



**T.C.
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI**

**İKİ FARKLI KENDİNDEN BAĞLI BRAKET SİSTEMİNİN
SEVİYELENME SAFHASINDAKİ ETKİNLİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Dt.Tuğçe YILMAZ

Uzmanlık Tezi

ANKARA,2018



**T.C.
BAŞKET ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI**

**İKİ FARKLI KENDİNDEN BAĞLI BRAKET SİSTEMİNİN
SEVİYELENME SAFHASINDAKİ ETKİNLİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Uzmanlık Tezi

Dt.Tuğçe YILMAZ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Ömür POLAT ÖZSOY

Prof. Dr. Ayça ARMAN ÖZÇİRPİCİ

ANKARA,2018



TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca bana her konuda destek veren, tecrübe ve klinik bilgisiyle yol gösteren, akademik anlamda bana ışık tutan değerli danışman hocam Prof.Dr. Ömür POLAT ÖZSOY'a

Ortodonti bilgisi ve tecrübesiyle uzmanlık eğitimim boyunca kendimi geliştirmemde büyük katkısı olan değerli hocam Prof.Dr. Ayça ARMAN ÖZÇIRPICI'ya,

Beraber çalışmaktan büyük zevk aldığım, ne zaman ihtiyaç duysam yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Doç.Dr. Çağla ŞAR'a

Kendilerinden çok şey öğrendiğim, tekniğimi geliştirmemde büyük payı olan değerli hocalarım Doç.Dr.Burçak Kaya ve Yrd.Doç.Dr. Nilüfer İrem TUNÇER'e,

Her konuda yardımcı, desteği ve sevgisiyle hayatımı güzel ve anlamlı kılan, kıymetli dostlarım Uzm. Dt. Bilge ERSÖZ ve Dt. Gözdem BAYRAKTAR'a, her zaman yanımda olan, desteklerini hep üzerimde hissettiğim ve eğitimime büyük katkıları olan Uzm. Dt. Hande Tosun, Uzm. Dt. İrem KURT'a

Birlikte büyüdüğüm ve hayatın bir tesadüfı olarak meslektaş olduğumuz canım dostum Merve Ece DEMİRBAĞ'a,

Dört yılımızı birlikte geçirdiğimiz, çok şey paylaştığımız sevgili dönem arkadaşlarım Yasemin KARTAL, Azize ATAKAN, Sinem İNCE BİNGÖL ve uzmanlık dönemim boyunca bir arkadaştan ziyade bana dost olan canım Nargiz HASANOVA'ya,

Her biri klinik hayatımın bir parçası haline gelmiş tüm asistan arkadaşlarıma; özellikle Sevgi KORAL ve son iki yılımı daha eğlenceli hale getiren Bahar ULUĞ'a

Tezimle ilgili her konuda bana yol gösteren ve destek olan Uzm. Dt. Gökhan Serhat DURAN'a

Dört yıldır bir aile olduğumuz kliniğimizin bütün sekreterleri, yardımcı personeli ve teknisyenlerine,

Sonsuz emek, sevgi ve destekleri ile beni bugünlere getiren, her zaman yanımda olan, her zaman daha başarılı olmam için çabalayan, kızı olmaktan gurur duyduğum canım babam İsmail YILMAZ'a, varlığından her zaman güç aldığım, koruyucu meleğim, en kıymetlim, canım annem Ülkü YILMAZ'a, canım kardeşim Mustafa Canberk YILMAZ'a

Hiçbir zaman esirgemediği sevgisi ve desteğiyle beni hep çok mutlu eden, varlığı sayesinde kendimi çok şanslı hissettiğim, hayatın bana sunduğu en güzel sürpriz Uzm. Dt. Ahmet KAŞIKCIOĞLU'na ve onun çok değerli ailesine,

Sonsuz Teşekkürler



ÖZET

Bu çalışmanın amacı, anterior çapraşıklığın çözümlenmesinde iki farklı kendinden bağlı braket sisteminin etkilerini değerlendirmek ve intermolar ve interkanin ark genişliğinde meydana gelen artışın ortodontik dijital modeller kullanılarak karşılaştırılmasıdır.

Yapılan retrospektif çalışma için 2014-2018 yıllarında Başkent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalında tedavi için kabul edilen 35 hasta seçilmiştir. Grup 1 toplam 17 hastadan oluşmakta ve tedavilerinde Damon Q braketler kullanılmıştır. Grup 2 ise 18 hastadan oluşmakta ve tedavilerinde SmartClip SL3(3M Unitek, Calif, USA) braketler kullanılmıştır. Bütün bireylerde 0.022x0.028 inç slotlu braket ve tüpler kullanılmıştır. Grup 1’de sırasıyla.014 inç,014x.025 inç veya.016x.025 inç Damon CuNiTi ark telleri, grup 2’de ise 014 inç ve.016x.025 inç HANT ark teli takılmıştır. Çalışmadaki hastaların başlangıç (T0), 10.hafta (T1) ve 20.hafta (T2) alçı modelleri daha sonra arşivden çıkarılmış ve kontrol edilerek dijital model elde edilmesi için taranmaya gönderilmiştir. Hasta modelleri Dental Wings 7 serisi cihaz ile taranıp ‘STL’ uzantılı 3 boyutlu dijital modellerin ölçümleri için Meshlab programı tercih edilmiştir. Her iki grupta görüntüler üzerinde maksiller ve mandibuler interkanin ve intermolar ark genişlikleri ve irregülerite indeksleri ölçülmüştür.

Grup 1 ve 2 arasında sırasıyla; başlangıç, 10.hafta ve 20.hafta alt ve üst çenedeki intermolar genişlik, interkanin genişlik ve irregülerite indeks düzeyleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir. Alt çene intermolar genişlik ve interkanin genişlik ölçümlerinde her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır. Her iki grupta üst çene intermolar genişlikte anlamlı bir artış saptanmıştır. Üst çene interkanin genişlik ölçümlerinde Damon Q grubunda anlamlı bir artış görülmezken, SmartClip grubunda ise istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır. Alt ve üst çene irregülerite indeks ölçümlerinde her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı bir azalma saptanmıştır.

Her iki sistem üreticilerinin birbirine göre iddia ettiği avantajların aslında klinik ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kendinden Bağlanan Braketler, Dijital Model, Damon Q, SmartClip SL3

ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate the effectiveness of two different self-ligating bracket systems on anterior alignment. The changes in intermolar and intercanine width were evaluated on digital dental models.

35 Patients were included to our retrospectif research, who had a treatment in Department of Orthodontics of Bashkent University between 2014-2018 years. Damon Q brackets were used in Group 1 consisting of 17 patients. There are 18 patiens in Group 2 and these patients were treated with SmartClip SL3(3M Unitek, Calif, USA). In all patients, 0.022x0.028 inch brackets and tubes were preferred. Archwire sequence for Group 1 was.014 inch,014x.025 inch or.016x.025 inch Damon CuNiTi, for Group 2.014 inch and.016x.025 inch HANT. Beginning, 10.week and 20.week dental casts of all patients' were founded in archive office and scanned. Scanning was performed by Dental Wings 7 device. The measurements on 3D digital models were done with Meshlab programme. Maxillary and mandibular intermolar and intercanine widths and irregularity index were measured for both groups on digital models.

Any statistically significant difference was found between two groups comparing before treatment, 10. and 20.week upper and lower intermolar, intercanine widths and irregularity index. When comparing T0, T1 and T3 lower intermolar and intercanine widths in both groups, there were statistically significant increase from beginning to 20.week. The same pattern was found also for upper intermolar widths. Hoewever in Damon Q Group, upper intercanine width increase is not statistically significant, increment for SmartClip Group is statistically important. Decrease in Upper and Lower irregularity index are statistically significant for both Group.

There are any statistically and clinically significant difference between the advantages of two Bracket systems as their manufacturer claim.

Keywords: Self-Ligating Braces, Digital Model, Damon Q, SmartClip SL3

İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR

ŞEKİLLER

TABLolar

1.GİRİŞ ve AMAÇ

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Sabit Tekniklerin Tarihsel Gelişimi

2.2. Ligasyonun Tanımı ve Gelişimi

2.2.1. İpek ligatürler

2.2.2. Tel ligatürler

2.2.3. Begg pins

2.2.4. Elastomerik ligatürler

2.2.5. Kendinden bağlanan braketler

2.2.6. İdeal ligasyonun özellikleri

2.3. Kendinden Bağlamalı Braketler

2.3.1. Kendinden Bağlamalı Braketlerin Tarihçesi

2.4. Kendinden Bağlamalı Braketlerin Sınıflandırılması,

2.4.1. Aktif kapaklı braketler

2.4.2. Pasif kapaklı braketler

2.5. Kendinden Bağlamalı Braketlerin Özellikleri

2.5.1.Düşük sürtünme

2.5.2. Ark telinin tam ve güvenli bağlanması

2.5.3. Hasta başında geçirilen sürenin azalması

2.5.4. Tedavi süresinin kısalması

2.5.5. Seviyelenme etkinliği

2.5.6. Boşluk kapatma hızı

2.5.7. Dental ark ekspansiyonu

2.5.8. Tork ve rotasyon kontrolü

2.5.9. Ağrının azalması

2.5.10. Plak retansiyonu ve periodontal dokulara etkisi

2.5.11. Maliyet

2.6. Dijital Ortodontil Modeller

2.6.1. Dijital model oluşturma

2.6.2. Dijital modellerin güvenilirliği ile ilgili yapılmış çalışmalar

3. BİREYLER ve YÖNTEM

3.1. Bireyler

3.2. Yöntem

3.2.1. Kullanılan braketler ve ark telleri

3.2.2. Tedavi protokolü

3.2.3. Dijital model analizi

3.2.4. Dijital model analizinde yapılan ölçümler

3.3. İstatistiksel Yöntem

4. BULGULAR

4.1. Metot Hatasının Değerlendirilmesi

4.2. Demografik Özellikler

4.3. İntermolar Genişlik Ölçümleri

4.4. İnterkanin Genişlik Ölçümleri

4.5. İrregülerite İndeks Ölçümleri

4.6. Ark Genişlikleri ile İrregülerite İndeksleri Arasındaki Korelasyonun Değerlendirilmesi

5. TARTIŞMA

5.1. Çalışma Amacının Tartışması

5.2. Çalışma Yönteminin Tartışması

5.3.Bulguların Tartışması

6. SONUÇ

7. KAYNAKLAR



SİMGELER VE KISALTMALAR

ark.	Arkadaşları
SLB	Kendinden bağlanan braketler
mm	Milimetre
n	İncelenen birey sayısı
CuNiTi	Nikel-Titanyum
NiTi	Nikel-Titanyum
HANT	Heat-Activated Nickel-Titanyum
DVT	Dental volümetrik tomografi
OMSS	Orthodontic measurement and simulation system
RPE	Rapid Palatal Ekspansiyon
STL	Standart Tessellation Language
3D	3 Boyutlu
P	İstatistiksel anlamlılık
°	Derece
=	Eşittir
<	Küçüktür
>	Büyüktür
ss	Standart Sapma

