullanılan intra-oral radyografik yöntemin güvenilirliğini belirlemek için hiçbir işlem uygulanmamış olan, dolayısıyla kök boylarında anlamlı değişiklik beklenilmeyen her 3 gruptaki kontrol dişlerinin kontrol başı ve

kontrol sonu kök boyları İki Eş Arası Farkın Önemlilik Testi ile karşılaştırılmıştır. İntrüzyon ve kök rezorpsiyonu miktarlarının ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Deney ve kontrol sürelerinin başlangıcından bitimine lateral sefalogramlar ve periapikal filmler üzerinde ölçülen değişiklikler İki Eş Arasındaki Farkın Önemlilik Testi ile değerlendirilmiştir. Deney ve kontrol gruplarında meydana gelen değişiklikler İki Ortalama Arası Farkın Önemlilik Testi ile karşılaştırılmıştır. Üç gruba ait deney dişlerinde meydana gelen değişikliklerin birbirleriyle karşılaştırılmasında da İki Ortalama Arası Farkın Önemlilik Testi kullanılmıştır. İntrüzyon miktarı ile kök rezorpsiyonu miktarı arasındaki ilişki Korelasyon Analizi ile belirlenmiştir.



5. BULGULAR

5.1. Ölçümlerin Güvenilirliği

Intra-oral radyografik yöntemin güvenilirliğini belirlemek için hiçbir işlem uygulanmamış olan ve dolayısıyla kök boylarında bir değişiklik beklenilmeyen kontrol dişlerinin kontrol başı ve kontrol sonu kök boyları İki Eş Arasındaki Farkın Önem Testi ile karşılaştırılmıştır. Fark anlamsız bulunmuştur (Tablo 7).

Sefalometrik filmler üzerinde yapılan ölçümlerin güvenilirliğini saptamak için yapılan İki Eş Arasındaki Farkın Önem Testi'nin sonuçları Tablo 1'de görülmektedir. İki ölçüm arasındaki fark anlamsız bulunmuştur.

Periapikal filmler üzerinde yapılan ölçümlerin güvenilirliğini saptamak için yapılan İki Eş Arasındaki Farkın Önem Testi'nin sonuçları Tablo 2'de görülmektedir. İki ölçüm arasındaki fark anlamsız bulunmuştur.

Tablo 1: İntrüzyon ölçümleri için metod hatası tablosu.

X	SD	X	SD	D	SD	p
69.76	10.13	69.81	10.14	-0.05	0.4	-

Tablo 2 : Kök rezorpsiyonu ölçümleri için metod hatası tablosu.

X	SD	X	SD	D	SD	p
21.88	1.99	21.91	2.03	-0.03	0.12	-

5.2. Dikdörtgen zembereğin kuvvetindeki azalma

Zembereğin kuvveti aktivasyondan 3 gün sonra ortalama %50 azalmakta, 7 gün sonra ise sifira inmektedir.

5.3. İntrüzyon Bulguları

Her 3 grubun kontrol dişlerinin çalışma başlangıcı ve bitimindeki ölçümlerinin karşılaştırılması Tablo 3'de görülmektedir. Bir aylık ve 3 aylık gruplarda kontrol dişlerinde anlamlı bir değişiklik olmazken, 2 aylık grupta meydana gelen ortalama 0.28 mm.'lik uzama anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Deney dişlerinin çalışmanın başlangıcı ve bitimindeki ölçümleri Tablo 4'de karşılaştırılmaktadır. Bir aylık grupta ortalama 0.54 mm. ($p<0.05$), 2 aylık grupta 1.05 mm. ($p<0.001$) ve 3 aylık grupta 1.18 mm. ($p<0.01$) intrüzyon gerçekleşmiştir.

Tablo 5'de her 3 grup için deney ve kontrol dişlerinin farkları karşılaştırılmıştır. Üç grupta da kontrol dişleri ile deney dişleri arasındaki fark anlamlı bulunmuştur. Bu anlamlılık 1 aylık grupta $p<0.05$, 2 aylık grupta $p<0.001$ ve 3 aylık grupta $p<0.01$ düzeyindedir. Üç gruptaki intrüzyon değerleri birbirleri karşılaştırıldığında aralarındaki farklar anlamsız bulunmuştur (Tablo 6).

Tablo 3: Kontrol dişlerinin sefalometrik referans düzlemine olan uzaklığında kontrol sürelerinin başlangıcından bitimine meydana gelen değişikliklerin incelenmesi.

	X	SD	X	SD	D	SD	p
1 ay (n=13)	70.80	4.80	70.88	4.76	0.08	0.53	-
2 ay (n=18)	72.13	4.94	72.41	4.83	0.28	0.49	*
3 ay (n=19)	70.76	4.90	70.97	4.55	0.21	1.53	-

* $p<0.05$

Tablo 4: Deney dişlerinin deney sürelerinin başlangıcından bitimine sefalometrik referans düzlemine olan uzaklığında meydana gelen değişikliklerin incelenmesi.

	X	SD	X	SD	D	SD	p
1 ay (n=13)	71.15	5.81	70.61	6.15	0.54	0.80	*
2 ay (n=18)	71.25	5.39	70.20	5.64	1.05	0.93	***
3 ay (n=19)	71.60	5.13	70.42	4.92	1.18	1.54	**

* p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

Tablo 5: Kontrol ve deney dişlerinin intrüzyon miktarlarının karşılaştırılması.

	KONTROL		DENEY		p
	D	SD	D	SD	
1 ay (n=13)	0.08	0.53	0.54*	0.80	*
2 ay (n=18)	0.28	0.49	1.05***	0.93	***
3 ay (n=19)	0.21	1.53	1.18**	1.54	**

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001.

Tablo 6: Deney dişlerinin intrüzyon miktarlarının deney sürelerine göre birbirleriyle karşılaştırılması.

	1 ay	2 ay	3 ay	p
intrüzyon (X)	0.54	1.05		-
"		1.05	1.18	-
"	0.54		1.18	-

Tablo 4: Deney dişlerinin deney sürelerinin başlangıcından bitimine sefalometrik referans düzlemine olan uzaklığında meydana gelen değişikliklerin incelenmesi.

	X	SD	X	SD	D	SD	p
1 ay (n=13)	71.15	5.81	70.61	6.15	0.54	0.80	*
2 ay (n=18)	71.25	5.39	70.20	5.64	1.05	0.93	***
3 ay (n=19)	71.60	5.13	70.42	4.92	1.18	1.54	**

* p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

Tablo 5: Kontrol ve deney dişlerinin intrüzyon miktarlarının karşılaştırılması.

	KONTROL		DENEY		p
	D	SD	D	SD	
1 ay (n=13)	0.08	0.53	0.54*	0.80	*
2 ay (n=18)	0.28	0.49	1.05***	0.93	***
3 ay (n=19)	0.21	1.53	1.18**	1.54	**

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001.

Tablo 6: Deney dişlerinin intrüzyon miktarlarının deney sürelerine göre birbirleriyle karşılaştırılması.

	1 ay	2 ay	3 ay	p
intrüzyon (X)	0.54	1.05		-
"		1.05	1.18	-
"	0.54		1.18	-

5.4. Kök Rezorpsiyonu Bulguları

Tablo 7'de her 3 grubun kontrol dişlerinin çalışma başlangıcı ve bitimindeki uzunlukları karşılaştırılmaktadır. Üç grupta da kontrol dişlerinde anlamlı bir değişiklik bulunmamıştır.

Deney dişlerinin uzunluklarında çalışma başlangıcından bitimine ölçülen değişimler Tablo 8'de gösterilmiştir. Bir aylık grupta ortalama 0.01 mm. olarak ölçülen kök kılma miktarı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. İki aylık grupta 0.41 mm. ve 3 aylık grupta 0.47 mm. olarak ölçülen kök kılma miktarları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$). Üç grupta da kök boyundaki kılma miktarının bireysel farklılıklar gösterdiği görülmüştür.

Her 3 grupta kontrol ve deney dişlerinde ölçülen farkların birbirleriyle karşılaştırılması Tablo 9'da gösterilmiştir. Bir aylık grupta kontrol ve deney dişlerindeki kök uzunluğu değişimleri birbirinden anlamlı bir fark göstermezken 2 aylık ($p<0.01$) ve 3 aylık ($p<0.001$) gruplarda fark anlamlı bulunmuştur.

Deney dişlerinde olan kılmalara deney sürelerine göre birbirleriyle karşılaştırılmıştır (Tablo 10). Buna göre 1 aylık grupta oluşan kök kılma miktarı 2 aylık gruptaki kök kılma miktarıyla karşılaştırıldığında aradaki fark anlamlıdır ($p<0.05$). İki aylık gruptaki kök kılma miktarı 3 aylık grupta karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır. Bir aylık gruptaki kök kılma miktarı 3 aylık grupta karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

Dişlerin intrüzyon miktarıyla kök rezorpsiyonu miktarı arasındaki korelasyon Tablo 11'de görülmektedir. Bir aylık grupta 0.11, iki aylık grupta 0.42 olarak belirlenen korelasyon katsayıları istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Üç aylık grupta 0.58 olan korelasyon katsayısı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

Tablo 7: Kontrol dişlerinde kontrol sürelerinin başlangıcından bitimine kök boylarında meydana gelen değişikliklerin incelenmesi.

	X	SD	X	SD	D	SD	p
1 ay (n=13)	21.18	2.13	21.23	2.08	0.05	0.27	-
2 ay (n=18)	21.99	2.53	22.00	2.58	0.01	0.46	-
3 ay (n=19)	20.66	2.81	20.81	2.77	0.15	0.39	-

Tablo 8: Deney dişlerinde deney sürelerinin başlangıcından bitimine kök boylarında meydana gelen değişikliklerin incelenmesi.

