

T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

KENDİNDEN BAĞLAMALI VE GELENEKSEL BRAKET SİSTEMİ UYGULANAN BİREYLERDE DENTOFASİYAL YAPILARIN VE KÖK REZORPSİYONUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dt. Mehmet Caner GÜVEN

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Ayça ÜSTDAL GÜNEY

ADANA-2021

T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**KENDİNDEN BAĞLAMALI VE KONVANSİYONEL
BRAKET SİSTEMİ UYGULANAN BİREYLERDE
DENTOFASİYAL YAPILARIN VE KÖK
REZORPSİYONUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Mehmet Caner GÜVEN

UZMANLIK TEZİ

**DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Ayça ÜSTDAL GÜNEY**

**Bu tez, Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından
TDH-2020-12236 no'lu proje olarak desteklenmiştir.**

ADANA-2021

KABUL ve ONAY



TEŞEKKÜR



İÇİNDEKİLER

KABUL ve ONAY	i
TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Sınıf I Malokluzyon	4
2.1.1. Tanım ve Özellikler	4
2.1.2. Sınıf I Malokluzyonda Tedavi Seçenekleri	6
2.2. Sabit Ortodontik Apareylerin Kısa Tarihi	8
2.3. Braket Tipleri	11
2.3.1. Paslanmaz Çelik Braketler	11
2.3.2. Plastik Braketler (Kompozit Braketler)	12
2.3.3. Seramik Braketler	12
2.4. Ligatürleme ve Gelişimi	12
2.5. Kapaklı Braket Sistemleri	13
2.5.1. Kapaklı Braket Sistemlerinin Tarihçesi	15
2.5.2. Kapaklı Braket Sistemlerinin Sınıflandırılması	18
2.5.3. Kapaklı Braket Sistemlerinin Felsefesi	19
2.5.4. Kapaklı Braketlerin Klinik Performansı	19
2.5.5. Kapaklı Braket Sistemlerinin Kök Rezorpsiyonuna Etkisi	20
2.5.6. Kapaklı Braketler ve Sürtünme	20
2.5.7. Toplam Tedavi Süresi ve Randevu Sayısı	23
2.5.8. Tork ve Rotasyon Kontrolü	24
2.5.9. Plak Retansiyonu ve Periodontal Sağlık	25
2.6. Eksternal Apikal Kök Rezorpsiyonu (EAKR)	26
2.6.1. Tanımı	26

2.6.2. Sınıflama	27
2.6.3. Epidemiyoloji	28
2.6.4. Etiyoloji	28
2.6.5. Rezorpsiyon Sürecinin İşleyişi	29
2.6.6. Rezorpsiyonun En Sık Görüldüğü Dişler	30
2.6.7. Rezorpsiyona Engel Olmak İçin Alınabilecek Önlemler	30
2.6.8. Radyografik Değerlendirme ve Teşhis	31
3. GEREÇ ve YÖNTEM	33
3.1. Olguların Dahil Edilme Kriterleri ve Grupların Oluşturulması	33
3.2. Lateral sefalometrik Filmlerin Analizinde Kullanılan Sefalometrik Noktalar	34
3.3. Lateral Sefalometrik Filmlerin Analizinde Kullanılan Düzlemler.....	35
3.4. Lateral Sefalometrik Film Üzerinde Kullanılan Ölçümler.....	36
3.5. Panoramik Filmlerin Alınması ve Değerlendirilmesi	37
4. BULGULAR.....	39
4.1. İstatistiksel İncelemeler.....	39
4.2. Metot Hatası	40
4.3. Kronolojik Yaş ve Cinsiyete Göre Dağılımın Değerlendirilmesi	41
4.4. Tedavi Sürelerinin Karşılaştırılması	42
4.5. Grupların Başlangıç Bulgularının Değerlendirilmesi	42
4.6. Grupların bitiş ölçümlerinin değerlendirilmesi	44
4.7. Geleneksel Grupta Başlangıç Ve Bitiş Ölçümleri Karşılaştırması	46
4.8. Kendinden Bağlamalı Grupta Başlangıç Ve Bitiş Ölçümleri Karşılaştırması	48
5. TARTIŞMA.....	50
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	59
KAYNAKLAR	60
EKLER	72
EK-1. Etik Kurulu	72
ÖZGEÇMİŞ	72

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Damon braket.....	15
Şekil 2.2. Geleneksel braket.....	15
Şekil 3.1. Lateral sefalometrik analizde kullanılan düzlemler.....	36
Şekil 3.2. Kesici dişlerin kök kron oranının belirlenmesi.....	38
Şekil 3.3. 11 numaralı kesici dişin bitim kök uzunluğunun hesaplanması	39
Şekil 3.4. 11 numaralı dişin bitim kron uzunluğunun hesaplanması	39



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge No</u>	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 4.1. Araştırmacı güvenirliği testi	41
Çizelge 4.2. Grupların yaş ve cinsiyet dağılımı	42
Çizelge 4.3. Grupların tedavi süreleri	42
Çizelge 4.4. Grupların başlangıç ölçümleri.....	43
Çizelge 4.5. Grupların bitiş ölçümleri.....	45
Çizelge 4.6. Geleneksel grubun başlangıç ve bitiş ölçümlerinin karşılaştırılması	47
Çizelge 4.7. Kendinden bağlamalı grubun başlangıç ve bitiş ölçümlerinin karşılaştırılması	48



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

>	: Büyüktür
<	: Küçüktür
%	: Yüzde
"	: İnç
μ	: Sürtünme katsayısı
ark	: Arkadaşları
CBCT	: Cone Beam Computed Tomography
CuNiti	: Copper Nikel Titanyum
EAKR	: Eksternal Apikal Kök Rezorpsiyonu
F	: Kuvvet
IPR	: Interproximal Reduction
mm	: Milimetre
NiTi	: Nikel Titanyum
o	: Derece
OMMS	: Orthodontic measurement and simulation system
P	: Önem düzeyi
Sn	: Saniye
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
SS	: Stainless Steel
SWA	: Straight Wire Appliance
TMA	: Titanyum Molibden Alaşımı

ÖZET

Kendinden Bağlamalı ve Geleneksel Braket Sistemi Uygulanan Bireylerde Dentofasiyal Yapıların ve Kök Rezorpsiyonunun Değerlendirilmesi

Bu tez çalışmasının amacı iskeletsel Sınıf I ve orta şiddetli çapraşıklığa sahip bireylerde geleneksel braket sistemi ile kendinden bağlamalı braket sisteminin dentofasiyal yapılara ve kök rezorpsiyonuna etkisini karşılaştırarak ortaya koymaktır. Çalışmaya dahil edilen toplam 72 hasta mevcuttur. Kendinden bağlamalı braket grubunda 36 hasta ile birinci grup, geleneksel braket grubunda 36 hasta ile ikinci grup oluşturulmuş, hastaların eşit dağılımı sağlanmıştır. Kendinden bağlamalı braket grubunun yaş ortalaması $14,19 \pm 2,01$ yıl ve toplam 14 erkek 22 kadın hastadan oluşmaktadır. Geleneksel braket grubunun yaş ortalaması $14,47 \pm 2,02$ yıl ve toplam 12 erkek 24 kadın hastadan oluşmaktadır. Gruplar arasında yaş ve cinsiyet açısından anlamlı fark bulunamamıştır. İki grubun dentofasiyal sistem üzerindeki etkilerini ve kök rezorpsiyonuna olan etkilerini karşılaştırmak için hastaların başlangıç ve bitim aşamasında alınan panoramik ve lateral sefalometrik filmleri kullanılmıştır. Lateral sefalometrik film üzerinde yapılan açısal ve doğrusal ölçümler ile dentofasiyal değişimler incelenirken, panoramik film üzerinde yapılan ölçümler ile kök kron oranı değişimi incelenmiştir. Grupların başlangıç ve bitimde alınan radyografi tarihleri ile toplam tedavi süreleri incelenmiştir. Kendinden bağlamalı braket grubunun ortalama tedavi süresi $20,78 \pm 6,42$ ay, geleneksel braket grubunun ortalama tedavi süresi $20,22 \pm 6,38$ ay olup gruplar arasında anlamlı fark bulunamamıştır. İki grupta da iskeletsel değişiklikler görülmemiştir. Grupların bitiş ölçümleri değerlendirildiğinde IMPA ikinci grupta anlamlı derecede artış gösterirken, birinci grupta anlamlı derecede artış göstermemiştir. Her iki grupta da üst kesici dişlerin eğimi anlamlı derecede artış göstermiştir. Üst dört kesici dişin kök kron oranları iki grupta da bitimde azalma göstermiş ancak gruplar arasında anlamlı fark bulunamamıştır. Bulgular değerlendirildiğinde her iki braket sisteminin klinik etkinliklerinin ve tedavi etkinliklerinin benzer olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Geleneksel braketler, Kendinden bağlamalı braketler, Kök rezorpsiyonu, Sınıf I çapraşıklık

ABSTRACT

Evaluation of Dentofacial Structures and Root Resorption in Individuals with Self Ligating And Traditional Bracket System

The aim of this study is to compare the effect of traditional bracket system and self ligating bracket system on dentofacial structures and root resorption in individuals with skeletal Class I and moderate crowding. There are a total of 72 patients included in the study. The first group was formed with 36 patients in the self ligating bracket group, the second group was formed with 36 patients in the conventional bracket group, and the patients were equally distributed. The mean age of the self ligating bracket group was 14.19 ± 2.01 years, and consisted of 14 male and 22 female patients. The average age of the conventional bracket group is 14.47 ± 2.02 years and consists of 12 male and 24 female patients. No significant difference was found between the groups in terms of age and gender. To compare the effects of the two groups on the dentofacial system and their effects on root resorption, panoramic and lateral cephalometric films of the patients taken at the beginning and end stages were used. While dentofacial changes were examined with angular and linear measurements made on the lateral cephalometric film, the changes in root crown ratio were examined with the measurements made on the panoramic film. The radiography dates taken at the beginning and at the end of the groups and the total treatment time were examined. The mean treatment duration of the self-restraining bracket group was 20.78 ± 6.42 months, and the mean treatment duration of the conventional bracket group was 20.22 ± 6.38 months, and there was no significant difference between the groups. Skeletal changes were not observed in either group. When the end measurements of the groups were evaluated, IMPA showed a significant increase in the second group, but did not show a significant increase in the first group. The inclination of the upper incisors increased significantly in both groups. The root crown ratios of the upper four incisors decreased in both groups, but there was no significant difference between the groups. When the findings are evaluated, it can be said that the clinical efficiency and treatment efficiency of both bracket systems are similar.

Keywords: Traditional braces, Self ligating brackets, Root resorption, Class I crowding

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Ortodontik tedavinin temel amaçları bireylerin yüz ve gülümseme estetiğini arttırarak kısa sürede etkin tedavi sunabilmektir. Ortodontik tedavilerin uzun sürmesi ile beraber, bireylerin tedaviye istekleri azalabilmekte ve ağız hijyenine gereken özenin verilmemesi sonucu dişlerde çürükler ve dişeti sorunları ve ortodontik tedavi mekaniklerinde çeşitli zararlar oluşabilmektedir. Bu gibi sebeplerle ortodontik tedavinin etkinliğini arttırmayı hedeflerken, tedavi süresinin ksalmasını sağlayacak sistemlerin geliştirilmesi, hem ortodontistler hem de tedavi gören hastalar açısından oldukça önemlidir (1,2).

Estetik ve güzellik kavramları, insanların eski dönemlerden beri önem verdikleri kavramlardır. Ortodontik tedavilere olan ilginin günümüzde artması, bireylerin estetik beklentilerinin artması, yüz ve gülümseme estetiği istekleriyle olmuştur. Ortodontik tedavi ihtiyacı duyan hastalar güzel görünüm ve sosyal kabul beklentisiyle tedavi sürecine başlamaktadır. Ortodontik tedaviye hastaların başvurma nedenlerinin başında dişsel çapraşıklık gelmektedir (3-5).

Çapraşıklık, dişlerin apikal kaide üzerinde yeterli yer olmayışı sebebiyle düzgün sıralanamamaları şeklinde tanımlanabilir. Çapraşıklık genel olarak; hafif, orta ve şiddetli olarak sınıflandırılmaktadır. Çapraşıklığın ne şiddette olduğuna göre farklı tedavi alternatifleri mevcuttur. Çapraşıklık tedavisinde; interdental aşındırma, diş çekimi, distalizasyon veya farklı genişletme teknikleri kullanılmaktadır. Çekimsiz tedaviler genel olarak diş kavsinin transversal yönde genişletilmesi ile yapılmaktadır. Ark telleri kullanarak da genişletme yapılabilir. Mevcut ark formundan daha geniş bir ark teli uygulanması ve bu yolla genişletme ile beraber dişlerin sıralanmalarına olanak sağlanır (6,7).

1935'te Stolzenberg tarafından tanıtılan Russel Lock geleneksel braketlere alternatif olarak geliştirilen ilk kapaklı braket olarak piyasaya sürülmüştür (7). O dönemde bu sistemlerin temel avantajı, ark telinin braketle bir kapak yardımı ile kısa sürede ve kolay bağlanabilmesi olarak görülmüştür (8). Bu avantajlara ek olarak braket slotu ile ark teli arasındaki sürtünmenin az oluşuna bağlı olarak hızlı diş hareketi sunuyor olması bu sistemin önemli bir avantajı olarak belirtilmiştir (9-11).

Alternatif bir ortodontik tedavi sistemi olduğu iddiasıyla en popüler kapaklı braketlerden olan Damon braket, Dr. Damon tarafından 1990 yılında tanıtılmış ve

gelişimini sürdürerek (Damon 2, Damon 3, Damon 3MX, Damon Clear ve Doman Q) günümüze kadar gelmiştir (12). Damon' ın oluşturduğu Damon sistemin temel dayanağı, super elastik CuNiTi (Damon ark form-Ormco) teller ile Damon braketler arasındaki az olan sürtünmenin diş hareketini başlatacak ideal kuvvet oluşturmaktır. Oluşan bu ideal kuvvetin ise, dişlerin hareketini hızlandırdığı, lip bumper etkisiyle dental arkların kesici dişlerin proklinasyonundan daha çok posterior dişlerin bukkal yönde hareketi ile şekillendiği ve sonuç olarak orta ve ileri dereceli çapraşıklık olgularında diş çekimi gereksinimini ortadan kaldırdığı iddia edilmiştir. Posterior dişlerin bukkal yöndeki bu hareketinin gövdesel olarak gerçekleştiği ve bukkal alveoler kemikte kemik yapımı olduğu belirtilmiştir (13).

Ortodontik tedavinin bir yan etkisi ve tedavinin başarısını etkileyebilecek en önemli durumlardan birisi eksternal (dış kaynaklı) kök rezorpsiyonudur. Apikalde kökte meydana gelen rezorpsiyon çoğu zaman ön görülemez ve geri dönüşü yoktur.

Üst kesici dişler eksternal kök rezorpsiyonundan en çok etkilenen dişlerdir. Bununla birlikte henüz ortodontik tedavi ile kök yıkımı arasında kesin ilişkiye ait bir cevap bulunamamıştır. Kuvvet uygulanması, tipi, tedavi süresi, kuvvet büyüklüğü, diş hareket mesafesi gibi birçok faktör ortodontik tedavi sırasında eksternal kök rezorpsiyonu insidansını arttırabilir ve şiddetine katkıda bulunabilir.

Eksternal apikal kök rezorpsiyonu (EAKR) dişin sement ve dentin dokularının odontoklast hücreleri tarafından ortadan kaldırılması olarak tanımlanmıştır (14). Daimi dişlenmeye geçiş sırasında süt dişlerinde oluşan rezorpsiyonun fizyolojik sürecin bir parçası olarak değerlendirilmesine rağmen daimi dentisyona geçtikten sonra oluşan rezorpsiyon bir patoloji olarak kabul edilir (15). EAKR ortodontik tedavi gören hastalarda sık görülen bir yan etki olarak karşımıza çıkmaktadır (16,17).

Ortodontik tedavi sırasında apikal bölgede oluşan rezorpsiyon periodontal ligament alanında oluşan karmaşık biyolojik aktivitenin sonucudur, bu biyolojik aktivitenin sebebi ise ortodontik tedavi sırasında bireysel fizyolojik tolerans sınırlarının üstünde uygulanan kuvvettir (18). Ortodonti pratiğinde sık karşılaşılan EAKR iatrojenik etki fayda/zarar değerlendirmesinin zor yapıldığı, hastaya biyolojik zarar verme ihtimalinin yanında yasal sorunlar oluşturma potansiyeli de olan bir fenomen olarak değerlendirilmektedir (19).

EAKR ortodontik tedavinin herhangi bir aşamasında ortaya çıkıp tedavinin prognozunu ve sonuçların stabilitesini etkileyebilir (8). Alveol kretinde ve dişin kök boyunda oluşan rezorpsiyon ortodontik tedavinin sekeli olarak nitelendirilir. Kret

yüksekliğinde ve kron kök oranında kron lehine olan değişimler ortodontik tedavi sonrası relaps olasılığını arttırır, tedavi sonuçlarının stabilitesini azaltır (20).

Kök rezorpsiyonu günümüzde hala birçok yönü ile aydınlatılamamış patolojik bir durumdur. Genellikle semptom göstermediği için her yıl birçok EAKR vakası gözden kaçmaktadır. EAKR'nin başarılı tedavisinde erken teşhis çok önemlidir (21).

Braketler ve biyomekanik sistemler hakkında birçok çalışma mevcutken, tedavi sonuçlarının oldukça farklılık gösterdiği görülmektedir. Literatür incelendiğinde kendinden bağlamalı braketler ile geleneksel braketlerin dentofasiyal değerlere ve kök rezorpsiyonuna etkilerini inceleyen çalışmaların az oluşu dikkat çekmiştir.

Çalışmamızın amacı; iskeletsel Sınıf I, orta şiddetli çapraşık içeren bireylerde geleneksel braketler ile kendinden bağlamalı braket sisteminin dentofasiyal yapılarla ve kök rezorpsiyonuna etkilerini karşılaştırarak ortaya koymaktır. Çalışmamızda elde edeceğimiz sonuçların braket seçimi konusunda ortodonti uzmanlarına fikir vermesini beklemekteyiz.

Aşağıdaki hipotezler oluşturulmuştur;

H0-1: Kendinden bağlamalı braket sistemi ve geleneksel braket sistemi arasında tedavi sonu dentofasiyal değerler arasında fark yoktur.

H0-2: Kendinden bağlamalı braket sistemi ve geleneksel braket sistemi arasında tedavi sonu kök rezorpsiyon miktarı arasında fark yoktur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sınıf I Malokluzyon

2.1.1. Tanım ve Özellikler

Ortodontide düzgün veya normal tanımı herhangi bir malformasyonun olmadığı, uyumlu ve orantılı bir yüz yapısına sahip durumlarda kullanılır. Normal okluzyon ortodontik tanıda önemli bir kavramdır. Normal okluzyonun olmadığı durumlar ise malokluzyon olarak adlandırılır (22). Malokluzyonlar genel ve lokal olmak üzere iki faktöre bağlı olarak görülmektedir. Ortodontik tedavide teşhis ve tedavi planlamasının yapılabilmesi için önemli noktalar; etiyoloji, etiyolojik faktörün şiddeti ve süresi, problemin dişsel mi iskeletsel mi kökenli olduğudur (23).

Ortodontik anomaliler; iskeletsel, dişsel ve yumuşak doku anomalileri olmak üzere üç ana gruba ayrılır. Bu üç grup ise üç alt grupta incelenir; transversal, vertikal ve sagittal (24).

1899 yılında H. Edward Angle tarafından ilk defa malokluzyon sınıflaması yapılmıştır. Angle sınıflaması; sagittal yöndeki bir sınıflama olmakla beraber alt ve üst dişlerin karşılıklı ilişkisine dayanmaktadır. Angle; sınıflamasında dişlerin ilişkisini sınıflandırırken, iskeletsel ilişkinin ayrı olarak değerlendirilmesi gerçeği ortaya çıkmıştır. Angle sınıflamasında, okluzyonun anahtarı daimi birinci molarların karşılıklı ilişkisidir ve üst birinci moların konumunu sabit kabul eder (24,25).

Angle'a göre normal okluzyonda üst birinci moların mesiobukkal tüberkülünün, alt birinci molar dişin bukkal oluşuna temas etmesi gerekmektedir. Angle düzensizlikleri üç gruba ayırmaktadır (26,27).

Sınıf I düzensizlikler: Büyük azı kapanışının normal olduğu, birinci büyük azıdan itibaren mezialdeki dişlerde oluşan konum bozukluklarını ve kapanış problemlerini kapsar. Bunlar; anterior bölgede çapraşıklık, kesici ve köpek dişlerinin gömülü kalma durumları, dişlerin bukkal veya palatinal bölgede konumlanması, üst dişlerin önde konumlanması, dişlerde çapraz kapanışlar, diş fazlalığı veya eksikliğinin olduğu durumlar ve diş morfolojisi bozuklukları şeklinde sıralanabilir (26-28).

Sınıf II Düzensizlikler: Üst birinci büyük azının konumunu sabit kabul ederek alt birinci büyük azı dişin konumunun en az yarım tüberkül genişliği kadar distalde olması

durumudur. Anterior bölgede alt ve üst kesicilerin ilişkisine göre iki tipe ayrılır. Alt büyük azı üst büyük azıya göre her iki tipte de kapanışta distaldedir (29,30).

-Sınıf II/ divizyon 1: Üst kesici dişlerin labial yönde eğimli olduğu durumdur. Bu grupta overjet artış göstermektedir.

-Sınıf II/ divizyon 2: Üst kesici dişlerin palatinal yönünde eğimli olduğu durumdur. Üst yan kesici dişler labial yönde eğimli olabilir. Bu grupta overbite artış göstermiştir.

Bir tarafta azı kapanışının normal diğer tarafta alt birinci büyük azının daha distalde olduğu durumlar Sınıf II divizyon 1 subdivizyon veya Sınıf II divizyon 2 subdivizyon olarak tanımlanır (29,30).

Sınıf III Düzensizlikler: Üst birinci büyük azı dişine göre alt birinci büyük azı dişinin en az yarım tüberkül genişliği kadar mezialde konumlandığı durumdur. Bir tarafta azı kapanışının normal diğer tarafta alt birinci büyük azının daha mezialde olduğu durumlar ise Sınıf III subdivizyon olarak tanımlanır (29,30).

Angle sınıflamasının eksik yönlerinin olmasına rağmen ilk yayınlandığı andan itibaren malokluzyonların sınıflandırılmasında geniş ve kullanılabilir bir teknik olmuştur. Angle sınıflaması; tekrar edilebilir, güvenilir ve kısa sürede değerlendirilebilme özelliğinden dolayı günümüzde hala yaygınlığını korumaktadır. Angle sınıflamasında eksik olan yönler ise; dişlerin sadece sagittal yön ilişkisini belirlemesi, transversal ve vertikal anomalilerde yetersiz kalması, üst birinci büyük azının konumunu sabit kabul etmesidir (31,32).

Sefalometrik analizlerin yapılması ile birlikte malokluzyonların iskeletsel olarak sınıflandırılması daha gerçekçi olmuştur. Steiner; sefalometrik analizinde maksilla ve mandibulanın sagittal yön ilişkilerini ön kafa kaidesine göre belirlemiş ve ANB açısı ile iskeletsel malokluzyonları gruplandırmıştır.

- ANB açısı 0-4 derece arası olanlar İskeletsel Sınıf I,
- ANB açısının artmış olduğu (5 derece ve üstü) olgular İskeletsel Sınıf II,
- ANB açısının azaldığı (0 derece ve altı) olgular İskeletsel Sınıf III olarak belirlenmiştir (33,34).

Yapılan çalışmalarda, Sınıf I malokluzyonun görülme sıklığı Sınıf II ve Sınıf III malokluzyonlara göre yaklaşık olarak %45,8 fazladır (35-37).

Sınıf I malokluzyonda, karşılıklı azı dişlerinin kapanışı okluzal özellikler yönünden genellikle Sınıf I'dir. Ancak süt azı dişlerinin erken kaybedilmesine bağlı olarak azılarda Sınıf I ilişkisi görülemeyebilir (30). Alt ve üst çenede dişlerin düzgün sıralanabilmesi için yeterli yer olmayışı ve buna bağlı gelişen lingualde veya vestibulde konumlanmalar, rotasyonlar, infrapozisyonlar, alt ve üst diş kavsinde dişlerin sıralanabileceğinden daha fazla yerin olduğu durumlar ve buna bağlı dişlerin arasında aralıklar görülebilmektedir. Dikey yönde değerlendirildiğinde ise açık kapanış, yatay yönde değerlendirildiğinde ise çapraz kapanışlar gibi iskeletsel bozukluklar görülmektedir. Yumuşak doku açısından normal bir durum vardır ve kas yapısı düzgündür. Ancak bimaksiller protrüzyon olgularında alt ve üst kesici dişlerin proklinasyonuna bağlı olarak profil dolgun, dudaklar ileridedir. Bu vakaların tedavisinde yer darlığına bakılmaksızın birinci premolar dişler çekilerek tedavi yapılmaktadır (38-40).

Kapanış esnasında kesiciler bölgesinde prematür temasın ve tek taraflı çapraz kapanışın mevcut olduğu durumlarda mandibuler kayma oluşabilmekte ancak genel olarak Sınıf I olgularda mandibuler kayma ve kapanış açısından belirgin bir karakteristik görülmemektedir.

Sınıf I malokluzyon olgularında en sık görülen problemler; dişsel maksiller darlık ve çapraşıklıktır. Dişsel maksiller darlık; iskeletsel darlık olmaksızın posterior dişlerin palatine eğilmesiyle ilişkilidir. Ayrıca Sınıf I malokluzyon olgularında bunlara ek olarak; maksiller dental protrüzyon, erüpsiyon sorunları, kötü alışkanlıkların sonucu açık veya derin kapanış olabilmektedir (41).