ŞEKİLLER

Şekil 1. Russell ataçmanı

Şekil 2. Edgelok braketinin açık ve kapalı pozisyonu

Şekil 3. Speed braket

Şekil 4. Mobil-Lock braket

Şekil 5. Activa braket

Şekil 6. Time braket

Şekil 7. Damon SL braket

Şekil 8. Damon 2 braket

Şekil 9. Damon 3 braket

Şekil 10. Damon 3 MX braket

Şekil 11. Damon Q braket

Şekil 12. In-Ovation braket

Şekil 13. SmartClip braket

Şekil 14. Gemini SL ve Victory SL braketler

Şekil 15. Sürtünme kuvveti

Şekil 16. Çalışma için hasta seçim diyagramı

Şekil17: Damon Q braket seti

Şekil 18. Damon Q tork ve angulasyon değerleri

Şekil 19: Damon CuNiTi ark telleri

Şekil 20. Smartclip SL3 braket seti

Şekil 21. Smartclip SL3 tork ve angulasyon değerleri

Şekil 22. 3M HANT ark telleri

Şekil 23. Dental Wings 7 serisi model ve ölçü tarama cihazı

Şekil 24. Meshlab programında ‘STL’ uzantılı dijital görüntüler

Şekil 25. Alt kaninler arası genişlik ölçümleri

Şekil 26. Üst kaninler arası genişlik ölçümleri

Şekil 27. Alt molarlar arası mesafe ölçümü

Şekil 28. Üst molarlar arası mesafe ölçümü

Şekil 29. Alt irregülerite indeksi ölçümü

Şekil 30. Üst irregülerite indeksi ölçümü

TABLÖLAR

Tablo 1: Bireylerin yaş ve cinsiyet dağılımı

Tablo 2: İzlem zamanlarına göre klinik ölçümlerin tekrarlanabilirlik (güvenirlilik) sonuçları

Tablo 3: Gruplara göre olguların demografik özellikleri

Tablo 4: Lokalizasyon ve braket sistemleri içerisinde izlem zamanlarına göre intermolar genişlik ölçümleri

Tablo 5: Lokalizasyon sabit tutulduğunda izlem zamanlarına göre intermolar genişlik ölçümlerinde meydana gelen değişimin braket sistemleri açısından incelenmesi

Tablo 6: Lokalizasyon ve braket sistemleri içerisinde izlem zamanlarına göre interkanin genişlik ölçümleri

Tablo 7: Lokalizasyon sabit tutulduğunda izlem zamanlarına göre interkanin genişlik ölçümlerinde meydana gelen değişimin braket sistemleri açısından incelenmesi

Tablo 8: Lokalizasyon ve braket sistemleri içerisinde izlem zamanlarına göre irregülerite indeks düzeyleri

Tablo 9: Lokalizasyon sabit tutulduğunda izlem zamanlarına göre irregülerite indeksinde meydana gelen değişimin braket sistemleri açısından incelenmesi

Tablo 10: Tüm gözlemler içerisinde izlem zamanları ve lokalizasyon sabit tutulduğunda intermolar genişlik ölçümleri ile irregülerite indeksi arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik düzeyleri

Tablo 11: Tüm gözlemler içerisinde izlem zamanları ve lokalizasyon sabit tutulduğunda interkanin genişlik ölçümleri ile irregülerite indeksi arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik düzeyleri

Tablo 12: Tüm gözlemler içerisinde lokalizasyon sabit tutulduğunda izlem zamanlarına göre intermolar genişlik ölçümlerinde meydana gelen değişim ile

irregülerite indeksindeki değişim arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik düzeyleri

Tablo 13: Tüm gözlemler içerisinde lokalizasyon sabit tutulduğunda izlem zamanlarına göre interkanin genişlik ölçümlerinde meydana gelen değişim ile irregülerite indeksindeki değişim arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik düzeyleri



1. GİRİŞ ve AMAÇ

Ortodontik tedavinin seviyelenme aşamasında, ark telleri ile braketlerin arasında sürtünme kuvveti oluşmakta ve bu tür sürtünmenin birçok araştırmacı tarafından klinik öneminin son derece büyük olduğu iddia edilmektedir. Klinik olarak uygulanan kuvvetlerin yaklaşık olarak %12 ila %60'ının sürtünme ile kaybedildiği belirtilmektedir (1).

Ortodontik tedavide amaç en kısa sürede, dişlere uygulanan kuvvetlerin istenmeyen etkilerinden kaçınarak ve en az hasara sebebiyet vererek tedavinin sonlandırılmasıdır. Bu amaçla birçok farklı apacey kullanılmasına rağmen hepsinin hedeflediği sonuç, hastanın ortodontik tedavisi süresince ark telinin braket slotuna güvenli bir şekilde bağlanmasını, braket ve ark teli arasında istendiğinde düşük sürtünme kuvveti oluşmasını sağlamaktır. Ayrıca hastanın hissettiği ağrıyı ve ankraj gereksinimlerini azaltmak ve hekimin hasta başında geçireceği zamanı en aza indirmektir. Bütün bu arayışlara bir cevap olarak kendinden bağlanan braketler (SLB) geliştirilmiştir.

Günümüze kadar gelişim gösteren SLB'lerin, elastik ve tellerle ligatürleme işlemine ihtiyacı ortadan kaldırmasıyla yıllar içerisinde kullanımları yaygınlaşmıştır. Konvansiyonel braketlere göre SLB'lerin birçok avantajı olduğu iddia edilmektedir. Bu avantajlar arasında en önemlileri ise ligatürleme zamanının kısalması, sürtünmenin azalması ve yardımcı alet kullanımına gereksinimin azalması sayılabilir. Konvansiyonel braketlere göre daha düşük sürtünme değerlerine sahip olma iddiaları ile hastanın ve hekimin tedavi sırasında harcadığı zamanın kısalmasına, ayrıca hastanın konforunun da artmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir. Kendi içinde braketlerin dizaynlarına göre aktif ve pasif olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bu iki tür SLB'ler kendi aralarında da farklılıklar göstermektedir. Her iki tip braketin ark teli değişimi sırasında hastanın koltukta geçirdiği süre, sürtünme, toplam tedavi süresi ve kapak deformasyonu konularında birbirine göre avantaj ve dezavantajları ise tartışılmaktadır.

Yapılan in-vitro çalışmalarda pasif kapaklı kendinden bağlamalı braketlerin ince tellerde, konvansiyonel ve diğer kendinden bağlamalı braketlere göre sürtünme kuvvetinde daha büyük bir azalma sağladığı gösterilmiştir(2). Tecco ve ark, 2005 yılında yaptıkları çalışmada dikkat çekici biçimde yuvarlak tellerin aktif kapaklı braketlerde, köşeli tellerin ise pasif kapaklı tellerde daha düşük sürtünme değerlerine sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. Bununla birlikte her iki kendinden bağlamalı braket sisteminin tüm ark teli materyalleri ve ark teli çaplarında konvansiyonel braketlerden düşük sürtünme değerleri verdiği gösterilmiştir(3).

Journal of Clinical Orthodontics editörü Dr. Robert Keim 2005 yılında ortodonti geleceğinde odaklanılması gereken 3 önemli noktayı şu şekilde tanımlamıştır; 3D radyografi, mikroimplant ankrajı ve kendinden bağlanan braketler (4).

Konvansiyonel alçı modellere alternatif olarak birçok çalışmada artık dijital modeller tercih edilmektedir. Dijital model elde etmek için hastadan alınan aljinat ölçü ve mumlu kapanışın, plastik bir kap içerisinde dijital model şirketine gönderilmesi ve uygun bir yazılım ile 3 boyutlu (3D) görüntüye dönüştürülmesi gerekmektedir. Birkaç gün içerisinde 3D görüntü firmanın internet sitesinden kişisel bilgisayara indirilebilmektedir (5). Sunduğu önemli avantajlar arasında; saklamak için ekstra yer ihtiyacını ortadan kaldırması, özellikle çekimli hastalarda model setup yapılabilmesi, ortodontik ölçümlerin bilgisayar ortamında yapılabilmesi, internet yolu ile dijital modelin istenilen herhangi bir yere güvenli bir şekilde gönderilebilmesi ve maliyeti düşürmesi sayılabilir (6). Sağladığı en büyük kolaylık ise istenilen ölçümlerin dijital modeller üzerinde bilgisayar ortamında yapılabilmesidir.

Yaptığımız bu çalışmanın amacı; anterior çapraşıklığın çözümlenmesinde iki farklı SLB sisteminin etkinliklerini değerlendirmek ve meydana gelen intermolar ve interkanin ark genişliğindeki artışın ortodontik dijital modeller kullanılarak karşılaştırılmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sabit Tekniklerin Tarihsel Gelişimi

Pierre Fauchard'ın 1728 yılında tanıttığı ilk sabit ortodonti mekaniği, çeşitli yerlerine delikler açılmış rijit bir metal şerit ve bu şerit üzerindeki deliklerden geçirilen ligatürlerden oluşan devrilme mekaniğidir. Bu teknikte dişlerin hareket ettirilmesi, deliklerden geçirilen ligatürlerin dişlere bağlanması ve belli aralıklarla sıkıştırılması ile olmaktadır. Ancak hem uygulamadaki zorluklar hemde elde edilen sonuçların stabilitesindeki başarısızlık sebebiyle ilgi görmemiştir.

Fauchard'dan sonra uzunca bir süre uygun biçimde apareyleri dişlere sabitleyecek bir yöntem bulunamaması sebebiyle sabit ortodontik aparey düşüncesi geri planda kalmıştır. Ancak Schange' nin 1841 yılında vidalı ayarlanabilir bandı bulması ile tekrar bu düşünce popülerlik kazanmaya başlamıştır(7).

Dwinelle'nin dişleri hareket ettirmek amacıyla geliştirdiği vida mekanizmasını 1849 yılında tanıtmıştıktan sonra artan bu popülerlik birçok farklı bantlı ve vidalı sabit ortodontik sistemin ortaya çıkmasına katkısı olmuştur.