	X	SD	X	SD	D	SD	p
1 ay (n=13)	21.87	2.24	21.86	2.46	0.01	0.52	-
2 ay (n=18)	21.42	2.26	21.01	2.18	0.41	0.52	***
3 ay (n=19)	21.46	1.89	20.99	1.95	0.47	0.59	***

*** p<0.001.

Tablo 9: Kontrol ve deney dişlerinin kök boylarındaki değişimlerin karşılaştırılması.

	KONTROL		DENEY		p
	D	SD	D	SD	
1 ay (n=13)	0.05	0.27	0.01	0.52	-
2 ay (n=18)	0.01	0.46	0.41***	0.52	**
3 ay (n=19)	0.15	0.39	0.47***	0.59	***

** p<0.01, *** p<0.001.

Tablo 10: Deney dişlerinde kök boylarında meydana gelen değişikliklerin deney sürelerine göre birbirleriyle karşılaştırılması.

	1 ay	2 ay	3 ay	p
rezorpsiyon (X)	0.01	0.41		*
"		0.41	0.47	-
"	0.01		0.47	*

*p<0.05.

Tablo 11: Deney gruplarında dişlerin intrüzyon miktarlarıyla kök rezorpsiyonu miktarları arasındaki korelasyonun incelenmesi.

	intrüzyon (X)	rezorpsiyon (X)	r	p
1 ay	0.54	0.01	0.11	-
2 ay	1.05	0.41	0.42	-
3 ay	1.18	0.47	0.58	*

* p<0.05.

5.5. SEM Bulguları

Kontrol dişlerinin kök yüzeylerinin bir kaç küçük rezorpsiyon alanı dışında oldukça düzgün olduğu gözlenmiştir (Şekil 12B, 13B, 14B, 16B, 17B,18B). Bu rezorpsiyon alanları kökün daha çok apekse yakın kısımlarında yer almıştır. Sadece iki kontrol dişinde kökün orta ve servikal kısımlarında yer alan yüzeysel rezorpsiyon kavitelerine rastlanmıştır. Bunlardan biri Şekil 17B'de okla gösterilmiştir. Köklerin bazılarında daha çok apikal 1/3'de yer alan, kenarları düzgün, dairesel çukurlara rastlanmıştır. Şekil 14B'de bu

çukurlardan iki tanesi küçük oklarla gösterilmiştir. En fazla 100-200µm çapındaki bu çukurlar büyük olasılıkla kökün yan kanallarının kök yüzeyine açıldığı yerlerdir. Deney dişlerinde de benzer çukurlara rastlanmıştır. (Şekil14A, 17A). Bu çukurların bazılarının çevresini dairesel tarzda saran, süngerimsi görünüşte rezorpsiyon alanları dikkati çekmiştir. Şekil 14A'da böyle bir alan küçük okla gösterilmiştir.

Grupların tümünde deney dişlerinde kontrol dişlerine nazaran daha fazla rezorpsiyon alanına rastlanmıştır. Rezorpsiyon kaviteri apekse yakın kısımlarda genellikle küçük çaplı yuvarlak çukurlar şeklinde iken, kökün orta ve servikal kısımlarındaki kaviteri kenarları düzensiz ve geniş çaplı olabilmektedir. Kök apekslerindeki yaygın sement rezorpsiyonu bu bölgelerde süngerimsi bir görüntü oluşturmaktadır. Bazı kök apekslerinde rezorpsiyona bağlı düzleşme gözlenmektedir.

Bir aylık grupta kök rezorpsiyonu oldukça hafiftir. (Şekil 12A, 13A). Kök apekslerinde bariz bir düzleşme olmamakla birlikte tek tük rezorpsiyon kaviterine rastlanmaktadır. Şekil 12A'da bukkal kök yüzeyinde apeksden servikale doğru sıralanmış 3 adet rezorpsiyon kavitesi izlenmektedir. Bunlardan en geniş apeksde yer almıştır ve yaklaşık 500µm çapındadır. Bu kavitenin tabanında yaklaşık 20-30µm çapında çok sayıda çukurcuk vardır. Kökün apikal 1/3 ve orta 1/3 sınırında yer alan rezorpsiyon kavitesi ise diğer iki kaviteye göre daha sığdır. Şekil 12B'de 12A'daki kökün kontrolü görülmektedir. Kök yüzeyi oldukça düzgündür. Şekil 13A ve 13B'de yine bu gruptan bir bireyin deney ve kontrol dişleri görülmektedir. Deney dişinin sadece apeksinde yaklaşık 200µm çapında çok yüzeysel bir rezorpsiyon alanı göze çarpmaktadır. Bunun dışında kök yüzeyi tamamen düzgündür.

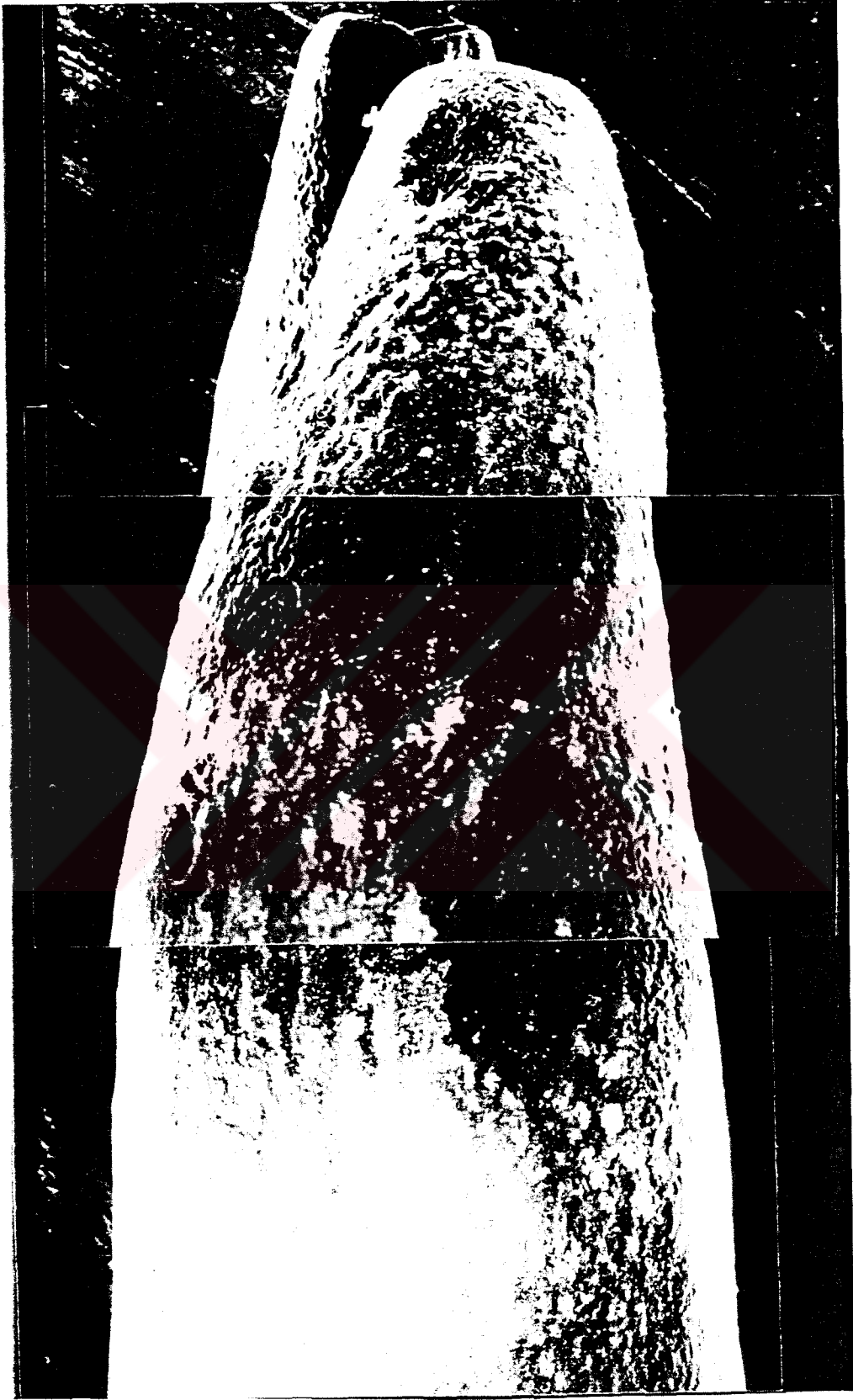
İki aylık gruptaki kök rezorpsiyonu 1 aylık gruptaki kök rezorpsiyonuna göre oldukça şiddetlidir. Apikal bölgede yaygın sement harabiyeti ve kök yüzeyine yayılmış geniş rezorpsiyon kaviteri gözlenmektedir. Şekil 14A'daki kökün orta kısımlarında yer alan biri yaklaşık 500µm ve diğeri 900µm çapındaki iki kavitenin oldukça derin olduğu gözlenmektedir. Bu rezorpsiyon kaviterininin tabanında ve duvarlarında yaklaşık 10-15µm çapında olan çok

sayıda yuvarlak çukur vardır. Bunların iki ya da üç tanesi birleşerek yaklaşık 40-50µm çapında daha büyük çukurlar oluşturmuştur. Şekil 15A'da, Şekil 14A'da büyük okla işaretli rezorpsiyon kavitesinin tabanı büyütülmüş olarak gösterilmektedir. Bu kavitenin tabanında ve duvarlarında dentin kanallarının ağzları görülebilmektedir. Şekil 15B'de ise bu rezorpsiyon kavitesine komşu normal sement yüzeyinin mozaiği andıran dokusu görülmektedir. Şekil 14B'de Şekil 14A'daki kökün kontrolü yer almaktadır. Deney dişi ile karşılaştırıldığında bu dişin kök yüzeyi gayet düzgündür. Deney dişinin apeksine benzer bir rezorpsiyon alanına kontrol dişinin apeksinde rastlanmamıştır. İki aylık gruba ait bir diğer bireyin deney ve kontrol dişleri Şekil 16A ve 16B'de görülmektedir.