2.1.2. Sınıf I Malokluzyonda Tedavi Seçenekleri

Sınıf I anterior çapraşıklığa neden olan faktörler; artı dişlerin sürmüş olması, genetik, çene boyutlarında azalmanın olduğu durumlar, dudak, dil ve yanak kas dengesinin bozulduğu durumlar, erken süt dişi kaybı, ara yüzey çürüklerinin oluşması, süt dişlenme döneminde olması gereken fizyolojik diastemaların olmaması gibi durumlardır (41).

Çapraşıklık; hafif, orta ve şiddetli olmak üzere üç gruba ayrılarak sınıflandırılabilir (42,43). Sınıf I malokluzyon olgularının nedenlerinin başında, yer ihtiyacına bağlı gelişen çapraşıklık ve transversal veya vertikal yöndeki lokal düzensizlikler gelir (42). Çapraşıklık basit tanımı gereği, apikal kaideye dişler için yeterli yerin olmayışı şeklinde açıklanabilir.

Çapraşıklık şiddetine göre farklı tedaviler uygulanmaktadır. Hafif ya da orta düzeyde çapraşıklık görülen durumlarda; arayüz aşındırması (IPR), kesici dişlerin protrüze edilmesi veya transversal yönde genişletme yapılabilir. Şiddetli çapraşıklık görülen durumlarda ise çekimli tedavi alternatif olarak düşünülebilir. Kesici dişlerin protrüzyonu ile hafif çapraşıkların tedavisinde yer sağlanabilir. Kesici dişlere 1 mm protrüzyon yapılması ile sağ ve solda yaklaşık 2 mm yer kazanılmaktadır (43). Inter Proksimal Redüksiyon (IPR) bir diğer adıyla interdental stripping diş boyutu ile ark uzunluğu arasındaki uyumsuzluğun az olduğu durumlarda tercih edilen bir metottur. IPR, dişlerin temas yüzeylerinden minenin aşındırılmasıdır, ara yüzeylerin aşındırılması ile ara yüz abrazyonunun benzer olduğu belirtilmiştir. Ara yüz abrazyonu doğal bir süreçtir (44). IPR ortodontide hafif ve orta şiddette çapraşıklığı çözmenin dışında başka endikasyonlarda da kullanılır. Bolton problemini çözmek, daha düz ve stabil ara yüz temas noktalarının oluşturulması, geniş gingival embraşür varlığında siyah üçgen alanların giderilmesi, dental arkin stabilizasyonu bu endikasyonlara örnek olarak verilebilir.

Sheridan; maksiller ve mandibuler arklarda 6 mm'ye kadar yer kazanılabildiğini belirtmiş olsa da, genel kanı hafif orta düzeydeki çapraşıklıklarda interproksimal redüksiyonun yapılması gerektiğidir (46-48). Aşındırılacak mine miktarı ile literatür incelendiğinde farklı bilgiler bulunmakla beraber bazı çalışmalarda ortalama bir miktar belirtilmiş (0,3-0,5 mm), bazı çalışmalarda ise mine kalınlığının yarısı gibi ifadeler geçmektedir (49-50).

İnterdental aşındırmanın yanı sıra bir diğer yer kazanma yöntemi ise dental arkların genişletilmesidir. Çekimsiz tedavilerde yer kazanma genel olarak genişletme ile uygulanmaktadır (6). Genişletmenin en temel amacı dişlerin sıralanabilmeleri için yer kazanmaktır. Genişletme transversal yönde yapılmaktadır. İskeletsel veya dişsel olarak genişletme uygulanabilir (51). Ortopedik yani iskeletsel genişletme, yüksek kuvvet uygulayan genişletici aparatın uygulanması ile yapılırken, ortodontik yani dişsel genişletmede kemik içinde dişlerin hareket etmesi ile yapılmaktadır (52,53). Dişsel olarak genişletme sağlamak için çeşitli aygıtlar veya ark telleri kullanılabilmektedir. Ark teli uygulanarak yapılan genişletme, mevcut ark formundan daha geniş ark formları kullanılarak yapılır (54).

Çapraşıklık daha şiddetli olduğu vakalarda, stabil bir okluzyon ve dişlerin düzgün sıralanabilmeleri için diş çekimli tedavi uygulanır (46). Hangi diş veya dişlerin çekileceği; tedavi başındaki malokluzyonunun durumuna, tedavi sonucunda istenilen

duruma, başlangıç çapraşıklık durumuna göre değişebilmektedir (55). Orta düzey çapraşıklık olgularında karar vermek belirsizliğini korurken, hafif ve şiddetli çapraşıklık olgularında daha kolay karar verilmektedir. Stabilite yönünden çekimli tedavi daha stabil olarak belirtilirken retansiyon dönemi sonrasında kesici dişlerde bir miktar çapraşıklık görülmüştür (48,56).

Relapsın çekim yapılan vakalarda da görülmesi, çekimle beraber eklem rahatsızlıklarının tetikleneceği düşüncesi, çekimsiz tedavinin daha popüler olmasına neden olmuştur (57).

Ortodontik apareyler hareketli, sabit, fonksiyonel ve ağız dışı apareyler olarak dört temel gruba ayrılabilir. Sabit apareylerle ortodontik tedavi, en çok kullanılan yöntemdir. Ortodonti pratiğinde karşılaşılan problemler, yöntemler, tedavi yaklaşımları genelleme yapılmasını zorlaştırmaktadır (58).

2.2. Sabit Ortodontik Apareylerin Kısa Tarihi

Ortodonti mekaniklerindeki gelişmeleri yakından takip eden H.Edward Angle'ın ortodonti bilimini daha düzenli hale getirme isteği ile ortodontide modern anlamda sabit apareyler ortaya çıkmaya başlamıştır. Angle 1928 yılında Ribbon ark apareyinin olumsuz etkilerinden kurtulmak için 'Edgewise' apareyini tanıtmıştır. Bu aparey horizontal slotlu ve 0,022×0,028 inçlik slot genişliğinde braketlerden oluşmaktadır. İlk Edgewise braketler; okluzal ve gingivalde toplam iki kanat içeren tekli braketlerdir. Kron ve kök kontrolü çok iyidir. Angle tarafından geliştirilen bu ilk Edgewise braketleri günümüzde hala kullanılmasına rağmen, ligatürleme aşamasının zaman alması ve diş hareketlerinde yetersiz olması nedeniyle Siamese ikiz braketleri geliştirilmiştir. Bu braket sistemi ile tekli braketlerle elde edilme gücü olan birçok diş hareketinin kolaylıkla yapılabilmesi sağlanmıştır (59).

Edgewise braketleri, 0,018 ve 0,022 inç genişliğinde olmak üzere iki ayrı tipte üretilmektedir. Günümüz modern Edgewise apareyinde ikiz braketlerin ve ilave kanatlar içeren tekli braketlerin kullanımı ile otomatik rotasyonel kontrol sağlanmaktadır. Braket slotları Angle'ın geliştirdiği orijinal boyutlardan daha derindir. Bu sayede geniş ark telleri slota yerleştirilebilmektedir (59).

Ekstraoral kuvvet ve ankrajın 1861'de Kingsley tarafından tanıtılması, bant ve simantasyon ajanlarının 1870'te Magill tarafından bulunması ile sabit ortodontik tedavide önemli değişiklikler olmuştur.

Angle, farklı tedavi mekanikleri kullanmış ancak verimli bir sonuç almamıştır. Angle'a göre ortodonti mekaniklerinde olması gereken beş özellik şunlardır:

1. Çekme, itme, rotasyon kuvvetleri uygulanabilmeli
2. Diş yüzeyinde sabitlenebilmeli
3. Başarılı sonuçlar vermeli
4. Dişlerle ve çevre dokularla uyumlu olmalı, dokuları irrite etmemeli
5. Estetik beklentiye karşılamalı

Angle 1887'de "Angle sistemi" adını verdiği kendi sistemini tanıtmıştır. Angle, dişlere çevresinden geçen bantları yapıştırmış, bantları ise geliştirdiği vidalara lehimlemiştir. Bantlara yapışan hassas metal tüplerin içerisinde coffin telini geçirerek, ilk defa dişlere rotasyon kuvveti uygulayacak sabit ortodontik ataçman geliştirmiştir. Bu gelişmenin sonucu ile ortodonti bilimi ciddi değişikliğe uğramıştır. Verimli, basit, estetik, ucuz olarak kabul edilebilecek sistem mekanikleri fabrikasyon üretilip kullanıma sunulmuştur (60).

1907'de Angle sistemini geliştirerek diş hareketinde vidalardan yardım almaktan vazgeçti. Üç boyutlu genişletmeyi prensip alan E arch'ı tanıttı. Dişlerin ön yüzeylerinden geçen rijit kalın bir teli azı dişlerinin bantlarına sabitleyip, dişleri bakır tel ligatürlerle bağladı. Rijit vestibül arkın esnek ve intermaksiller elastik olan tipleri vardı. Angle, dental arkın üç boyutlu genişlemesini hedef almış, sagittal yön problemlerini intermaksiller elastiklerle çözmeye çalışmıştır. Dr. Angle gelişmeler neticesinde dişlerin seviyelenmesi için diş çekimli tedaviden uzaklaşmıştır. Aksiyal problemlerin devam etmesi, kütleli hareket ihtiyacının olması, daha karmaşık hareket gerekliliği gibi sebeplerle yeni mekaniklere ihtiyaç olduğuna karar verdi.

Angle aksiyal problemleri çözmek adına pin ve tüp aparatını geliştirdi. Aparey bir ark teline hassas biçimde lehimlenen pinler ve hareket ettirilecek dişlerin üzerine yerleştirilen, pinlerin gireceği vertikal tüplerden oluşmaktaydı. Dişler uygun pozisyona gelene kadar ve ark ideal olana kadar sırayla teller değiştiriliyordu. Seanslarda ideal ark formuna daha yakın tel uygulanıyor, pinler dişlerde çok az miktarda hareket elde edilecek kadar hassas şekilde lehimleniyordu. Randevular birkaç günde bir oluyor ve her seferinde lehimleme tekrarlanıyordu. Uygulanışı aşırı özen ve emek isteyen bu mekanikle sabit ortodontik tedavide ilk defa kök hareketi elde edilmiştir.

Çalışmalarını sürdüren Angle 1928 yılında “Edge-wise” sistemini tanıttı. Üç duvarı olan, yatay yerleşen, bantlara lehimlenen bu sistemde dişlere üç boyutta hareket verilebiliyordu. Bu sistemde, ark teli dikdörtgen kesitli brakete 90 derecelik açı ile yerleştirilmekteydi. Ark teli braketlere önce bakır, daha sonraki dönemlerde ise ince çelik ligatürler ile bağlandı. Yeni gelişmeler sonucunda etkin tork hareketi elde edildi.

Charles Tweed hocasının edge-wise aparatı üzerinde çalışmış ve Angle’ın çekimsiz tedavilerinde relaps gözlemiştir. Çekimsiz tedavinin bu riskini belirleyen Tweed premolar diş çekerek Angle’ın tedavisini geliştirmiştir (60).

Andrews; önceden ayarlanmış (preadjusted) braket sistemlerinin babası olarak bilinmektedir. Andrews birinci kuşak preadjusted braketleri, ortodontik tedavi görmemiş 120 hastadan elde ettiği ölçümlere dayanarak oluşturmuştur. Andrews, 1970 yılında klasik edgewise tekniğinde ark teline yapılması zorunlu olan birinci, ikinci ve üçüncü düzen bükümlere gerek olmaması ve hasta başında geçen sürenin kısalmasını sağlayan “Düz Tel Tekniği”ni (Straight Wire Appliance-SWA) geliştirmiştir. Düz tel tekniği, tedavi için gerekli olan tüm özelliklerin geliştirilen braket yapısı ile braketlerin içine yerleştirilmesi ile ortaya çıkmıştır. Bu teknikte braketler ile angulasyon, inklinasyon ve in-out gereksinimlerinin en baştan sağlanmış olması, diş hareketlerini daha kontrollü bir hale getirerek, tedavi sonuçlarının kalıcılığını da arttırmaktadır. Straightwire sisteminde kullanılan bu özel braketler ortodontide önemli bir yer almış ve firmadan firmaya değişen tip ve tork değerli braketler kullanıma sunulmuştur. Braketler yerleştirilirken; klinik kronun merkezi esas alınmaktadır. Bu yeni teknik ile birlikte tel bükümüne daha az gereksinim duyulduğundan, aynı zamanda ark formlarını da standardize etmeye yönelik bir eğilim söz konusudur (61).

Ortodontik tedavideki zorlukların daha kolay üstesinden gelmek amacıyla MBT sistem tasarlanmıştır. Sistemin temelinde 0,018 inç yerine 0,022 inç slot kullanılması, sürekli ve hafif kuvvetlerin uygulanması, bendback ve lacebacklerin kullanılması temeline dayanır. Bu sistem kaydırma mekanikleri için 0,019”×0,025” paslanmaz çelik tel kullanılmasını önermiştir. Minimum bükümle klinik etkinliği sağlamak istenmiştir. Slot genişliğinin artmasındaki sebep tedavi süresince daha hafif kuvvetlerin uygulanmasıdır. Braketlerin sahip olduğu tork ve tip değerleri malokluzyonların tedavisinde çok önem arz etmektedir. Örneğin MBT sistemde, sınıf II vakaların tedavisinde kullanılan elastikle beraber üst kesicilerde meydana gelen tork azalması, alt kesici dişlerde ise tork artışı meydana gelmektedir, oluşan bu durumda braket sisteminin sahip olduğu tip ve tork değerleri avantaj sağlamaktadır.

2.3. Braket Tipleri

Materyal çeşitliliğine ve bağlanma tiplerine göre günümüzde üç tip materyalden braket üretilmektedir; paslanmaz çelik braketler, plastik braketler, seramik braketler.

2.3.1. Paslanmaz Çelik Braketler

En çok kullanılan metal braketlerdir (62). Kısaca avantajları; hijyenik, ucuz ve dayanıklı olmalarıdır. Dezavantajı ise estetik olmayışlarıdır (63).

Titanyum braketler ise paslanmaz çelik braketlere alternatif olarak geliştirilmiştir. Sağlamlık, dayanıklılık ve bükülmeye karşı dirençleri konusunda paslanmaz çelik braketlerden daha kötü özellik göstermektedir. Titanyum braketlerin bu özelliklerinin elimine edilmesi için yeniden ve daha yüksek değerlerde üretilmeleri gerekmektedir (64). Nikel içermediklerinden dolayı tükürük etkisi ile çözülme göstermezler. Bu sebeple nikel alerjisi veya hassasiyeti görülen bireylerde titanyum braket tercih edilebilir (65).

Braket tipleri bağlanma tiplerine göre ise ikiye ayrılmaktadır.

-Geleneksel Bağlanma: Ortodontik diş hareketinin sağlanması için ark telleri braket slotuna bağlanmalıdır. Ark telinin braketlere bağlanması için metal ya da elastik ligatürler kullanılır (66). Metal ligatürler 0,09 ile 0,14 inç arasında değişen paslanmaz çelik alaşımından oluşmaktadır. Ağız ortamında deforme olmaması, dayanıklılığını koruması, elastik ligatürlere göre plak tutunmasının az olması ve temizlenmesinin daha kolay olması gibi avantajları vardır. Ancak yumuşak doku zedelenme riski mevcuttur ve daha fazla zaman almaktadır (67). Elastik ligatürler; ark telini braket slotuna sabitlemek için kullanılan deforme edilebilen elastomerlerdir. Uygulamasının hızlı olması en büyük avantajıdır. Ancak stres altında gevşer ve zamanla sıvı ortamında bozulur. Bağlanmanın sıkı olması istendiğinde veya ortognatik cerrahi olgularında ligasyon için kullanılmamalıdır (66).

-Self Ligating (Kendi Kendine Bağlanma): Elastik ligatürlerin dezavantajlarını ortadan kaldırmak ve ligatürleme ile braket ve tel arasında oluşan sürtünmeyi azaltmak amacıyla kapaklı braketler geliştirilmeye başlanmıştır (68). Kilitli braket (self-locked), kendinden ligatürlü (self-ligated), ligatürsüz (ligatureless) ya da interaktif braketler olarak da adlandırılmaktadır (69).

2.3.2. Plastik Braketler (Kompozit Braketler)

Newman tarafından 1969 yılında ilk defa geliştirilen ve bireylerin estetik beklentisine cevap vermek amacı ile üretilmiştir. Plastik braketler genellikle polikarbonattan üretilmektedir. Estetik özellikleri iyi ancak fiziksel dayanıklılıkları yeterli düzeyde değildir. Braketlerde meydana gelen aşınmalar, renk bozulmaları ve kuvvetlere karşı dayanıklılıklarının az olması sonucu kırıkların görülmesi ile beraber yaygın kullanımı olmamıştır (70). Tercihen kısa sürecek ortodontik tedavilerde ve kuvvet gereksiniminin daha az olduğu vakalarda plastik braketler seçeneği olabilir (71).

2.3.3. Seramik Braketler

Seramik braketler, 1980'li yılların ortalarında inorganik metal olmayan materyallerden üretilmiştir (72). Seramik braketlerin tercih edilme nedenleri başlıca; sert olmaları, kimyasallara ve yüksek sıcaklıklara dayanıklı olmalarıdır. Materyal yapısının sert olması kırılma riskinin de aynı şekilde artmasına sebep olmaktadır. Alümina braketler daha sık tercih edilmektedir. Pürüzsüz ve daha düzenli damar yapısına sahiptir. Alümina seramikler iki farklı tiptedir (73).

Polikristalin Alümina Braketler: Braketler alüminyum oksit partikülleri içermektedir. Işığı geçirip diş rengini gösterirler. Şekillendirilebilir olmaları avantajlarıdır. Önemli dezavantajları da mevcuttur. Alumina kristalleri ile ilişkili olarak pörözlü, saf olmayan bir yapıya olmaları sonucu materyal çatlamaya yatkındır (74).

Monokristal Alümina veya Safir Braketler: Pörözite ve çatlama polikristalin alumina braketlere göre daha azdır. Kırılma riski daha azdır. Maliyetinin yüksek oluşu, şekillendirilebilirliğinin az oluşu dezavantajlarıdır (74). Estetik beklentinin yüksek olduğu bireylerde seramik braket kullanılması olumlu bir durumdur. Polikarbonat braketlerle kıyaslandıklarında, renkte bozulma olmaması, diş boyamaması, estetiğin daha yüksek olması ciddi avantaj sağlar. Dezavantajları ise; karşıt dişte mine aşınması, yüksek sürtünme değeri, söküm esnasında minede meydana gelen kırık ve çatlaklar (74).

2.4. Ligatürleme ve Gelişimi

Ortodontide ligatürleme işlemi ark teli ile braket arasındaki bağlantıdır. Bu bağlantı, ark telini braket slotunda tutarak kuvveti dişe iletir. Geçmiş dönemlerden günümüze farklı ligatürleme teknikleri uygulanmıştır.

İpek Ligatürler: Cerrahi işlemlerde kullanılan ipek suturlar ortodontide ligatürlemede kullanılmış olup, paslanmaz çelik ligatürler tanıtıldıktan sonra kullanımı bırakılmıştır (75).

Tel Ligatürler: Materyal yapısı olarak paslanmaz çelik ve krom alaşımından üretilen ligatürler yapısal bütünlüklerini koruyabilmeleri, ucuz ve sağlam olmaları gibi avantajlara sahiptir. Bu avantajlar neticesinde sıklıkla kullanılmaktadırlar. Genel olarak 0,009 inç ve 0,012 inç çapında ve bir el aletinin yardımı ile braketle bağlanırlar (75). Ligatür kayıplarının yaşanması ve kesilen uç kısımlarının dudak ve yanak mukozasında hasar oluşturabilmesi gibi dezavantajları vardır (77). Braket slotuna ark telinin istenilen sıklıkta bağlanmasına izin verir. Gerekli olduğu durumlarda uzaktan bağlama yapılabilir. Uzaktan bağlama işleminin yapılmasındaki amaç ise, özellikle şiddetli çapraşıklığın olduğu durumlarda kuvvetin biyolojik sınırlar içerisinde kalmasını sağlamaktır (76).

Begg Pins: Dr. Angle tarafından geliştirilen “Ribbon arch” apareyidir. Raymond Begg tarafından geliştirilmiştir. Raymond bu apareye braket slotunu kapatan ve pirinç pinlerden yapılan gingival kısımda dördüncü bir duvarı eklemiştir (78).

Elastik Ligatürler: 1960’ lı yıllarda üretilen elastik ligatürler, paslanmaz çelik ligatürlere göre kullanım kolaylığı sağlamış ve hızla yayılmıştır. Zaman tasarrufu sağlamları en büyük avantajlarıdır. Ancak, ark telinin braket slotuna tam oturmaması (79), uyguladıkları kuvvetin kısa sürede kaybolması (80), sürtünmeyi arttırması ve yapısal bütünlük göstermemesi gibi temel dezavantajları vardır (81,82).

Kapaklı Braketler: 1935’lerde ilk olarak uygulanmaya başlasa da, 1980’lerde popülerlik kazanmış ve yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır (7). Bu braket sistemi braket slotu ile ark telinin bağlantısını kuran mekanizmayı kendi içinde barındırır. Braket slotu ile ark teli arasındaki bağlantının daha kısa sürede gerçekleşmesi, sürtünme değerinin azalması ve tedavi etkinliğinin artması sistemin ciddi avantajları arasında yerini almıştır (83).

Ortodontide ideal ligatürleme özellikleri şöyle sıralanabilir; ağız hijyenini bozmaması, ark telini braket slotuna tam olarak yerleştirebilmesi, hızlı ve kolay olması, güvenli ve sağlam olması, hasta konforunu arttırması, braket ve ark teli arasındaki sürtünmeyi arttırmamasıdır (84).

2.5. Kapaklı Braket Sistemleri

Kapaklı braketler, ark telini braket slotu içerisinde tutan, ligatürleme işlemi gerektirmeyen, ark teli ile slot arasındaki bağlantıyı sağlayan mekanizmayı içerisinde

bulunduran braket tipleridir (83). Geleneksel braketlerle karşılaştırıldıklarında kapaklı braketler tüpe dönüştürülmüştür. Ligatürleme işleminde kullanılan tel veya elastığın yerini slotun dördüncü duvarı almıştır. Bu duvar labial sürgü veya klips olabilir.

Temas eden iki cismin temas yüzeyinde oluşan, hareket sırasında ortaya çıkan, harekete zıt yönde, yüzey alanına teğet kuvvete sürtünme kuvveti adı verilir. Sürtünmenin az olması özellikle tedavi başlangıcında, seviyelenme aşamasında ve kayma mekaniklerinin kullanıldığı aşamada önemlidir (75). Dişin hareket edebilmesi için kuvvetin braket, ark teli ve ligatür arasındaki sürtünme kuvvetinden daha fazla olması gerekmektedir. Çalışmalar göstermiştir ki, uygulanan kuvvetin yaklaşık %60'ı sürtünme kuvveti ile kaybedilmektedir (86).

Ligatürlemenin tel ile yapılması, elastik ile yapılmasına kıyasla sürtünme kuvvetini yarı yarıya azaltsa da (76), azalan kuvvet dahi hareketi başlatacak ideal kuvvetten fazla olabilir (87).

Taylor ve Ison, elastik ligatürleme ile bağlanan geleneksel braketlerde sürtünme kuvvetinin 3 hafta gibi bir sürede azalmaya başladığını belirtmiştir. Ayrıca, gevşek bağlanan tel ligatürlerin kullanılması ve elastik ligatürlerin bağlama öncesinde esnetilmesinin sürtünme kuvvetini azaltacağını belirtmişlerdir (88).

Bununla birlikte Bazakidou ve ark. elastik ve tel ligatür ile bağlama arasında, oluşan sürtünme kuvveti açısından herhangi bir fark bulamazken (89), Downing ve ark. farklı elastik ligatürler arasında dahi fark bulmuştur (90).

Bayrı tez çalışmasında, metal, elastik ve Slide (Leone S.p.A, Italy) ligatürlerle bağlanan geleneksel braketlerdeki sürtünmeyi karşılaştırmıştır. Elastik ve metal ligatür arasında fark bulmazken, çapraşık model düzeninde Leone slide ligatürler en düşük sürtünme değerlerini göstermiştir. Seviyeli model düzeninde ise elastik ligatürler en yüksek sürtünme değerlerini göstermiştir. Kapaklı braket sistemleri ile yapılan çalışmalarda ise, pasif kapaklı braketlerin aktif kapaklı braketlere oranla daha düşük sürtünme değerleri gösterdiği ortaya konmuştur (85,91).



Şekil 2.1. Damon braket

Şekil 2.2. Geleneksel braket

2.5.1. Kapaklı Braket Sistemlerinin Tarihçesi

İlk olarak 1935’te “The Russell attachment” olarak adlandırılan kapaklı braket prototipi Stolzenberg tarafından tanıtılmıştır. Bu tarihin öncesinde de piyasaya sürülmeseler bile birçok kapaklı braket sisteminin patenti alınmıştır (7,83). Russell ataçmanı silindir şeklinde bir vidadan oluşmakta, aktif veya pasif olarak kullanıma olanak sunmaktaydı. Vida az miktarda sıkıldığında pasif, daha fazla sıkıldığında aktif olarak kullanılmaktaydı. Ark telinin uygulama süresini kısaltan, konforu arttıran bu tasarım, yeterli tanıtımın yapılmamasına bağlı olarak ortodonti uzmanlarından hak ettiği değeri görememiştir (68).