Kingsley'nin 1861 yılında kuvvetleri ve ankrajı tanıtmaları ve yine aynı yıl Coffin'in diş düzeltmede esnek piyano teli kullanması ve Magill'in 1870 yılında diş simanı ile bantların dişlere yapıştırılabilmesi, sabit ortodontik apareylerin gelişmesindeki diğer önemli adımlar olmuştur(8).

1870' lerden sonra ortodontide kullanılan tüm sabit teknikler Angle tarafından geliştirilen dört ana tasarım üzerine kurulmuştur. Bu ana tasarımlar sırasıyla; E-Ark Apareyi, Pin ve Tüp Apareyi, Ribbon Ark Apareyi ve Edgewise Apareyi'dir(7).

Angle tarafından 1900'lerin başında geliştirilen ilk teknik olan E-ark, dişleri labial taraftan kuşatan sert bir ark teline, ark dışında bulunan dişlerin istenilen pozisyona getirilmesi amacıyla ligatüre edilmesine dayanan bir sistemdir. Molar bantlarına vidalı bir sistemle yerleştirilen kalın ark teli, arkın genişletilerek yer

kazanılmasını sağlamaktadır(9). Ancak bu şekilde dişlere sadece basit devrilme hareketleri yaptırılabilirdiğinden Angle artık bu apareylerin yeterli olmadığını, dişlerin aksiyal bozukluklarını çözmediğini ve bir şekilde gövdesel diş hareketi yaptırabileceği bir apareye ihtiyacı olduğunu görmüştür(8).

Angle 1910'da geliştirdiği yeni aparey ile dişlerin aksiyel eğim problemlerini de düzeltebilmek için diğer dişleri de bantlayarak, labial ark teline lehimlemiş, pinleri bantlardaki vertikal tüplere yerleştirerek daha paralel bir hareket elde etmeyi planlamıştır. Böylece köklerin meziodistal hareketi yerleştirilen tüp ve pin arasında oluşan kuvvet çifti sayesinde mümkün olmuştur(7, 8).

Ribbon Ark apareyi ise pin ve tüp apareyinin kullanım zorluğundan dolayı 1915 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Bu apareyle her dişin üzerine arkasında vertikal köşeli slot içeren bir tüp yerleştirilmesi ve .010 x .020 inç altın ark telinin slotlara pinlerle sabitlenmesinden oluşmaktadır. Bu tasarımda ark telinin slot içerisinde rahatça dönmesinden dolayı kök hareketinin sağlanılmasında yetersiz kalmıştır. Ancak ark dışındaki ve rotasyonlu dişlerin düzelmesinde başarı sağlamıştır(7).

Angle 1928'de Ribbon Ark apareyi ile yaşanan problemleri çözmek için, vertikal slotu horizontal hale getirmiş ve Ribbon Ark' ın giriş yönünü 90° döndürerek, köşeli ark telini kullandığı Edgewise tekniğini tanıtmıştır. Orjinal braket .022 x .028 inç slot genişliğinde yumuşak altından imal edilmiş ve her üç boyutta kök kontrolü sağlamıştır.(9)

Angle'ın çekimsiz tedavi mekaniğinin kullanıldığı Edgewise tekniğinin aksine Raymond Begg ise 1920'li yılların sonunda çekim ile birlikte daha iyi bir kök hareketi sağlamak amacıyla Ribbon Ark apareyini farklı bir şekilde kullanmıştır. Begg ince metal ark teli yerine kalın paslanmaz çelik tel kullanmıştır. Orjinal Ribbon Ark telini korumuş ancak braket slotunu dişeti yönüne bakacak şekilde ters çevirerek kullanmıştır. Ayrıca kök pozisyonunu kontrol altına almak amacıyla yardımcı zemberekler eklemiştir. Günümüzde halen Begg apareyi kullanılmasına karşın eski popülerliği kaybolmuştur.

Charles Tweed Edgewise apareyi üzerinde çalışmalarına devam etmiş ve tedavilerinde küçük azı dişi çekerek Angle'a ait çekimsiz ortodonti felsefesi sonucu oluşan relaps riskini azaltmayı hedeflemiştir (7).

Ortodontide sabit tedavide yeni bir dönem Larry Andrews'un 1980'lerde Straightwire mekaniğini tanıtması ile başlamıştır. Andrews, tanıttığı bu yeni tork ve angulasyon bilgisini içeren braketlerde, Edgewise sistemdeki tel bükümlerine gerekliliği ortadan kaldırmıştır. Böylece, Edgewise sistemdeki birinci, ikinci ve üçüncü düzen bükümlere ihtiyacı ortadan kalkmıştır. Straightwire sistemi ile birlikte kullanılan braket ortodontik tedavide daha etkin bir nitelik kazanmıştır. Birçok üretici firma kendi tork ve angulasyon değerlerinin tanımlandığı straightwire braketlerini geliştirerek kullanıma sunmuşlardır (10).

2.2. Ligasyonun Tanımı ve Gelişimi:

Ortodontide ligasyon ark teli ve braket arasındaki bağlantı olarak tanımlanır. Bu bağlantı, farklı elastik limitlere sahip ark telini braket slotu içerisinde tutmayı ve ortodontik diş hareketini başlatacak kuvvetin dişe iletilmesini sağlamaktadır. Geçmişten günümüze kadar gelen farklı ligasyon metotları şöyle sıralanabilir:

2.2.1. İpek ligatürler:

Cerrahide kullanılan ipek suturlar uzun süre ortodontide de ligasyon amaçlı kullanılmıştır. İpek ligatürlerin kullanımı paslanmaz çelik ligatürlerin keşfi ile bırakılmıştır.

2.2.2. Tel ligatürler:

Sağlam olmaları, yapısal bütünlüklerini koruyabilmeleri ve ucuz olmaları nedeniyle paslanmaz çelik ve krom alaşımından oluşan bu ligatürler hızla popüler olup, geniş kullanım alanı bulmuşlardır. Ark telinin braket slotuna sıkı, gevşek veya uzaktan bağlanmasına olanak sağlamaktadır. Özellikle çapraşıklığın fazla olduğu durumlarda uzaktan bağlama işlemi, dişe uygulanan kuvvetin biyolojik sınırı aşmasına engel olmaktadır(11). Dezavantajları arasında; seanslar arası ligatür

kayıplarının yaşanması ve kesilmiş uçların yanak ve dudak mukozasında hasar oluşturabilmesi sayılabilir (12).

2.2.3. Begg pinler:

Raymond Begg tarafından geliştirilmiştir. Sistemin öncüsü ise Dr. Angle tarafından geliştirilen Ribbon Ark apareyidir. Raymond, Ribbon Ark apareyine braket slotunu kapatan ve gingivalde dördüncü bir duvar oluşturan pirinç pinler eklemiştir (13).

2.2.4. Elastomerik ligatürler:

Paslanmaz çelik ligatürlerle karşılaştırıldığında elastomerik ligatürlerin büyük kullanım kolaylığı sağlamasıyla 1960'lerde üretilmeye başlamasının ardından kullanımı hızlı bir şekilde artmıştır. En önemli avantajlarından biri hasta başında ligatürlerin bağlanması ve çıkarılması sırasındaki zaman kaybını azaltmasıdır. Ancak bazı dezavantajları mevcuttur; braket slotu ve ark teli arasındaki sıkı bağlantıyı sağlamada zorluk (14), ark teline uyguladıkları kuvvetin yarısının 24 saat içinde kaybı (15), yapısal bütünlüğünde bozulmalar ve sürtünmeyi arttırmasıdır (16, 17).

2.2.5. Kendinden bağlanan braketler:

Braket slotuna ark telini bağlayan mekanizmayı kendi içerisinde taşıyan braket sistemleridir. İlk kullanımları 1935'lerde başlasa da 1980'lerden sonra daha aktif bir kullanım göstermişlerdir (18). Bu braketlerin önemli avantajlarından bazıları; ark telini bağlama zamanının azalması ile birlikte düşük sürtünme değerleri ve tedavi etkinliğindeki artış olarak gösterilmiştir (19).

2.2.6. İdeal ligasyonun özellikleri:

Ortodontide ideal ligasyonun özellikleri şöyle sıralanabilir;

- Güvenli ve sağlam olmalı
- Ark telini braket slotuna tam olarak yerleştirebilmeli
- Braket ve ark teli arasındaki sürtünmeyi arttırmamalı
- Hızlı ve kolay olmalı
- Ağız hijyenini bozmamalı

- Hasta konforunu arttırmalı (20).

2.3. Kendinden Bağlamalı Braketler

2.3.1.Kendinden bağlamalı braketlerin tarihçesi

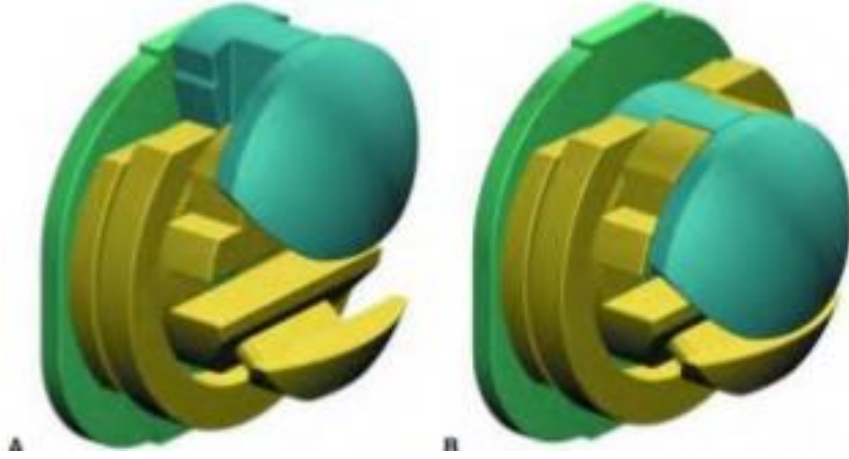
Kendinden bağlamalı braketler açılır kapanır bir mekanizması sayesinde elastik veya tel ligatür ihtiyacı duymayan braketlerdir. Bu braketlerin, çoğu bir el aleti ile açılıp kapanır. Bu tip braketler, ilk olarak Russell Lock Edgewise ataçmanı olarak Stolzenberg tarafından 1935 yılında tanıtılmıştır(18, 20). Bu braketler silindirik bir vida ve onun rahatça vidalanabileceği bir yiv sahibidir bu sayede ark telinin hızlı ve kolay bir şekilde takılıp çıkarılması sağlanmıştır (Şekil 1). Mekanizmanın pasifleşmesi yani telin braket içinde serbestleşmesi vidanın gevşetilmesi ile; vidanın sıkılması ise mekanizmanın aktif hale geçmesini sağlamakta ve böylece köşeli teller ile kök torku sağlanmasına olanak vermektedir(18, 21).