Üç aylık gruptaki kök rezorpsiyonu 2 aylık gruptaki kök rezorpsiyonuna benzemektedir (Şekil 17A, 18A). Deney dişlerinde derinliği dentine kadar inen geniş rezorpsiyon kaviteleri vardır. Apekte kratere benzer rezorpsiyon alanları göze çarpmaktadır. Rezorpsiyon kaviteleri tüm kök yüzeyine dağılmıştır. Bu grupta da 2 aylık grupta olduğu gibi küçük rezorpsiyon kavitelerinin birleşmesiyle oluşmuş daha büyük kaviteler gözlenmiştir. Şekil 17A'da kökün servikal 1/3'ündeki en geniş kavitenin tabanında 10-15µm çapındaki küçük çukurların birleşmesiyle oluşmuş yaklaşık 50-80µm çapında kaviteler görülmektedir. Bu dişin kontrolü Şekil 17B'dedir. Üç aylık gruba ait diğer bir bireyin deney ve kontrol dişleri Şekil 18'de yer almaktadır. Şekil 18A'daki kökün apeksinden başlayarak servikaline doğru sıralanmış irili ufaklı rezorpsiyon alanları görülmektedir. Bu alanların en büyüklerinin genişliği 1000µm'yi (1000µm=1mm) geçmektedir. Bu fotoğrafta bir görüntüleme hatasına bağlı olarak rezorpsiyon alanları sementin diğer kısımlarından daha parlak olarak görülmektedir. Kökün distal yüzeyinde de rezorpsiyon kaviteleri olduğu görülebilmektedir. Şekil 18B'de bu dişin kontrolü yer almaktadır. Fotoğraflarda da görüldüğü gibi bu bireyde deney ve kontrol dişlerinin apeks yapıları birbirinden farklıdır. Deney dişinin apeksi kontrol dişinin apeksine göre oldukça düzdür. Bu düzleşme kısmen apikal kök rezorpsiyonundan kaynaklanmış olsa da bu dişin apeksi büyük olasılıkla başlangıçta da kontrol

dişin apeksi kadar sivri değildi. Bazı fotoğraflarda kök yüzeyinde izlenen uzun, derin çatlaklar ve özellikle servikal bölgelerde kök yüzeyini ağ gibi saran ince, yüzeysel çatlaklar preparasyon işlemleri sırasında ortaya çıkan artefaktlardır. Bu oluşumların ortodontik kuvvet ve hareketlerle hiçbir ilişkisi yoktur.

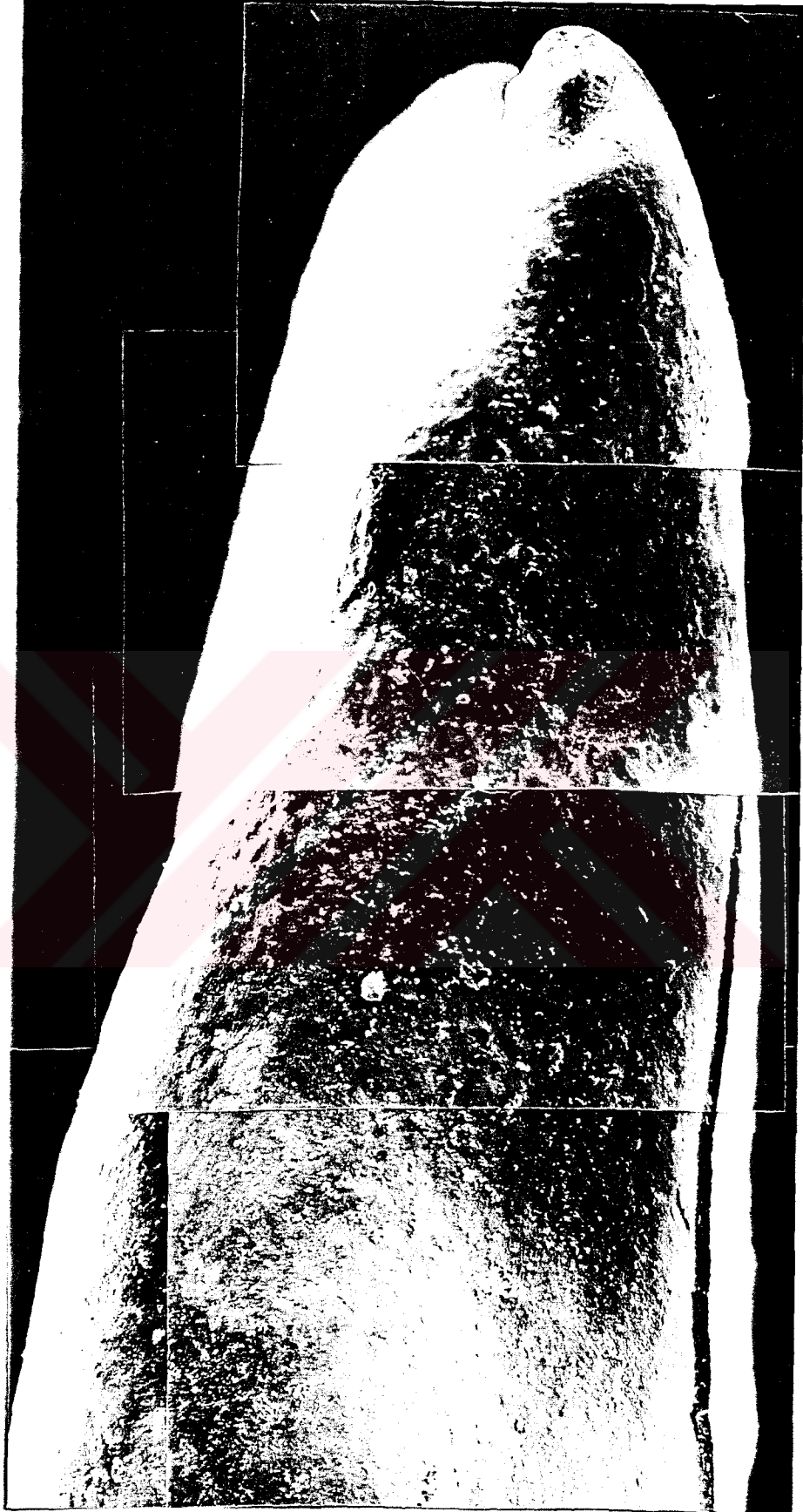




Şekil 12A: Bir aylık gruptan bir bireyin deney dişi, X35, ————— =500µm.



Şekil 12B: Bir aylık gruptan bir bireyin kontrol dişi, X35, — =500µm.



Şekil 13A: Bir aylık gruptan bir bireyin deney dişi, X35, — =500µm.



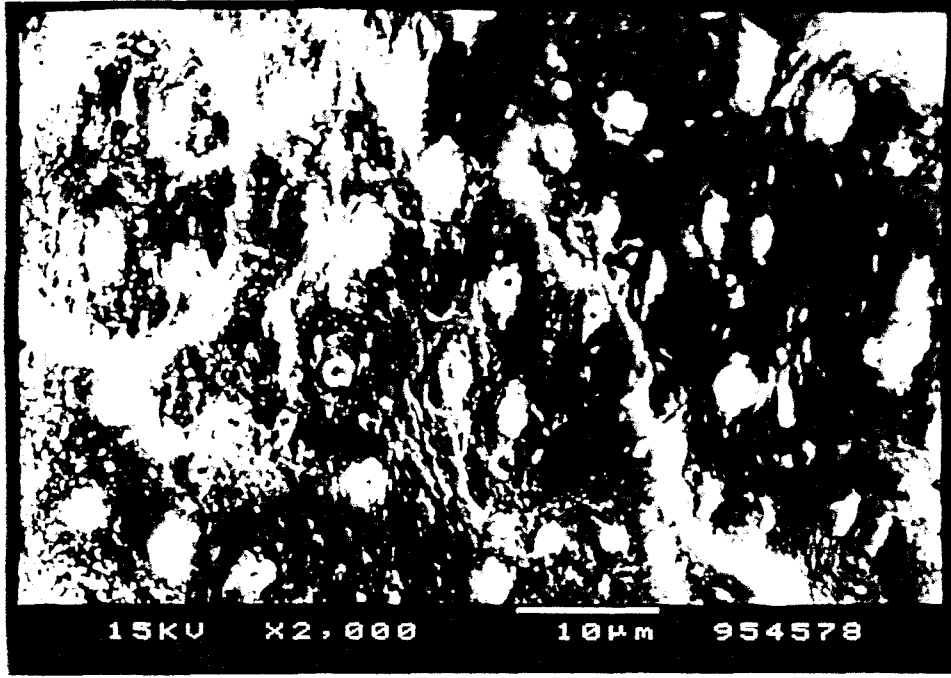
Şekil 13B: Bir aylık gruptan bir bireyin kontrol dişi, X35, — =500µm.