A.J. Wildman, Edgelock kapaklı braket adı verilen braketleri 1971 yılında tanıtmıştır. İlk kapaklı pasif braket olması ile önem taşımaktadır (92). Braketin yuvarlak gövdesine eklenen sürgülü bir kapaktan oluşmaktadır (75). Dezavantajları, yüksek hacimli olması, rotasyon kontrolündeki yetersizlik, kapağın zahmetli açılıp kapanmasıdır. 1970’li yıllarda elastik ligatürlemenin tanıtılması ve piyasaya sürülmesi ile kapaklı braketler ilgi görmemiştir.

1980’de Mobil-Lock braket kullanıma sunulmuştur. Tornavidaya benzer aparatla kapatılan, braket slotunu kapatan yarım yuvarlak kapağa sahiptir. Sıkı veya gevşek kapanması ile aktif veya pasif braket dönüşebilmektedir. Dezavantajları, uygulamadaki zorluklar, rotasyon hareketindeki yetersizliklerdir (83).

1994’de Activia braketler A Company tarafından piyasaya sunulmuştur. Yukarı aşağı yönde açılan yuvarlak kızak kapak yapısına sahiptir (75). Ark teli ve braket kapağı aralığının iç bükey şeklinde olması, özellikle küçük kesitli tellerde braketin slot derinliğini arttırmış ve labiolingual seviyelenmeyi azaltmıştır. Hacimli olması, kanatlarının olmaması, silindirik şeklinden dolayı diş yüzeyine yapıştırma ve pozisyon kazandırmada zorluk genel kısıtlamaları arasında sayılmıştır (93).

1999 yılında, System R braketler (GAC International Inc., Bohemia, NY) tanıtılmıştır. Kanatlı “twin” konfigürasyonda ve metal klipsten oluşan aktif kapaklı brakettir. 2002 yılında braket boyutu küçültülmüş ve interbraket mesafesi arttırılarak InOvation R braket tanıtılmıştır. Bu braket, yuvarlak kesitli tellerin kullanıldığı seviyeleme aşamalarında pasif davranış gösterirken, sonraki aşamalarda köşeli tellerin kullanılmaya başlanması ile aktif braket davranışı göstermektedir. Böylece tork kontrolü artmaktadır. Daha sonraları ise ilk estetik kapaklı braket olan InOvation C tanıtılmıştır. Rodyum kaplı ve interaktif klipse sahip bir brakettir. Ancak klips tasarımı braket kapağını açma ve kapamada, ark içi kapatıcı elastik kullanımında, sekiz ligatürü ile bağlamada zorluklar yaşanmasına neden olmuştur (94).

2004 yılında, SmartClip (3M Unitek, Monrovia, Calif.) kapaklı braket tanıtılmıştır. Diğer bütün kapaklı braketlerden farklı olarak, ark telini braket slotunda tutan klips veya sürgüsü yoktur. Bunun yerine, slotun üst ve alt kısmında “c” şeklinde ark telinin basınçla oturtulduğu ve ark telini saran nikel titanyum alaşımından yapılmış interaktif bir zemberek kilit mekanizması vardır. Parmak ile braket slotuna oturtulan ark teli, özel bir el aletiyle çıkarılmaktadır. Ark telinin braket slotuna yerleştirilmesi ve braket slotundan uzaklaştırılması sırasında uygulanan yüksek kuvvet, hem çalışma etkinliğini azalttığı hem de hasta konforunu düşürdüğü için braket modifiye edilmiştir (84).

2004’te tanıtılan Opal braket (Ultradent Inc., South Jordan) , resin polimerden yapılmıştır. Özel bir el aletiyle (opel key) açılıp kapatılabilen pasif kapaklı brakettir. Yapısal sağlamlığı geliştirilmiş olsada sorunu tam olarak çözmemiştir (95).

Clarity SL braketler (3M Unitek Co, Monrovia, CA, USA), metal sürgülü estetik braketlerdir (96).

Quick braket (Forestadent Bernhard GmbH) 2005 yılında tanıtılmıştır. Kapakların açılıp kapatılmasındaki zorluğu çözmek için, klips üzerinde küçük bir delik tasarlanmıştır. Braket kapağı bu deliğe yerleştirilen özel bir sond veya benzeri bir alet ile açılmaktadır. Quick braket, braket gövdesinin nikelsiz alaşımdan tek parça halinde üretilmiştir. Yüksek yapışma kuvveti ve kolay uzaklaştırılmasını sağlayan patentli özel tabanı ile kullanım etkinliği arttırılmıştır. 0,018 inç slot ve 0,022 inç slot braket dizaynları mevcuttur. Köşeli tellere geçilene kadar braket pasif özelliğini korumaktadır. Kalın köşeli tellerde ise daha aktif bir özellik kazanmakta ve tork kontrolü artmaktadır. Kapağın açılırken, özellikle doğru açılmadığında deforme olması önemli dezavantajı olmuş bu nedenle yapısı güçlendirilerek Quick 2 braket üretilmiştir.

Bu gelişmelerin yanında en ünlü kapaklı braket sistemi 1996 yılında Dr. Dwight Damon tarafından tanıtılan Damon braketidir (12). 1990'lı yıllarda Dr. Damon teorisine göre daha az sürtünme ve daha hafif kuvvetleri ile daha fizyolojik ve stabil diş hareketi oluşmaktaydı. Teoriye göre; doku dostu kuvvetler çevre dokularla uyumlu ve dengeli diş hareketinin oluşmasını sağlar. Damon dudak ve çene ucu kasları ile lip bumper etkisinin oluşacağını, etkiyle beraber kesici dişlerin anterior hareketini sınırlayacağını savunmuştur. Dental arklar, kesici dişlerin öne hareketinden daha çok posterior dişlerin ekspansiyonu ile şekillenir. Özellikle, orta düzeyde anterior çapraşıklık olan sınıf I maloklüzyona sahip olgularda çekim ihtiyacı ortadan kalkar. Dr. Damon, bu teorinin ışığında kendi braket sistemini tasarlamıştır. Bu sistem geniş superelastik CuNiTi ark tellerinden (Ormco, Damon arch shape) ve ikiz konfigürasyonlu pasif kapaklı braketlerden oluşmaktadır. Bu braket dikey yönde açılan metal sürgülü bir kapağı olan edgewise ikiz braketidir. Bu braketlerin iki önemli dezavantajı vardı. Bunlar; kapağın kendinden açılabilmesi ve kırılabilmesiydi (97). Damon braketlerin kapak tasarımını değiştirerek sürgü sistemine geçtiği Damon 2 braketi 2000 yılında piyasaya sürmüştür. Böylece iki önemli dezavantajı elimine etmiştir (84). Damon braketin yapılan çalışmalarla kapak tasarımları geliştirilmiştir. Daha kolay açılıp kapanabilen ama daha güvenli bir kapanma sağlayan Damon 3 ve Damon 3MX braketler tanıtılmıştır. Damon 3 yarı estetik bir braketidir. İlk üretilen Damon 3 braketlerde diş yüzeyinden ayrılma, braket kanatlarında kırık oluşumu, metal kısmın güçlendirilmiş resin kaidesinden ayrılması gibi sorunlara rastlanmış ancak bu sorunlar hızlı bir şekilde çözülmüştür. Yapılan çalışmalar, kapaklı braketlerde geleneksel braketlere oranla daha az sürtünme değerinin olduğunu göstermiştir. Bu çalışmalarda da en düşük sürtünme değerlerinin Damon braketine ait olduğu belirtilmiştir (98).

Damon serisinin en gelişmiş son serisi Damon Q braket sistemidir. Yüksek kaliteli paslanmaz çelikten yapılmış olması nedeniyle sağlamlık ve dayanıklılık özellikleri arttırılmıştır. Ayrıca, daha düşük profile sahip olması, yuvarlak köşelere sahip olması sebebiyle hasta konforu artmıştır. Dikey ve yatay olmak üzere iki tane ekstra slot içerir. Dikey slota takılıp çıkartılabilen rodler, intermaksiller elastikler, kapatıcı yaylar, TAD gibi aparatlar uygulanabilir. Yatay slot ise segmental tellerin uygulanmasında, piggyback uygulanmasında, infrapozisyondaki dişlerin uzaktan bağlanmasında veya ark dışındaki dişlerin ark içine alınmasında kullanılabilir. Ayrıca düşük, standart ve yüksek tork olmak üzere üç farklı tork seçeneği mevcuttur. "Damon Clear" braketler yeni nesil tam estetik braketlerdir. Polikristalin alumina materyalinden yapılmıştır. Son olarak daha iyi

rotasyon kontrolü sağladığı iddiasıyla Damon Clear2 braketler üretilmiştir. Spin-Tek el aleti ile braket kapağı açılıp, kapatılır.

Sürtünme üzerine yapılan in-vitro çalışmalar ve bu çalışmalardan çıkan sonuçlara göre klinik sonuçlar çıkartılması beraberinde çeşitli tartışmaları doğurmuştur. Bazı araştırmacılar deneysel yöntemlerle yapılan sürtünme çalışmalarını yetersiz bulmuşlardır. Sebep olarak ise deney ortamında yapılan sürtünme çalışmalarının klinik şartlarla uyum sağlamayacağını öne sürmüşlerdir (99).

Kim ve ark. yaptıkları invitro çalışmada, farklı ark telleri ve farklı kapaklı braketler kullanarak başlangıç seviyelenme aşamasındaki sürtünmeyi ölçmüşlerdir. En düşük sürtünme değerinin Damon ve Nitinol (NiTi) ark kullanıldığında oluştuğunu bildirmişlerdir (100,101).

Stefanos ve ark. aktif ve pasif kapaklı braket sistemlerinde, kalın çelik ark teli üzerindeki kayma mekaniklerini inceledikleri çalışmada pasif kapaklı braket sisteminde oluşan sürtünmenin aktif kapaklı braket sisteme kıyasla daha düşük olduğunu bildirmiştir (99).

Kapaklı braket sistemlerinin farklı tork değerlerinde sürtünmeye etkisini inceleyen çalışmada, Muguruma ve ark. kapaklı braketler ile geleneksel braketleri kıyaslamıştır. Braket tel kombinasyonunda tork artışının braket ark teli arasındaki sürtünmeyi önemli ölçüde arttırdığını bildirmiştir. Farklı torklarda kapaklı braketlerde geleneksel braketlere kıyasla sürtünmenin daha az olduğunu ve en az sürtünmenin pasif kapaklı braket sistemlerinde görüldüğünü belirtmiştir (102).

Kapaklı braket sistemlerinin dikey ve yatay yön düzensizlikleri içeren durumlarda gösterdikleri sürtünme değerine ilişkin çalışmada, Clarity-SL braket dikey düzensizlerde en düşük sürtünme değeri gösterirken, yatay düzensizliklerde en düşük değeri Damon Q ve Damon 3MX braketleri göstermiştir. Bu çalışmada araştırmacı farklı kapaklı braket sistemlerinin farklı yöndeki düzensizliklerde değişen etkinlik gösterdiğini belirtmiştir (103).

2.5.2. Kapaklı Braket Sistemlerinin Sınıflandırılması

Kapaklı braket sistemleri aktif ve pasif olmak üzere iki gruba ayrılır.

- **Aktif kapaklı braketler:** Ark telini slot içerisinde kuvvet uygulayarak tutan spring klip adı verilen mekanizma bulunmaktadır.

- **Pasif kapaklı braketler:** Ark telini slot içerisinde tutmak için kuvvet uygulamayan, kapalı durumda tüp gibi davranan braketlerdir. Geniş bir tüp lümeni oluşturdukları için özellikle tedavinin başlangıç aşamalarında oldukça düşük sürtünme oluşturlar (104).

Ancak telin tüp içerisinde çok geniş bir hareket alanına sahip olması diş hareketlerindeki kontrolü azaltmaktadır. Üç boyutlu kontrol sağlanması için çok daha büyük çaplı tellerin kullanılması gerekmektedir. Aktif kapaklı braket sistemleri kullanıldığında ise, teli braket oluşuna doğru iten mekanizma sayesinde pasif braketlere göre daha fazla sürtünme oluşmakta ancak kontrol daha iyi sağlanmaktadır (105).

2.5.3. Kapaklı Braket Sistemlerinin Felsefesi

Kapaklı braket sistemleri tasarlanırken temel amaç ark telinin braket slotuna daha hızlı ve kolay bağlanmasını sağlamaktır (10). Güvenilir, hızlı ve kolay bağlanma hedefine ulaşıldıktan sonra düşük sürtünme ve hızlı diş hareketi iddiası ortaya atıldı (9,10). Düşük sürtünme ve hızlı diş hareketinin ancak kapaklı braketler ile mümkün olabileceği savunuldu (106). Kapaklı braketler ile diş hareketini başlatacak olan hafif ve fizyolojik kuvvetler uygulanabilir. Diş hareketi süresince ortaya çıkan, periodontal dokuda iskemi oluşmaz ve rezorbsiyon alanına kimyasalların akışı devam eder. Sürekli, fizyolojik ve etkin bir diş hareketi oluşur. Düşük kuvvet ve düşük sürtünme daha fizyolojik diş hareketi için gereklidir. Dişler, komşu çevre dokulara, kas, kemik ve periodontal dokular ile uyumlu ve dengeli bir şekilde uygun pozisyonlarına hareket ederler (13).

2.5.4. Kapaklı Braketlerin Klinik Performansı

Braket teknolojilerindeki gelişmeler sonucunda birçok yeni kapaklı braketin üretilmesi, hekimler tarafından yoğun ilgi görmesine neden olmuştur. Yapılan bir araştırmaya göre Amerika birleşik devletlerinde kapaklı braketlerin kullanılma oranı 2002 yılında % 8,7 iken bu oran 2008 yılında % 42'ye yükselmiştir ve günümüzde hızla artmaktadır (107). Bu ilginin temel nedeni ise farklı araştırmacıların ve üretici firmaların öne sürdükleri avantajlar olarak belirtilmiştir.

Öne sürülen avantajlar:

- Ark teli ve braket arasındaki düşük sürtünme ve buna bağlı klinikte hafif kuvvetlerin uygulanabilmesi

- Tedavi süresinin kısalması
- Artmış ağız hijyeni
- Hızlı boşluk kapatma
- Dental arkların ekspansiyonu
- Hasta konforunun artması
- Tam ve güvenli ark teli bağlanması
- Hızlı seviyelenme(68)

2.5.5. Kapaklı Braket Sistemlerinin Kök Rezorpsiyonuna Etkisi

Ortodontik tedaviye bağlı olarak ortaya çıkan kök rezorpsiyonu genellikle kökün apikal bölgesinde olur. Apikal kök rezorpsiyonunun en sık görüldüğü dişler, maksiller ve mandibular kesici dişler, özellikle maksiller kesici dişlerdir. Maksiller kesici dişler arasında ise en sık rezorpsiyon görülen diş ise lateral kesici dişlerdir (108, 109).

Kapaklı braketlerin kullanılması ile beraber, bu sistem kök rezorpsiyonu çalışmalarına da konu olmuştur. Blake ve arkadaşlarının yaptığı çalışma ilk çalışmalardan olup, edgewise braketler ile speed braketlerin kök rezorpsiyonuna etkilerini araştırmayı hedef almıştır. Ancak yapılan çalışma hipotezi desteklememiş iki grup arasında kök rezorpsiyonuna etki bakımından anlamlı fark bulunamamıştır (110).

Pandis ve arkadaşları, pasif kapaklı braketler ile geleneksel braketlerin kök rezorpsiyonuna etkilerini incelemiştir. Damon 2 ve Microarch braketleri kıyaslayan çalışma panoramik radyografilerde yapılan incelemeler üzerinden yürütülmüştür. İki braket türünün de kök rezorpsiyonuna etkisi açısından anlamlı fark bulunamamıştır (111).

Scott ve arkadaşları tarafından yürütülen diğer bir çalışmada, seviyelenmiş mandibular kesici dişlerin kök uzunlukları periapikal radyografilerle ölçülmüştür. Damon 3 braketlerin araştırıldığı çalışmada damon grubunda rezorpsiyon bir miktar daha fazla bulunsa da sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı değildir (112).

2.5.6. Kapaklı Braketler ve Sürtünme

Temas eden iki cismin birbiri üzerinde hareketi ile ortaya çıkan, temas yüzeyine teğet, hareket yönünün zıt yönünde olan harekete karşı koyan kuvvete sürtünme kuvveti denir (113). Sürtünme, dinamik ve statik sürtünme olmak üzere iki başlık altında incelenir. Duran bir cismin harekete başlayabilmesi için gerekli olan kuvvete statik sürtünme kuvveti adı verilir. Cismin hareketine devam edebilmesi için gerekli olan

kuvvet miktarına ise dinamik sürtünme adı verilir. Dinamik sürtünme hareket esnasında ortaya çıkar. Hareket olduktan sonra statik durumdan dinamik hale geçer.

İki cismin birbiriyle temas halindeyken oluşan harekette üç önemli faktör vardır;

1. Sürtünmesel kuvvet komponenti (F)
2. Normal kuvvet komponenti (N)
3. Sürtünme katsayısı (μ)

$$F=\mu.N \text{ dir.}$$

Bu denkleme göre dinamik ve statik sürtünme kuvveti, temas halindeki yüzeylerin pürüzlülüklerine ve temas eden cisimlerin karşılıklı bastırılma kuvvetlerine bağlıdır. Yine bu denkleme göre temas eden yüzeyler için sürtünme katsayısı, normal kuvvet komponenti/sürtünmesel kuvvet komponenti olarak ifade edilir.

Yaptırılmak istenen hareketin cinsine bağlı olarak katı cisimler arasındaki sürtünme kayma ve yuvarlanma sürtünmesi şeklinde ortaya çıkar. Ortodontik tedavide dişlerin hareketi doğrusal ve sabit hızda olmalarından çok, devrilme ve doğrulma (küçük atlamalar) şeklinde olur. Bu küçük atlamalar kayma sürtünmesinin statik ve aynı zamanda dinamik şeklidir. Kuvvetin uygulanmasını takiben braket, tel, periodonsiyum, alveoler kemik arasında kompleks biomekanik ilişki başlar. Sürtünme zaten mevcuttur ve aktif kuvvetin uygulanması anlamına gelmez. Ark telinin braket ve ligatür teline temas ettiği anda hareket olmasa dahi sürtünme vardır. Hareketi istenen dişte statik sürtünme katsayısı dinamik sürtünme katsayısından daha büyüktür ve dişin hareket edebilmesi için gerekli kuvvetin büyük bir bölümü ark teli braket arasındaki statik sürtünme direncinin yenilmesi için kullanılır. Ortodontik tedavinin başlangıç aşamalarından olan seviyelenme aşamasında dişler hareket ettikçe ark teli braketler içerisinde kayar ve sürtünme oluşur (114).

Sürtünme kuvveti diş hareketinde oldukça önemliyken dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta ise binding ve notching'dir.

- **Binding (Kilitlenme);** dişin devrilme hareketi esnasında ark teli yaptığı açının fazla olduğu durumda ortaya çıkar. Özellikle yüksek elastikiyeti olan ark telleri ile fazla kuvvet uygulandığında oluşur ve dişin hareketini engeller (115).
- **Notching;** binding sonucu ark telinde plastik deformasyon meydana gelir ve diş hareketi plastik deformasyon düzelene kadar durur (115).

Yapılan araştırmalar göstermiştir ki ortodontik diş hareketinde sşrtşnme çok önemli bir konudur ve uygulanan kuvvetin yaklaşık olarak % 12 - % 60'ı sşrtşnme ile kaybedilmektedir. Diş hareketinde sşrtşnmeyi azaltırsak uygulanan kuvveti azaltabiliriz. Sşrtşnmenin az olduğu mekaniklerde uygulanan kuvvetin az olmasından dolayı ankraj kontrolş artmaktadır (116).

Klinik şartlarda ark teli ve braket arasında oluşan sşrtşnmeyi etkileyen faktörler (117);

a. Fiziksel ve mekanik faktörler

- Ark telinin materyali, kesiti, çapı, yşzey yapısı
- Ark telini ligatşrleme metodu
- Braketin materyali, slot genişliği, yşzey yapısı, biçimi, boyutu, tip ve tork değerleri

b. Biyolojik faktörler

- Tşkşrşk
- Vibrasyon
- Plak
- Gıda birikimleri
- Korozyon
- Pelikşl

Speed, Activa ve geleneksel braketler invitro şartlarda karşılaştırılmıştır. Activa braketler Speed'ten 15 kat daha az, en az sşrtşnme değerleri göstermiştir. İki kapaklı braket de geleneksel braketlere göre daha dşşşk sşrtşnme değerleri göstermiştir (81). Sonuç olarak, kapaklı braketler geleneksel braketlere göre daha dşşşk sşrtşnme değerleri gösterdiği için daha az kuvvet ile diş hareketi elde etmek mşmkşndşr.

Speed braketlerin elastik veya tel ligatşrleme içeren braket sistemleri ile karşılaştırıldığı başka bir çalışmada, Speed kapaklı braketler ligatşrleme gereksinimi olan braket sistemlerine göre daha az sşrtşnme değerleri göstermiştir. Diş hareketi için gerekli olan kuvvet miktarında önemli derecede azalma tespit edilmiştir (118).

Mobil-lock, Activia ve Speed kapaklı braketler ile geleneksel braketleri sşrtşnme özellikleri açısından inceleyen çalışmada araştırmacılar, kapaklı braket sistemlerinde statik sşrtşnme değerlerinin anlamlı derecede daha dşşşk olduğunu belirtmiştir (113).

Başka bir çalışmada Damon 2 ve polikarbonat Oyster kapaklı braketinin sürtünme özellikleri açısından geleneksel braketlerle karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak Damon 2 braketler, polikarbonat esaslı Oyster kapaklı braketler ve standart edgewise braketlere göre belirgin şekilde daha düşük sürtünme değerleri gösterirken, standart braketler ve Oyster kapaklı braketler benzer sürtünme değerleri göstermiştir. Araştırmada angulasyon sabit tutulmuştur. Dikkat çekici sonuç ise sürtünen yüzeylerin materyal özelliklerinin sürtünme değerleri açısından belirleyici olmasıdır. Tellerin elastik modülü veya kilitlenme gibi durumlar angulasyonun farklı olduğu durumlarda ortaya çıkabilir ve farklı sonuçlar elde edilebilir (119).

Düşük sürtünme değerleri ile ilgili bir diğer tartışma aktif ya da pasif bağlanma konusundadır. Genel olarak kapaklı braketler iki temel grupta incelenebilirler. Aktif kapaklı braketlerde, ark telini braket oluşuna aktif olarak bastıran bir mekanizma vardır. Pasif kapaklı braketler ise, açma-kapatma mekanizması ark teline temas etmeyen, mekanizma kapalı pozisyonda iken bir tüp gibi davranan braketlerdir (105). Pasif kapaklı braketler geniş bir tüp lümeni oluşturduklarından, özellikle tedavinin başlangıcında kullanılacak olan ince tellerle birlikte kullanıldığında son derece düşük sürtünme oluşturacakları söylenmiştir (11). Ancak lümen içerisinde geniş bir hareket alanına sahip olan ark telinin, diş hareketi için yeterli kontrol sağlamasının zor olacağı ve yeterli üç boyutlu kontrol sağlanması için çok daha büyük çaplı tellerin kullanılmasının gerekeceği düşünülebilir. Tam aksine aktif kapaklı braketler kullanıldığında, teli braket oluşuna doğru iten mekanizma sayesinde pasif braketlere nazaran daha fazla sürtünme olmasına rağmen, üç boyutlu kontrol daha iyi sağlanabilir (105,120). İster aktif ister pasif olsun kapaklı braketlerde labial klips veya sürgülü kapağın braket tüpe dönüştürdüğü ve sonuç olarak telin hareket alanının arttığı ve bu durumun özellikle seviyelenme aşamasında sürtünmeyi azalttığı gösterilmiştir (119).

2.5.7. Toplam Tedavi Süresi ve Randevu Sayısı

Ark telinin kolay yerleştirilmesi ve çıkartılması, kendine özgü bağlama mekanizması gibi sebeplerle kapaklı braketlerin, klinik çalışma süresini ve asistan ihtiyacını azaltacağı düşünülmüştür (121).

Kapaklı braket sisteminin kullanıldığı bireylerde ark teli değiştirme etkinliği birçok araştırmanın konusu olmuştur. Activa, Edgelok ve Speed kapaklı braketlerin incelendiği prospektif bir çalışmada, kapaklı braketlerin tedavi seans sürelerini önemli ölçüde azaltabildiğini göstermişlerdir (76).

Berger ve Byloff, mail yolu ile yaptıkları bir araştırmada, her bir ark için paslanmaz çelik teller ile bağlamanın ortalama 6 veya 7 dakika, elastiklerin ortalama 2 dakika ve kapaklı braketlerin ise 1 dakikadan az süre gerektirdiğini ortaya koymuşlardır. Aynı çalışmada, kapaklı braketler arasında Speed braket en kısa zamanı gerektirirken Damon braket en uzun zamanı gerektirmiştir (122).

Harradine bir çalışmada, ark teli çıkarma ve yerleştirme süresini Damon braket ile geleneksel ligasyon arasında karşılaştırmış, istatistiksel olarak önemli fakat klinik olarak çok önemli düzeyde olmayan (ortalama 24 sn) fark belirlemiştir. Aynı çalışmada hastaları yaşlarına, çekim gereksinimlerine, malokluzyonun şiddetine, bitim kalitesine, ark teli değiştirme hızına göre kıyaslamıştır. Sonuç olarak, Damon braket kullanılan hastalarda tedavi süresinin daha kısa olduğunu ve bitim kalitesinin geleneksel braketler ile kıyaslanabilir kalitede olduğunu belirlemiştir. Harradine, her iki grup için ortalama tedavi sürelerini 23,5 ay olarak belirtmiştir (123).