Şekil 1. Russell ataçmanı

En ilkel haliyle Russell Lock braketleri üretildikten sonra farklı şekil ve özellikte kendinden bağlamalı braketler üretilmiştir.

Üretilen ilk modern kendinden bağlamalı braketler ise 1972 yılında Edgelock braketlerdir (Ormco, Glendora, Calif.). Labial yüzeyinde kayan rijit kapağa sahiptir ve gövdesi yuvarlaktır (Şekil 2). Pasif tasarımı ile kontrollü dış hareketi sağlamıştır ve sonrasında bu mekanizmadan esinlenilerek birçok braket üretilmiştir(21). Ancak açılıp kapanmada zorluk, yetersiz rotasyon kontrolü, kaba tasarımı gibi dezavantajları mevcuttur(22).



Şekil 2. Edgelok braketinin açık ve kapalı pozisyonu

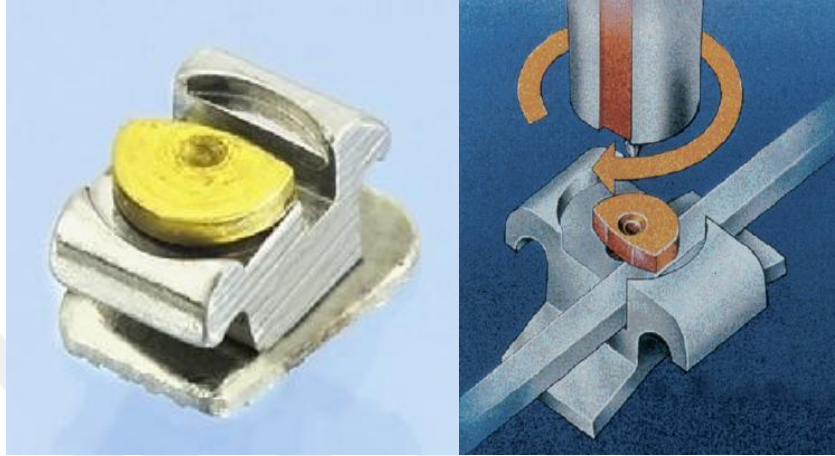
İlk aktif kendinden bağlamalı braketler yani Speed Braketler (Strike IndustriesLtd, Ontario, Canada) 1980 yılında üretilmiştir ve günümüzde hala kullanılmaktadır (5, 23). Speed braketler, braket gövdesini sıyrarak ark telini kavrayan, eğimli süper elastik kapağa sahiptir (Şekil 3). Kolayca açılıp ve bozulan kapaklar sebebiyle ilk üretilen bu braketler uygun olmayan kullanıma sahiptir. Bu dezavantajlar giderilmeye çalışılsa da, Speed braketlerin kanatlarının olmaması günümüzde kullanımının artmasını engellemiştir(24, 25).



Şekil 3. Speed braket

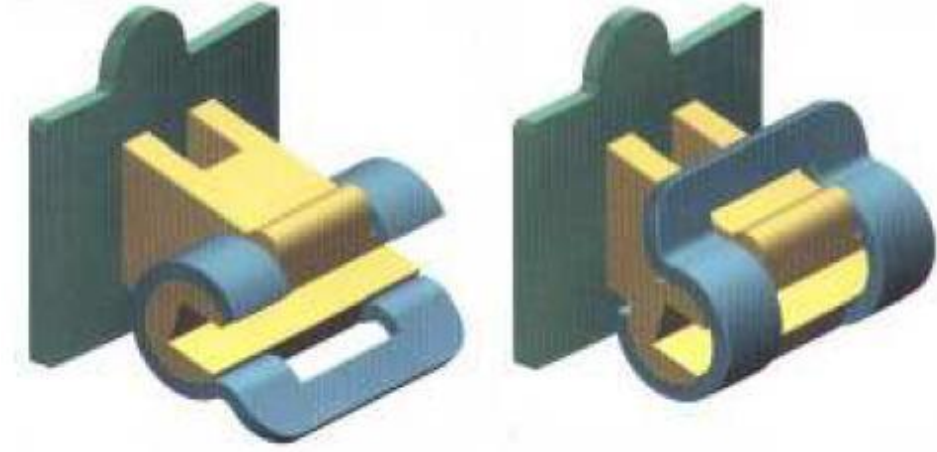
Mobil-lock Braketler (Forestadent, Benhard Foerster GmbH, Pforzheim, Almanya) (Şekil 4) 1980 yılında üretilmiş, ‘torna vida’ benzeri el aleti ile

döndürülebilir, yuvarlak kapağa sahip braketlerdir. Yuvarlak kapağın döndürülmesiyle, tel slotu gevşek veya sıkı şekilde bağlanır. Aslında iyi bir teknoloji ile üretilmiş olmalarına rağmen, slotun labial yüzeyinin dar olması ve düz olarak tasarlanmış açma kapama aletinin premolarlarda çalışma zorluğu yaratması sebebiyle pek kullanışlı olmamışlardır(20, 26).



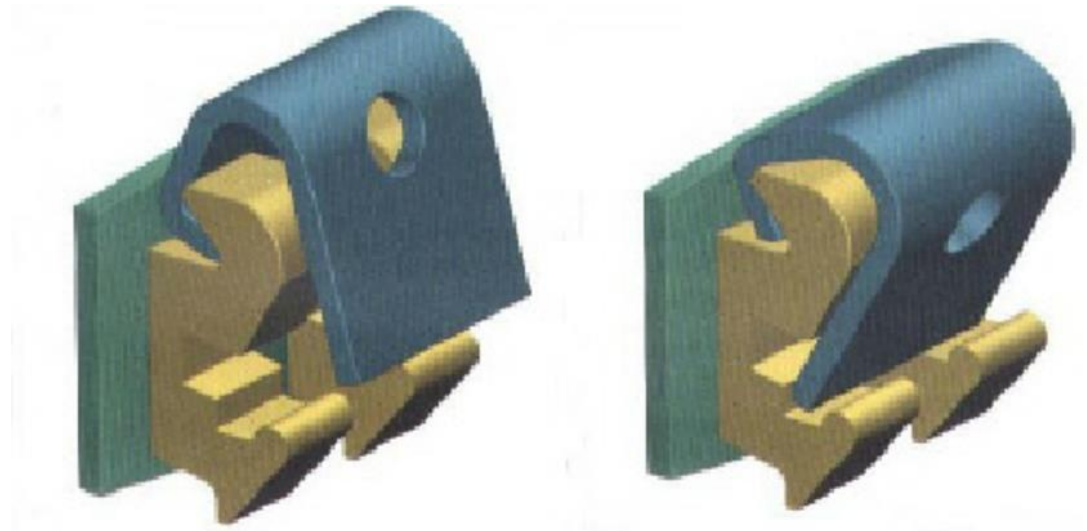
Şekil 4. Mobil-Lock braket

Activa Braketler ise (A Company, San Diego, CA) 1986 yılında kendinden bağlamalı aktif braketlere alternatif olarak piyasaya sürülmüştür. Bu silindirik braketler, labial yüzeyinde oklüzo-gingival yönde rotasyon yapan esnek olmayan, eğimli, parmak kuvvetiyle açılıp kapanabilen kapaklara sahiptir (Şekil 5) (20, 21). İnce teller kullanılırken, slot derinliği artar böylece labio-lingual yönde seviyelenme zorlaşmaktadır. Tel, braket slotuna diğer braketlere oranla mesio-distal yönde daha geniş alanda bağlanır, bu durumda braketler arasındaki mesafe azalır ki, bu özellik bir dezavantaj olarak görülmektedir. Alışılmadık tasarımı nedeniyle yapıştırılmasındaki zorluklar ve elastik zincirlerin takılması için kullanılan kanatların olmaması nedeniyle bu braketler pek ilgi görmemiştir(27).



Şekil 5. Activa braket

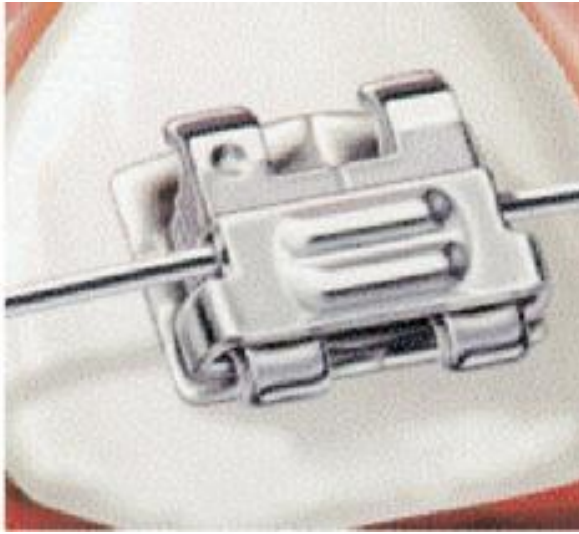
Time braketler, 1996 yılında piyasaya sürülen bir diğer kendinden bağlamalı braket çeşididir (Şekil 6) (Adenta GmbH, Gilching/Münih, Almanya), Speed braketlerle benzer dizayna sahip olarak nitelendirilen bu braketler Speed braketlerden farklı olarak dik yönde hareket ile değil, gingival kanatlar etrafında dönen kapaklarıyla açılıp kapanır(28). Daha sonra açılıp kapanmasında zorluk yaşanan kapaklarının tekrar geliştirilip üretilmesiyle kullanımları yaygınlaşmıştır(20).



Şekil 6. Time braket

Damon SL braketler (Şekil 7) ('A'Company, San Diego, CA) 1996 yılında Dr. Dwight Damon tarafından tasarlanmıştır. Damon SL braketler, alt ve üst çenede

aşağı doğru açılan ve braketin labial yüzeyini kaplayan kapaklara sahiptir(29). Ancak Damon SL braketler kapakların kendiliğinden açılması ve kırılmaya meyilli olması gibi iki önemli dezavantajı mevcuttur(30). Bu dezavantajlarına rağmen Damon SL braketler ortodontistler tarafından ilgi görmüştür. 2000 yılında üretilen Damon 2 braketler (Ormco, Glendora, Calif.), Damon SL braketlere benzer dik yönde kayan mekanizmaya sahiptir fakat farklı olarak hareketli kapak, kanatların içine yerleşecek şekilde tasarlanmıştır (Şekil 8).