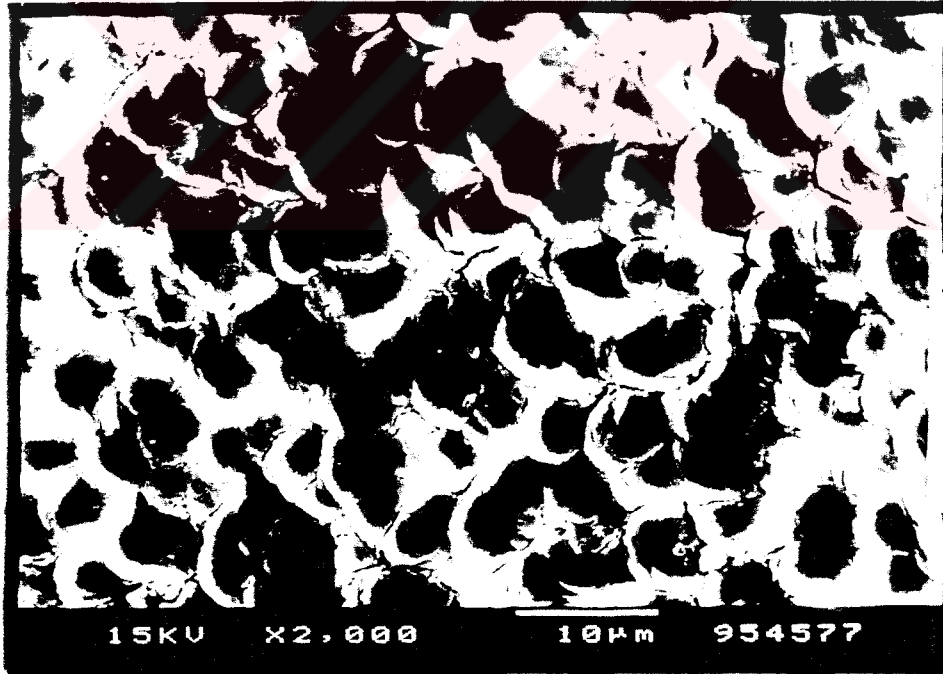
Şekil 14A: İki aylık aylık gruptan bir bireyin deney dişi, X35, ————— =500µm.



Şekil 14B: İki aylık gruptan bir bireyin kontrol dişi, X35, ————— =500µm.



A



B

Şekil 15: A, Şekil 14A'da büyük okla işaretli rezorpsiyon kavitesinin tabanının büyütülmüş görüntüsü, B, rezorpsiyon çukuruna komşu normal sementin büyütülmüş görüntüsü.



Şekil 16A: İki aylık gruptan bir bireyin deney dişi, X35, ——— =500µm.



Şekil 16B: İki aylık gruptan bir bireyin kontrol dişi, X35, ——— =500µm.



Şekil 17A: Üç aylık gruptan bir bireyin deney dişi, X35, ————— =500µm.



Şekil 17B: Üç aylık gruptan bir bireyin kontrol dişi, X35, ——— =500µm.



Şekil 18A: Üç aylık gruptan bir bireyin deney dişi, X35, ————— =500µm.



Şekil 18B: Üç aylık gruptan bir bireyin kontrol dişi, X35, ——— =500µm.

6. TARTIŞMA

Kök rezorpsiyonu ortodontik tedavinin sıklıkla görülen yan etkilerinden biridir. Kök rezorpsiyonunun ortaya çıkması hasta ile ilgili faktörlere (yaş, cinsiyet, sistemik durum, kök formu, maloklüzyon tipi, vs.) bağlı olabildiği gibi ortodontik tedaviyle ilgili faktörlere de bağlı olabilir. Ortodontik tedaviyle ilgili faktörlerin en önemlileri tedavi süresi, diş hareketinin tipi, aparey tipi ve kullanılan kuvvet miktarıdır. Bu faktörlerin kök rezorpsiyonuyla ilişkisi çeşitli araştırmalara konu olmuştur. Bu çalışmalar gerek yöntem ve örneklem seçimi bakımından gerekse bulguları bakımından birbirinden önemli farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle incelenen kimi ilişkiler hakkında kesin sonuçlara varılamamaktadır (68). Kök rezorpsiyonunun ortodontik kuvvetin süresiyle ilişkisi de bu tartışmalı konulardan biridir. McFadden ve ark. (42) tedavi süresi uzadıkça kök rezorpsiyonunun arttığını bildirmişlerdir. Phillips (5), Mirabella ve ark. (46) ve Costopoulos ve Nanda (68) ise tedavi süresi ile keser dişlerin kök rezorpsiyonu miktarı arasında güçlü bir korelasyon bulamamışlardır. Tedavi süresi uzun olsa da bu süre içinde kuvvetin belli dişlere aktif olarak etkiye süresi kısa olabilir. Bu nedenle kök rezorpsiyonunu toplam tedavi süresine göre incelemek yanıltıcı olabilir. Dermaut ve DeMunck (56) sabit kuvvetle ortalama 29 haftalık keser intrüzyonundan sonra kök rezorpsiyonuyla kuvvetin süresi arasında anlamlı bir ilişki bulamamışlardır. Buna karşılık Reitan (32), Stenvik ve Mjör (35) Harry ve Sims (36) ve Owman-Moll (63) deneysel çalışmalarının sonunda kuvvetin uygulama süresi uzadıkça kök rezorpsiyonunun da arttığını bildirmişlerdir.

Ortodontik tedaviye bağlı kök rezorpsiyonunun radyografik olarak incelendiği çalışmalarda gerek filmlerin elde edilmesinde gerekse kök rezorpsiyonunun değerlendirilmesinde farklı yöntemler izlenmiştir (68). Standardizasyona dikkat edilerek elde edilmiş filmler üzerinde kök boyu kısalmasının kesin olarak ölçüldüğü çalışmaların sayısı azdır (2,56,64,68). Ortodontik tedavi sırasında meydana gelen histolojik değişiklikler daha çok hayvan dişleri üzerinde incelenmiştir (34,57,69-76). Oysa insanlar ve

hayvanların dişleri ve destek dokuları morfolojik ve fonksiyonel yönden önemli farklılıklar göstermektedir. Bu anatomik farklılıklar özellikle uzun süreli deneylerde kök rezorpsiyonu prosesini etkileyebilir (63). Literatürde insan dişlerinde kök rezorpsiyonunun incelendiği ışık ve elektron mikroskobu çalışmaları (15,32,34,35,36,61,63) olmasına karşın özellikle intrüzyonun etkilerinin incelendiği çalışma sayısı azdır (32,35,36).

Bu çalışmada intrüzyon hareketi ile kök rezorpsiyonu arasındaki ilişki kuvvetin uygulama süresi yönünden incelenmiştir. Kuvvetin farklı uygulama sürelerinde kök boyunda ve kök yüzeyinde meydana gelen değişikliklerin hem radyografik hem de topografik olarak değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Kök rezorpsiyonunun cinsiyet (14,44) ve yaş (32,33,41) faktörlerinden etkilenebildiği göz önüne alınarak, gruplar oluşturulurken bireylerin yaşa göre dağılımlarının benzer olmasına; her iki cinsiyetin de gruplarda yeterli sayıda bireyle temsil edilmesine dikkat edilmiştir. Çalışmamızda deney ve kontrol dişleri aynı bireylerden alınmıştır. Tedavi görmemiş dişlerde de kök rezorpsiyonuna rastlanması ve bu rezorpsiyonun kişiden kişiye değişen derecelerde olması, diş hareketine bağlı kök rezorpsiyonunun sağlıklı bir biçimde değerlendirilebilmesi için birey içi kontrol diş almayı zorunlu kılmıştır. Reitan (32), Harry ve Sims (36) ve Kvam (61) da çalışmalarında deney ve kontrol dişlerini belirlerken bu hususa dikkat etmişlerdir. Stenvik ve Mjör (35) ise premolarların yapısında bireyler arası farklılığın birey içi farklılıklardan daha fazla olmadığını savunmuş ve deney dişleri ile kontrol dişlerinin farklı bireylerden alınmasında bir sakınca görmemişlerdir.

Deney ve kontrol dişleri olarak sadece üst premolarlar alınmıştır. Altçene kemiğindeki diş hareketinin daha süngersi yapıda olan üstçene kemiğindeki diş hareketinden farklı olabileceği düşünülmüş ve böyle bir farklılığın sonuçları etkilememesi için alt premolarlar çalışmaya alınmamıştır. Stenvik ve Mjör (35), Harry ve Sims (36) ve Kvam (61) çalışmalarında böyle bir ayırım yapmamışlardır. Sürekli sağ taraftaki dişin deney, sol taraftakinin kontrol (ya da tam tersi) alınmasının da bir hata oluşturabileceği düşünülüp bir bireyden diğerine deney ve kontrol tarafları değiştirilmiştir.

Ortodontik kuvvetin miktarı kök rezorpsiyonu yönünden önemli bir faktördür (35,36). Diş köküne ve dişin destek dokularına verilen zararın en alt düzeyde tutulması için hafif kuvvetlerle çalışılması önerilmiştir (33). Schwarz'a (58) göre kapiller kan basıncını aşan ortodontik kuvvetler periodontal iskemiye ve bunu izleyen kök rezorpsiyonuna yol açar. Araştırmacıya göre optimal kuvvet 20-26 gr/cm² olmalıdır. Storey ve Smith (77) ise optimal kuvveti 150-200 gr/cm² olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılara göre en hızlı diş hareketi bu sınırlar içindeki kuvvetlerle elde edilebilmektedir. Daha düşük kuvvetler yumuşak dokuların şok absorbe edici fonksiyonu nedeniyle daha sınırlı diş hareketi oluşturmaktadır. Kuvvet optimal seviyeyi aştığında ise periodontal membranda hiyalinizasyon oluşmakta ve diş hareketi yavaşlamaktadır. Çalışmamızda kullanılan kuvvet 2 ounce (yaklaşık 55 gr.)'dur. Premolarların intrüzyon hareketi yönüne bakan kök yüzeyi alanının ortalama 0.3 cm² olduğu (78) düşünülürse, bu kuvvet Schwarz'ın önerdiği optimal kuvvet değerini aşmakta fakat Storey ve Smith'in önerdiği sınırlar içinde kalmaktadır. Zembereğin uyguladığı kuvvet aktivasyondan 7 gün sonra sıfıra inmiştir. Buna rağmen çalışmaya katılan bireylerin çoğu haftalık kontrollere gelemediklerinden aktivasyonlar haftalık yapılamamış, iki haftada bir yapılabilmektedir.