Kapaklı braket sistemleri, aktif veya pasif olsun, labial kapak dördüncü braket duvarı gibi davranır ve braket slotunu tüpe çevirir. Bu durum ise braket slotundaki ark teli ile braket duvarları arasında oluşan boşluğu arttırır. Sonuç olarak, sürtünme azalır (119). Sürtünmenin azalmasının ise tedavi süresini azaltacağı, tedavi etkinliğini arttıracığı belirtilmiştir (99).

2.5.8. Tork ve Rotasyon Kontrolü

Tork, ark telinin braket slotu içerisinde burkulması sonucu oluşan moment olarak tanımlanmıştır (124). Ortodontik tedavi sonucunda kesici dişlerin bukkolingual pozisyonlarının doğru olması, düzgün bir okluzal bitim için çok önemlidir. Maksiller kesici dişlerin düzgün tork değerleri, estetik gülme hattının ve anterior rehberliğin oluşturulmasında ve sınıf I kanin ilişkisinin sağlanmasında kritik rol oynar. Maksiller kesici dişlerin yetersiz torku, ark uzunluk artışı ve yer kazanılmasını etkiler. Kesici dişlerin her 5 derecelik tork artışı ile ark uzunluğunda 1 mm artış olduğu bildirilmiştir (125). Yetersiz tork değerlerine sahip maksiller posterior dişler ise, maksiller arkın ekspanse olmasını engeller. Ayrıca maksiller ve mandibular dişler arasında düzgün bir tüberkül-fossa ilişkisi oluşamaz. Braketlerin üretim tekniklerindeki farklılıklar boyutsal doğruluk ve tork değerleri karakteristiklerini etkiler (126).

OMSS (Orthodontic measurement and simulation system) kullanılarak tasarlanan bir laboratuvar çalışmada ise dokuz aktif ve pasif kapaklı braketin (Quick-aktif ve pasif versiyon, Time, In-Ovation, Damon 2, Damon 3MX, Opal-M, Opal-2, Speed) tork ve

seviyeleme etkinliği ölçölmüştür. Çalışmada referans amaçlı bir geleneksel braket kullanılmıştır. Sonuç olarak, braketlerin arasında tork kapasitesi ve seviyeleme etkinliği açısından fark bulunmamıştır (127).

Mandibular kesici dişlere etkileri açısından incelendiğinde Pandis ve ark. ve Fleming ve ark. her iki braket sisteminin mandibular kesici dişlerde ortalama aynı miktarda proklinasyona neden olduklarını bildirmişlerdir (2,128).

Rotasyonlu dişlerin braketine bağlanan ark teli kuvvet çifti oluşturur. Bu kuvvet çiftinin etkisiyle oluşan moment, dental arkların seviyelenme ve dizilimi süresince rotasyonların düzelmesinde önemli rol oynar. Braket genişliği ve ligasyon şekli aksiyal rotasyonlarla oluşan bu momentler üzerinde etkili olmaktadır. Bednar ve Gruendeman'ın yaptığı çalışmada, braket genişliğinden daha çok ligasyon tipinin moment oluşumunda etkili olduğu ve kapaklı braketlerin aksiyal rotasyonların düzeltilmesinde sürekli ve düşük düzeyde moment oluşturdukları için diğer ligasyon tiplerine göre avantajlı oldukları belirtilmektedir (77,129).

Archambault ve ark. üç farklı kapaklı braket (Damon 3MX, In-Ovation R, Speed) ile paslanmaz çelik (SS), TMA ve CuNiTi ark telleri arasındaki tork aktarımını incelemiş ve braketler arasında fark olmadığını ancak paslanmaz çelik tellerle tork aktarımının en fazla olduğunu, bunu sırası ile TMA ve CuNiTi tellerin izlediğini bildirmiştir (130).

2.5.9. Plak Retansiyonu ve Periodontal Sağlık

Sabit ortodonti mekanikleri ile yapılan tedaviler sırasında, diş minesinin dekalsifikasyonu ve beyaz lezyonların oluşumu, rastlanılabilen ancak maloklüzyonun düzeltilmesi ile elde edilen estetik sonucu bile maskeleyebilecek istenmeyen durumlardır. Sabit mekaniklerin plak retansiyonunu ve diş minesinde dekalsifikasyon riskini arttırdığı ortaya konmuştur (131,132). Tedavi sırasında tükrükte ve dental plaktaki streptococcus mutans ve lactobacilli sayısında artış olduğu bildirilmiştir (133). Diş yüzeyine yapıştırılan braketler, kullanılan ark telleri ve bantlar, oral hijyenin sağlanmasını zorlaştırıp plak birikimini arttırabilir. Özellikle braket mimarisi ve kullanılan bağlama metodu, plak ve bakteri birikimini ekstra olarak arttırabilir.

Ligatür kullanımını elimine etmesi nedeni ile ağız hijyeninin korunmasını kolaylaştırması, kapaklı braketlerin avantajları arasında sayılmıştır (134). Pandis ve ark. yürüttükleri bir çalışmada, kapaklı braketler ile geleneksel braketlerin oral sağlığa etkilerini periodontal ölçümler yaparak araştırmışlardır. Çalışmada yaşları 12 ve 17 arasında değişen, alt ve üst çene arklarında braketleri olan ve alt çene çapraşıklığı

Çözölmüş hastalarda plak indeksi, gingival indeksi, kalkulus indeksi ve sondalama indeksi değeriendirmesi yapılmıştır. Sonuç olarak, kapaklı braketlerin geleneksel bağlanan braketlere üstünlük göstermediğı bildirilmiştir (135).

Pelegrini ve ark. yürüttükleri splitmouth dizayn randomize klinik bir çalışmada, kapaklı braketler ve elastik ligatür ile bağlanan geleneksel braketlerin plak ve bakteri birikimi üzerine etkilerini araştırmıştır. Hastalar, braketleme yapıldıktan sonra birinci hafta ve beşinci hafta sonunda çağrılarak değeriendirmeler yapılmıştır. Sonuçta, kapaklı braketlerin elastomerik ligatürler ile bağlanan geleneksel braketlere göre daha az plak ve bakteri retansiyonu oluşturdıkları belirtilmiştir (136).

Son zamanlarda Park ve ark. tarafından yürütölen laboratuvar çalışmasında, kapaklı braketler ve elastik ligatür ile bağlanan geleneksel braketler, plak birikimine bağli oluşan mine demineralizasyon miktarları açısından karşılaştırılmıştır. Demineralizasyonun braket tipinden bağımsız olarak, elastik ligatürün varlığı sonucu oluştuğı bildirilmiştir (137).

2.6. Eksternal Apikal Kök Rezorbsiyonu (EAKR)

2.6.1. Tanımı

Kök rezorpsiyonu diş kökü dokularının progresif olarak kaybedilmesi durumudur (138). Kökün hem iç hem de dış yüzeyinde oluşabilir, dişin pulpal yüzeyinde oluşan rezorpsiyon internal rezorpsiyon olarak tanımlanırken, diş kökünün periodontal ligament yönünde oluşan rezorpsiyonu eksternal apikal rezorpsiyon olarak tanımlanır (139). Ortodontik tedavi kaynaklı eksternal apikal kök rezorpsiyonu ortodontik tedavinin bir yan etkisi ve kaçınılmaz patolojik sonucu olarak tanımlanmıştır (138, 140).

EAKR ortodontik tedavinin birçok biyolojik ve çevresel faktörden etkilenen bir yan etkisidir (141). EAKR sürecinin sonunda selöler sementle tamir oluşmasına rağmen kök uzunluğunda kalıcı bir kayıp oluşur (145). Bu patolojik yan etki kök yüzeyindeki klastik hücrelerin istenmeyen aktivitesi sonucu oluşmaktadır ve ancak rutin radyografik incelemelerde fark edilebilir (142). EAKR ile kökün dörtte birinden fazlasının kaybedildiğı şiddetli rezorpsiyon vakaları dışında belirgin klinik semptom görölmeyebilir (143, 144). Vital ve endodontik tedavi görmüş dişler apikal kök rezorpsiyonu görölmesi bakımından birbirinden farksızdır (146).

Kök rezorpsiyonunun şiddetli bir formu olarak tanımlanan eksternal invaziv rezorpsiyon dar bir başlangıç kavitesi sonrası genişleyen rezorpsiyon alanları oluşturan

rezorpsiyon tipidir ve genellikle servikal bölge tutulumu yapar. Heithersay, eksternal invaziv rezorpsiyon için hazırlayıcı faktörleri şu şekilde sıralamıştır: (%21,1) ortodontik tedavi, (%15) travma, (%3,9) intrakoronal bleaching, (%7,7) travma ve bleaching kombinasyonu, (%1,8) ortodontik tedavi ve bleaching kombinasyonu (147).

2.6.2. Sınıflama

Literatür bilgilerinde farklı kök rezorpsiyonu tipleri için farklı tanımlamalar vardır. Örneğin ‘apikal replasman rezorpsiyonu’ ortodontik tedavi sonrası apikal kök rezorpsiyonunu tanımlamak için kullanılmaktadır (148). Aynı patolojik durum ‘inflamatuar kök rezorpsiyonu’ kategorisinde de değerlendirilmektedir (149). Travmatik yaralanmalar sonrası oluşan kök rezorpsiyonu sınıflamasında replasman ve inflammatuar rezorpsiyonlar tamamen farklı etiyoloji ve tedavi protokolleriyle ilişkilendirilmektedir (150). Fuss ve ark. EAKR sınıflamasında karışıklıklara sebep olabilen bu durumun klinisyenler arasında iletişimi zorlaştırdığını ve bu yüzden yeni bir klinik sınıflama oluşturulması gerektiğini bildirmiştir (151).

Literatürde sık kullanılan ve genel kabul gören Andresen sınıflamasında kök rezorpsiyonu lokalizasyonuna göre eksternal ve internal olarak ikiye ayrılır, eksternal rezorpsiyon ise kendi içinde inflammatuar rezorpsiyon, replasman rezorpsiyonu ve servikal rezorpsiyon olarak üçe ayrılır (153). Ortodonti pratiğini ilgilendiren eksternal inflammatuar rezorpsiyon infektif ve steril formlarda olabilir. Nekrotik bir dişte kök yüzey hasarı olduğunda ve bakteri endotoksinleri osteoklastları aktive ettiğinde infektif rezorpsiyon oluşur. Diş, kist ya da sürmemiş bir dişle komşulukta olup başka bir patolojik durum olmadan rezorpsiyon oluştuğunda ise steril rezorpsiyon oluşur (152,153).

Eksternal kök rezorpsiyonunun şiddetine göre genel sınıflama şu şekildedir:

Hafif: 2 mm’den daha az rezorpsiyon varlığı

Orta: 2 mm’den fazla fakat kökün üçte birinden daha az rezorpsiyon varlığı

Şiddetli: 4 mm’den fazla veya kökün üçte birinden daha fazla rezorpsiyon varlığı

(154,155)

Horizontal kök rezorpsiyonunu periapikal filmler üzerinde değerlendirmek için genellikle Malmgren sınıflama sistemi kullanılır. Bu sistemde rezorpsiyon şiddeti 0-4 arası değerler almaktadır. Eğimli rezorpsiyon alanlarını değerlendirmek için ise modifiye edilmiş Malmgren sınıflama sisteminin kullanımı önerilmektedir (156).

Sharpe ve ark. tarafından tanımlanan sistemde kök rezorpsiyonunu, rezorpsiyon şiddetine göre dört aşamalı olarak sınıflanmıştır (157).

2.6.3. Epidemiyoloji

Literatürdeki eksternal apikal kök rezorpsiyonu ile ilgili çalışmalarda rezorpsiyon sıklığıyla ilgili farklı sonuçlar bildirilmiştir.

Lund ve ark. EAKR'nu araştırdıkları CBCT çalışmalarında sabit ortodontik tedavi sonrası hastaların %94'ünde en az bir dişte 1 mm den daha fazla kök boyu kaybı, % 6,6'ında ise 4 mm den fazla kök boyu kaybı gözlediğini bildirmiştir. Lund ve ark. ortodontik tedavi sırasında dişlerin % 91'inde kök rezorpsiyonu tiplerinden herhangi birinin görüldüğü bildirmiştir (158).

Lupi çalışmasında EAKR'yi ortodontik tedavi öncesinde % 15 oranında belirlemiş tedavi sonrasında ise oranın % 73'e yükseldiğini tespit etmiştir (159).

Killany, agresif eksternal apikal kök rezorpsiyonu olarak tanımladığı 5mm'den fazla kök rezorpsiyonunun, ortodontik tedavi gören hastaların %2-5'inde görüldüğünü bildirmiştir. Çalışmada şiddetli kök rezorpsiyonu, santral kesici dişlerin kök uzunluğunun %25'inden daha fazlasının kaybedildiği durum olarak tanımlanmış, panoramik radyograflarda şiddetli kök rezorpsiyonunun tespit edildiği vakaların oranı %3 olarak rapor edilmiştir (160).

Farklı çalışmalarda şiddetli kök rezorpsiyonu apikal bölgede 3 mm'den fazla rezorpsiyonu tanımlamak için kullanılmış, bu çalışmalarda hastaların %10-20 kadarında şiddetli rezorpsiyon olduğu rapor edilmiştir (156).

Apikal kök rezorpsiyonu oluşturma insidansını farklı çalışmalar arasında kıyaslamak çok faydalı değildir. Çünkü çalışmalardaki rezorpsiyon kriterleri çok farklıdır ve bu kriterler çalışmalarda genellikle tanımlanmamıştır. Etnik orjin ise epidemiyolojide önemli bir faktör olarak tanımlanmıştır, asya kökenlilerin kök rezorpsiyonuna yatkınlığının beyazlardan ve hispaniklerden daha fazla olduğu bildirilmiştir. Bu yüzden çalışma sonuçları kıyaslanırken etnik faktörler dikkate alınmalıdır (161).

2.6.4. Etiyoloji

Kök rezorpsiyonu etiyolojisinin iki fazdan oluştuğu söylenebilir; yaralanma ve stimülasyon (162). Yaralanma dişin kök yüzeyini saran mineralize olmayan dokularda, presegmentte, ya da kök kanalının iç yüzünde ve predentinde olabilir. Yaralanma farklı rezorpsiyon tiplerinde benzer şekillerde olabilir bunlar travma, cerrahi işlemler, gömülü diş, ortodontik tedavi ya da tümör kaynaklı aşırı basınç olabileceği gibi ağartma işlemlerinde kullanılan hidrojen peroksit ya da başka kimyasal irritanlara bağlı olarak da

gelişebilir (163). Yaralanma sonrası çıplak kalan mineralize doku çok çekirdekli hücrelerce işgal edilir ve rezorpsiyon süreci başlar. Eğer rezorpsiyon yapan hücreler daha ileri seviyede uyarılmaya devam etmezse rezorpsiyon süreci kendiliğinden sona erer (154).

Hasarlanmış bölge çok geniş değilse sement benzeri bir dokuyla tamir süreci 2-3 hafta içinde başlar. Fakat hasar gören alan çok geniş ise kemik hücreleri sement benzeri hücrelerden önce kök yüzeyine ulaşip ankiloz gelişmesine sebep olabilir. Rezorpsiyonun devam etmesi klastik hücrelerin basınç ya da başka sebeplerle uyarılmaya devam etmesine bağlıdır. Rezorpsiyon orjini rezorpsiyon tipine göre değişir, bu yüzden rezorpsiyonu tetikleyen faktör tespit edilip rezorpsiyon sürecini tersine çevirmek mümkün olabilir (151).

Geçmişte kök resorbsiyonunun etiyolojisiyle ilgili çeşitli modeller ortaya atılmıştır (164).

Bu modeller şunlardır:

1. Replantasyon modeli (165)
2. Lüksasyon modeli (166)
3. Cerrahi-periodontal yaralanma modeli (167)
4. Donma yaralanma modeli (168)
5. Ortodontik yaralanma modeli (169)

Tüm bu modellerle ilgili yapılan çalışmalarda rezorpsiyonun başlangıç aşamasını açıklayacak yeterli bilgi edinilememiştir (164).

Rezorpsiyon süreci vitaminlerden, özellikle D vitamini alım miktarından etkilenmektedir, D vitamini ile periodontal sağlık arasında belirgin ilişki olduğu rapor edilmiştir (56). Kanıtlar D vitamininin oral sağlık için sadece kemik sağlığı ve mineral metabolizması için gerekli olduğundan değil aynı zamanda bir antiinflamatuvar ajan olduğu için gerekli olduğunu göstermektedir (170-172).

2.6.5. Rezorpsiyon Sürecinin İşleyişi

Rezorpsiyon sürecinde farklı faktörler görev alır, odontoklastlar bu sürecin temel hücreleridir. Odontoklastlar morfolojik ve fonksiyonel karakteristikler olarak, osteoklastlara çok benzer hücrelerdir. Periodontal ligament ve kemik iliği kaynaklı

dolaşımdaki hemotopoetik mononükleer hücre prekürsörlerinin diferansiasyonu kemik ve kök yüzeyi rezorpsiyonu için gereklidir. Aktive odontoklastlar mineral matrikse yapışarak polarize olan girintili çıkıntılı yüzeylerinden mineral rezorpsiyonunu başlatan proteaz salgılamaya başlar. VATPaz pompası karbonik anhidraz-2 tarafından üretilen protonları hücre membranına taşır ve oradan da rezorpsiyon alanına boşaltır, böylece asidik bir alan oluşturulur. Asidik ortam sayesinde rezorbe edilen materyal endositozla hücre içine alınır, hücre içine alınan materyalin eliminasyonundan tartarat dirençli asit fosfataz enzimi sorumludur. Katepsin ve matriks metalloproteazları ise kollojenden zengin organik matriksin yıkımını gerçekleştiren enzimlerdir (173).

2.6.6. Rezorpsiyonun En Sık Görüldüğü Dişler

EAKR'den en sık etkilenen dişler maksiller kesici dişlerdir (30). Maksiller kesici dişlerin künt uçlu ve pipet formu olmasının bunun sebebi olabileceği bildirilmiştir (155,156,174). Artmış kök rezorpsiyonu riski varlığında 3 ayda bir maksiller kesici dişlerden radyograf alınması önerilir (175). Literatürde intrüzyon hareketi ve EAKR ilişkisinin maksiller ve mandibuler dişlerdeki dağılımı da incelenmiş, Henry ve ark. maksillada kesici intrüzyonu sırasında oluşan kök rezorpsiyonunun mandibular kesicilerin intrüzyonu sırasında oluşan rezorpsiyondan fazla olduğunu bildirmiştir (176). Mc Fadden ve ark. intrüzyon hareketinin rezorpsiyonla ilişkisini inceledikleri çalışmada mandibuler kesici dişlerin daha fazla rezorpsiyona uğradığı sonucuna ulaşmıştır (177). Sharpe ve ark. en fazla rezorpsiyon gözlenen dişlerin maksiller kesici dişler, en fazla alveol kret rezorpsiyonu olan bölgenin ise maksiller anterior bölge olduğunu bildirmiştir (157).

2.6.7. Rezorpsiyona Engel Olmak İçin Alınabilecek Önlemler

Consolaro'nun yaptığı çalışmaya göre apikal kök rezorpsiyonu ortodontik tedavinin biyolojik sonucudur, ancak yine de klinik olarak kabul edilebilir değildir ve normal bir sonuç olarak kabul edilmemelidir. Çeşitli yöntem ve yollar ile takip ederek ortodonti mekanikleri sırasında kök rezorpsiyonu oluşumu veya etkilenen diş sayısı azaltılabilir (178).

Ortodontik tedavi gören hastalarda rezorpsiyonu yakalayabilmek için 6-12 aylık periyotlarda panoramik film alınması önerilmektedir. EAKR gözlenmesi durumunda pasif ark telleri takılarak, dişlere kuvvet uygulamaya 2-3 ay ara verilmesi ile rezorpsiyonun daha ileri seviyelere ulaşması engellenebilir (179).

Kök rezorpsiyonunu önlemek için farmakolojik ajanların kullanılması da alınabilecek önlemlerden diğeridir. Bisfosfanatların kemik metabolizmasını durdurma özelliği başlamış apikal rezorpsiyonun ilerlemesini durdurmak için bir tedavi seçeneği olabilir, alendronat ve zolendronat replantasyon öncesi dişlere uygulandığında rezorpsiyonun azaldığı bildirilmiştir (180).

Eğer kök rezorpsiyonu oluştuysa alınabilecek önlemlerden biri de tedavi sonlandıktan sonra dişlerin splintlenmesidir (181).

2.6.8. Radyografik Değerlendirme ve Teşhis

Ortodontik tedavi nedeniyle oluşan kök rezorpsiyonunun değerlendirmesi geleneksel radyografi, subtraksiyon radyografisi, konik ışıllı bilgisayarlı tomografi, elektron mikroskopu ve histopatolojik yöntemlerle yapılabilir. Bu uygulamalar içinde üç boyutlu görüntüleme sağlayan tek yöntem bilgisayarlı tomografi uygulamasıdır (182).

Periapikal ve panoramik röntgen görüntüleme teknikleri ise iki boyutlu değerlendirme sağlar. Panoramik ve periapikal yöntemlerin magnifikasyon hataları olması ve düşük gözlemci tekrarlanabilirlikleri gibi dezavantajları vardır. Histopatolojik değerlendirme ve scanning elektron mikroskopu teknikleriyle invaziv girişimler gerektirdiği için klinik olarak uygulanabilir değildir (182).

Radyografik tetkikler ortodontik tedavide muayene sürecinin önemli bir parçasıdır. Lateral sefalometrik ve panoramik filmler tedavi başlangıcında ve tedavi sırasında rutin olarak alınan filmlerdir. Klinisyenler devam eden ortodontik tedavi sırasında kök rezorpsiyonu oluşup oluşmadığını genellikle panoramik radyograflar yardımıyla değerlendirir. Panoramik radyografin kök uzunluğundaki küçük değişimleri ayırt etmede yeterli olamayacağı düşünülen durumlarda periapikal radyograflar istenebilir. İki boyutlu radyograflarda kök boyu değişimi değerlendirilirken dikkatli olunmalıdır. Çünkü radyografik görüntüler distorsiyonlardan, magnifikasyondan ve dişin angulasyonundan etkilenmektedir. Hafif ve orta şiddetli sınıf II malokluzyona sahip hastalarda yapılan kamuflej tedavilerinde mandibular kesici dişler procline olduğunda bu dişlerin panoramik radyografteki boyları daha kısa görünmektedir. Maksiller kesici dişler fazla miktarda retrocline olduğunda radyografteki boylarında artış olduğu görülmüştür (183).

CBCT teknolojisi 90'lı yıllarda tanıtılıp ardından yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Küçük rezorpsiyon alanlarının tespiti için CBCT görüntüleme sistemi

geleneksel panoramik radyografiye göre daha güvenilir olarak değerlendirilmektedir (184-186).

Tantanapornkul, rezorpsiyon alanının tam olarak değerlendirmenin tek yolunun bu konuda altın standart olarak kabul edilen çekilmiş dişin histolojik incelemesiyle mümkün olabileceğini bildirmiştir (187).



3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Olguların Dahil Edilme Kriterleri ve Grupların Oluşturulması

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda tedavisi başlanıp tamamlanmış, dahil edilme kriterlerine uyan bireylerin kayıtlarından oluşmaktadır. Çalışmamız retrospektif olarak planlanmıştır. Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan girişimsel olmayan etik kurul onayı alınmıştır.

Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda 01/01/2008 - 01/01/2020 tarihleri arasında tedavisi tamamlanmış tüm hastaların kayıtları incelenmiş ve kendinden bağlamalı braket sistemi (Damon Sistem) ile tedavisi tamamlanmış olan ve çalışmaya dahil edilme kriterlerini karşılayan 36 hasta olduğu belirlenmiştir. Gruplardaki birey sayısının benzer olması için geleneksel braket sistemi ile tedavi edilen hastalar arasından dahil edilme kriterlerini karşılayan 36 hasta rastgele seçilmiş ve çalışmanın materyali oluşturulmuştur.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri;

1. Hastaların 13-17 yaş aralığında olması,
2. Herhangi bir sistemik rahatsızlığı ve kraniofasiyal bölgede konjenital anomalisi bulunmaması,
3. Hayes-Nance analizine göre alt ve üst çapraşıklık miktarının orta şiddette (2-6 mm arasında) olması,
4. Konjenital diş eksikliği ya da gömülü daimi dişi (yirmi yaş dişleri haricinde) olmaması,
5. Tedavi öncesinde ya da sırasında herhangi bir fonksiyonel aygıt kullanmamış olması,
6. Tedavi öncesinde ya da sırasında genişletme ya da distalizasyon uygulanmamış olması,
7. Tedavi öncesinde ya da sırasında daimi diş çekimi yapılmamış olması,
8. Kendinden bağlamalı (Damon) ya da MBT tanımlı Straightwire braketler ile tedavisi tamamlanmış olması,
9. Başlangıç ve bitiş fotoğrafları ile radyografik kayıtları olması,
10. İskeletsel sınıf I (ANB 0-4 olmalı) olması,

11. Dişsel Sınıf I olmasıdır.

Arşivden seçilen bireylerin tedavi başında ve tedavi sonunda alınan kayıtları şunlardır;

- Başlangıç ve bitiş ağız içi fotoğraflar,
- Başlangıç ve bitiş ağız dışı fotoğraflar,
- Başlangıç ve bitiş lateral sefalometrik filmler,
- Başlangıç ve bitiş panoramik filmler,
- Başlangıç ve bitişte alınan lateral sefalometrik filmlerin karşılaştırması.