Şekil 7. Damon SL braket



Şekil 8. Damon 2 braket

Damon 3 (Şekil 9) ve Damon 3MX braketler (Ormco, Glendora, Calif.) (Şekil 10), ilk üretilen Damon braket kapaklarının değiştirilmesi ile daha güvenli açma-kapama mekanizmasına sahiptir. Damon 3 braketler, yarı estetik özelliktedir. Fakat bunun yanında güçlendirilmiş rezin parçadan metal parçanın ayrılması, braketin kolay kopması ve kanatların kırılması gibi 3 önemli dezavantajı vardır. Damon 3MX braketler, hastaların konforunu artıracak şekilde daha küçük tasarlanmıştır ve daha yuvarlak köşelere sahiptir(31).



Şekil 9. Damon 3 braket



Şekil 10. Damon 3MX braket

Damon Q, Damon metal serisinin son ve en gelişmiş braket sistemidir. Yüksek kaliteli paslanmaz çelikten yapılmış olması nedeniyle sağlamlık ve dayanıklılık özellikleri arttırılmıştır. (Şekil 11) Ayrıca, önceki serilere göre hem daha düşük profillidir hem de yuvarlatılmış köşelere sahip olması nedeni ile hasta konforu artmıştır(32).



Şekil 11. Damon Q braket

In-Ovation braketler (Şekil 12), 2002 yılında GAC firması tarafından üretilmiştir. Kullanılan ark teline bağlı olarak aktif ve pasif özellik kazanan kendinden bağlamalı braketlerdir. Başlangıç safhada kullanılan ince yuvarlak teller braket slot içerine pasif yerleşerek rotasyonların düzelmesine olanak tanırken, kalın köşeli tellere geçildiğinde, ark teli slot içerisine sıkıca oturur ve tork kontrolü sağlanmış olur. Dizayn olarak Speed braketleri anımsatmaktadır ancak ikiz kanatlara sahip olması ayırt edici özelliğidir. Daha sonra System R olarak bilinen daha küçük braketler üretilmiştir(33). Böylece braketler arasındaki mesafe artmıştır. Özellikle alt çenede yaylı klipsin görünmesindeki zorluktan ötürü kapakların açılmasında zorluk yaşanmaktadır(20).



Şekil 12. In-Ovation braket

SmartClip braketler (3M Unitek Co., Monrovia, CA, USA), 2004 yılında tanıtılmıştır ve diğer kendinden bağlamalı braketlerden farklı olarak teli tutan bir mekanizmaya veya kapağa sahip değildir. (Şekil 13) Nikel-titanyum klipsler sayesinde tel braket slotunun içine bağlanmaktadır. Ark teli parmak kuvvetiyle slotun içine yerleştirilirken, teli çıkarmak için özel bir pense ihtiyaç vardır(34).



Şekil 13. SmartClip braket

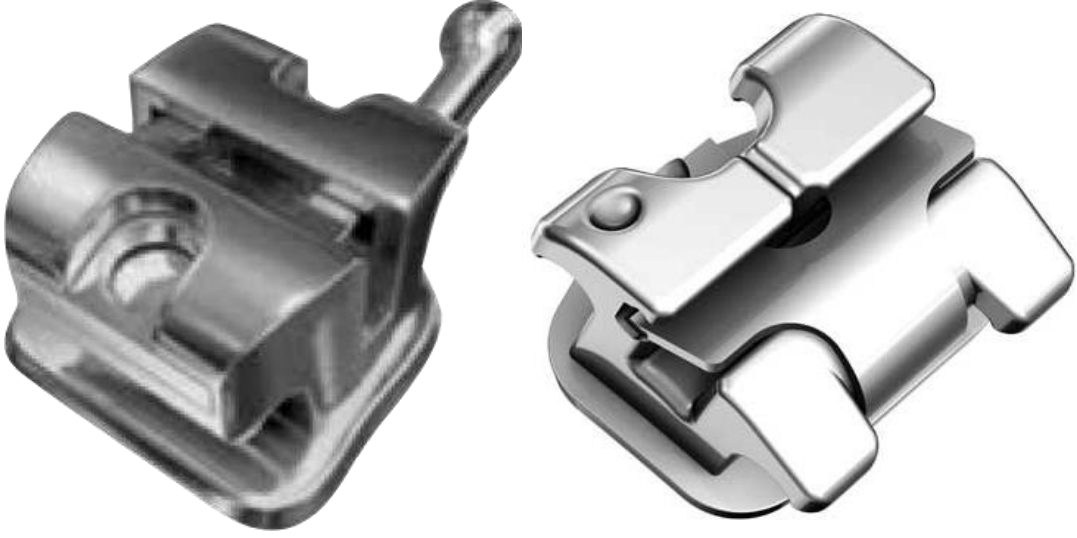
Oyster braketler 2001’de piyasaya sürülen (Gestenco Inc., Sweeden) ve rezin polimerden yapılmış estetik kapaklı braketlerdir. Ancak yapısal kırılabilirliklerini

kompanze etmek için braket modifiye edilmiş ve metal menteşe ile birleştirilmiştir (35).

Opal braketler 2004'te tanıtılmıştır (Ultradent Inc., South Jordan). Rezin polimerden oluşan bir yapıya sahiptir. Bu pasif kapaklı braketler özel bir el aletiyle (opal key) açılıp kapatılabilmektedir. Yapısal dayanıklılığı Oystere göre daha sağlam olsa da sorun tam olarak çözülememiştir (35).

Quick braket (Forestadent Benhard Foerster GmbH, Pforzheim, Almanya) 2005 yılında tanıtılmıştır. Klips üzerinde küçük bir delik kapakların açılıp kapatılmasındaki güçlüğü aşmak için eklenmiştir. Braket kapağı bu deliğe yerleştirilen özel bir sond veya benzeri bir alet ile açılmaktadır. Quick braket, tek parça halinde braket gövdesi nikelsiz alaşımdan üretilmiştir. Patentli özel tabanı, yüksek yapışma kuvveti ve kolay uzaklaştırılmasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. .018 inç slot ve .022 inç slotlu braket seçenekleri mevcuttur. Yuvarlak tellerde braket pasif özelliğini korumaktadır. Kalın köşeli tellere geçildiğinde ise daha aktif bir özellik kazanmakta ve tork kontrolü artmaktadır. Önemli dezantajı kapağın açılırken kolaylıkla deforme olmasıdır, bu nedenle yapısı güçlendirilerek Quick 2 braket üretilmiştir.(30)

Gemini SL pasif braketler (3M Unitek Co., Monrovia, CA, USA), sade tasarımlı pasif kapağı ile geliştirilmiş bir diğer braket sistemidir. Gelişmiş nitinol bağlama mekanizması, özel teknikler veya aletler kullanılmadan açma ve kapamaya karşı düşük direnç sağlamaktadır. Nitinol ayrıca, işlem sırasında kapağın çalışmasını ve braket performansını etkileyebilecek istenmeyen mekanik etkilere karşı yüksek direnç avantajı sunmaktadır. Bu pasif braketle sürtünme azaltılırken aynı zamanda istenildiğinde aktif kontrole izin veren bir kanat dizaynına sahiptir (36). Aynı firma tarafından geliştirilmiş bir diğer sistem olan Victory SL braketler (3M Unitek Co., Monrovia, CA, USA) ise aktif bir tasarıma sahiptir. Sağladığı avantajların başında ise düşük profilli braket kanatları sayesinde hasta konforunu artırması, iyi bir rotasyon kontrolü için yeterli braket genişliği, paralel mezial ve distal kenarları sayesinde braket konumlandırmanın kolaylaşması ve yardımcı elemanların takılmasını kolaylaştıran braket tasarımı gelmektedir (Şekil 14) (37).



Şekil 14. Gemini SL ve Victory SL braketler

Kendinden bağlamalı braketlerin popülerliği arttıkça, her yıl birçok farklı braket çeşidi ortodonti piyasasına sürülmektedir. Kendinden bağlamalı braketleri seçerken, en iyi ve etkili sonucu almak adına, aktif veya pasif özelliğe sahip braketlerin özelliklerini anlamak oldukça önemlidir.

Clarity SL braketler (3M Unitek Co., Monrovia, CA, USA), metal sürgülü estetik braketlerdir (38).

2.4. Kendinden Bağlamalı Braket Sistemlerinin Sınıflandırılması

Genel olarak kendinden bağlanan braket sistemleri kapanma mekanizmalarına göre aktif ve pasif olmak üzere iki temel grupta incelenmektedir. Aktif kapaklı sistemlerde, spring klips adı verilen ark telini braket oluğuna aktif olarak bastıran bir mekanizma mevcuttur. Pasif kapaklı braketler ise açma kapatma mekanizması ark teline temas etmeyen, kapalı pozisyonda bir “tüp” gibi davranan braketlerdir. Pasif kapaklı braketler geniş bir “tüp slotu” oluşturduklarından, özellikle tedavinin başlangıcında ince tellerle birlikte kullanıldığında son derece düşük sürtünme oluşturmaktadır(39). Ancak yeterli 3 boyutlu hareket kontrolü için çok daha büyük çaplı tellere ihtiyaç vardır çünkü slot içerisinde çok geniş hareket alanına sahip olan bir telin diş hareketlerinde yeterli kontrol sağlaması pek mümkün

olmamaktadır. Aktif kapaklı braketler kullanıldığında ise daha iyi tork kontrolü sağlanabilmektedir(40).

Kendinden bağlanan braketler konvansiyonel braketlerle karşılaştırıldığında esas avantajı azalmış sürtünme direnci olarak gösterilmektedir(41-45). SLB'lerin konvansiyonel braketlere göre daha az sürtünme oluşturduğunu gösteren literatürde çok sayıda in-vitro çalışma bulunmaktadır(11, 42, 43, 46). Özellikle aktif dizaynli braketlerin pasif olanlara göre daha fazla sürtünme yaratacağı belirtilmiştir(47). Bu nedenle daha az kuvvetle diş hareketi sağlanabileceği vurgulanmıştır(16, 24). Tel braket bağlantısının güvenli şekilde yapılabilmesi(19), hasta başında geçen sürenin azalması ve artmış ergonomi, kısalmış tedavi süresi, daha uzun aralıklarla randevuların ayarlanması(48), daha iyi sliding mekanik uygulaması ve ankraj kontrolü(29), daha az ağrı(5) ve artmış oral hijyen(11, 49) kendinden bağlanan braketlerin diğer avantajları olarak belirtilmektedir. Ancak bu avantajların yanında kapakların kırılma olasılığı, yüksek maliyet, daha büyük hacimli braketlerin okluzal interferans oluşturması gibi dezavantajlar da mevcuttur(50).