Literatürde intrüzyon miktarının ölçümüyle ilgili çeşitli yöntemlerden bahsedilmiştir. Steigman ve Michaeli (59) sıçanlar üzerinde gerçekleştirdikleri bir çalışmada sıçanların alt keser dişlerinin minesinde dişeti sınırına yakın bir çentik açmışlardır. İntrüzyon esnasında bu çentiğin dişeti sınırına olan uzaklığındaki azalma intrüzyon miktarı olarak kaydedilmiştir. Çalışmamızda dişlerin intrüzyon miktarı literatürdeki bazı örneklerde olduğu gibi lateral sefalogramlar üzerinde ölçülmüştür. Dermaut ve DeMunck (56) insan keser dişlerinde intrüzyon miktarını palatal düzlemi referans olarak ölçmüşlerdir. Dellinger (57) ise maymunların kafataslarına yerleştirdiği iki implant aracılığıyla lateral sefalogramlarda oklüzal düzleme paralel bir referans düzlemi elde edilmiştir. İntrüze ettiği premolarların kronlarının bukkal

yüzeilerine yerleştirdiği amalgam noktalardan bu referans düzlemine olan dikey mesafeyi ölçerek intrüzyon miktarını hesaplamıştır.

Bu çalışmada kullanılan yöntem Dellinger'in yöntemine benzemektedir. Referans düzlemi olarak SN düzlemine 7° lik açıyla çizilen bir yatay düzlem alınmıştır (66,67). Çalışmada kullanılan tüm deney ve kontrol dişleri ortodontik olarak çekimi planlanan dişler olduğundan bunlar üzerine ölçüm amacıyla amalgam noktalar yerleştirilmesinde bir sakınca görülmemiştir.

Literatürde kök rezorpsiyonunun değerlendirilmesinde de birbirinden farklı yöntemler izlenmiştir. Kök rezorpsiyonu ya radyografik olarak ya da ışık ve elektron mikroskoplarında histolojik olarak değerlendirilmiştir. Farklı koşullarda farklı tekniklerle elde edilmiş periapikal filmler söz konusu olduğunda radyografik değerlendirmede çoğu kez vizüel skorlama yöntemleri tercih edilmiştir (4,6,46,47). Bazı araştırmacılar ise tedavi öncesi ve sonrası filmlerde kron boylarını oranlayarak bir düzeltme faktörü belirlemişler ve kök boylarındaki değişiklikleri bu düzeltme faktörüne göre hesaplamışlardır (42,53). Bu ikinci yöntemde kron boyu genellikle mine-sement birleşimi-kesici kenar mesafesi olarak ölçülmektedir. Mine -sement birleşiminin her filmde net olarak izlenememesi bu yöntemin güvenilirliğini zayıflatmaktadır.

Kök rezorpsiyonunun en kesin ve güvenilir şekilde ölçülebilmesi için filmlerin standardize edilmesi gerekmektedir. Kimi araştırmacılar kök rezorpsiyonu miktarını sefalometrik ve ortopantomografik filmler üzerinde ölçerek bu soruna bir ölçüde çözüm getirmişlerdir (5,45,62). Sefalometrik filmler üzerinde sadece alt ve üst keserlerin kök rezorpsiyonu miktarları ölçülmüştür. Keser köklerinin çoğu filmde süperpoze olması bu filmler üzerinde yapılan ölçümlerin güvenilirliğini azaltmaktadır. Ortopantomografik filmlerde ise magnifikasyonun fazla olması, üst çenede burun tabanı ve maksiller sinüsün oluşturduğu süperpozisyonlar ve özellikle keser dişlerde diş akslarına bağlı olarak ortaya çıkan distorsiyonlar birer dezavantaj oluşturmaktadır.

Bu yöntemlerin, uzun kon tekniğiyle standart koşullarda elde edilmiş periapikal filmler üzerinde yapılacak ölçümlerin yerini tutmayacağı açıktır.

Literatürde ortodontik harekete bağlı kök rezorpsiyonunun bu şekilde incelendiği çalışma sayısı azdır (2,56,64,68). Periapikal filmler üzerindeki milimetrik ölçümler filmleri herhangi bir yöntemle (slayt makinesiyle projeksiyon yapmak veya fotoğraf kağıdına basmak gibi) belli bir oranda magnifiye ederek (44,56,79) ya da elektronik ölçüm cihazları ve bilgisayar aracılığıyla yapılmaktadır (41,42,64). Bu çalışmada kliniğimizin olanaklarına uygunluğu bakımından Spurrier ve ark.'nın (44) yöntemi uygulanmıştır.

Premolarların kronlarına intrüzyon miktarını ölçmek için yerleştirilen amalgam noktalar bukkal tüberkül tepelerine oranla daha güvenilir bulunduğundan alt referans noktası olarak alınmışlardır. Üst referans noktası olarak apeksin en çıkıntılı noktası alınmıştır.

Literatür taramasında üst premolarlardaki kök rezorpsiyonunun milimetrik olarak ölçüldüğü herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Kök rezorpsiyonu en fazla keser dişlerde ölçülmüştür (43,44,56,62,64,68,80). Hendrix ve ark. (45) posterior dişlerde kök rezorpsiyonunu inceledikleri çalışmalarında üst 2. premolarları değerlendirmeye aldıkları halde üst 1. premolarları değerlendirme dışı bırakmışlardır. Üst 1. premolarların değerlendirilmemesinin nedeni bu dişlerin ortodontik tedavi gereği çekimi en çok düşünülen dişler olması ve kök rezorpsiyonuna yatkınlık sıralamasında gerilerde yer alması olabilir (50).

Radyografik çalışmalar kök boyundaki kısalmalar hakkında fikir verirken kök yüzeylerindeki rezorpsiyon olaylarının incelenmesi konusunda yetersiz kalırlar. Filmler üzerinde üç boyutlu inceleme mümkün olmadığından diş köklerinin bukkal ve lingual yüzeylerindeki rezorpsiyon alanları değerlendirilememektedir. Diş köklerinin üç boyutlu olarak incelenmesi SEM ile mümkün olabilmektedir. SEM'in verdiği yüksek rezolüsyonlu görüntülerle kök yüzeyi topografisi ayrıntılı bir şekilde izlenebilmektedir. Bu avantajına karşın pahalı bir yöntem olduğundan dolayı SEM ile fazla sayıda örnek incelememiz mümkün olmamıştır. İnceleme materyali 9'u deney, 9' kontrol toplam 18 diş ile sınırlandırıldığından elde edilen verilerle istatistiksel bir değerlendirmeye gidilememiştir. Literatürde de SEM bulguları istatistiksel

olmaktan çok gözlemsel veriler şeklinde sunulmaktadır (36,61). Buna karşın daha fazla örneğin incelenmesine olanak veren ışık mikroskobu ile yapılmış çalışmalarda istatistiksel değerlendirmelere rastlanmıştır (34,35).

Sefalometrik filmler üzerinde bir aylık kontrol grubunu oluşturan dişlerde ortalama 0.08 mm. ,3 aylık kontrollerde ise 0.21 mm. olarak ölçülen uzama istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Tablo 3). Buna karşın 2 aylık kontrollerdeki 0.28 mm.'lik uzama istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). Ancak 1. ve 3. aylarda kontrol dişlerinde beklenildiği üzere anlamlı bir değişiklik olmazken 2. aydaki kontrollerin neden anlamlı bir biçimde uzadıkları anlaşılamamıştır.

Deney dişlerinde her 3 grupta da kontrollere nazaran anlamlı intrüzyon meydana gelmiştir (Tablo 4,5). Bir aylık grupta ortalama 0.54 mm. ($p<0.05$), 2 aylık grupta 1.05 mm. ($p<0.001$), ve 3 aylık grupta ise 1.18 mm. ($p<0.01$) intrüzyon gerçekleşmiştir. Bu değerler arasında istatistiksel fark olmamakla birlikte ortalama intrüzyon miktarının 2. ayın sonunda 1.aya göre yaklaşık iki misli artış gösterdiği, 3. ayın sonunda ise artışın azaldığı görülmektedir. Literatürde insan premolarlarının deneysel intrüzyon miktarlarının ölçüldüğü bir çalışmaya rastlanılmadığından en yakın karşılaştırma Dellinger'in *Macaca speciosa*'lardan elde ettiği bulgularla yapılabilir (57). Dellinger 60 gün süreyle 50 gram'lık kuvvet ile intrüze ettiği iki adet premolarda ortalama 2.5 mm.'lik intrüzyon elde etmiştir. Bu intrüzyon miktarı çalışmamızda aynı sürede ve benzer kuvvetle (yaklaşık 55 gram). elde edilen intrüzyon miktarından 1.45 mm. fazladır. Bulgular arasındaki bu fark Dellinger'in çalışmasındaki sonucun sadece iki maymundan elde edilmiş olmasından ya da daha büyük olasılıkla insan ve maymunun diş ve destek dokuları arasındaki anatomik ve fonksiyonel farklılıklardan kaynaklanmış olabilir.

Dişler kök rezorpsiyonu yönünden değerlendirildiğinde üç grupta da kontrol dişlerinde anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır (Tablo 7). Bu dişlere hiçbir işlem uygulanmadığı için kök boylarında anlamlı bir değişiklik meydana gelmesi zaten beklenmiyordu. Bu bulgu aynı zamanda çalışmada kullanılan intra -oral radyografi yönteminin güvenilir olduğunu göstermiştir.