Hastalardan lateral sefalometrik röntgen alma işlemi sırasında Frankfurt horizontal düzlemin yer düzlemine paralel olmasına, midsagittal düzlemin yere dik açı yapmasına ve hastaların sentrik oklüzyonda (maximum dişler arası kapanış) olmasına dikkat edilmiştir.

Başlangıç ve bitiş dönemlerindeki lateral sefalometrik filmler ve panoramik filmler, Planmeca Promax (Planmeca, Helsinki, Finland; 68 kVp, 8 mA) cihazı kullanılarak alınmıştır.

Başlangıç ve bitiş dönemlerinde alınan dijital lateral sefalometrik filmler üzerinde Dolphin Imaging Version 11.8.06.24 Premium Software (Dolphin Images and Many Solutions, Chatsworth, California, ABD) sefalometrik analiz programı kullanılarak ölçümler yapılmıştır.

Çalışmamızda inceleyeceğimiz kök rezorpsiyonunu hastaların başlangıç ve bitiş panoramik röntgenleri aracılığıyla ölçülmüştür. Panoramik filmler üzerindeki ölçümler Image J programı(1,53d Wisconsin, ABD) kullanılarak yapılmıştır.

3.2. Lateral sefalometrik Filmlerin Analizinde Kullanılan Sefalometrik Noktalar

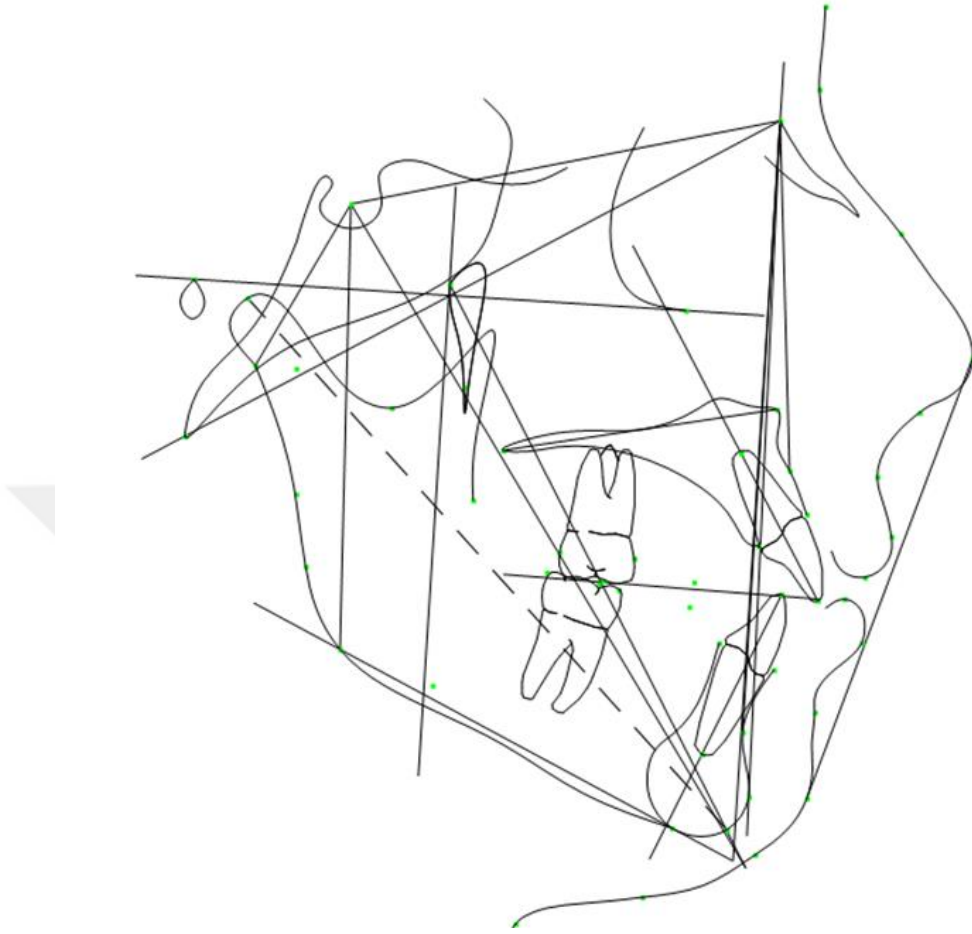
1. **Sella (S):** Sella Tursika'nın geometrik orta noktasıdır.
2. **Nasion (N):** Orta oksal düzlemde, nazofrontal suturanın sagittal düzlemle kesiştiği en ileri ve o bölgedeki girintinin en derin noktasıdır.
3. **Porion (Po):** Meatus akustikus eksternus'un üst kenarının orta noktasıdır.
4. **Orbitale (Or):** Orbita çukurunun en alt, en derin noktasıdır.

5. **Pterygoid (Pt):** Pterygopalatin çukurun üst kenarının saat 11 yönünü gösteren noktasıdır.
6. **Condylion (Co):** Mandibular kondilin en üst noktasıdır.
7. **Articulare (Ar):** Orta oksal düzlemde, mandibula ramusunun arka kenarı ile oksipital kemiğin basal kısmının kesişme noktasıdır.
8. **Anterior Nazal Spina (ANS):** Sert damağın sagittal düzlemde en ön ve uç noktasıdır.
9. **Posterior Nazal Spina (PNS):** Sert damağın sagittal düzlemde en arka ve uç noktasıdır.
10. **Subspinal Nokta (A):** Anterior nasal spina ve prosthion arasında yer alan iç bükeyliğin en derin noktasıdır.
11. **Supramentale Noktası (B):** Mandibulada infradentale noktası ile pogonion noktası arasında kalan kemik içbükeyliğinin en derin noktasıdır.
12. **Pogonion (Pg):** Mandibula simfizinin sagittal düzlemdeki en ileri noktasıdır.
13. **Gnathion (Gn):** Menton ve pogonion noktalarının orta noktasıdır.
14. **Menton (Me):** Mandibular simfizin alt kenarının en aşağı noktasıdır.
15. **Gonion (Go):** Mandibula ramusunun en arka, en alt noktasıdır.
16. **Ü1 Kesici Kenar Noktası (Ü1i):** Üst en ileri orta kesici dişin kesici kenar uç noktasıdır.
17. **Ü1 Apeksi (Ü1a):** Üst en ileri orta kesici dişin kök ucudur.
18. **A1 Kesici Kenar Noktası (A1i):** Alt en ileri orta kesici dişin kesici kenar uç noktasıdır.
19. **A1 Apeksi (A1a):** Alt en ileri orta kesici dişin kök ucudur.

3.3. Lateral Sefalometrik Filmlerin Analizinde Kullanılan Düzlemler

1. **Sella-Nasion Düzlemi (SN):** S ve N noktalarından geçen düzlemdir.
2. **Frankfort Horizontal Düzlemi (FHD):** Or noktasıyla Po noktalarından geçen düzlemdir.
3. **Palatal Düzlem (PD):** ANS ile PNS noktalarından geçen düzlemdir.
4. **Oklüzal Düzlem (OD):** Alt ve üst kesici dişlerin, kesici kenar noktalarını birleştiren doğru parçasının orta noktası ile üst birinci moların mesio-vestibüler tüberkülünün distal kenarının orta noktasından geçen düzlemdir.
5. **Mandibuler Düzlem (MD):** Go ve Me noktalarından geçen düzlemdir.
6. **NA Doğrusu:** Nasion ve A noktalarından geçen doğrudur.

7. **Nasion Perpendicular:** Nasion noktasından FH a dik indirilen doğrudur.



Şekil 3.1. Lateral sefalometrik analizde kullanılan düzlemler ve ölçümler

3.4. Lateral Sefalometrik Film Üzerinde Kullanılan Ölçümler

SNA (açı): Maksillanın ön kafa kaidesine göre ön-arka yöndeki konumudur.

SNB (açı): Mandibulanın ön kafa kaidesine göre ön-arka yöndeki konumudur.

ANB (açı): Maksilla ve mandibulanın ön-arka yönde birbirine göre konumudur.

Konveksite (mm): N-Pg düzlemine A noktasının dikey uzaklığıdır.

Maksiller derinlik (açı): FH düzlemi ile N-A düzlemi arasındaki açıdır.

A-N Perp (mm): Nasiondan FH a indirilen dik doğru ile A noktası arasındaki mesafedir.

Wits (mm): A ve B noktalarının fonksiyonel okluzal düzleme olan iz düşümleri arasındaki mesafedir.

SNGoGn (açı): GoGn ve SN doğruları arasındaki açıdır.

FMA (açı): FH ve mandibular düzlem (Go-Me) arasında oluşan açıdır.

Jarabak (açı): Saddle, Artiküler ve Gonial açıların toplamıdır. Normal değeri $396\pm3^\circ$ dir.

U1-SN (açı): Üst kesici dişlerin uzun aksının ön kafa kaidesi ile yaptığı açıdır.

U1-FH (açı): Üst kesici dişlerin uzun aksının Frankfort horizontal düzlemi ile yaptığı açıdır.

U1-NA (açı): Üst en ileri kesici dişin eksenini ile NA doğrusu arasında oluşan açıdır.

U1-NA (mm): Üst en ileri kesici dişin kesici kenarının NA doğrusuna olan uzaklığıdır.

IMPA (açı): Alt kesici uzun aksının alt çene düzlemi ile yaptığı açıdır.

L1-NB (açı): Alt en ileri kesici dişin eksenini ile NB doğrusu arasında oluşan açıdır.

L1-NB (mm): Alt en ileri kesici dişin kesici kenarının NB doğrusuna olan uzaklığıdır.

İnterinsizal açı: Alt ve üst kesici diş eksenleri arasındaki açıdır.

Overjet (mm): Alt ve üst kesici dişlerin kesici kenarları arası yatay uzaklıktır.

Overbite (mm): Alt ve üst kesici dişlerin kesici kenarları arası dikey uzaklıktır.

3.5. Panoramik Filmlerin Alınması ve Değerlendirilmesi

Sefalometrik radyografi ile birlikte panoramik radyografi ortodontik tanı ve tedavi planlamasının temelini oluşturan, diş muayenesinin ve klinik muayenenin çok önemli bir parçasıdır.

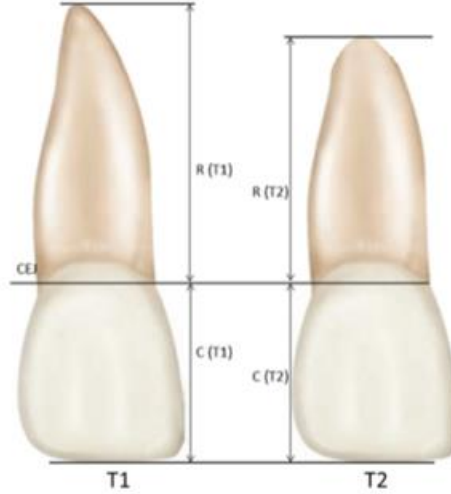
Kliniğimizde ortodontik tedavi görecektir olan tüm bireylerin tedavi başlangıcı ve bitiş aşamasında rutin kayıtlarında panoramik ve lateral sefalometrik filmleri bulunmaktadır.

Ortodontik tedavinin vazgeçilmez bir unsuru olduğu için ve her hastanın başlangıç ve bitiş kaydında bulunduğu için kök rezorpsiyonu değerlendirmek amacıyla panoramik filmler tercih edilmiştir. Hastalardan alınan filmler aynı personel tarafından ve aynı cihazla alınmış olsa da oluşabilecek magnifikasyonların önüne geçmek için başlangıç ve bitiş kök kron oranları üzerinden iki grubun karşılaştırması yapılmıştır. Üst dört kesici dişin başlangıç kök kron oranı ile bitiş kök kron oranlarını karşılaştırıp iki sistemin kök rezorpsiyonuna etkisi incelenmiştir.

Maksiller dört kesici diş için;

- a. CT1: Tedavi öncesi radyografide kron uzunluğu

- b. CT2: Tedavi sonrası radyografide kron uzunluğu
- c. RT1: Tedavi öncesi radyografide kök uzunluğu
- d. RT2: Tedavi sonrası radyografide kök uzunluğu
- e. RCR: Kök kron oranı (Root crown ratio)



Şekil 3.2. Kesici dişlerin kök kron oranının belirlenmesi

Panoramik radyografide kron uzunluğu, kesici kenar ucu ile sement mine birleşim noktası arası mesafe, kök uzunluğu ise sement mine birleşim noktası ile kök ucu arası mesafe ölçülerek hesaplanmıştır (Şekil 3.2).

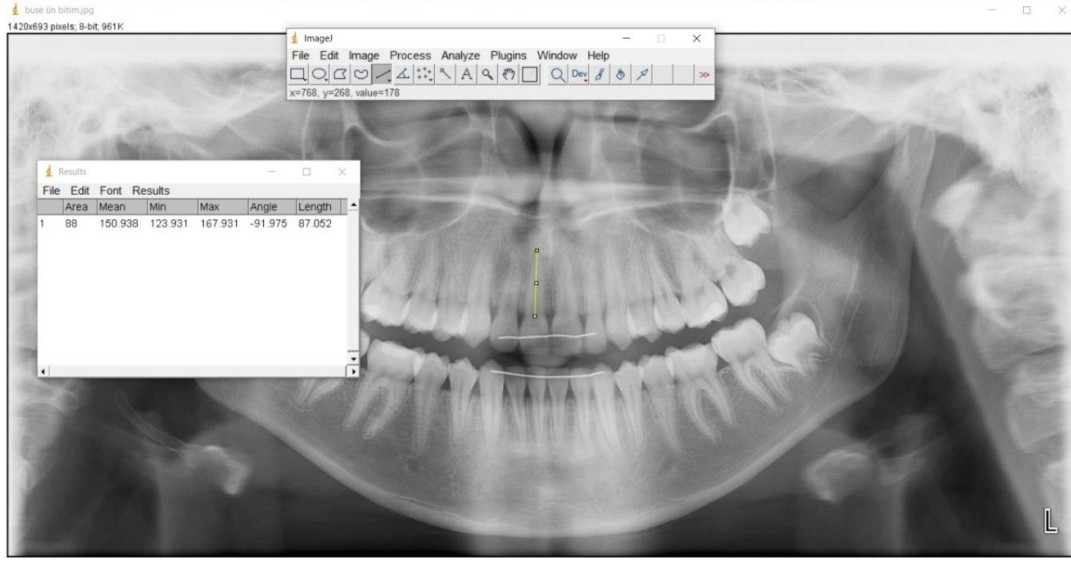
Kron uzunluğu, kesici kenar sırtı ile sement mine bağlantı noktası arasındaki mesafe ölçülerek belirlendi. Kök uzunluğu, sement mine bağlantı noktası ile kök ucu arasındaki mesafe ölçülerek belirlenmiştir.

Çalışmamızda kök kron oranlarının değerlendirilmesindeki temel amaç, panoramik filmde olabilecek magnifikasyonların ölçümlere olan etkisini en aza indirmektir.

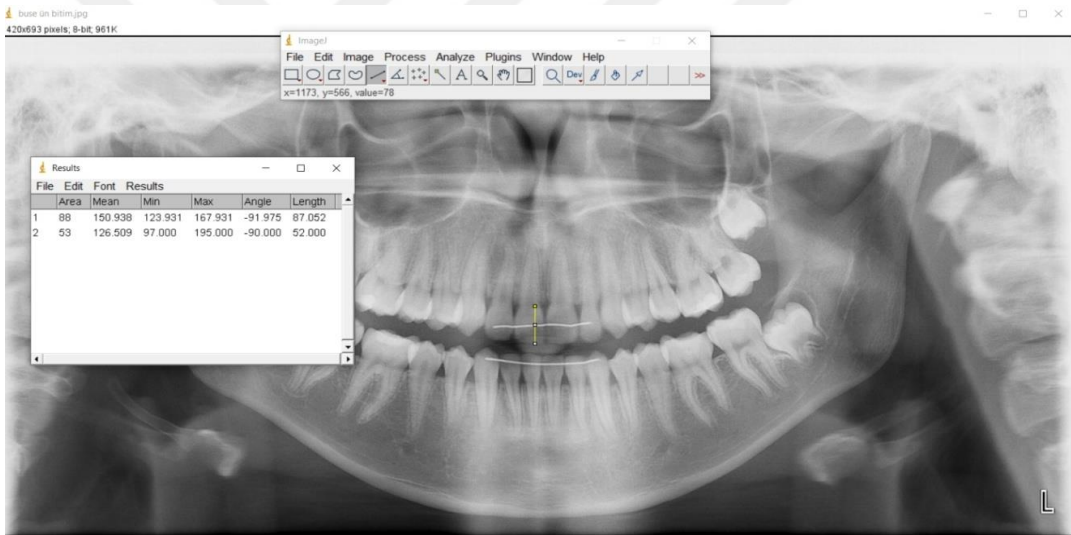
Başlangıç kök kron oranı ile bitişkök kron oranı arasındaki fark kesici dişlerde oluşan rezorpsiyonu gösterecektir.

Çalışmamızda panoramik radyografi üzerinde yaptığımız kök ve kron ölçümlerini Image J programı kullanılarak yapılmıştır.(Image J 1,53d Wisconsin, ABD)(Şekil 3.3 ve Şekil 3.4)

Tüm kron ve kök uzunluklarının tespiti tek araştırmacı tarafından yapılmıştır.



Şekil 3.3. 11 numaralı kesici dişin bitim kök uzunluğunun hesaplanması



Şekil 3.4. 11 numaralı dişin bitim kron uzunluğunun hesaplanması

4. BULGULAR

4.1. İstatistiksel İncelemeler

Ölçümlerin normal dağılıma uygunluk gösterip göstermediği Kolmogrov Smirnov ve Shapiro Wilks testi ile incelenmiştir. Başlangıç ve bitiş ölçümlerinin gruplara göre anlamlı farklılık gösterip göstermediği bağımsız gruplarda t testi ile incelenmiştir. Gruplarda başlangıç ve bitiş ölçümleri arasındaki farkın anlamlılığı ise bağımlı gruplarda t testi ile incelenmiştir. Analizler %95 güven düzeyinde SPSS 20.0 Statistics 22 (IBM, USA) yazılımı ile yapılmıştır. Anlamlılık $P < 0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

4.2. Metot Hatası

Metot hatasını belirlemek amacı ile rastgele seçilen 11 hastanın ölçümleri aynı araştırmacı tarafından ilk ölçümlerden sonra farklı zamanlarda tekrarlandı. Tekrarlanan ölçümlerin sonuçları ilk ölçümler ile karşılaştırılarak istatistiksel olarak değerlendirildi.

Çalışmada incelenen dentofasiyal değerler hastaların alınan lateral sefalometrik filmleri üzerinden olup, gruplara dahil edilen hastaların her birinin başlangıç ve bitiş lateral sefalometrik film çizimleri incelenmiştir. Çalışmamızda dişlerin kök rezorpsiyonu, hastaların tedavi başlangıcında ve bitiminde alınan panoramik filmleri üzerinden yapılmıştır. Çalışma tek araştırmacı üzerinden yürütülmüş ve panoramik filmler üzerindeki incelemeler aynı araştırmacı tarafından yapılmıştır.

Çizelge 4.1. Araştırmacı güvenirliliği testi

	Güvenirlilik
11 Başlangıç kök kron oranı	0,962
11 Bitim kök kron oranı	0,984
12 Başlangıç kök kron oranı	0,974
12 Bitim kök kron oranı	0,986
21 Başlangıç kök kron oranı	0,991
21 Bitim kök kron oranı	0,996
22 Başlangıç kök kron oranı	0,957
22 Bitim kök kron oranı	0,966

Araştırmacı güvenirliliğinin belirlenmesi için 11 hastanın 8 ölçümü üzerinde aynı araştırmacının elde ettiği ölçümler arası tutarlılık incelenmiştir. Buna göre araştırmacı güvenirliliği %95,7 ile %99,6 arasında değiştiği görülmüştür (Çizelge 4.1).

4.3. Kronolojik Yaş ve Cinsiyete Göre Dağılımın Değerlendirilmesi

Çalışmaya dâhil edilen hastaların tedavi başlangıcındaki kronolojik yaşları ve cinsiyete göre dağılımı gösterilmektedir (Çizelge 4.2). Kendinden bağlamalı braket sistemi ile tedavileri tamamlanmış birinci gruptaki hastaların kronolojik yaşlarının ortalaması $14,19 \pm 2,01$ yıl, geleneksel braket sistemi ile tedavileri tamamlanmış ikinci gruptaki hastaların kronolojik yaşlarının ortalaması $14,47 \pm 2,02$ yıl olarak bulundu. Gruplar arasında kronolojik yaş açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı. İlk grupta 14 erkek-22 kadın yer alırken, ikinci grupta 12 erkek-24 kadın bulunmaktadır. Gruplar arasında cinsiyet dağılımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

Çizelge 4.2. Grupların yaş ve cinsiyet dağılımı

	Damon Braket Sistemi	Geleneksel Braket Sistemi	P
n	36	36	
Yaş	14,19±2,01	14,47±2,02	0,561
Cinsiyet			
Erkek	14 (%38,9)	12 (%33,3)	0,403
Kadın	22 (%61,1)	24 (%66,7)	

4.4. Tedavi Sürelerinin Karşılaştırılması

Çalışmamızda kendinden bağlamalı sistem ile geleneksel sistem ile tedavi gören hastaların toplam tedavi sürelerini değerlendirmek amacı ile tedavi başlangıcı ve bitişindeki röntgen tarihleri incelendi.

Kendinden bağlamalı braket grubunun ortalama tedavi süresi 20,78±6,42 ay, geleneksel braket grubun 20,22±6,38 ay olup gruplar arasında tedavi süreleri arasında anlamlı farklılık yoktur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Grupların tedavi süreleri

	n	Ortalama	Sapma	P
Damon Braket Sistemi	36	20,78	6,42	0,714
Geleneksel Braket Sistemi	36	20,22	6,38	

4.5. Grupların Başlangıç Bulgularının Değerlendirilmesi

Çizelge 4.4 geleneksel braket sistemi ve kendinden bağlamalı braket sistemi gruplarına ait tedavi öncesi ölçümleri göstermektedir. Gruplardaki hastaların tedavi başlangıcındaki değerlerinin farklı olup olmadığını tespit etmek için Independent t testi (bağımsız iki örneklem t testi) kullanıldı. Kendinden bağlamalı braket sistemi ile tedavileri tamamlanmış ilk grup ve geleneksel braket sistemi ile tedavileri tamamlanmış ikinci gruptaki hastaların tedavi başlangıcındaki değerlerinin ortalama değerleri, standart sapmaları ve grupların karşılaştırılması yapıldı. Grupların tedavi başlangıcındaki değerleri incelendiğinde; geleneksel braket sistemi uygulanan gruba göre kendinden bağlamalı braket sistemi uygulanan grupta ANB, Konveksite, IMPA ve 12 kök kron oranı

ölçümleri gruplar arasında anlamlı düzeyde farklılık göstermekte iken diğer başlangıç ölçümleri gruplara göre anlamlı düzeyde farklılık göstermemektedir ($P>0,05$).

Kendinden bağlamalı braket sistemi ile tedavi gören grubun ANB, Konveksite, IMPA ve 12 kök kron oranı ortalamaları geleneksel gruptan anlamlı derecede daha yüksektir.

Çizelge 4.4. Grupların başlangıç ölçümleri

Grup		n	Ortalama	Std. Sapma	t	P
SNA	Geleneksel	36	80,78	3,54	-0,972	0,334
	Damon	36	81,66	4,10		
SNB	Geleneksel	36	79,27	3,22	0,017	0,987
	Damon	36	79,26	3,83		
ANB	Geleneksel	36	1,63	1,19	-2,513	0,014*
	Damon	36	2,40	1,41		
Konveksite	Geleneksel	36	0,57	1,83	-3,104	0,003*
	Damon	36	1,99	2,05		
Maksiller derinlik	Geleneksel	36	89,84	4,11	-1,444	0,153
	Damon	36	91,11	3,30		
A-Na Perp	Geleneksel	36	-0,21	4,09	-1,390	0,169
	Damon	36	1,03	3,45		
Witts	Geleneksel	36	-1,49	3,03	-1,373	0,174
	Damon	36	-0,54	2,82		
SNGoGn	Geleneksel	36	32,21	6,56	0,061	0,951
	Damon	36	32,12	5,29		
FMA	Geleneksel	36	25,40	5,17	-0,445	0,657
	Damon	36	25,94	5,10		
Jarabak	Geleneksel	36	394,52	6,05	-0,356	0,723
	Damon	36	395,00	5,32		
U1SN	Geleneksel	36	106,83	4,96	0,751	0,455
	Damon	36	105,78	6,71		
U1FH	Geleneksel	36	115,96	4,75	0,756	0,452
	Damon	36	114,97	6,30		
(Çizelge 4.4’ün devamı)						
U1NA(açı)	Geleneksel	36	26,12	4,32	1,135	0,260
	Damon	36	24,67	6,33		

U1NA(mm)	Geleneksel	36	5,35	1,91	1,346	0,183
	Damon	36	4,53	3,10		
IMPA	Geleneksel	36	89,11	6,14	-2,582	0,012*
	Damon	36	93,05	6,79		
L1NB(açı)	Geleneksel	36	24,63	10,79	-1,179	0,242
	Damon	36	27,03	5,75		
L1NB(mm)	Geleneksel	36	4,33	1,66	-1,958	0,054
	Damon	36	5,23	2,22		
İnterinsizal açı	Geleneksel	36	129,82	6,41	1,765	0,082
	Damon	36	126,44	9,54		
Overjet	Geleneksel	36	2,94	1,88	-0,774	0,442
	Damon	36	3,25	1,45		
Overbite	Geleneksel	36	1,57	1,62	-0,417	0,678
	Damon	36	1,74	1,77		
11 kök kron oranı	Geleneksel	36	1,48	0,13	-1,074	0,286
	Damon	36	1,52	0,15		
12 kök kron oranı	Geleneksel	36	1,52	0,13	-4,192	0,000*
	Damon	36	1,65	0,14		
21 kök kron oranı	Geleneksel	36	1,48	0,14	-1,704	0,093
	Damon	36	1,54	0,17		
22 kök kron oranı	Geleneksel	36	1,51	0,11	-1,954	0,055
	Damon	36	1,58	0,13		

*P<0,05

4.6. Grupların bitiş ölçümlerinin değerlendirilmesi

Çizelge 4.5 grupların tedavi sonrasındaki ölçümlerini göstermektedir. Kendinden bağlamalı braket sistemi uygulanmış grupta tedavi sonu lateral sefalometrik ölçümler ve kök/kron oranları değerlendirildi. Sonuçların ortalama, standart sapma değerleri ile eşleştirilmiş t testi sonuçları gösterildi.