2.4.1. Aktif kapaklı braketler

Aktif kapaklı braketlerde ark telini braket oluğu içerisine hapsedebilmek için, ark teline baskı uygulayan esnek bir unsur bulunmaktadır(17). Bu esnek unsur ark telini braketin slotunda sınırlayabilir, enerji depolayabilir ve elastik eğilme ile bu enerjiyi dağıtır. Bu nazik hareket dişe ve dişi destekleyen yapılara hafif ama sürekli bir kuvvet uygulamaktadır ve böylece kesin ve kontrollü hareket meydana getirmektedir. Esnek komponentin bu hareketi, ark teli tamamıyla braketin slotuna oturana dek bağlı olduğu dişi 3 boyutta yeniden yönlendirme yeteneği olarak tanımlanabilir(51).

Speed braketleri Hanson tarafından 1980 yılında piyasaya sürülmüştür. Aktif kapaklı braketlerden olan Speed braketinin en belirgin parçası rulo şeklinde yüksek elastikiyete sahip dikey yönlü açılıp kapanan esnek kapağıdır. Bu esnek kapak sayesinde rotasyon ve tork hareketlerini üç boyutlu kontrol edebilmektedir(23).

Time braketlerinde ise braket gövdesi etrafından dönerek kapanan esnek kapak, tedavinin başlarında sürtünmesi azaltılmış bir ortam sağlarken, ark teli boyutlarının artışıyla tork kontrolü sağlamaktadır. Bu braket, özellikle ortodontik tedavinin başlangıç aşamalarında sürtünmesiz denebilecek kadar az miktarda direnç gösterecek şekilde tasarlanmış olup .018 inç yuvarlak ve .018 x .018 inç köşeli ark teli de dahil olmak üzere, daha küçük çaplı ark tellerinde klips aktif hale geçmediği için sürtünmesiz bir diş hareketi sağlanabilmektedir. Ancak .018 inç üzerindeki boyutlarda spring aktif hale geçerek özellikle köşeli ark telleriyle çok daha iyi bir tork kontrolü sağlamaktadır. Yine de düşük boyutlu ark tellerinde slotu tam olarak doldurmasa bile tedavinin başından itibaren tork hareketlerine olanak sağlar(17).

In-Ovation braketleri 2000 yılında piyasaya sunulmuştur. Speed braketlerinden farklı olarak daha hacimli ve ikiz braket yapısına sahiptir. In-Ovation' da kullanılan esnek kapak elgiloy alaşımından yapılmıştır. Klinik kullanımlarının daha estetik olması amacıyla braketlerin mezio- distal boyutları kesici dişler için azaltılmış ve In-OvationR olarak tekrar piyasaya sunulmuştur(51).

2005 yılında Forestadent firması tarafından piyasaya sunulan Quick braketleri de esnek kapak yapısına sahiptirler. Üretici firmanın önerilerine göre esnek kapak yapısı .018 x .018 inç veya .016 x .022 inç boyutlarındaki ark tellerine kadar pasifken bu boyutlardan sonra aktif hale gelmektedir ve yuvarlatılmış slot kenarları sayesinde de sürtünme değerleri azaltılmıştır. Braketin klipsinin açılıp kapanması için üretici firma tarafından açma kapama el aleti geliştirilmiştir. Aletin açma ucu yuvarlatılarak, kullanımı sırasında oluşabilecek yumuşak doku hasarlarını en aza indirmek hedeflenmiştir. Bu braketin iki farklı açılma şekli bulunmaktadır. Birincisi braketin dişetine yakın kısmında bulunan klipsin dişe yakın ucu, ikincisi de klipsin vestibüler yüzeyindeki deliktir. Bu braketler klips mekanizmasındaki problemlerden ötürü modifiye edilerek Quick 2 braketler olarak daha sonra tekrar piyasaya sunulmuştur. Bu yeni klips, braketin yanlış bir biçimde açılması sonucunda meydana gelen deformasyonları engellemektedir. Ayrıca klipsin açılmasının kolay olması için daha rijit üretilmiştir(30).

2.4.2. Pasif kapaklı braketler

Pasif kapaklı braketlerde ise ark telini oturtmak için hareketli ancak rijit bir komponent kullanılmaktadır. Bu rijit hareketli komponentin ark telini braket slotu içerisinde hapsediği ancak kuvvet uygulamadığı iddia edilmektedir(17). Pasif kapaklı braketlerle diş kontrolü sadece braketin slotu ve ark teli arasındaki uyum ile belirlenmektedir. Sonuç olarak, diş kontrolü genellikle ark teli tüpün içine yerleşmiş ve braket slotunu tam doldurmayan teller nedeniyle azalmaktadır. Tedavinin erken aşamalarında, diş kontrol seviyesindeki bu düşüşün etkisi kullanılan tellerin kalınlaşması ile azalmıştır(51).

SmartClip (3M Unitek, Monrovia, Calif.) kendinden bağlamalı braketini 2004 yılında tanıtmıştır. Bu sistem ark telini braket slotunda tutan bir kapak olmayışıyla diğer bütün kendinden bağlı braketlerden farklıdır. Bunun yerine, slotun üst ve alt kısmında c şeklinde ark telini saran nikel titanyum alaşımından yapılmış, ark telini basınçla oturtan ve interaktif bir zemberek kilit mekanizması mevcuttur. Ark teli braket içerisine parmak baskısı ile oturtulurken, çıkarılması için özel bir el aletine ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak ark telinin yerleştirilmesi ve uzaklaştırılması sırasında uygulanan yüksek kuvvet hasta konforunu düşürmektedir. (20).

Belkide en ünlü pasif kapaklı braket sistemi. Dr. Dwight Damon tarafından 1996 yılında tanıtılan Damon (Ormco, Glendora, Calif.) braketlerdir (52). Dr. Damon'ın teorisine göre hafif kuvvetler ve düşük sürtünme daha stabil ve fizyolojik diş hareketi oluşturmaktadır. Teoriye göre doku dostu kuvvetler çevre dokularla uyumlu ve dengeli diş hareketinin oluşmasını sağlamaktadır. Böylece keser dişlerin anterior hareketi mentalis ve orbikularis oris kaslarının lip bumper etkisiyle sınırlandırılmaktadır. Dental arklar, daha çok posterior genişleme, daha az keser dişlerin öne hareketiyle şekillenmektedir (29, 53). Özellikle, sınıf I maloklüzyona sahip orta düzeyde anterior çapraşıklığı olan olgularda çekim ihtiyacı ortadan kalkmaktadır. Bu teorinin ışığında Dr. Damon kendi braket sistemini oluşturmuştur. Bu sistem geniş superelastik CuNiTi ark tellerinden (Ormco, Damon arch shape) ve ikiz konfigürasyonlu pasif kapaklı braketlerden oluşmaktadır (54). Bu edgewise ikiz braketin dikey yönde açılan metal sürgülü bir kapağı bulunmaktadır. Kapağın kırılabilmesi ve kendiliğinden açılabilmesi en büyük iki problem olarak

belirtilmiştir(30). Daha sonra piyasaya sürülen Damon 2 braketlerde kapak tasarımı ve sürgü sistemi yeniden tasarlanmıştır. Böylece kapak kırılmalarının ve kapağın kendiliğinden açılmasının önüne geçilmiştir (20). Damon braketin yapılan çalışmalarla kapak tasarımları geliştirilmiştir. Damon 3 ve Damon 3MX braketler daha güvenli bir kapanma ve kolay açılıp kapanabilme sağlamaktadır. Damon 3 yarı estetik bir brakettir. İlk üretilen Damon 3 braketlerde başlarda ortaya çıkan sorunlar hızla çözülsede braket kanatlarında kırık oluşumu, metalin güçlendirilmiş resin kaidesinden ayrılması, diş yüzeyinden ayrılma gibi sorunlara karşı karşıya kalınmıştır (19). Yapılan çalışmalar, konvansiyonel braketlere oranla kendinden bağlanan baraketlerin ark boyunca diş hareketlerinde daha az sürtünme değerlerine sahip olduğunu göstermiştir. Bu çalışmalarda da Damon braketlerde en düşük sürtünme değerlerinin olduğu belirtilmiştir (46).

Damon serisinin en gelişmiş ve son metal braket sistemi Damon Q'dur. Yüksek kaliteli paslanmaz çelikten yapılmış olması nedeniyle sağlamlık ve dayanıklılık özellikleri arttırılmıştır. Ayrıca, hasta konforunun artırılması için önceki braketlere göre hem daha yuvarlatılmış köşelere sahip hem de düşük profilli olarak dizayn edilmiştir. Horizontal ve vertikal olmak üzere iki tane ekstra slot içerir. Vertikal slota takılıp çıkartılabilen rodlar, kapatıcı yaylar, intermaksiller elastikler ve TAD gibi aparatların eklenmesi sağlanmaktadır. Ekstra horizontal slot ise piggy back tellerinin kullanılmasında, infrapozisyonda dişlerin uzaktan bağlanmasında, ark dışındaki dişlerin ark içine alınmasında ve segmental tellerin kullanılmasında avantaj sağlamaktadır. Ayrıca düşük, standart ve yüksek tork olmak üzere üç farklı tork seçeneği mevcuttur.

2.5. Kendinden Bağlı Braketlerin Özellikleri

Braket teknolojilerindeki gelişmeler beraberinde birçok yeni kendinden bağlı braketin üretilmesine ve hekimler tarafından ilgiyle takip edilmesine yol açmıştır. Keim ve arkadaşları tarafından yapılan bir araştırmada Amerika Birleşik Devletlerinde kapaklı braketlerin kullanılma oranı 2002 yılında % 8.7 iken bu oran 2008 yılında % 42'ye yükselmiştir ve günümüzde hızla artmaktadır (55). Bu ilginin temel nedeni ise farklı araştırmacıların ve üretici firmaların öne sürdükleri avantajlar

olarak belirtilmiştir. Ülkemizde ise 2011 yapılan bir çalışmada hekimlerin kendinden bağlamalı braket tercihi %12.1'dir (56).