Deney dişlerinde ise kök boyları 1 aylık grupta ortalama 0.01 mm., 2 aylık grupta 0.41 mm. ve 3 aylık grupta 0.47 mm. kısalmıştır (Tablo 8). Bunlardan 1 aylık grubun değeri istatistiksel olarak anlamsız, 2 ve 3 aylık grupların değerleri ise anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$). Bir aylık grupta kontrol ve deney dişlerindeki kök boyu değişiklikleri birbirinden anlamlı bir fark göstermemiştir. (Tablo 9). Buna karşın 2 aylık ($p<0.01$) ve 3 aylık ($p<0.001$) gruplarda fark anlamlı bulunmuştur. Deney dişlerinde olan değişiklikler deney sürelerine göre birbirleriyle karşılaştırılmıştır (Tablo 10). Bir aylık gruptaki kök kılma miktarı 2 aylık gruptaki kılma miktarıyla karşılaştırıldığında aradaki fark anlamlıdır ($p<0.05$). Bir aylık gruptaki kök kılma miktarı 3 aylık grupta karşılaştırıldığında da fark anlamlıdır ($p<0.05$). Buna karşın 2 aylık gruptaki kök kılma miktarı 3 aylık grupta karşılaştırıldığında aradaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır. Bu bulgular kök rezorpsiyonunun 1.ayda radyografik olarak ölçülebilir düzeyde olmadığını buna karşın 2. ayın sonunda anlamlı biçimde arttığını göstermektedir. Üçüncü aydaki kök rezorpsiyonu miktarının 2. aydakinden anlamlı fark göstermemesi ilerleyen süreyle kök rezorpsiyonunun artış hızının yavaşladığı şeklinde yorumlanabilir. Reitan (32), Stenvik ve Mjör (35), Harry ve Sims (36) ve Owman-Moll (63) kuvvetin uygulama süresi uzadıkça kök rezorpsiyonunun da arttığını bildirmişlerdir. Dermaut ve DeMunck (56) ise kuvvetin uygulanma süresi ile kök rezorpsiyonu miktarı arasında anlamlı bir ilişki bulamamışlardır.

Intrüzyon hareketi 1960'lı yıllara kadar tartışmalı bir konu olmuştur. Bazı araştırmacılar dişleri alveolleri içine gömmenin pratikte mümkün olmadığını, intrüzyon gibi görünen şeyin aslında apikal kök rezorpsiyonuna bağlı olarak diş boyunun kısalması olduğunu ileri sürmüşlerdir (81,82). Buna karşın sonraki yıllardaki çalışmalarda optimal kuvvetlerle minimal kök rezorpsiyonuna yol açarak kökleri alveolleri içine gömmenin mümkün olabildiği savunulmuştur (57,59). Çalışmamızda rezorpsiyon miktarı/ intrüzyon miktarı oranlarına bakıldığında 1. aydaki 0.01/0.54 oranı rezorpsiyon prosesinin intrüzyona katılımının fazla olmadığını göstermektedir. İkinci ayda ise 0.41/1.05 oranına bakıldığında intrüzyon miktarına rezorpsiyonun

katılımının arttığı görülmektedir. Dolayısıyla 2. ayda ölçülen intrüzyon miktarının yarıya yakın oranda rezorpsiyondan kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Üçüncü aydaki 0.47/1.18 oranına bakıldığında, bu oranın 2. aydaki orana çok yakın olduğu, 2. aydan 3. aya intrüzyon ve rezorpsiyon miktarlarındaki artışın az olduğu, hem intrüzyon, hem de rezorpsiyon prosesinin yavaşladığı görülmektedir. İkinci ve 3. aylardaki rezorpsiyon/intrüzyon oranlarının benzer olması ilerleyen sürelerde de rezorpsiyonun intrüzyona katılımının dikkate değer oranda olabileceğini düşündürmektedir. Bu savın desteklenmesi için daha uzun süreli çalışmalara ihtiyaç vardır.

Dişlerin intrüzyon miktarı ile kök rezorpsiyonu miktarı arasındaki korelasyon 1 aylık grupta anlamsız çıkmıştır (Tablo 11). İkinci ayda korelasyon değeri çarpıcı şekilde artmış fakat istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Üç aylık grupta ise korelasyon değeri ikinci aya göre biraz daha artmış ve istatistiksel anlamlılığa ulaşmıştır. Bu bulgular yukarıdaki paragrafta sözünü ettiğimiz, 2. aydan sonra rezorpsiyonun intrüzyona katılımının artmasına ilişkin bulgumuzu desteklemektedir. McFadden ve ark. (42), Dermaut ve DeMunck (56) ile Costopoulos ve Nanda (68) intrüzyon miktarı ile kök rezorpsiyonu miktarı arasında anlamlı bir korelasyon bulamamışlardır.

Çalışmanın SEM bulguları daha önceden yapılmış çalışmaların sonuçlarıyla uyumludur. Hiçbir işlem görmemiş kontrol dişlerinin köklerinde yüzeysel rezorpsiyon alanlarına rastlanmıştır. Harry ve Sims (36) ve Kvam (61) da bazı kontrol dişlerinin kök yüzeyinde dağınık halde bulunan küçük rezorpsiyon defektlerine rastladıklarını bildirmişlerdir. Çalışmamızda bu defektler daha çok kökün apikal 1/3'lük kısmında görülmüştür. Harry ve Sims rezorpsiyon alanlarının aksesuar kök kanallarının kök yüzeyine açılma yerleri yakınında yer aldıklarını gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada da aksesuar foramen oldukları tahmin edilen çukurların etrafını dairesel tarzda saran rezorpsiyon alanları görülmüştür. Harry ve Sims bu rezorpsiyon alanlarının bu foramina'dan geçen kan damarları ve benzer dokularla ilişkili olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Ortodontik tedavi görmemiş dişlerde de kök rezorpsiyonu

görülebileceği çok önceleri Henry ve Weinman (12), Massler ve Malone (13) ve Newman (14) tarafından da bildirilmiştir.

Deney dişlerinde 1 aylık kuvvet uygulamasının ardından sayıca fazla olmamakla birlikte geniş sayılabilecek rezorpsiyon kavileri gözlenmiştir. Literatürde rezorpsiyon kavilerinin aslında çok daha kısa sürede oluştuğu bildirilmiştir. Stenvik ve Mjör 11 günlük, Harry ve Sims 14 günlük intrüziv kuvvet uygulamasından sonra; Kvam ise 10-15 günlük bukkal yönlü kuvvet uygulamasından sonra küçük rezorpsiyon kavilerine rastlamışlardır (35,36,61). Rezorpsiyon sement yüzeyinde küçük çaplı yuvarlak çukurlar şeklinde başlamakta, daha sonra bu çukurlar birleşerek daha büyük, kenarları düzensiz rezorpsiyon lakünaları oluşturmaktadır. Bu gözlem de Kvam'ın (61) gözlemleriyle uyumludur. Kvam 25 günden daha uzun süre kuvvete maruz kalan dişlerde rezorpsiyonun dentine ulaştığını bildirmiştir. Bu çalışmada da 2 ve 3 aylık gruplarda rezorpsiyon kavilerinin dentine ulaştığı gözlemlenmiştir.

Harry ve Sims (36) 70 günden sonra tamir işleminin devam etmekte olan rezorpsiyona eşlik etmeye başladığını görmüşlerdir. Köklerin apikal bölgelerinde hücreli sement depozisyonu olduğunu bildirmişlerdir. Çalışma yöntemimiz hücreli sementin ayırt edilebilmesine imkan vermediği için böyle bir tamir işlemi meydana gelmiş olsa bile SEM görüntülerinde belirlenememiştir.

Rezorpsiyon kavilerine apeksin yanı sıra bukkal kök yüzeyinin orta ve servikal kısımlarında da rastlanmıştır. Çalışmada elde edilen SEM bulguları, kök boyu kışalmasına ilişkin radyografik verilerle uyumludur. Bir aylık grupta gözlenen kök rezorpsiyonu kayda değer bulunmazken, kökteki madde kaybı 2. ayda önemli artış göstermiştir. Üçüncü ayın sonunda ise kök rezorpsiyonunun miktarında ve tipinde 2. aya göre çarpıcı bir değişiklik meydana gelmemiştir. Kök rezorpsiyonunun 2. aydan sonra bu şekilde stabilize olması bu süre zarfında tamir işleminin rezorpsiyon faaliyetini dengelemeye başladığı şeklinde yorumlanabilir. Harry ve Sims'e göre kuvvet uygulamasından 70 gün sonra (36), Brudvik ve Rygh'e göre ise 21 gün sonra

tamir işlemleri kök rezorpsiyonuna eşlik etmeye başlamaktadır (75). Ancak, yukarıda da belirtildiği gibi çalışmamızda kök yüzeyindeki tamir işlemleri belirlenemediğinden bu yorumu destekleyecek kesin veriler elde edilememiştir.

Özetle ifade edilecek olursa, sabit bir intrüzyon kuvveti uyguladığımız bu çalışmada birinci ayda salt intrüzyon gerçekleşmiş, kök rezorpsiyonu kayda değer miktarda olmamıştır. İkinci ayda ise intrüzyon miktarı 1. aydaki miktarın iki katına çıkmış, rezorpsiyon miktarında da çarpıcı bir artış meydana gelmiştir. İkinci ayda ölçülen intrüzyon miktarının yaklaşık yarısının kök rezorpsiyonundan kaynaklandığı görülmüştür. İkinci aydan sonra rezorpsiyon ve intrüzyon hızı yavaşlamış, rezorpsiyon/intrüzyon oranı aynı kalmıştır. Dolayısıyla ilerleyen süreyle rezorpsiyon ve intrüzyon hızında bir yavaşlama olduğu fakat intrüzyon olarak ölçülen miktarların yarıya yakın oranda kök rezorpsiyonundan kaynaklandığı söylenebilir.