Çizelge 4.5.Grupların bitiş ölçümleri

Grup		n	Ortalama	Std. Sapma	t	P
SNA	Geleneksel	36	80,85	3,93	-1,035	0,304
	Damon	36	81,88	4,43		
SNB	Geleneksel	36	79,04	3,67	-0,035	0,973
	Damon	36	79,07	3,83		
ANB	Geleneksel	36	1,97	1,46	-2,166	0,034*
	Damon	36	2,83	1,88		
Konveksite	Geleneksel	36	0,90	2,07	-2,508	0,014*
	Damon	36	2,15	2,17		
Maksiller derinlik	Geleneksel	36	90,23	3,53	-1,843	0,070
	Damon	36	91,74	3,39		
A-Na Perp	Geleneksel	36	0,44	3,27	-1,676	0,098
	Damon	36	1,79	3,53		
Witts	Geleneksel	36	-0,90	2,22	-0,839	0,404
	Damon	36	-0,43	2,59		
SNGoGn	Geleneksel	36	32,63	6,13	0,296	0,768
	Damon	36	32,24	5,13		
FMA	Geleneksel	36	25,58	5,23	0,494	0,623
	Damon	36	25,01	4,57		
Jarabak	Geleneksel	36	395,06	6,10	0,154	0,878
	Damon	36	394,86	5,01		
U1SN	Geleneksel	36	109,60	5,16	0,242	0,810
	Damon	36	109,30	5,46		
U1FH	Geleneksel	36	118,94	4,52	-0,245	0,807
	Damon	36	119,22	5,08		
U1NA(açı)	Geleneksel	36	28,10	5,41	0,329	0,743
	Damon	36	27,68	5,47		
U1NA(mm)	Geleneksel	36	6,11	2,18	0,842	0,403
	Damon	36	5,53	3,50		
IMPA	Geleneksel	36	92,66	6,63	-1,307	0,195
	Damon	36	94,67	6,43		
L1NB(açı)	Geleneksel	36	26,41	4,15	-1,825	0,072
	Damon	36	28,46	5,33		
L1NB(mm)	Geleneksel	36	5,61	1,57	-1,099	0,276
	Damon	36	6,10	2,18		
İnterinsizal açı	Geleneksel	36	123,61	5,74	1,639	0,106
	Damon	36	121,09	7,18		
Overjet	Geleneksel	36	2,96	0,56	-1,612	0,111
	Damon	36	3,26	0,95		

(Çizelge 4.5'in devamı)

Overbite	Geleneksel	36	1,41	0,99	-0,420	0,676
	Damon	36	1,51	1,08		
11 kök kron oranı	Geleneksel	36	1,45	0,14	-0,101	0,920
	Damon	36	1,45	0,14		
12 kök kron oranı	Geleneksel	36	1,48	0,14	-2,618	0,011*
	Damon	36	1,56	0,13		
21 kök kron oranı	Geleneksel	36	1,43	0,13	-1,131	0,262
	Damon	36	1,47	0,15		
22 kök kron oranı	Geleneksel	36	1,46	0,13	-1,161	0,250
	Damon	36	1,50	0,12		

*P<0,05

Buna göre ANB, Konveksite ve 12 kök kron oranı ortalamaları gruplar arasında anlamlı düzeyde farklılık gösterirken ($P<0,05$). Diğer ölçümler anlamlı düzeyde farklılık göstermemektedir ($P>0,05$). Kendinden bağlamalı braket grubunun ANB, Konveksite ve 12 kök kron oranı ortalamaları geleneksel gruptan anlamlı derecede daha yüksektir.

4.7. Geleneksel Grupta Başlangıç Ve Bitiş Ölçümleri Karşılaştırması

Geleneksel grupta başlangıç ve bitiş ölçüm ortalamaları ile bu ortalamalar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığının tespiti için yapılan bağımlı gruplarda t testi sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Geleneksel grubun başlangıç ve bitiş ölçümlerinin karşılaştırılması

	n	Başlangıç		Bitiş		t	P
		Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma		
SNA	36	80,78	3,54	80,85	3,93	-0,198	0,844
SNB	36	79,27	3,22	79,04	3,67	0,706	0,485
ANB	36	1,63	1,19	1,97	1,46	-1,567	0,126
Konveksite	36	0,57	1,83	0,90	2,07	-1,499	0,143
Maksiller derinlik	36	89,84	4,11	90,23	3,53	-0,620	0,539
A-Na Perp	36	-0,21	4,09	0,44	3,27	-0,991	0,329
Witts	36	-1,49	3,03	-0,90	2,22	-1,354	0,184
SNGoGn	36	32,21	6,56	32,63	6,13	-0,903	0,373
FMA	36	25,40	5,17	25,58	5,23	-0,292	0,772
Jarabak	36	394,52	6,05	395,06	6,10	-1,177	0,247
U1SN	36	106,83	4,96	109,60	5,16	-3,818	0,001*
U1FH	36	115,96	4,75	118,94	4,52	-3,940	0,000*
U1NA(derece)	36	26,12	4,32	28,10	5,41	-2,099	0,043*
U1NA(mm)	36	5,35	1,91	6,11	2,18	-2,189	0,035*
IMPA	36	89,11	6,14	92,66	6,63	-3,350	0,002*
L1NB (derece)	36	24,63	10,79	26,41	4,15	-1,007	0,321
L1NB (mm)	36	4,33	1,66	5,61	1,57	-4,567	0,000*
İnterinsizal açı	36	129,82	6,41	123,61	5,74	4,200	0,000*
Overjet	36	2,94	1,88	2,96	0,56	-0,070	0,944
Overbite	36	1,57	1,62	1,41	0,99	0,698	0,490
11 Kök kron oranı	36	1,48	0,13	1,45	0,14	8,693	0,000*
12 Kök kron oranı	36	1,52	0,13	1,48	0,14	8,346	0,000*
21 Kök kron oranı	36	1,48	0,14	1,43	0,13	5,679	0,000*
22 Kök kron oranı	36	1,51	0,11	1,46	0,13	4,534	0,000*

*P<0,05

Geleneksel grupta; U1SN, U1FH, U1NA(derece), U1NA(mm), IMPA, L1NB (mm), interinsizal açı, 11 kök kron oranı, 12 kök kron oranı, 21 kök kron oranı, 22 kök kron oranı ölçümleri arasında başlangıç ve bitiş ölçümleri arasında anlamlı düzeyde farklılık bulunmaktadır.

U1SN, U1FH, U1NA(derece), U1NA(mm), IMPA, L1NB (mm) ölçümleri için bitiş değerleri başlangıç ölçümlerinden anlamlı derecede daha yüksektir. İnterinsizal açı, 11 kök kron oranı, 12 kök kron oranı, 21 kök kron oranı, 22 kök kron oranı ölçümleri için ise başlangıç ölçümleri bitiş ölçümlerinden anlamlı derecede daha yüksektir.

4.8. Kendinden Bağlamalı Grupta Başlangıç Ve Bitiş Ölçümleri Karşılaştırması

Kendinden bağlamalı grupta başlangıç ve bitiş ölçüm ortalamaları ile bu ortalamalar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığının tespiti için yapılan bağımlı gruplarda t testi sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Kendinden bağlamalı grubun başlangıç ve bitiş ölçümlerinin karşılaştırılması

	n	Başlangıç		Bitiş		t	P
		Ortalama	Std. Sapma	Ortalama	Std. Sapma		
SNA	36	81,66	4,10	81,88	4,43	-0,556	0,582
SNB	36	79,26	3,83	79,07	3,83	0,458	0,650
ANB	36	2,40	1,41	2,83	1,88	-1,481	0,147
Konveksite	36	1,99	2,05	2,15	2,17	-0,561	0,579
Maksiller derinlik	36	91,11	3,30	91,74	3,39	-1,172	0,249
A-Na Perp	36	1,03	3,45	1,79	3,53	-1,321	0,195
Witts	36	-0,54	2,82	-0,43	2,59	-0,295	0,769
SNGoGn	36	32,12	5,29	32,24	5,13	-0,191	0,849
FMA	36	25,94	5,10	25,01	4,57	1,179	0,246
Jarabak	36	395,00	5,32	394,86	5,01	0,219	0,828
U1SN	36	105,78	6,71	109,30	5,46	-3,227	0,003*
U1FH	36	114,97	6,30	119,22	5,08	-3,657	0,001*
U1NA(derece)	36	24,67	6,33	27,68	5,47	-2,987	0,005*
U1NA(mm)	36	4,53	3,10	5,53	3,50	-2,157	0,038*
IMPA	36	93,05	6,79	94,67	6,43	-1,545	0,131
L1NB(derece)	36	27,03	5,75	28,46	5,33	-1,399	0,171
L1NB(mm)	36	5,23	2,22	6,10	2,18	-2,474	0,018*
İnterinsizal aç	36	126,44	9,54	121,09	7,18	2,958	0,006*
Overjet	36	3,25	1,45	3,26	0,95	-0,051	0,960
Overbite	36	1,74	1,77	1,51	1,08	0,765	0,449
11 Kök kron oranı	36	1,52	0,15	1,45	0,14	9,073	0,000*
12 Kök kron oranı	36	1,65	0,14	1,56	0,13	6,450	0,000*
21 Kök kron oranı	36	1,54	0,17	1,47	0,15	6,210	0,000*
22 Kök kron oranı	36	1,58	0,13	1,50	0,12	6,829	0,000*

*P<0,05

Buna göre kendinden bağlamalı grupta (damon grupta); U1SN, U1FH, U1NA(derece), U1NA(mm), L1NB(mm), interinsizal açı, 11 kök kron oranı, 12 kök kron oranı, 21 kök kron oranı, 22 kök kron oranı ölçümlerinin başlangıç ve bitiş değerleri arasında anlamlı düzeyde farklılık bulunmaktadır ($P<0,05$).

U1SN, U1FH, U1NA(derece), U1NA(mm), L1-NB(mm) ölçümleri için bitiş değerleri başlangıç değerlerinden anlamlı derecede daha yüksek iken, interinsizal açı, 11 kök kron oranı, 12 kök kron oranı, 21 kök kron oranı, 22 kök kron oranı parametreleri için başlangıç değerleri bitiş değerlerinden anlamlı derecede daha yüksektir.



5. TARTIŞMA

Ortodontik tedavi sürecinde dişlere uygulanan kuvvetlerin istenmeyen etkilerinden kaçınarak, en az hasarla maksimum faydayı elde etmek ve mümkün olan en kısa sürede tedaviyi sonlandırmak amaçlanmaktadır. Bu amaç ile yola çıkarak Edgewise braketleri geliştirilerek, kapaklı braket sistemleri üretilmiştir (1).

Kapaklı braketler yani kendinden bağlamalı braketler, geleneksel braketlere alternatif olarak geliştirilen braket sistemleridir. 1930’larda bu braketlerin geliştirilmesinde temel amaç ligatürleme ihtiyacını ortadan kaldırarak ark telinin braket slotuna yerleşmesini daha kolay, hızlı bir hale getirmek olmuştur (8).

Kendinden bağlamalı braketler oluşturduğu sürtünmesiz ortamın etkisiyle birlikte daha iyi bir kaydırma mekanizması oluşturarak tedavi süresinin kısaltılması felsefesiyle geliştirilmiştir (105).

Kendinden bağlamalı braket sistemleri (kapaklı braketler) geliştikçe, özellikle üretici firmalar, bu braketlerin geleneksel braketlerle karşılaştırıldıklarında daha az sürtünme direnci gösterdiklerini ve az olan sürtünmeye bağlı diş hareketinin hızlandığını ve biyolojik dokularla uyumlu hale geldiğini, sonuç olarak toplam tedavi süresinin kısalacağını ileri sürmüşlerdir (9,10,11).

Kapaklı braket sistemlerinin daha etkin olduğunu savunan araştırmacıların temel dayanağı, sürtünmenin az olmasıdır. Sürtünmenin az olması ile beraber diş hareketi için gereken kuvvet miktarı da azalmakta ve biyolojik anlamda daha faydalı diş hareketi meydana gelmektedir (13).

Genişlemeyi destekleyen alveoler kemik yapımı, anterior dişlerin daha az protrüze olması ve çekim ihtiyacının azalması gibi iddialar zamanla kapaklı braket sistemlerindeki tartışmaları da beraberinde getirmiştir (13).

Dwight Damon tarafından geliştirilen Damon sisteminin etkinliği ve başarısı, teknolojisi yüksek ve hafif ark tellerinin pasif braket slotunda serbestçe hareket edebilmesine bağlanmaktadır (189).

Damon, geliştirdiği braket sistemi ve geniş süperelastik CuNiTi ark tellerini kullanarak tedavi ettiği vakalarda, çapraşıklığın kesici dişlerin proklinasyonundan çok posterior dişlerin ekspansiyonu ile çözüldüğünü ve interkanin mesafede değişim olmadığını iddia etmektedir (9,13).

Bunun sonucu ise; hafif kuvvetlerin dokularla uyumlu biyolojik diş hareketi oluşturduğu hipotezi ile açıklanmaktadır. Böylece orbikularis oris ve mentalis kasları 'lip bumper' etkisi yaratarak anterior dişlerin öne hareketini sınırlamaktadır (9,13).

Damon, sistemin posteriorda transvers yönde gelişimi ile dilin daha yukarıda ve daha arkada konumlanması ile yanaklar, dudaklar ve dil arasında yeni bir denge oluşmasına imkan sağladığını belirtmektedir. Ekspansiyon ile ark uzunluğunda artış olmaktadır. Damon braket sistemi ile ekspansiyon sağlanırken; yeni denge ile genişleyen arkın stabilitesinin korunduğu iddia edilmektedir (84).

Braket slotu ile ark teli aralığının artmasına bağlı düşük sürtünme değerleri, hızlı ve biyolojik diş hareketi ve sonuç olarak toplam tedavi süresinin kısalması kapaklı braketlerin avantajları arasında sayılmıştır. Tam ark teli bağlanması sağlaması nedeni ile fazladan hasta randevu sayısının, muayene süresinin ve hekimin yardım ihtiyacının azaldığı birçok çalışma tarafından ortaya konmuştur (122).

Geleneksel braketlerle karşılaştırıldıklarında kapaklı braketlerin daha az sürtünmeye neden olduklarını gösteren birçok laboratuvar çalışması mevcuttur. Bu çalışmalarda, seviyeli ark düzenindeki braketlerden düz bir hat boyunca çekilen ark teli sonucu oluşan sürtünme değerlendirilmiş ve kapaklı braketlerle oluşan sürtünmenin daha az olduğu sonucuna varılmıştır (82).

Aktif ve pasif kapaklı braketlerin sürtünme üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar yapılmış ve pasif kapaklı braketlerin aktif kapaklı braketlere göre daha az sürtünmeye neden oldukları sonucuna varılmıştır (76).

Pasif kapaklı braketlerin, tel veya elastomerik ligatürlerle bağlanan geleneksel braketlere oranla daha az sürtünmeye neden oldukları belirtilmiştir (88).

Ters yönde görüş bildiren çalışmalarda mevcuttur. Pasif kapaklı braketler, aktif kapaklı braketler, tel veya elastik ligatürlerle bağlanan geleneksel braketler ile karşılaştırılmış ve performansları arasında kayda değer bir fark olmadığı belirtilmiştir (77,96).

Mandibular kesici dişlerin seviyelenmesinin kapaklı braketler ile daha etkin gerçekleştiğini ve total tedavi sürelerinin kısaldığını bildiren çalışmalar mevcuttur (10,97).

Orta düzeydeki çapraşıklıklarda, diş çekimini elimine etmek üzere dental arklarda genişleme yeteneğine sahip olduğu ileri sürülen kapaklı braketlerin kullanılması da araştırma konusu olmuştur. Vajari ve ark. yürüttükleri çalışmada, çekimsiz tedavi edilen hastalarda, 22-inç slot Damon kapaklı braketler ile 18-inç slot geleneksel standart

braketlerin (Dentsply GAC, Bohemia, NY) alt ve üst çene kesici açıları, ve dental arklardaki transvers yönlü değişiklikler üstüne etkilerini incelemiştir. Sonuç olarak, maksiller intermolar genişlik artışı dışında sonuçların büyük ölçüde benzerlik gösterdiğini ve altçene kesici dişlerde görülen önemli derecedeki proklinasyon artışının damon tarafından ileri sürülen lip bumper teorisi ile uyuşmadığını belirtmiştir (190).

Geleneksel edgewise, roth ve kapaklı braketlerin mandibular kesici dişlerin seviyelenmesi ve proklinasyonu üzerine etkilerinin lateral sefalometrik röntgenler üzerinde yapılan incelemelerle karşılaştırıldığı başka bir çalışmada ise her üç braket tipinin de kesici dişlerin seviyelenmesinde etkili olduğu bildirilmiştir. Yine kesici dişlerin seviyelenirken prokline olduğu bildirilmiştir. Ancak proklinasyon miktarı kapaklı braketlerin kullanıldığı grupta anlamlı değilken, diğer iki grupta anlamlı bulunmuştur (192).

Yapılan literatür taraması sonucunda kendinden bağlamalı sistem ve geleneksel sistem birçok konuda karşılaştırılmıştır ancak dahil edilme kriterlerinin geniş tutulduğu görülmüştür. Sabit ortodontik tedavi öncesi ortopedik tedavi geçmişinin olup olmaması, dişsel veya iskeletsel ön arka yön problemlerinin olup olmaması, çekimli veya çekimsiz tedavi gibi önemli kriterler birçok çalışmada yer almamıştır. Grupların sayı açısından homojen dağılımı karşılaştırmalarda önemli bir faktördür. Çalışmamızın en güçlü yanı dahil edilme kriterlerinin daha dar olmasıdır. Bu sayede iki sistem arasında daha etkin bir karşılaştırma mümkün olacaktır. Çalışmamız retrospektif olarak planlanmış olup dahil edilme kriterlerine uyan bireylerin tedavilerinde kullanılan kendinden bağlamalı sistem ile geleneksel braket sisteminin dentofasiyal yapılarla ve kök rezorpsiyonuna etkisini karşılaştırmaktır.

Çalışmamızda uygulanan tedavi sistemlerinin dentofasiyal ve kron kök oranı üzerindeki etkisini görmek amacıyla hastalarımızdan tedavi öncesi ve tedavi sonrası alınan lateral sefalometrik ve panoramik filmlerde açısal ve doğrusal ölçümler yapıldı. Bu filmler uzun yıllardır ortodonti pratiğinde ve çalışmalarda sıklıkla bir tanı aracı olarak kullanılmaktadır (202). Klinik rutininde sefalometrik analizler için kullanımı tercih edilen program Dolphin Imaging programıdır. Panoramik filmlerde yapılan ölçümler ise Image J programı kullanılarak yapılmıştır.

Metot hatasını belirlemek amacı ile rastgele seçilen 11 hastanın ölçümleri aynı araştırmacı tarafından ilk ölçümlerden en az iki hafta sonra tekrarlandı (63).

Çalışmamızda, yaşları 13 ile 18 arasında değişmekte olan, daimi dişlenmesi tamamlanmış 46 kız 26 erkek olmak üzere toplam 72 hastanın kayıtları arşivden seçilerek

yapıldı. Kendinden bağlamalı braket grubunda tedavi başındaki yaş ortalaması $14,19 \pm 2,01$ yıl, geleneksel braket grubunda tedavi başındaki yaş ortalaması $14,47 \pm 2,02$ yıl olarak tespit edildi. Çalışmamızda kronolojik yaş açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı.

Gruplar arasında olguların cinsiyet dağılımları açısından, istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Cinsiyet dağılımının farklı olduğu benzer çalışmalarda, cinsiyetin tedavi sonuçlarını etkilemediği belirtilmiştir (10,112). Yaş ve cinsiyet faktörlerinin çalışma başında gruplar arası benzer olması bu faktörlerin tedavi sonuçları üzerindeki etkilerinin eliminasyonu açısından önemlidir.

Her iki grupta benzer yaşlara sahip bireylerin olması, büyüme ve gelişimin etkilerini elimine ederek yalnızca tedaviden kaynaklanan değişimlerin belirlenmesine katkı sağlamaktadır. Çalışmadaki olguların yaş ortalamaları önceki çalışmalarla uyumludur.

Çalışma materyalini, Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'nda daha önce tedavi görmüş, dahil edilme kriterlerimize uyan bireylerin lateral sefalometrik ve panoramik filmlerinden oluşturduk.

Çalışma grubunda kendinden bağlamalı sistem olarak Damon kapaklı braket tercih edilmiştir. Bunun amacı, pasif kapaklı braket olması ve bu braketler ile CuNiTi ark telleri kullanıldığında dental arkların dişlerin gövdesel hareketi ile genişlediği, tedavi süresinin kısaldığı ve kesici diş eğimlerinde artışın fazla olmadığına öne sürülmesidir (13).

Kontrol grubunda ise 22-inç slot geleneksel braket tercih edilmesinin nedeni Damon braketin 22-inç slot olması ve standardizasyonun sağlanmasıdır.

Literatürde, iki braket sisteminin tedavi sonuçlarının çekimli protokole uygun olarak karşılaştırıldığı olgular bulunsada, bu çalışmalarda temel amacın ekspansiyon gibi dental arklarda meydana gelen değişikliklerin değil, boşluk kapatma hızının ve miktarının karşılaştırıldığı görülmektedir (112). Bu nedenle dental arklarda meydana gelen değişikliklerin değerlendirilebilmesi için çekimsiz tedavi protokolü tercih edildi.

Çalışmamızın bir diğer konusu olan rezorpsiyon, dişin sement ve dentin dokularının odontoklast hücreleri tarafından ortadan kaldırılması sürecidir (14). Ortodontik tedavi gören bireylerde rezorpsiyon günümüze kadar ilgi odağı olmuştur. Yapılmış birçok çalışma olmasına rağmen kendinden bağlamalı braket sistemi ile geleneksel braket sisteminin kök rezorpsiyonuna etkisi ile ilgili çalışma sayısı az ve fikir birliğine varılamamıştır.

Daimi dişlenmeye geçişte süt dişlerinin rezorpsiyonu için gerekli olan ve bu aşamada fizyolojik olarak değerlendirilen rezorpsiyon süreci daimi dişlenme döneminde gözlemlendiğinde ise patolojik bir durum olarak kabul edilmektedir (15). Bu patolojik durum gerekli önlemler alınmadığında dişin kaybına neden olabilen bir dental komplikasyona dönüşebilir.

Ortodonti pratiğinde sık rastlanan EAKR tedavisi zor bir komplikasyon olduğu için iyi anlaşılmalı ve oluşmasını engellenmek için dikkatli olunmalıdır.

Apikal kök rezorpsiyonu ile ilgili son sınıflama 2018 yılında Patel ve ark. tarafından yapılmıştır. Bu sınıflamada rezorpsiyon eksternal (inflamatuvar, servikal, yüzeyel ve geçici apikal hasarlanma) ve internal (inflamatuvar ve replasman) olarak iki ana gruba ayrılmıştır (198).

Çalışmamızda incelediğimiz eksternal kök rezorpsiyonu dişin periodonsiyumunda başlayıp diş kökünün dış yüzeylerini etkileyen bir süreçtir. Travmatik yaralanmalar, periodontal dokuların kronik enfeksiyonu ve ortodontik tedavi eksternal kök rezorpsiyonun etiolojisinde yer alan başlıca etkenlerdir. Eksternal rezorpsiyon tek başına olabileceği gibi internal rezorpsiyonla birlikte de görülebilir, aynı dişte birbirinden dentin tabakasıyla ayrılmış olarak bulunabileceği gibi birleşik lezyona dönüşmüş olarak da bulunabilir (194).

Eksternal rezorpsiyon kendi içinde eksternal yüzey rezorpsiyonu, eksternal inflamatuvar rezorpsiyon, eksternal replasman rezorpsiyonu, eksternal servikal rezorpsiyon ve geçici apikal rezorpsiyon olarak beşe ayrılabilir (14).

Eksternal yüzey rezorpsiyonu genellikle travma sonrası ortaya çıkan ve kendi kendini sınırlayan rezorpsiyon formudur. Genellikle sement sınırları içinde kalan nadiren dentine ulaşan yüzey rezorpsiyonu olarak izlenir. Oluşan rezorpsiyon kaviteleri radyolojik incelemede küçük yüzey düzensizlikleri olarak normal lamina dura ve periodontal ligament boşluğu ile birlikte görülür (196).

Eksternal inflamatuvar rezorpsiyon genellikle travma ya da periodontal enfeksiyon sonrası periodonsiyumda ortaya çıkan inflamatuvar cevap sonrasında oluşur (148).

Eksternal servikal rezorpsiyon infiltratif seyrinden dolayı klinisyenlerin tedavide zorlandıkları kompleks patolojik bir durumdur (39). Dental travma, periodontal tedavi, intrakoronal bleaching ve ortodontik tedavi gibi etiyojik faktörler eksternal servikal rezorpsiyona sebep olabilir (150,163).