Öne sürülen avantajları arasında:

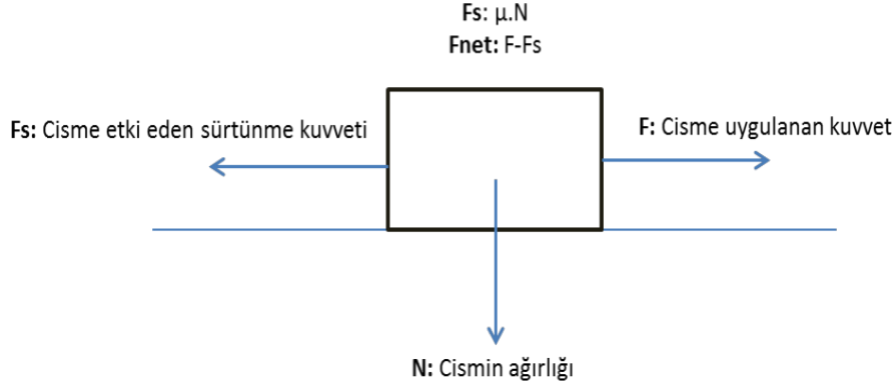
- Ark teli ve braket arasındaki düşük sürtünme ve buna bağlı klinikte hafif kuvvetlerin uygulanabilmesi,
- Tedavi süresinin kısalması,
- Hızlı seviyeleme,
- Hızlı boşluk kapatma,
- Dental arkların genişlemesi,
- Hasta konforunun artması,
- Tam ve güvenli ark teli bağlanması,
- Artmış ağız hijyeni sayılabilir (50).

2.5.1. Düşük sürtünme

Sürtünme kuvveti, temas halindeki iki cismin birbiri üzerinde harekete zorlanması esnasında, temas yüzeyine teğet ve bu zorlanmaya zıt yönlü olarak ortaya çıkan direnç kuvvetidir (57). Sürtünme statik ve kinetik sürtünme olmak üzere iki başlık altında incelenir. Statik sürtünme, duran bir cismin harekete başlaması için gereken kuvvet miktarıdır. Dinamik sürtünme ise, cismin hareketi esnasında var olan sürtünmedir ve cismin hareketini sürdürebilmesi için yenmesi gereken kuvvet miktarıdır. Cisim harekete başladıktan sonra, yani statik halden dinamik hale geçtikten sonra, sürtünme kuvveti de maksimumdan daha aşağıya düşmektedir.

Birbirine temas eden iki cisim hareket ettirildiklerinde üç faktör önem kazanır; sürtünmesel kuvvet komponenti (F), temas eden yüzeylere dik ve yönü sürtünme kuvveti ile ters yönde ve esas olarak iki cismin birbirine temas etmesinin sebebi olan normal kuvvet komponenti (N) ve sürtünme katsayısı (μ). Sürtünme kuvveti (F) ve normal kuvvet arasında (N), $F=\mu.N$ şeklinde bir bağlantı vardır (1). Bu bağlantı, cisim ister statik ister dinamik halde olsun sürtünme kuvvetinin; temas eden yüzeylerin pürüzlülük derecelerine ve cisimlerin karşılıklı bastırılma kuvvetlerine bağlı olduğunu göstermektedir. Temas eden yüzeyler için, sürtünme katsayısı (μ),

normal kuvvet/sürtünme kuvveti olarak ifade edilir ve hem statik hem de dinamik sürtünme için sabittir (58).



Şekil 15. Sürtünme kuvveti

Ortodontik diş hareketi, dişlerin sabit hızda ve doğrusal hareket etmelerinden ziyade daha çok küçük atlamalar şeklinde (devrilme ve doğrulma) olduğu kabul edilmektedir (59). Bu hareket sürtünmenin hem statik hem de dinamik şeklidir. Çünkü kuvvetin uygulanması tel, braket, diş, periodonsiyum ve alveol kemiği arasında karmaşık bir biomekanik ilişkinin başlamasına neden olmaktadır (58). Aktif kuvvet sürtünmenin başlaması için gerekli değildir. Hareket başlamasa bile ark telinin ağızda braket ya da ligatür ile temas ettiği her durumda sürtünme vardır. Harekete zorlanan diş için, dinamik sürtünme katsayısına göre statik sürtünme katsayısı daha büyüktür ve ortodontik diş hareketinin başlaması için uygulanan kuvvetin önemli bir bölümü, braket ile ark teli arasındaki statik sürtünme direncinin kırılması için harcanır. Seviyelenme döneminde, dişler telin elastikiyeti ile hareket ettikçe teller de braketler içersinde kayarak ilerlemekte ve sürtünme oluşmaktadır (60).

Ortodontik diş hareketi sırasında oluşan sürtünme kuvvetleri incelenirken kilitlenme (binding) ve notching dikkate alınması gereken durumların başında gelir. Kilitlenme, kayma hareketi yapan dişin braketini ile ark teli arasında, dişin devrilme hareketi sırasında oluşan açının büyük olması sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu durum, özellikle elastikiyeti yüksek tellerin yüksek kuvvetler ile birlikte uygulandığı durumlarda ortaya çıkar ve diş hareketini engellemektedir (60). Notching ise,

kilitlenme sonucu ark telinde plastik deformasyon (kalıcı şekil değişikliği) meydana gelmesidir ve diş hareketi plastik deformasyon düzelene kadar durmaktadır (61). Araştırmacılar ortodontik tedavide sürtünmenin önemli olduğunu ve uygulanan kuvvetlerin % 12 ile 60'nın sürtünme ile kaybedildiğini belirtmektedir (1). Bu nedenle sürtünme kuvvetinin azaltılması, diş hareketi için gerekli olan klinik kuvvetin düzeyini azaltmaktadır. Böylece ankraj kontrolü artmakta ve tedavi süresi kısalmaktadır (62).

Ortodonti pratiğinde tel ile braket arasındaki sürtünmeyi etkileyen faktörler genel olarak değerlendirildiğinde şu şekilde sıralanabilir (1);

A. Fiziksel ve mekanik faktörler

1. Ark teli ve özellikleri;

a. Materyali

b. Kesit şekli ve çapı

c. Yüzey yapısı

2. Braket ve ark telinin ligasyon yöntemi

3. Braket özellikleri;

a. Materyali

b. Braket slot genişliği ve derinliği

c. Braket slotu ve yüzey yapısı

d. Braket üretim yöntemi

e. Braket preskripsiyonu

f. Braket biçimi ve boyutu

B. Biyolojik faktörler

1. Tükürük

2. Vibrasyon

3. Plak

4. Gıda birikimleri

5. Korozyon

6. Pelikül

Schumacher ve ark. ligasyon tipinin sürtünmeyi ark teli boyutundan daha çok etkilediğini belirtmiştir (63). Frank ve Nikolai ligasyon kuvveti, tel-braket açısı ve telin boyutları arttıkça sürtünmenin arttığını bildirmişlerdir (64). Benzer şekilde, Berger'in yaptığı in vitro çalışmada elastomerik ve tel ligatürlerin kullanıldığı plastik ve metal braket sistemlerine göre Speed kapaklı braketlerin, diş hareketi için gerekli olan kuvvet miktarında düşüş sağladığı saptanmıştır (24). Buna karşın, Bednar ve arkadaşları farklı braket, ark teli ve ligasyon ilişkisini araştırdıkları çalışmalarında (65), elastik ve tel ligatürle bağlanan konvansiyonel braketler ve kendinden bağlanan braketler arasındaki sürtünme oranlarını benzer bulmuştur. Elastomerik ligatür ile bağlanan seramik braketlerin bütün ark teli boyutları için en yüksek sürtünme değerlerini gösterdiği görülmüştür.

Sims ve arkadaşlarının yaptığı in vitro çalışmada Speed braket, Activa braket ve standart straight-wire braketler karşılaştırılmıştır. Activa braketlerin diğer braketlere göre en az sürtünme değerleri gösterdiği belirtilmiştir. Hatta Speed braketlerin sürtünme değerleri Activa braketlere göre 15 kat daha fazladır. Yine konvansiyonel braketlere göre her iki kapaklı braketin gösterdiği sürtünme değerlerinin düşük olduğu görülmüştür (16). Bu sonuç, kendinden bağlı braketlerin konvansiyonel braketlere göre ark teline daha az sürtünme kuvveti uyguladığını ve buna bağlı olarak diş hareketi oluşturmak için daha az kuvvet gerektiğini göstermektedir.

Shivapuja ve Berger bir çalışmada, konvansiyonel metal ve seramik braketlerle aktif ve pasif kapaklı braketleri karşılaştırmışlardır. Aktif ve pasif kapaklı braketlerin diğer braketlere göre çok daha düşük sürtünme değerleri gösterdiği bulunmuştur (11).

Pizzoni ve ark. 1998 yılında iki farklı konvansiyonel braket ile Damon ve Speed braketleri .018 inç ve .017 x .025 inç çelik ve TMA ark telleri boyunca 10mm/dk hızda sürtünme özellikleri açısından incelemişlerdir. Araştırmacılar, sürtünmenin konvansiyonel braketlere göre kendinden bağlı braketlerde daha düşük olduğunu hatta en düşük değerlerin Damon braketlerde olduğunu göstermişlerdir. Damon ve Speed braket arasındaki sürtünme değeri açısından gözlenen farkı Speed

braketin ark telini braket slotuna iten aktif klipsinin olması, Damon braketinin ise ark telini braket slotunda pasif bir biçimde tutması ile açıklamışlardır (46).

Thorstenson ve Kusy, braketlerin sürtünme direncini karşılaştırdığı çalışmalarında pasif kapak ve aktif kapak içeren braketleri kullanmışlardır. Pasif kapak içeren braketlerin ikinci düzen angulasyonda daha düşük sürtünme direnci gösterdiğini bulmuşlardır (66).

Henao ve Kusy 2004 yılında, Speed, Damon 2, In-Ovation ve Time kapaklı braketlerin sürtünme özelliklerini değişik ark teli kombinasyonları kullanarak, kendi geliştirdikleri farklı maloklüzyonları taklit eden typodont düzeneklerde incelemişlerdir ve düşük çapraşıklık durumlarında küçük çaplı ark telleri ile birlikte kullanıldığında özellikle pasif kapaklı braketlerin düşük sürtünme dirençleri yarattığını göstermişlerdir. Aktif kapaklı braketler, bu durumlarda daha fazla sürtünme oluştursalar bile, konvansiyonel braketlere nazaran belirgin derecede düşük sürtünme değerleri gösterdiği belirtilmiştir. Ancak maloklüzyonun şiddeti arttırıldıkça, kendinden bağlı braketlerin gösterdikleri belirgin avantajların halen mevcut olsa da git gide azaldığını hatta aktif ve pasif braketler arasındaki farkların ortadan kalktığını vurgulamışlardır (2).