Çalışmanın en önemli bulgularından biri de kök rezorpsiyonu miktarında gözlenen bireysel farklılıklardır. Aynı süre boyunca aynı miktarda kuvvete maruz kalan, yaş ve cinsiyet yönünden birbirine benzeyen bireylerin bazılarında 2 mm.'yi aşan apikal rezorpsiyon meydana gelirken, bazılarında kök boyunda hiçbir kısalma olmamıştır. Ortodontik tedavi sonrası radyolojik incelemelerde kök rezorpsiyonunun bireysel farklılıklar gösterdiği bildirilmiştir (14,42). Her ortodontik tedavi bireylerin kişisel tedavi gereksinimlerine göre gerçekleştirildiği için birbirinden farklı olmaktadır. Maloklüzyonun tipi ve şiddeti, çeşitli alışkanlıklar, uzun tedavi süresi, travmatik oklüzal kuvvetler gibi faktörler kök rezorpsiyonunun bazı kişilerde diğerlerine göre daha fazla görülmesine yol açabilir. Diş hareketi esnasındaki kemik yıkımı ve yapımı olaylarını ve dolayısıyla kök rezorpsiyonunu kontrol eden biyokimyasal mekanizmaların işleyişinde de bireyden bireye değişkenlik görülebilir (63). Çalışmamızda benzer yaşta bireylere, kontrollü bir kuvvetle aynı tipte diş hareketi yaptırılmasına rağmen rezorpsiyon miktarında ve tipinde değişkenlik görülmesi bu bireysel farklılıkların da göz ardı edilmemesi gerektiğini göstermektedir. Bireysel farklılıkların nedenleri tam olarak açıklığa

kavuşturulabilirse ortodontik tedavinin bu zararlı yan etkisini en aza indirmek, belki de buna karşı önlem almak mümkün olabilecektir. Bu konunun aydınlatılabilmesi için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.



7.SONUÇ

- 1- Bir, iki ve üç aylık deney gruplarında kontrollere nazaran anlamlı intrüzyon meydana gelmiştir.
- 2- Bir aylık grupta kök boyunda anlamlı bir kısalma görülmezken 2. ayda kök boyu çarpıcı biçimde kısalmıştır. Üçüncü aydaki kök boyu kısalması 2. aydaki kısalmadan farklı bulunmamıştır.
- 3- SEM gözlemleri de bir önceki maddedeki bulguları destekler niteliktedir. Birinci ayda oldukça az miktarda kök rezorpsiyonu gözlenirken 2. ayda rezorpsiyon çarpıcı biçimde artmıştır. İkinci ve 3. aylardaki rezorpsiyonun tipi ve derecesi birbirine benzerdir.
- 4- İkinci aydan sonra kök rezorpsiyonunun artış hızında azalma görülmüştür.
- 5- Rezorpsiyon miktarı/intrüzyon miktarı oranlarına bakıldığında 1. ayda rezorpsiyonun intrüzyona katılımının az olduğu, buna karşın 2. ve 3. aylarda rezorpsiyonun yarıya yakın bir oranda intrüzyona katıldığı görülmektedir.
- 6-Intrüzyon miktarı ile kök rezorpsiyonu arasındaki korelasyon değeri 2. ve 3. aylarda artış göstermiştir.

8. KAYNAKLAR

- 1- De Shields, R.W.: A study of root resorption in treated Class II, Division 1 malocclusions. *Angle Orthod.*, 39: 231- 245, 1969.
- 2- Sjølien, T., Zachrisson, B.U.: Periodontal bone support and tooth length in orthodontically treated and untreated persons. *Am. J. Orthod.*, 64: 28-37, 1983.
- 3- Copeland, S., Green, L.J.: Root resorption in maxillary central incisors following active orthodontic treatment. *Am. J. Orthod.*, 89: 51-55, 1986.
- 4- Remington, D.N., Joondeph, D.R., Artun, J., Riedel, R.A., Chapko, M.K.: Long-term evaluation of root resorption occurring during orthodontic treatment. *Am. J. Orthod. Dentofac Orthop.*, 96: 43-46, 1989.
- 5- Phillips, J.R.: Apical root resorption under orthodontic therapy. *Angle Orthod.*, 25: 1-22, 1955.
- 6- Malmgren, O., Goldson, L., Hill, C., Orwin, A., Petrini, L., Lundberg, M.: Root resorption after orthodontic treatment of traumatized teeth. *Am. J. Orthod.*, 82: 487-491, 1982.
- 7- Brezniak, N., Wasserstein, A.: Root resorption after orthodontic treatment: Part 1. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 103: 62-66, 1993.
- 8- Bates, S.: Absorption. *Br. J. Dent. Sci.*, 1: 256, 1856. (7 numaralı kaynaktan alınmıştır.)
- 9- Ottolengui, R.: The physiological and pathological resorption of tooth roots. *Item of Interest*, 36: 332-362, 1914.
- 10- Ketcham, A.H.: A preliminary report of an investigation of apical root resorption of vital permanent teeth. *Int. J. Orthod.*, 13: 97-127, 1927.
- 11- Ketcham, A.H.: A progress report of an investigation of apical root resorption of vital permanent teeth. *Int. J. Orthod.*, 15: 310-328, 1929.
- 12- Henry, J.R., Weinman, J.P.: The pattern of resorption and repair of human cementum. *J. Am. Dent. Assoc.*, 42: 270-290, 1951.
- 13- Massler, M., Malone, A.J.: Root resorption in human permanent teeth. A roentgenographic study. *Am. J. Orthod.*, 40: 619-633, 1954.

- 14- Newman, W.G.: Possible etiologic factors in external root resorption. *Am. J. Orthod.*, 67: 522-539, 1975.
- 15- Rygh, P.: Orthodontic root resorption studied by electron microscopy. *Angle Orthod.*, 47: 1-16, 1977.
- 16- Goultschin, J., Nitzan, D., Azaz, B.: Root resorption. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 54: 586-590, 1982.
- 17- Tronstad, L.: Root resorption-a multidisciplinary problem in dentistry. In: Davidovitch, Z., ed. *Biological mechanisms of tooth eruption and root resorption*. s. 293-302, 1988.
- 18- Jones, S., Boyde, A.: The resorption of dentine and cementum in vivo and in vitro. Davidovitch, Z., ed. *Biological mechanisms of tooth eruption and root resorption*. EBSCO Media, Birmingham, s. 335-354, 1988.
- 19- Lynch, P.R., Davidovitch, Z., Shanfeld, J.: Interleukin-1 β at bone resorption sites: localization during tooth movement in vivo. *J. Dent. Res.*, 67: 297 (Abstr.), 1988.
- 20- Lehky, L., Davidovitch, Z., Shanfeld, J.: Interleukin-1 α localization in resorption and apposition sites, during tooth movement in vivo. *J. Dent. Res.*, 67: 297 (Abstr.), 1988.
- 21- Davidovitch, Z., Lynch, P., Lehky, L., Shanfeld, J.: Interleukin 1 in dental root ankylosis. *J. Dent. Res.*, 67: 297 (Abstr.), 1988.
- 22- Saito, M.S., Saito, S., Ngan, P.W., Shanfeld, J.S., Davidovitch, Z.: Interleukin 1 β and prostaglandin E are involved in the response of periodontal cells to mechanical stress in vivo and in vitro. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 99: 226-240, 1991.
- 23- Grieve III, W.G., Johnson, G.K., Moore, R.N., Reinhardt, R.A., DuBois, L.M.: Prostaglandin E (PGE) and interleukin-1 β (IL-1 β) levels in gingival crevicular fluid during human orthodontic tooth movement. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 105: 369-374, 1994.
- 24- Yamasaki, K., Shibata, Y., Imai, S., Tani, Y., Shibasaki, Y., Fukuhara, T.: Clinical application of prostaglandin E₁ (PGE₁) upon orthodontic tooth movement. *Am. J. Orthod.*, 85: 508-518, 1984.

- 25- Kess, B., Rifkin, B., Kleckner, A., Auszmann, J., Vernillo, A., Shanfeld, J., Davidovitch, Z.: Immunocytochemical characterization of cAMP accumulation in avian osteoclasts. *J. Dent. Res.*, 67: 322 (Abstr.), 1988.
- 26- Poumpros, E., Loberg, E., Engström, C.: Thyroid function and root resorption. *Angle Orthod.*, 64: 389-393, 1994.
- 27- Nicolay, O., Mavec, J., Shanfeld, J., Davidovitch, Z.: SP immunoreactivity in dental pulp and periodontium during tooth movement. *J. Dent. Res.*, 67: 301 (Abstr.), 1988.
- 28- Davidovitch, Z., Rosol, T., Shanfeld, J.: Direct effects of neurotransmitters on bone resorption in vitro. *J. Dent. Res.*, 69: 206 (Abstr.), 1990.
- 29- Chambers, T.J.: Resorption of bone. Davidovitch, Z., ed. *The Biological Mechanisms of Tooth Eruption and Root Resorption*. EBSCO Media, Birmingham, s. 93-100, 1988.
- 30- Sicher, H., Bhaskar, S.N.: *Orban's Oral Histology and Embryology*. The C.V. Mosby Company, St. Louis, 1972.
- 31- Andreasen, J.O.: Review of root resorption systems and models. Etiology of root resorption and the homeostatic mechanisms of the periodontal ligament. Davidovitch, Z., ed. *The Biological Mechanisms of Tooth Eruption and Root Resorption*. EBSCO Media, Birmingham, s. 9-21, 1988.
- 32- Reitan, K.: Initial tissue behavior during apical root resorption. *Angle Orthod.* 44: 68-82, 1974.
- 33- Reitan, K.: Biomechanical principles and reactions. Graber, T.M., Swain, B.F., ed. *Orthodontics Current Principles and Techniques*. The C.V. Mosby Company, St. Louis, s. 101-192, 1985.
- 34- Williams, S.: A histomorphometric study of orthodontically induced root resorption. *Eur. J. Orthod.*, 6: 35-47, 1984.
- 35- Stenvik, A., Mjör, I.A.: Pulp and dentine reactions to experimental tooth intrusion: A histologic study of the initial changes. *Am. J. Orthod.*, 57: 370-385, 1970.
- 36- Harry, M.R., Sims, M.R.: Root resorption in bicuspid intrusion: A scanning electron microscope study. *Angle Orthod.*, 52: 235-258, 1982.