Geçici apikal hasarlanma ise travma sonrası dişin apikalinde oluşan geçici rezorpsiyonu ifade eder. Radyografte görülebilen radyolulusensi periodontal ligament

genişlemesinden ve kök ucundaki hafif rezorpsiyondan kaynaklanır ve genellikle bir yıl içinde kaybolarak sağlıklı görünüme kavuşur. Problemlı diş pulpa testlerine normal cevap verir, tedavi gerektirmeyen bir rezorpsiyon türüdür (148).

Ortodontik tedaviyle oluşan EAKR'de bu faktörlerden özellikle inflamatuvar ve mekanik etkenlerin yer aldığı düşünülmektedir. Bakteriyel enfeksiyon, travmatik yaralanma, fiziksel ve kimyasal iritasyon nedenleriyle ortaya çıkabilen EAKR, genellikle radyolojik muayene sırasında tesadüfen fark edilen bir fenomen olarak da değerlendirilmektedir (194,200). EAKR ve ortodontik tedavi arasındaki ilişki adına yapılan çalışmaların çoğu, rezorpsiyon ihtimali en yüksek hareketler ve hareketlere dokuların cevabı ile ilgilidir.

Rezorpsiyon seviyesinin tespitinde hangi filmin kullanılması gerektiği literatürdeki tartışmalı konulardandır. Periapikal filmler ve tomografi teknikleri rezorpsiyon tespitinde panoramik filmlere göre daha detaylı görüntü vermektedir. Fakat bu filmler ortodonti kliniklerinde tedavi başlangıcı ve tedavi bitiminde hasta kayıtları için alınan rutin filmlerden değildir (155). Birçok ortodonti kliniğinde olduğu gibi bu retrospektif çalışmanın yapıldığı Çukurova Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti kliniğinde de hastaların tedavi başlangıcı ve tedavi sonu rutin radyografik kayıtları panoramik ve lateral sefolametik filmlerden oluşmaktadır. Kesici dişlerde oluşan EAKR şiddetinin tespiti lateral sefalometrik filmlerin değerlendirmesiyle mümkün değildir. EAKR-ortodontik tedavi ilişkisini inceleyen çalışmamızda bu nedenle panoramik filmler rezorpsiyon değerlendirmesinde kullanılmıştır.

Çalışmamızda iki grup arasında kök rezorpsiyonunu değerlendirmede rezorpsiyona en yatkın dişler oldukları için üst dört kesici diş seçilmiştir (82,83).

Diş çekiminin kök rezorpsiyonu ihtimalini arttıracığı için araştırmamıza çekimsiz tedavi gören bireyler dahil edilmiştir (84,85,86).

Kök rezorpsiyonunu değerlendirmek için hastaların başlangıç ve bitiş panoramik filmleri üzerinde ölçümler yapıldı. Röntgenlerde olabilecek magnifikasyonların çalışmanın güvenilirliğine negatif etkisini elimine etmek için dişlerin kök kron oranları değerlendirildi. Her iki grubun araştırması ve ölçümleri tek bir araştırmacı tarafından yürütüldü. Çalışmalarda tek bir araştırmacı tarafından yürütülen çalışmaların birden fazla araştırmacı tarafından yürütülen çalışmalara kıyasla daha güvenilir sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Çünkü, araştırmacının beceri ve deneyimi çalışma sonuçlarını etkileyebilmektedir (2).

Geleneksel ve kendinden bağlamalı braket sistemlerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda başlangıç çapraşıklık miktarı ile tedavi süresi, maksiller genişleme miktarı ve kesici protrüzyon miktarı arasında korelasyon olabileceği gösterilmiştir (112).

Literatürde EAKR oluşumunu etkileyen faktörler arasında hasta yaşı, cinsiyeti, tedavi süresi, diş çekimi yapılıp yapılmadığı ve dişin hareket miktarı üzerinde en çok durulan parametrelerdir (108,165). Çalışmamızdaki iki grubun yaş, cinsiyet ve tedavi süresi arasında anlamlı fark olmayışı, gruplara dahil edilen hastaların hepsinin diş çekimsiz tedavi görmüş olması, kök rezorpsiyonunu iki grup arasında daha net karşılaştırma imkanı sağlamıştır.

Grupların başlangıç lateral sefalometrik röntgen filmleri ve panoramik filmleri incelendiğinde ANB, Konveksite(mm), IMPA ve 12 numaranın kök/kron oranı anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği, diğer değerlerde anlamlı düzeyde fark olmadığı bulunmuştur.

Kendinden bağlamalı braket grubunun ANB, Konveksite (mm), IMPA ve 12 numaranın kök/kron oranı ortalamaları geleneksel gruptan anlamlı derecede daha yüksektir (Çizelge 4.3).

Grupların bitiş lateral sefalometrik röntgen filmleri ve panoramik filmleri incelendiğinde ANB, Konveksite (mm), IMPA ve 12 numaranın kök/kron oranı anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği, diğer değerlerde anlamlı düzeyde fark olmadığı bulunmuştur.

Kendinden bağlamalı braket grubunun ANB, Konveksite (mm) ve bitiş 12 kök kron oranı ortalamaları geleneksel gruptan anlamlı derecede daha yüksektir(Çizelge 4.4).

Geleneksel braket grubunun başlangıç ve bitiş ölçümleri karşılaştırıldığında, geleneksel grupta; U1SN, U1FH, U1NA(derece), U1NA(mm), IMPA, L1NB (mm), interinsizal açı, 11 kök kron oranı, 12 kök kron oranı, 21 kök kron oranı, 22 kök kron oranıölçümleri arasında başlangıç ve bitiş ölçümleri arasında anlamlı düzeyde farklılık bulunmaktadır. U1SN, U1FH, U1NA(derece), U1NA(mm), IMPA, L1NB (mm) ölçümleri için bitiş değerleri başlangıç ölçümlerinden anlamlı derecede daha yüksektir. İnterinsizal açı, 11 kök kron oranı, 12 kök kron oranı, 21 kök kron oranı, 22 kök kron oranı ölçümleri için ise başlangıç ölçümleri bitiş ölçümlerinden anlamlı derecede daha yüksektir (Çizelge 4.5).

Kendinden bağlamalı braket grubunun U1SN, U1FH, U1NA(derece), U1NA(mm), L1NB(mm), interinsizal açı, 11 kök kron oranı, 12 kök kron oranı, 21 kök kron oranı, 22 kök kron oranı ölçümlerinin başlangıç ve bitiş değerleri arasında anlamlı düzeyde farklılık bulunmaktadır ($p<0,05$). U1SN, U1FH, U1NA(derece), U1NA(mm), L1-NB(mm) ölçümleri için bitiş değerleri başlangıç değerlerinden anlamlı derecede daha

yüksek iken, interinsizal açı, 11 kök kron oranı, 12 kök kron oranı, 21 kök kron oranı, 22 kök kron oranı parametreleri için başlangıç değerleri bitiş değerlerinden anlamlı derecede daha yüksektir (Çizelge 4.6).

Çalışmaya sınıf I iskeletsel ilişkiye ve normal büyüme paternine sahip hastalar dahil edildiği ve çalışmada iskeletsel ilişkilerde değişikliğe neden olabilecek herhangi bir uygulama yapılmadığı için iskeletsel parametrelerde anlamlı bir değişiklik olmaması beklenen bir sonuçtur.

Gruplar arası anlamlı fark olmadığı göz önüne alındığında tork kontrolünün her iki braket sisteminde benzer olduğu söylenebilir. Benzer bir çalışmada, Vajaria ve ark. çekimsiz tedavi ettiği olgularda, U1-SN açısını çalışma grubunda (Damon) $3,13 \pm 8,05^\circ$, kontrol grubunda $3,50 \pm 5,22^\circ$ bulmuştur(190). Sonuçlarımızla benzer olarak her iki grupta da U1-SN($^\circ$) ölçümünde anlamlı artış bulunduğu ve kesicilerin önemli miktarda prokline olduğu gösterilmiştir.

Pandis ve ark. Damon ve geleneksel braketlerin üst kesici dişler üzerindeki etkilerini değerlendirdikleri çalışmada, Damon grubunda U1-SN açısında $4,3 \pm 0,9^\circ$ ve U1-NA açısında $4,3 \pm 0,9^\circ$ artışın olduğunu, geleneksel sistemde U1-SN açısında $6,7 \pm 0,9^\circ$ ve U1-NA açısında $5,6 \pm 0,9^\circ$ artışın olduğunu saptamışlardır (135). Gruplar arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır. Sonuçlar bizim çalışmamızla benzer olarak Damon braketlerin üst kesiciler üzerindeki etkisinin geleneksel braketlerle benzer olduğu yönündedir.

IMPA geleneksel braket ile tedavi gören grupta anlamlı derecede artış gösterirken, kendinden bağlamalı braket ile tedavi gören grupta anlamlı derecede artış göstermemiştir. Geleneksel braket grubunda IMPA derecesindeki artış ortalama 3,55 derece iken, kendinden bağlamalı grupta bu artış 1,62 derecedir.

Scott ve ark. tarafından yürütülen bir çalışmada, alt çene kesici dişlerde meydana gelen proklinasyon miktarını kontrol grubu için $2,34 \pm 3,72$ derece, çalışma grubu (Damon3) için $1,73 \pm 4,06$ derece bulmuştur (112). Gruplar arası artış miktarları istatistiksel olarak anlamlı olmasa da bu değerlerin, bizim çalışmamızdaki değerler ile karşılaştırıldığında, benzer olduğu görülmektedir.

Vajaria ve ark. damon braketler ile geleneksel braketleri kullandığı çalışmasında IMPA daki ortalama artışı, çalışma grubunda $6,09^\circ$, kontrol grubunda ise $5,33^\circ$ olarak saptamıştır (190).

Damon; biyolojik olarak uyumlu olan hafif kuvvetlerin uygulanması ile ‘lip bumper’ etkisi oluştuğunu ve buna bağlı olarak alt ve üst kesicilerde geleneksel braketlere

göre daha az protruziyon olacağını öne sürmektedir (54). Çalışmamızda üst kesici dişlerin eğimi her iki grupta da artış göstermiş olup, alt kesici dişlerin eğimi kendinden bağlamalı grupta anlamlı derecede artış göstermemiştir.

Ancak çalışmalar incelendiğinde, U1-SN ve IMPA değerlerindeki artışın çalışmalarda farklı olması; başlangıç çapraşıklık miktarlarının farklı olmasına, sınıf II veya sınıf III intermaksiller elastik ve/veya revers curve'lu ark teli kullanımına, stripping protokolünün uygulanıp uygulanmamasına bağlı olduğu söylenebilir. U1SN ve IMPA değerlerindeki artış çalışmalarda farklı da olsa, değerlerin hem kendinden bağlamalı braket hem de geleneksel braket grubunda arttığı göz önüne alınmalıdır.

Handem ve arkadaşları Damon ve geleneksel braketlerle tedavi görmüş 52 birey üzerinden yaptıkları retrospektif çalışmada üst alt dört kesici dişte rezorpsiyonu incelemiş ve anlamlı fark bulamamışlardır (205).

Blake ve ark. yaptıkları çalışmada iki farklı braket sisteminin kök rezorpsiyonuna etkisini incelemiş ve istatistiksel olarak anlamlı fark bulamamışlardır. (123)

Aras ve ark. Damon ve geleneksel braketlerin kök rezorpsiyonuna etkisini inceledikleri çalışmada gruplar arasında anlamlı fark bulamamışlardır (206).

Pandis ve ark. yaptıkları çalışmada Damon braketler ile geleneksel braketler arasındaki kök rezorpsiyonunu panoramik röntgen incelemeleri ile araştırmış. Ancak iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulamamışlardır (111).

Çalışmamızda her iki grupta da 11, 12, 21, 22 numaralı dişlerin kök kron oranları bitişte, başlangıca göre anlamlı düzeyde daha düşüktür. İki grup arasında dört kesici dişin rezorpsiyonu açısından anlamlı fark bulunamamıştır.

Çalışmamızda kendinden bağlamalı braket sistemi ile tedavi gören grupta ortalama tedavi süresi $20,78 \pm 6,42$ ay iken, geleneksel braket sistemi ile tedavi gören grupta $20,22 \pm 6,38$ aydır. Gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Sonuçlar daha önce yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Çalışmamızın H0-1 ve H0-2 hipotezi iki grubun benzer tedavi etkinliği göstermesine bağlı olarak kabul edilmiştir.

Çalışmanın Ortodonti Anabilim Dalı arşivi taranarak tasarlanmış retrospektif bir çalışma olması ve mevcut kayıtları tam olan hastaları incelemesi nedeniyle örneklem sayısının fazla olmaması bu araştırmanın limitasyonlarını oluşturmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kendinden bağlamalı braket sistemi ile geleneksel braket sisteminin benzer hasta gruplarında dentofasiyal yapılara etkisi, kök rezorpsiyonuna etkisi ve tedavi süreleri karşılaştırıldı.

Retrospektif çalışmamızın sonucunda;

1. Geleneksel ve kendinden bağlamalı gruplar karşılaştırıldığında tedavi süreleri açısından gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır.
2. Geleneksel ve kendinden bağlamalı gruplar karşılaştırıldığında yaş ve cinsiyet açısından gruplar arasında anlamlı fark olmadığı görülmüştür.
3. Lateral sefalometrik film analiz sonuçları değerlendirildiğinde gruplar arasındaiskeletsel değerler açısından anlamlı fark bulunmamıştır.
4. Her iki çalışma grubunda da maksiller kesici diş eğimlerinde artış görüldü.
5. Kendinden bağlamalı braket sistemi grubunda alt kesici dişlerin eğiminin geleneksel braket sistemi grubuna göre daha az artış gösterdiği bulunmuştur.
6. Geleneksel ve kendinden bağlamalı gruplar arasında maksiller dört kesici dişin kök rezorpsiyonları açısından anlamlı fark bulunmamıştır

Kendinden bağlamalı braket sistemi ile geleneksel braket sisteminin dentofasiyal etkilerinin ve üst dört kesici dişteki rezorpsiyon miktarının birbirine benzer olduğu söylenebilir. Ancak alt kesici diş açısındaki artışın geleneksel gruba göre anlamlı derecede daha az olması dikkat çekicidir. Bu sonuç Damon sistem ile ilgili ileri sürülen lip bumper etkisinin oluştuğunu gösterebilir. Çalışmamızda incelediğimiz üst dört kesici dişteki rezorpsiyon, gruplar arasında yaş, cinsiyet, tedavi süresi açısından anlamlı fark olmayışı ve diş çekimi yapılmayan hastaların tercih edilmesi sebebiyle önem taşımaktadır. İki braket sisteminin kök rezorpsiyonuna etkileri açısından anlamlı fark görülmemiştir.

Damon sistem ve diğer kapaklı braketlerin kök rezorpsiyona etkisini incelemek için daha fazla sayıda bireyden oluşan örneklem grubu ile yapılacak daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Yapılacak prospektif çalışmalar daha ayrıntılı sonuçlara ulaşılmasını sağlayacaktır

KAYNAKLAR

1. **Proffit WR, Fields HW, Ackermann JL, Thomas PM, Tulloch C.** Contemporary Orthodontics. CV Mosby, St. Louis, Missouri. **1986**;263-4.
2. **Fleming PS, Dibiase AT, Lee, RT.** Randomized clinical trial of orthodontic treatment efficiency with self-ligating and conventional fixed orthodontic appliances. Am J Orthod Dentofacial Orthop, **2010**;137, 738-42.
3. **Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G.** The 5-year clinical performance of direct composite additions to correct tooth form and position. I. Esthetic qualities. Clin Oral Invest. **1997**; 1: 12-8
4. **Kiyak HA.** Does Orthodontic Treatment Affect Patients' Quality of Life? J Dent Educ.**2008**; 72:886-894
5. **Bennett ME, Michaels C, O'Brien K, Weyant R, Phillips C, Vig K.** Measuring beliefs about orthodontic treatment: a questionnaire approach. J Public Health Dent. **1997**; 57: 215-223
6. **Kirschen RH, O'Higgins EA, Lee RT.** The Royal London Space Planning: an integration of space analysis and treatment planning: part I: assessing the space required to meet treatment objectives. Am J Orthod Dentofacial Orthop. **2000**; 118(4):448-55.
7. **Stolzenberg J.** The Russell attachment and its improved advantages. International Journal of Orthodontia and Dentistry for Children, **1935**;21, 837-840.
8. **Eliades T, Pandis N.** Self-Ligation in Orthodontics, UK, **2009a**;Blackwell Publishing Ltd, 12-125.
9. **Birnie D.** The Damon passive self-ligating appliance system. Seminars in Orthodontics, **2008**; Elsevier, 19-35.
10. **Eberting JJ, Straja SR, Tuncay OC.** Treatment time, outcome, and patient satisfaction comparisons of Damon and conventional brackets. Clin Orthod Res, **2001**; 4, 228-34.
11. **Damon, DH.** The rationale, evolution and clinical application of the selfligating bracket. Clin Orthod Res, **1998b**;1, 52-61.
12. **Dibiase AT, Nasr IH, Scott P, Cobourne MT.** Duration of treatment and occlusal outcome using Damon3 self-ligated and conventional orthodontic bracket systems in extraction patients: a prospective randomized clinical trial. Am J Orthod Dentofacial Orthop. **2011**;139, e111-e116.
13. **Damon DH.** The Damon low-friction bracket: a biologically compatible straightwire system. J Clin Orthod.**1998**;32(11):670-80.
14. **Patel S, Dawood A, Wilson R, Horner K, Mannocci F.** The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography—an in vivo investigation. Int Endod J.**2009**; 42: 831-838.
15. **Bolhari B, Meraji N, Nosrat A.** Extensive idiopathic external root resorption in first maxillary molar: a case report. Iran Endod J.**2013**; 8: 72.
16. **Årtun J, Hullenaar R, Doppel D, Kuijpers-Jagtman A.** Identification of orthodontic patients at risk of severe apical root resorption. Am J Orthod Dentofac Orthop **2009**; 135: 448-455.

17. **Montenegro VCJ, Jones A, Petocz P, Gonzales C, Darendeliler MA.** Physical properties of root cementum: Part 22. Root resorption after the application of light and heavy extrusive orthodontic forces: A microcomputed tomography study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* **2012**; 141: e1-e9.
18. **Krishnan V, Davidovitch Z.** Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *Am J Orthod Dentofac Orthop* **2006**; 129: 469. e461-469. e432.
19. **Maués C, Nascimento R, Vilella O.** Severe root resorption resulting from orthodontic treatment: prevalence and risk factors. *Dent Press J Orthod* **2015**; 20: 52-58.
20. **Krishnan V.** Root resorption with orthodontic mechanics: pertinent areas revisited. *Aust Dent J* **2017**; 62: 71-77.
21. **Cohenca N, Simon JH, Mathur A, Malfaz JM.** Clinical indications for digital imaging in dento-alveolar trauma. Part 2: root resorption. *Dent Traumatol* **2007**; 23: 105-113.
22. **Sarı Z, Karaman Aİ, Başçiftçi FA, Üşümez S, Demir A.** Ortodontik maloklüzyonlar ve tedavi seçeneklerinin değerlendirilmesi: Epidemiyolojik çalışma. *Türk Ortodonti Derg.* **2003**; 16:119-26.
23. **Angle EH.** Classification of malocclusion. *Dental cosmos* **1899**; 41:248-64,350-7.
24. **Bondemark L.** Classification of malocclusions. *Essential Orthodontics.* **2017**; 18: 20-30.
25. **Erciyas AF, Taşpınar F.** Angle Sınıflandırmasına Göre Ortodontik Anomalilerin Dağılımı ve Farklı Tedavi Yaklaşımları. *Atatürk Üni. Diş Hek. Fak. Derg.* **2001**, (3) 135: 448-455.
26. **Graber TM.** *Orthodontics, Principle and Practice.* 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders Company, **1966**; 32(11):670-80.
27. **Perkün F.** Çene Ortopedisi. *İstanbul Üni. Diş. Hek. Fak.* **1977**; 3:29-44.
28. **Moyers RE.** *Handbook of Orthodontics.* 3rd ed. Chicago: Yearbook Medical Publisher, **1972**; 192-8.
29. **Erbay E, Erbay Ş.** Düz Tel Tekniği. *İstanbul Üni. Diş Hek. Fak. Derg.* **1991**; 75(6):948-52.
30. **McLaughlin RP, Bennett JC, Trevisi HJ.** Systemized orthodontic treatment mechanics. 1st ed. Mosby, Edinburg, **2001**; 19(1):43.
31. **Silva RG, Kang DS.** Prevalence of malocclusion among Latino adolescents. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **2001**; 119(3):313-5.
32. **Case CS.** *Techniques and principles of dental orthopedia* (reprint of 1921 edition). New York: Leo Bruder. **1963**; 16:8.
33. **Steiner CC.** Cephalometrics for you and me. *Am J Orthod.* **1953**; 39(10):729-55.
34. **Steiner CC.** Cephalometrics in clinical practice. *The Angle Orthod.* **1959**; 29(1):8- 29.
35. **Telle ES.** A study of the frequency of malocclusion in the county of Hedmark, Norway. *Trans Eur Orthod Soc.* **1951**; 192-8.
36. **Helm S.** Malocclusion in Danish children with adolescent dentition: an epidemiologic study. *Am J Orthod.* **1968**; 54(5):352-66.
37. **Altamus LA.** Frequency of the incidence of malocclusion in American Negro children aged twelve to sixteen. *Angle Orthod.* **1959**; 29(4):189-200.

38. **Houston WJB, Stephens CD, Tulley WJ.** A Textbook of Orthodontics. 2 nd ed. Great Britain: Wright. **1992**; 64(6):407-14.
39. **Ülgen M.** Ortodonti, Anomaliler, Sefalometri, Etioloji, Büyüme ve Gelişim, Tanı. Ankara Üni. Diş Hek. Fak. Yayınları. **2006**; 30-80.
40. **Ülgen M.** Ortodontik Tedavi Prensipleri, İstanbul Üni. Diş Hek. Fak. Yayını, DilekÖrünç Matbaası. Dördüncü Baskı. **1993**; 42(8):615-24.
41. **Proffit W, Fields HW.** Contemporary Orthodontics. 3rd ed. St Louis: Mo: Mosby Year Book. **2000**; 64(6):407-14.
42. **Aksu M, Kocadereli I.** Arch width changes in extraction and nonextraction treatment in class I patients. The Angle Orthod. **2005**; 75(6):948-52.
43. **Winnier JJ, Rupesh S, Nayak UA.** Treatment options for management of mandibular anterior crowding in mixed dentition. J. Evol. Med. Dent. Sci. **2014**; 15(1):1937-1946
44. **Sheridan J.** Air-rotor stripping. J Clin Orthod. **1985**; 19(1):43.
45. **Bishara SE, Denehy GE, Goepferd SJ.** A conservative postorthodontic treatment of enamel stains. Am J Orthod Dentofacial Orthop. **1987**; 92(1):2-7.
46. **McNamara JA, Brudon WL.** Orthodontic and orthopedic treatment in the mixed dentition. 1 st ed. Needham Pr. **1993**; 73(1):1-23.
47. **Sheridan JJ.** Air-rotor stripping update. J Clin Orthod. **1987**; 21(11):781-8.
48. **Little RM.** Stability and relapse of dental arch alignment. Br J Orthod. **1990**; 17(3):235-41.
49. **Hudson AL.** A study of the effects of mesiodistal reduction of mandibular anterior teeth. Am J Orthod. **1956**; 42(8):615-24.
50. **Olejniczak AJ, Grine FE.** Assessment of the accuracy of dental enamel thickness measurements using microfocus X-ray computed tomography. Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol. **2006**; 288(3):263-75.
51. **Frank SW, Engel GA.** The effects of maxillary quad-helix appliance expansion on cephalometric measurements in growing orthodontic patients. Am J Orthod. **1982**; 81(5):378-89.
52. **Haas AJ.** Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. Am J Orthod. **1970**; 57(3):219-55.
53. **Cotton LA.** Slow maxillary expansion: skeletal versus dental response to low magnitude force in Macaca mulatta. Am J Orthod. **1978**; 73(1):1-23.
54. **Damon D.** Treatment of the face with biocompatible orthodontics. In: Graber TM, Vanarsdall RL, Vig KWL, eds. Orthodontic Principles and Techniques. 4 th ed. St Louis: Elsevier/Mosby. **2005**; 753-833.
55. **Fraser EJ.** Principles of extraction therapy. Angle Orthod. **1956**; 26(4):241-2.
56. **McReynolds DC, Little RM.** Mandibular second premolar extraction- postretention evaluation of stability and relapse. Angle Orthod. **1991**; 61(2):133-44.
57. **Proffit WR.** Forty-year review of extraction frequencies at a university orthodontic clinic. Angle Orthod. **1994**; 64(6):407-14.

58. **Vig PS, Weintraub JA, Brown C, Kowalski CJ.** The duration of orthodontic treatment with and without extractions: a pilot study of five selected practices. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **1990**; 97(1):45-51.
59. **William R, Henry W. F, David M. S.** Contemporary Orthodontics, Canada, Mosby-Elsevier.**2007**; 30(3):140-4.
60. **Graber TM, VanarsdalL RL, Wig K.** Orthodontics Current Principles and Techniques, MOSBY. **1994**; 23(12):807.
61. **Andrews LF.** Straight wire: the concept and appliance, LA Wells Company.**1989**; 5-18.
62. **Kusy RP, O’grady P.** Evaluation of titanium brackets for orthodontic treatment: part II—the active configuration. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **2000**; 118(6):675-84.
63. **Tidy D, Orth D.** Frictional forces in fixed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **1989**; 96(3):249-54.
64. **Graber TM, Swain BF.** Orthodontics: current principles and techniques. St Louis: CV Mosby.**1985**; 5-18.
65. **Hamula DW, Hamula W, Sernetz F.** Pure titanium orthodontic brackets. *J Clin Orthod.***1996**;30(3):140-4.
66. **Faber J.** Tying twin brackets. *Am J Orthod.* **2000**;118:101-6.
67. **Chang CH, Sherrif M.** Stress relaxation properties of orthodontic elastics. *J Dent Res.* **1991**;70:702.
68. **Chen S, Greenlee G, Huang G.** Systematic review of self-ligating brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **2011**;139(2):146-7.
69. **Voudouris JC.** Seven clinical principles of interactive twin mechanisms. *J Clin Orthod.* **1997**;31(1):55.
70. **de Pulido LG, Powers JM.** Bond strength of orthodontic direct-bonding cementplastic bracket systems in vitro. *Am J Orthod.* **1983**;83(2):124-30.
71. **Liu JK, Chang LT, Chuang SF, Shieh DB.** Shear bond strengths of plastic brackets with a mechanical base. *Angle Orthod.* **2002**;72(2):141-5.
72. **Bazakidou E, Nanda RS, Duncanson MG Jr Sinha P.** Evaluation of frictional resistance in elastic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **1997**;112(2):138-44.
73. **Swartz ML.** Ceramic brackets. *J Clin Orthod.* **1988**;22:82-9.
74. **Arıcı S.** Orthodontic brackets. *Türk Ortodonti Derg.* **1998**;11(2):175-87.
75. **Zreaqat M, Hassan R.** Self-Ligating Brackets: An Overview. In: Naretto, S. (ed.) Principles in Contemporary Orthodontics. **2011**; 98(4):348-53.
76. **Shivapuja PK, Berger J.** A comparative study of conventional ligation and self-ligation bracket systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **1994**;106, 472-80.
77. **Bednar JR, Gruendeman GW.** The influence of bracket design on moment production during axial rotation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* **1993**;104, 254-261.
78. **Begg PR, Kesling PC.** Begg orthodontic theory and technique, Saunders Philadelphia, Pa. **1977**; 23(12):807.

79. **Hain M, Dhopatkar A, Rock P.** A comparison of different ligation methods on friction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2006**;130, 666-670.
80. **Taloumis LJ, Smith TM, Hondrum SO, Lorton L.** Force decay and deformation of orthodontic elastomeric ligatures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1997**;111, 1-11.
81. **Sims A, Waters N, Birnie D, Pethybridge R.** A comparison of the forces required to produce tooth movement in vitro using two self-ligating brackets and a pre-adjusted bracket employing two types of ligation. *Eur J Orthod*, **1993**; 15, 377-385.
82. **Thomas S, Sherriff M, Birnie D.** A comparative in vitro study of the frictional characteristics of two types of self-ligating brackets and two types of pre-adjusted edgewise brackets tied with elastomeric ligatures. *Eur J Orthod*, **1998**; 20, 589-596.
83. **Harradine N.** Self-ligating brackets: where are we now? *J Orthod*, **2003a**.30, 262- 273.
84. **Harradine N.** The history and development of self-ligating brackets. *Semin Orthod*, **2008**. Elsevier, 5-18.
85. **Kapur R, Sinha PK, Nanda RS.** Frictional resistance in orthodontic brackets with repeated use. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*.**1999**;116(4):400-4.
86. **Reznikov N, Har-zion G, Barkana I, Abed Y, Redlich M.** Measurement of friction forces between stainless steel wires and reduced-friction selfligating brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2010**;138, 330-338.
87. **Khambay B, Millett D, Mchugh S.** Evaluation of methods of archwire ligation on frictional resistance. *Eur J Orthod*, **2004**;26, 327-332.
88. **Taylor N. G, Ison K.** Frictional resistance between orthodontic brackets and archwires in the buccal segments. *The Angle Orthodontist*, **1996**;66, 215-222.
89. **Bazakidou E, Nanda RS, Duncanson JR, Sinha P.** Evaluation of frictional resistance in esthetic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1997**;112, 138-144.
90. **Downing A, Mccabe J, Gordon P.** A study of frictional forces between orthodontic brackets and archwires. *J Orthod*, **1994**; 21, 349-357.
91. **Bayrı R.** Evaluation of frictional resistance of conventional brackets with different ligating methods and different self-ligating brackets. *Doktora Tezi, M. Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü*. **2008**; 4, 220-227.
92. **Wildman A.** Round table-the Edgelock bracket. *J Clin Orthod*, **1972**;6, 613-623.
93. **Harradine NW, Birnie DJ.** The clinical use of Activa self-ligating brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1996**;109, 319-328.
94. **Parkin N.** Clinical pearl: clinical tips with System-R. *J Orthod*, **2005**;32, 244-246
95. **Eliades T, Pandis N.** Self-Ligation in Orthodontics, UK, Blackwell Publishing Ltd.**2009a**.
96. **Loftus BP, Årtun J, Nicholls JI, Alonzo TA, Stoner JA.** Evaluation of friction during sliding tooth movement in various bracket-arch wire combinations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1999**;116, 336-345.
97. **Harradine N. W.** Selfligating brackets and treatment efficiency. *Clin Orthod Res*, **2001**; 4, 220-227.
98. **Pizzoni L, Ravnholt G, Melsen B.** Frictional forces related to self-ligating brackets. *Eur J Orthod*, **1998**; 20, 283-291.

99. **Stefanos S, Secchi A, Coby G, Tanna N, Mante FK.** Friction between various self-ligating brackets and archwire couples during sliding mechanics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2010**; 138, 463-467.
100. **Kula K, Phillips C, Gibilaro A, Proffit WR.** Effect of ion implantation of TMA archwires on the rate of orthodontic sliding space closure. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1998**;114, 577-580.
101. **Kim TK, Kim KD, Baek SH.** Comparison of frictional forces during the initial leveling stage in various combinations of self-ligating brackets and archwires with a custom-designed typodont system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2008**;133, 187. e15-187. e24.
102. **Muguruma T, Iijima M, Brantley WA, Ahluwalia KS, Kohda N, Mizoguchi I.** Effects of third-order torque on frictional force of selfligating brackets. *Angle Orthod*. **2014**; 236-250.
103. **Heo W, Baek SH.** Friction properties according to vertical and horizontal tooth displacement and bracket type during initial leveling and alignment. *Angle Orthod*, **2011**;81, 653-661.
104. **Damon D.** Treatment of the face with biocompatible orthodontics. In: Graber TM, Vanarsdall RL, Vig KWL, eds. *Orthodontic Principles and Techniques*. 4 th ed. St Louis: Elsevier/Mosby. **2005**;753-833.
105. **Woodside DG, Berger JL, Hanson GH.** Self-ligation orthodontics with the Speed appliance. *Orthodontics: Current Principles and Techniques*. Elsevier Mosby, St Louis. **2005**;717-52.
106. **Matasa C.** Self-engaging brackets: passive vs. active. *Orthod Mater Insider*, **1996**;9, 5-11.
107. **Keim RG, Gottlieb EL, Nelson AH, Vogels D.** JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures, part 1: results and trends. *J. Clin. Orthod: JCO*, **2008**;42, 625.
108. **Linge BO, Linge L.** Apical root resorption in upper anterior teeth. *Eur J Orthod* **1983**;5, 173-183.
109. **Mirabella AD, Årtun J.** Prevalence and severity of apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. *Eur J Orthod*, **1995**;17, 93-99.
110. **Blake M, Woodside DG, Pharoah MJ.** A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with the edgewise and Speed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1995**;108, 76-84.
111. **Pandis N, Nasika M, Polychronopoulou A, Eliades T.** External apical root resorption in patients treated with conventional and self-ligating brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2008b**;134, 646-651.
112. **Scott P, Dibiase AT, Sherriff M, Cobourne MT.** Alignment efficiency of Damon3 self-ligating and conventional orthodontic bracket systems: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2008a**;134, 470. e1-470. e8.
113. **Read-Ward G, Jones S, Davies E.** A comparison of self-ligating and conventional orthodontic bracket systems. *J Orthod*, **1997**;24, 309-317.
114. **Mendes K, Rossouw PE.** Friction: validation of manufacturer's claim. *Seminars in Orthodontics*, **2003**. Elsevier, 236-250.
115. **Kusy RP, Whitley JQ.** Influence of archwire and bracket dimensions on sliding mechanics: derivations and determinations of the critical contact angles for binding. *Eur J Orthod*, **1999**;21, 199-208.
116. **Rossouw PE.** Friction: An overview. *Seminars in Orthodontics*, **2003**. WB Saunders, 218-222.

117. **Chew MT, Sandham A.** Effectiveness and duration of two-arch fixed appliance treatment. *Aust Orthod J* 2000;16: 98-103.
118. **Berger JL.** The influence of the SPEED bracket's self-ligating design on force levels in tooth movement: a comparative in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1990**;97, 219-228.
119. **Cacciafesta V, Sfondrini MF, Ricciardi A, Scribante A, Klersy C, Auricchio F.** Evaluation of friction of stainless steel and esthetic selfligating brackets in various bracket-archwire combinations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2003**;124, 395-402.
120. **Roth R, Sapunar A, Frantz R.** The In-Ovation bracket for fully adjusted appliances. *Orthodontics: Current Principles and Techniques*. Saint Louis, MO, Elsevier, **2005**;833-853.
121. **Turnbull NR, Birnie DJ.** Treatment efficiency of conventional vs selfligating brackets: effects of archwire size and material. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2007**;131, 395-399.
122. **Berger J, Byloff FK.** The clinical efficiency of self-ligated brackets. *J Clin Orthod: JCO*, **2001**;35, 304.
123. **Harradine N. W.** Self-ligating brackets and treatment efficiency. *Clin Orthod Res*, **2001**;4, 220-227.
124. **Huang Y, Keilig L, Rahimi A, Reimann S, Eliades T, Jäger A, Bourauel C.** Numeric modeling of torque capabilities of self-ligating and conventional brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2009**;136, 638-643.
125. **O'higgins E, Kirschen R, Lee R.** The influence of maxillary incisor inclination on arch length. *J. Orthod*, **1999**;26, 97-102.
126. **Gioka C, Eliades T.** Materials-induced variation in the torque expression of preadjusted appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2004**;125, 323-328.
127. **Fansa M, Keilig L, Reimann S, Jäger A.** The leveling effectiveness of self-ligating and conventional brackets for complex tooth malalignments. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*, **2009**;70, 285- 296.
128. **Pandis N, Polychronopoulou A, Eliades T.** Self-ligating vs conventional brackets in the treatment of mandibular crowding: a prospective clinical trial of treatment duration and dental effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2007**;132, 208-215.
129. **Bednar JR, Gruendeman GW.** The influence of bracket design on moment production during axial rotation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **1993**; 104, 254-261.
130. **Archambault A, Major TW, Carey JP, Heo G, Badawi H, Major PW.** A comparison of torque expression between stainless steel, titanium molybdenum alloy, and copper nickel titanium wires in metallic self-ligating brackets. *Angle orthod*, **2010**;80, 884-889.
131. **Geiger A, Gorelick J, Gwinnett A.** Bond failure rates of facial and lingual attachments. *J Clin Orthod: JCO*, **1983**;17, 165-169.
132. **Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ.** incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am. J. Orthod*, **1982**;81, 93-98.
133. **Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ.** incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am. J. Orthod*, **1982**;81, 93-98.
134. **Beceti M.** Sınıf I çapraşıklıklarda Damon2 braketlerin klinik etkinliğinin incelenmesi. PhD Doktora, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. **2007**; 15: 48.

135. **Pandis N, Vlachopoulos K, Polychronopoulou A, Madianos P, Eliades T.** Periodontal condition of the mandibular anterior dentition in patients with conventional and selfligating brackets. *Orthodontics & craniofacial research*, **2008c**;11, 211-215.
136. **Pellegrini P, Sauerwein R, Finlayson T, Mcleod J, Covell JR, Maier T, Machida CA.** Plaque retention by self-ligating vs elastomeric orthodontic brackets: quantitative comparison of oral bacteria and detection with adenosine triphosphate-driven bioluminescence. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2009**;135, 426. e1-426. e9.
137. **Park JH, Gakunga PT, Vishwanat L, Amaechi BT.** Influence of Ligation Methods on Plaque Accumulation and White Spots Formation around Orthodontic Brackets. *J Dent Oral Disord Ther*, **2014**;2, 6.
138. **Årtun J, Doppel D.** Identification of orthodontic patients at risk of severe apical root resorption. *Am J Orthod Dentofac Orthop* **2009**; 135: 448-455.
139. **Darcey J, Qualtrough A.** Root Resorption: Simplifying Diagnosis and Improving Outcomes. *Prim Dent J* **2016**; 5: 36-45.
140. **Brezniak N, Wasserstein A.** Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part I: the basic science aspects. *Angle Orthod* **2002**; 72: 175-179.
141. **Sharab L, Morford L, Dempsey J, Alencar G, Mason A, Jacobson E, Macri J.** Genetic and treatment related risk factors associated with external apical root resorption (EARR) concurrent with orthodontia. *Orthod Craniofac Res* **2015**; 18: 71-82.
142. **Brezniak N, Wasserstein A.** Orthodontitis: The Inflammation Behind Tooth Movement and Orthodontic Root Resorption. *Biology of Orthodontic Tooth Movement*. Springer, **2016**: 67-101.
143. **Zahrowski J, Jeske A.** Apical root resorption is associated with comprehensive orthodontic treatment but not clearly dependent on prior tooth characteristics or orthodontic techniques. *J Am Dent Assoc* **2011**; 142: 66-68.
144. **Chan E, Darendeliler M.** Exploring the third dimension in root resorption. *Orthod Craniofac Res* **2004**; 7: 64-70.
145. **Feller L, Khammissa R, Thomadakis G, Fourie J.** Apical external root resorption and repair in orthodontic tooth movement: biological events. *BioMed Res Int* **2016** 1-7.
146. **Castro I, Valladares-Neto J, Estrela C.** Contribution of cone beam computed tomography to the detection of apical root resorption after orthodontic treatment in root-filled and vital teeth. *Angle Orthod* **2014**;85: 771-776.
147. **Heithersay GS.** Invasive cervical resorption: an analysis of potential predisposing factors. *Quintessence Int* **1999**; 30.
148. **Bender I, Byers MR, Mori K.** Periapical replacement resorption of permanent, vital, endodontically treated incisors after orthodontic movement: report of two cases. *J Endod* **1997**; 23: 768-773.
149. **Tronstad L.** Root resorption—etiology, terminology and clinical manifestations. *Dent Traumatol* **1988**; 4: 241-252.
150. **Andreasen JO, Hjørting-Hansen E.** Replantation of teeth. I. Radiographic and clinical study of 110 human teeth replanted after accidental loss. *Acta Odontol Scand* **1966**; 24: 263-286.
151. **Fuss Z, Tsesis I, Lin S.** Root resorption—diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors. *Dental Traumatol* **2003**; 19: 175-182.

152. **Darcey J, Qualtrough A.** Root Resorption: Simplifying Diagnosis and Improving Outcomes. *Prim Dent J* **2016**; 5: 36-45.
153. **Andreasen J.** Effect of extra-alveolar period and storage media upon periodontal and pulpal healing after replantation of mature permanent incisors in monkeys. *Int J Oral Surg* **1981**; 10: 43-53.
154. **Tieu LD, Saltaji H, Normando D, Flores-Mir C.** Radiologically determined orthodontically induced external apical root resorption in incisors after non-surgical orthodontic treatment of class II division 1 malocclusion: a systematic review. *Prog Orthod* **2014**; 15: 48.
155. **Remington DN, Joondeph DR, Artun J, Riedel RA, Chapko MK.** Long-term evaluation of root resorption occurring during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* **1989**; 96: 43-46.
156. **Levander E, Malmgren O.** Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: a study of upper incisors. *Eur J Orthod* **1988**; 10: 30-38.
157. **Sharpe W, Reed B, Subtelny JD, Polson A.** Orthodontic relapse, apical root resorption, and crestal alveolar bone levels. *Am J Orthod Dentofac Orthop* **1987**; 91: 252-258.
158. **Lund H, Gröndahl K, Hansen K, Gröndahl HS.** Apical root resorption during orthodontic treatment: a prospective study using cone beam CT. *Angle Orthod* **2011**; 82: 480-487.
159. **Lupi JE, Handelman CS, Sadowsky C.** Prevalence and severity of apical root resorption and alveolar bone loss in orthodontically treated adults. *Am J Orthod Dentofac Orthop* **1996**; 109: 28-37.
160. **Killiany DM.** Root resorption caused by orthodontic treatment: An evidence-based review of literature. In: *Semin Orthod* **1999**; 28-133. Elsevier
161. **Sameshima GT, Sinclair PM.** Predicting and preventing root resorption: Part I. Diagnostic factors. *Am J Orthod Dentofac Orthop* **2001**; 119: 505-510.
162. **Trope M.** Root resorption of dental and traumatic origin: classification based on etiology. *Pract Periodontics Aesthet Dent* **1998**; 10: 515-522.
163. **Friedman S, Rotstein I, Libfeld H, Stabholz A, Helling I.** Incidence of external root resorption and esthetic results in 58 bleached pulpless teeth. *Dent Traumatol* **1988**; 4: 23-26.
164. **Matsumoto Y, Sringkarnboriboon S, Ono T.** Effects of continuous force application for extrusive tipping movement on periapical root resorption in the rat mandibular first molar. *Korean J Orthod* **2018**; 48: 339-345.
165. **Andreasen FM, Andreasen JO.** Resorption and mineralization processes following root fracture of permanent incisors. *Dent Traumatol* **1988**; 4: 202-214.
166. **Birkedal, Hansen H.** External root resorption caused by luxation of rat molars. *Eur J Oral Sci* **1973**; 81: 47-61.
167. **Andreasen J.** Histometric study of healing of periodontal tissues in rats after surgical injury. II. Healing events of alveolar bone, periodontal ligaments and cementum. *Odontol Revy* **1976**; 27: 131-144.
168. **Wesselink PR, Beertsen W, Everts V.** Resorption of the mouse incisor after the application of cold to the periodontal attachment apparatus. *Calcif Tissue Int* **1986**; 39: 11-21.
169. **Casa MA, Faltin RM, Faltin K, Sander FG, Chavez VCA.** Root resorptions in upper first premolars after application of continuous torque moment intra-individual study. *J Orofac Orthop* **2001**; 62: 285-295.

170. **Faltin RM, Faltin K, Wichelhaus A.** Root resorptions in upper first premolars after application of continuous intrusive forces. *J Orofac Orthop* **1998**; 59: 208-219.
171. **Anand N, Chandrasekaran S, Rajput NS.** Vitamin D and periodontal health: Current concepts. *J Indian Soc Periodont* **2013**; 17: 302.
172. **Bastos JDA, Andrade JCF, Ferreira AP, Barraso EA, Daibert PC, Barreto PL.** Serum levels of vitamin D and chronic periodontitis in patients with chronic kidney disease. *Braz J Nephrolog* **2013**; 35: 20-26.
173. **Hienz SA, Paliwal S, Ivanovski S.** Mechanisms of bone resorption in periodontitis. *J Immun Res* **2015**; 6: 1-10.
174. **Newman WG.** Possible etiologic factors in external root resorption. *Am J Orthod Dentofac Orthoped* **1975**; 67: 522-539.
175. **Levander E, Malmgren O, Stenback K.** Apical root resorption during orthodontic treatment of patients with multiple aplasia: a study of maxillary incisors. *Eur J Orthod* **1998**; 20: 427-434.
176. **Henry JL, Weinmann JP.** The pattern of resorption and repair of human cementum. *J Am Dent Assoc* **1951**; 42: 270-290.
177. **McFadden WM, Engstrom C, Engstrom H, Anholm JM.** A study of the relationship between incisor intrusion and root shortening. *Am J Orthod Dentofac Orthop* **1989**; 96: 390-396.
178. **Consolaro A.** Dental resorption in Clinical specialties. Maringá: Dental Press, **2005**;123: 52.
179. **Weltman B, Wig KWL, Fields HW, Shanker S, Kaizar EE.** Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthoped* **2010**; 137: 462-476.
180. **Najeeb S, Siddiqui F, Khurshid Z, Zohaib S, Zafar MS, Ansari SA.** Effect of bisphosphonates on root resorption after tooth replantation—a systematic review. *Dent Traumatol* **2017**; 33: 77-83.
181. **Kegel W, Selipsky H, Phillips C.** The effect of splinting on tooth mobility. I. During initial therapy. *J Clin Perio* **1979**; 6: 45-58.
182. **Ajmera S, Shivanand V, Ganeshkar S.** Volumetric evaluation of root resorption during orthodontic treatment. *J Clin Orthod* **2014**; 48: 113-119.
183. **Atchison K.** Radiographic examinations of orthodontic educators and practitioners. *J Dent Educ* **1986**; 50: 651-655.
184. **Mckee IW, Williamson PC, Lam EW, Heo G, Glover KE, Major PW.** The accuracy of 4 panoramic units in the projection of mesiodistal tooth angulations. *Am J Orthod Dentofac Orthoped* **2002**; 121: 166-175.
185. **Alqerban A, Jacobs R, Fieuws S, Willems G.** In-vitro comparison of 2 konik ışılı computed tomography systems and panoramic imaging for detecting simulated canine impaction-induced external root resorption in maxillary lateral incisors. *Am J Orthod Dentofac Orthop* **2009**; 136: 764. e761-764. e711.
186. **Almuhtaseb E, Mao J, Mahony D, Bader R, Zhang ZX.** Three-dimensional localization of impacted canines and root resorption assessment using cone beam computed tomography. *J Huazhong Uni Sci Tech* **2014**; 34: 425-430.
187. **Tantanapornkul W, Okouchi K, Fujiwara Y, Yamashiro M, Maruoka Y, Ohbayashi N, Kurabayashi T.** A comparative study of konik ışılı computed tomography and conventional

- panoramic radiography in assessing the topographic relationship between the mandibular canal and impacted third molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol and Endod* **2007**; 103: 253-259.
188. **Harradine N, Birnie D.** Self-ligating Brackets: Theory and Practise. *Excellence in Orthodontics*. **2009**;9:190-216.
 189. **Peck S.** So what's new? Arch expansion, again. *Angle Orthod*. **2008**;78(3):574-5.
 190. **Vajaria R, Begole E, Kusnoto B, Galang MT, Obrez A.** Evaluation of incisor position and dental transverse dimensional changes using the Damon system. *The Angle Orthodontist*, **2011**;81, 647-652
 191. **Lombardo L, Ficara P, Maltoni I, Moser L, Guarneri M, Siciliani G.** Comparison of the anterior limit of the dentition in patients treated with self-ligating straight-wire, conventional straight-wire and standard edgewise appliances. *ISRN dentistry*, **2012**; 6: 45-58.
 192. **Bender I, Byers MR, Mori K.** Periapical replacement resorption of permanent, vital, endodontically treated incisors after orthodontic movement: report of two cases. *J Endod* **1997**; 23: 768-773.
 193. **Patel S, Saberi N.** The ins and outs of root resorption. *British Dent J* **2018**; 224: 691.
 194. **Sicher H, Bhaskar S. N.** Orban's oral histology and embryology. Saint Louis: Mosby Company, **1972**; 137: 462-476.
 195. **Ne RF.** Witherspoon DE and Gutmann JL. Tooth resorption. *Quintessence Int* **1999**; 30: 9-26.
 196. **Andreasen JO.** Traumatic Dental Injuries: A Manual. *J Dent Edu* **1999**; 76.
 197. **Nieto-Nieto N, Solano JE, Yañez-Vico R.** External apical root resorption concurrent with orthodontic forces: the genetic influence. *Acta Odontol Scand* **2017**; 75: 280-287.
 198. **Harokopakis-Hajishengallis E.** Physiologic root resorption in primary teeth: molecular and histological events. *J Oral Sci* **2007**; 49: 1-12.
 199. **Banica AC, Marinescu IR, Gheorghe DN, Trusca AG, Draghici EC, Mercut V, Popescu SM.** Root resorption prevalence in adults from dolj county, romaniaa radiological evidence. *Roman J Oral Rehab* **2018**; 10: 170-179.
 200. **Kaley J, Phillips C.** Factors related to root resorption in edgewise practice. *Angle Orthod* **1991**; 61: 125-132.
 201. **Pae EK.** Cephalometry needs innovation, not renovation. *Angle Orthod*. **1997**;67(5):395-6.
 202. **Durão AR, Algerban A, Ferreira AP, Jacobs R.** Influence of lateral cephalometric radiography in orthodontic diagnosis and treatment planning. *Angle Orthod*. **2014**;85(2):206-10.
 203. **Fleming PS, Dibiase AT, Sarri G, Lee RT.** Comparison of mandibular arch changes during alignment and leveling with 2 preadjusted edgewise appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, **2009b**;136, 340-347.
 204. **Pandis N, Strigou S, Eliades T.** Maxillary incisor torque with conventional and selfligating brackets: A prospective clinical trial. *Orthod Craniofac Res*. **2006**;9(4):193- 8.
 205. **Handem RH, Janson G, Matias M, Freitas KMS, Lima DV, Garib DG, Freitas MR.** External root resorption with the selfligating Damon system—a retrospective study. *Prog Orthod*. **2016**; 45-58.
 206. **Aras I, Unal I, Huniler G, Aras A.** Root resorption due to orthodontic treatment using self-ligating and conventional brackets. *J Orofac Orthop / Fortschritte Der*.**2018**; 33: 77-83.



EKLER

EK-1. Etik Kurulu

ÖZGEÇMİŞ