- 37- Engström, C., Granström, G., Thilander, B.: Effect of orthodontic force on periodontal tissue metabolism: A histologic and biochemical study in normal and hypocalcemic young rats. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 93: 486-495, 1988.
- 38- Goldie, R.S., King, G.J.: Root resorption and tooth movement in orthodontically treated, calcium-deficient; and lactating rats. *Am. J. Orthod.*, 85: 424-430, 1984.
- 39- Midgetts, R.J., Shaye, R., Fruge, J.F.: The effect of altered bone metabolism on orthodontic tooth movement. *Am. J. Orthod.*, 80: 256-262, 1981.
- 40- Moyers, R.E.: *Handbook of Orthodontics*. Year Book Medical Publishers, Inc, Chicago, 1988.
- 41- Harris, E.F., Baker, W.C.: Loss of root length and crestal bone height before and during treatment in adolescent and adult orthodontic patients. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 98: 463-469, 1990.
- 42- McFadden, W.M., Engström, C., Engström, H., Anholm, J.M.: A study of the relationship between incisor intrusion and root shortening. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 96: 390-396, 1989.
- 43- Linge, L., Ohm Linge, B.: Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 99: 35-43, 1991.
- 44- Spurrier, S.W., Hall, S.H., Joondeph, D.R., Shapiro, P.A., Riedel, R.A.: A comparison of apical root resorption during orthodontic treatment in endodontically treated and vital teeth. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 97: 130-134, 1990.
- 45- Hendrix, I., Carels, C., Kuijpers-Jagtman, A.M., Van 'T Hof, M.: A radiographic study of posterior apical root resorption in orthodontic patients. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 105: 345-349, 1994.
- 46- Mirabella, A.D., Årtun, J.: Risk factors for apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 108: 48-55, 1995.

- 47- Kaley, J., Phillips, C.: Factors related to root resorption in edgewise practice. *Angle Orthod.* 61: 125-131, 1991.
- 48- Andreasen, J.O.: External root resorption: its implication in dental traumatology, paedodontics, periodontics, orthodontics and endodontics. *Int. Endod. J.*, 109-118, 1985.
- 49- Wickwire, N.A., McNeil, M.H., Duell, R.C.: The effects of tooth movement upon endodontically treated teeth. *Angle Orthod.*, 44: 235-242, 1974.
- 50- Brezniak, N., Wasserstein, A.: Root resorption after orthodontic treatment: Part 2. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 103: 138-146, 1993.
- 51- Mollenhauer, B.: Towards paradigmless orthodontics. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 92: 437-444, 1987.
- 52- Beck, B.W., Harris, E.F.: Apical root resorption in orthodontically treated subjects: Analysis of edgewise and lightwire mechanics. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 105: 350-361, 1994.
- 53- Blake, M., Woodside, D.G., Pharoah, M.J.: A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with the edgewise and speed appliances. 108: 76-84, 1995.
- 54- Langford, S.R.: Root resorption extremes resulting from clinical RME. *Am. J. Orthod.*, 81: 371-377, 1982.
- 55- Erverdi, N., Okar, İ., Küçükkeleş, N., Arbak, S.: A comparison of two different rapid palatal expansion techniques from the point of root resorption. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 106: 47-51, 1994.
- 56- Dermaut, L.R., De Munck, A.: Apical root resorption of upper incisors caused by intrusive tooth movement: A radiographic study. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 90: 321-326, 1986.
- 57- Dellinger, E.L.: A histologic and cephalometric investigation of premolar intrusion in the macaca speciosa monkey. *Am. J. Orthod.*, 53: 325-355, 1967.
- 58- Schwarz, A.M.: Tissue changes incident to orthodontic tooth movement. *Int. J. Orthod.*, 18: 331-352, 1932. (63 numaralı kaynaktan alınmıştır.)
- 59- Steigman, S., Michaeli, Y.: Experimental intrusion of rat incisors with continuous loads of varying magnitude. *Am. J. Orthod.*, 80: 429-436, 1981.

- 60- Goldin, B.: Labial root torque: Effect on the maxilla and incisor root apex. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 95: 208-219, 1989.
- 61- Kvam, E.: Scanning electron microscopy of tissue changes on the pressure surface of human premolars following tooth movement. *Scand. J. dent. Res.*, 80: 357-368, 1972.
- 62- Copeland, S., Green, L.J.: Root resorption in maxillary central incisors following active orthodontic treatment. *Am. J. Orthod.*, 89: 51-55, 1986.
- 63- Owman-Moll, P.: Orthodontic tooth movement and root resorption with special reference to force magnitude and duration: A clinical and histological investigation in adolescents. *Swed. Dent. J. (Suppl. 105)*, 1995.
- 64- Levander, E., Malmgren, O., Eliasson, S.: Evaluation of root resorption in relation to two orthodontic treatment regimes. A clinical experimental study. *Eur. J. Orthod.*, 16: 223-228, 1994.
- 65- Marcotte, M.R.: *Ortodontide Biyomekanik. Bilimsel ve Teknik Yayınları Çeviri Vakfı, İstanbul, 1990.*
- 66- Rains, M.D., Nanda, R.: Soft tissue changes associated with maxillary incisor retraction. *Am. J. Orthod.*, 81: 481-488, 1982.
- 67- Talass, F., Talass, L., Baker, R.J.: Soft tissue profile changes resulting retraction of maxillary incisors. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 91: 385-394, 1987.
- 68- Costopoulos, G., Nanda, R.: An evaluation of root resorption incident to orthodontic intrusion. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 109: 543-548, 1996.
- 69- Brudvik, P., Rygh, P.: Root resorption after local injection of prostaglandin E₂ during experimental tooth movement. *Eur. J. Orthod.*, 13: 255-263, 1991.
- 70- Brudvik, P., Rygh, P.: The initial phase of orthodontic root resorption incident to local compression of the periodontal ligament. *Eur. J. Orthod.*, 15: 249-263, 1993.
- 71- Brudvik, P., Rygh, P.: Non-clast cells start orthodontic root resorption in the periphery of hyalinized zones. *Eur. J. Orthod.*, 15: 467-480, 1993.
- 72- Brudvik, P., Rygh, P.: Root resorption beneath the main hyalinized zone. *Eur. J. Orthod.*, 16: 249-263, 1994.

- 73- Brudvik, P., Rygh, P.: Multi-nucleated cells remove the main hyalinized tissue and start resorption of adjacent root surfaces. *Eur. J. Orthod.*, 16: 265-273, 1994.
- 74- Brudvik, P., Rygh, P.: Transition and determinants of orthodontic root resorption-repair sequence. *Eur. J. Orthod.*, 17: 177-188, 1995.
- 75- Brudvik, P., Rygh, P.: The repair of orthodontic root resorption: an ultrastructural study. *Eur. J. Orthod.*, 17: 189-198, 1995.
- 76- Maltha, J.C., Dijkman, G.E.H.M.: Discontinuous forces cause less extensive root resorption than continuous forces. *Eur. J. Orthod.*, 18: 420 (Abstr.), 1996.
- 77- Storey, E., Smith, R.: Force in orthodontics and its relation to tooth movement. *Austr. J. Dent.*, 56: 11-18, 1952. (63 numaralı kaynaktan alınmıştır.)
- 78- Ricketts, R.M., Bench, R.W., Gugino, C.F., Hilgers, J.J., Schulhof, R.J.: *Bioprogressive Therapy*, Rocky Mountain/ Orthodontics, s. 94, 1980.
- 79- Melsen, B., Agerbæk, Markenstam, G.: Intrusion of incisors in adult patients with marginal bone loss. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 96: 232-241, 1989.
- 80- Plets, J.H., Isaacson, R.J., Speidel, T.M., Worms, F.W.: Maxillary central incisor root length in orthodontically treated and untreated patients. *Angle Orthod.*, 44: 43-47, 1974.
- 81- Bunch, W.B.: Tissue changes occurring in dogs. *Angle Orthod.*, 12: 177-183, 1942. (57 numaralı kaynaktan alınmıştır.)
- 82- Huettner, R.J., Whitman, C.L.: Tissue changes in the macaque rhesus monkey during orthodontic movement. *Am. J. Orthod.*, 44: 328-345, 1958. (57 numaralı kaynaktan alınmıştır.)

9. ÖZGEÇMİŞ

1968 yılında İzmit 'de doğdum. 1979 yılında Kozyatağı İlkokulu'ndan, 1986 yılında İstanbul Özel Amerikan Robert Lisesi'nden mezun oldum. 1986 yılında girdiğim İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nden 1991 yılında mezun oldum. 1992 yılında Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda doktora programına başladım. 1993'den bu yana bu anabilim dalında araştırmaya görevlisi olarak bulunmaktayım. Evliyim.