Pandis ve arkadaşları tarafından yürütülen bir çalışmada, kendinden bağlı ve konvansiyonel braketlerin etkileri incelenmiş ve In- Ovation R braketlerin konvansiyonel braketlere oranla sürtünmede % 40 azalma sağladığını belirtmiştir (67).

Düşük sürtünme değerleri ile ilgili bir diğer tartışma aktif ya da pasif bağlanma konusundadır. Aktif veya pasif olsun kendinden bağlı braketlerde labial klips veya sürgülü kapağın braketi tüpe dönüştürdüğü ve sonuç olarak tel-braket aralığının arttığı ve bu durumun özellikle seviyeleme aşamasında sürtünmeyi azalttığı gösterilmiştir (68).

Kim ve arkadaşları bir invitro çalışmada, başlangıç seviyeleme aşamasında oluşan sürtünme değerlerini farklı pasif ve aktif kendinden bağlamalı braketler ile

ark teli kombinasyonunda ölçmüş ve Damon 3 braket ve NiTi ark teli kullanıldığında en düşük sürtünme değerlerine rastlandığını belirtmiştir (42).

Oliver ve ark. pasif ve aktif kapaklı braketlerin sürtünme değerlerini incelemiş, pasif kapaklı braketlerin en düşük sürtünme değerleri gösterdiğini söylemiştir (69).

Heo ve Baek 2011 yılında dişlerin vertikal ve horizontal düzensizliklerinin sürtünme değerlerine etkilerini incelediği laboratuvar çalışmasında, horizontal düzensizlikte Damon Q ve Damon 3MX braketleri en düşük değeri gösterirken, vertikal düzensizlikte en düşük sürtünme değerlerini Clarity-SL braket göstermiştir (70).

2.5.2. Ark telinin tam ve güvenli olarak bağlanması

Klinisyenler molar tüpünde görülen tam bağlanma özelliğini ark teli ile braket arasında da aramaktadır. Elastik ligatürlerin, tedavi sırasında kaybolması ve bağlama özelliğinin azalması bilinen bir gerçektir.

Bir çalışmada, 12 aylık tedavi sürecinde 25 hastanın elastik ligatürlerinin kayıp sayısı incelenmiş ve 15 kayıp olduğu görülmüştür (30).

Eski kendinden bağlamalı braketlerin tam ve güvenli tel/braket bağlanma özellikleri zayıftır fakat günümüzde çoğu kendinden bağlamalı braket bu avantaja sahiptir (19).

Köpek dişinin, .018inç paslanmaz çelik tel üzerinde retraksiyonu ile ilgili 2011 yılında yapılan bir araştırmada, kendinden bağlamalı braketlerin geleneksel braketler ile karşılaştırıldığında, köpek dişinin rotasyon kontrolünde daha etkili olduğu görülmüştür. Geleneksel braketlerde 12 aylık tedavi sürecinde köpek dişlerinin % 80' ninde 10°'den fazla rotasyon gözlenirken, bu değer kendinden bağlamalı braketlerde % 33'tür ve rotasyon değeri 10°'den azdır (71).

2.5.3. Hasta başında geçirilen sürenin azalması

Kendinden bağlamalı braketlerin geliştirilmesindeki asıl amaç, telin takılması ve çıkarılmasında geçen sürenin kısaltılmasıdır.

Maijer ve Smith, ligatürleme süresine baktıkları araştırmada geleneksel bağlanan braketlere göre Speed braketlerin 4 kat daha hızlı olduğunu bulmuşlardır (72).

Shipuja ve Berger, yaptıkları araştırmada benzer sonuçlar yayınlamışlardır fakat elastik ligatürler ile kıyasladıklarında süre olarak daha az farklılık (her ark teli için 1 dakika) bulunmuştur (11).

Yapılan araştırmalarda kendinden bağlamalı braketlerin, elastik ligatür ile bağlamaya göre 2 dakikaya kadar, tel ligatür ile bağlamaya göre 9 dakikaya kadar zaman kazandırdığını ortaya koymuştur (11, 30, 72-74).

Turnbull ve Birnie, elastik ligatürle bağlanan konvansiyonel braketler ile Damon 2 kapaklı braketleri ark teli değiştirme hızını ölçtükleri prospektif bir araştırmada karşılaştırmıştır. Çalışmada, farklı yuvarlak ve köşeli ark telleri kullanılmıştır. Sonuç olarak, elastik ligatürle bağlanan konvansiyonel braketlere göre Damon 2 kapaklı braketlerin, çok daha kısa ark teli çıkarma ve yerleştirme sürelerine sahip olduğu tespit edilmiştir (74).

Harradine bir çalışmasında, Damon braket ile geleneksel ligasyon arasında ark telini yerleştirme ve çıkarma için harcanan zamanı karşılaştırılmıştır ve klinik olarak çok önemli düzeyde olmayan ancak istatistiksel olarak önemli bir fark (ortalama 24sn) ortaya koymuşlardır (30).

Kendinden bağlamalı braketlerde ark teli çıkarılması ve yerleştirilmesi sırasında klinisyene elastik veya tel ligatür uzatılması gerek olmadığından dolayı yardımcı personel gereksinimi azalmaktadır ki bu da kendinden bağlamalı braketlerin en önemli avantajlarından biridir.

2.5.4. Tedavi süresinin kısalması

Kendinden bağlı braket sistemlerinde labial kapak dördüncü braket duvarı görevi görür ve bu durum kapak aktif ya da pasif olsun braket slotunu tüpe çevirir. Böylece ark teli ile braket duvarları arasındaki braket slotunda boşluk artmaktadır. Sonuç olarak sürtünme de azalmaktadır (68). Sürtünmenin azalmasının ise tedavi etkinliğini artırıp tedavi süresini azaltacağı belirtilmiştir (75).

Eberting ve ark. yaptıkları retrospektif bir çalışmada konvansiyonel braketler ile Damon braketlerin tedavi sürelerini karşılaştırmışlardır. Sonuçta, Damon braketler ile tedavi edilen hastaların muayene sıklığının daha az ve toplam tedavi sürelerinin daha kısa olduğu belirlenmiştir (76).

Öte yandan Hamilton ve ark. konvansiyonel braket ve In-Ovation R braket kullanarak tedavi ettikleri hastalarda ortalama tedavi süresini 15.7 ay olarak bulmuşlardır. Konvansiyonel braket ve aktif kapaklı braket ile arasında ulaşılan sonuç tedavi süresi açısından bir fark olmadığıdır (77).

Vajaria ve arkadaşları konvansiyonel braketler ile Damon 3MX braketleri toplam tedavi süresi açısından karşılaştırdıkları çalışmada sadece 2 aylık bir azalma bulmuşlardır (54).

Fleming ve arkadaşları Victory konvansiyonel ve SmartClip braketler ile tedavi ettiği hastalarda tedavi süresinin, braket tipinden daha çok tedaviyi yürüten hekimin tedavi hedefleri, deneyimi ve becerisi ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Ortalama tedavi sürelerini kontrol grubu için 18.32 ay, çalışma grubu için 21.41 ay olarak bildirmiştir (78).

Yapılan araştırmalarda, kendinden bağlamalı braketlerin daha hızlı tedavi ettiği daha az hasta ziyareti gerektirdiği ve tedavi sonunda daha iyi kapanış elde edildiği bulunmuştur (76, 79, 80). Fakat diğer benzer araştırmalarda tedavi süresi açısından, geleneksel braketler ve kendinden bağlamalı braketler arasında bir fark görülmemiştir (53, 54, 81-85).

2.5.5. Seviyelenme etkinliği

Kendinden bağlamalı braketler ark telinin brakete tam yerleştirilebilmesi ve düşük sũrtũnme kuvvetine sahip olması, şiddetli çapraşıklığın seviyelenmesinde ve ciddi rotasyonların özũlmesinde avantaj sağlamaktadır. Seviyelenmenin kolaylaşmasında ark telinin rotasyonlu dişlerin ve rotasyonlu dişlere komşu dişlerin braketlerinin içinden rahatlıkla kayabilme özelliği büyük rol oynamaktadır (86).

Miles ve arkadaşları konvansiyonel braketler ve kapaklı braketleri karşılaştırdığı iki prospektif çalışma sunmuştur. İlk çalışmasında splitmouth dizayna sahip 60 hastayı kapsayan, Victory (3M Unitek, Monrovia, CA) konvansiyonel braketlerle ile Damon 2 kapaklı braketleri karşılaştırmıştır. Alt ene arkının bir tarafında standart braketler, diğer tarafı ise Damon 2 braketler kullanılmıştır. İrregülerite indeks ölçũmleri her yarım ark için tedavi başlangıcında, ilk tel değişikliğinin yapıldığı 10.haftada ve ikinci tel değişikliğinin yapıldığı 20.haftada yapılmıştır. Damon 2 braketler, birinci ve ikinci tel değişimlerinde yapılan ölçũmlerde konvansiyonel braketten daha yüksek irregülerite indeks değerleri göstermiştir. Sonuçta, başlangıç seviyeleme aşamasında standart braketler klinik olarak çok önemli olmasa da istatistiksel olarak daha yüksek seviyeleme etkinliği göstermiştir (87).

Miles ve arkadaşları Victory konvansiyonel braketleri ve MBT preskripsiyona sahip SmartClip braketleri 50 hasta ile yũrüttũđũ prospektif çalışmada karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada, arklarda aynı teller kullanılmıştır. Victory braketler ile tedavi edilen hastalarda tedavinin 10.haftasında daha düşük irregülerite değerleri ölçũlmüřtür. Ancak iki grup arasında irregülerite değerleri açısından 20.haftada yapılan ölçũmlerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Sonuç olarak, kendinden bağlı braketlerin başlangıç seviyeleme aşamasında daha etkin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (88).

Pandis ve ark. dental ark değişikliklerini ve alt çene keser dişlerin seviyelenmesini 54 hasta ile yũrüttũkleri prospektif bir çalışmada incelemişlerdir. Sonuç olarak, klinik olarak çok bir anlam ifade etmese de istatistiksel olarak Damon braketler ile seviyelenmenin daha hızlı olduğunu belirlenmiştir. İleri derecedeki

apraşıklıklarda arklardaki çapraşıklığın özölmesi için konvansiyonel braketler ile 125 gün, Damon 2 braketler ile 104 gün, orta derecedeki apraşıklıklarda ise konvansiyonel braketler ile 104 gün, Damon 2 ile 81 gün gerekmiştir (53).

Scott ve ark. aynı ark tellerini kullanarak konvansiyonel braketler ile Damon 3 braketleri karşılaştırmışlardır. Çalışmaya alt çene premolar çekimi yapılan ve irregülerite değerleri 5 ile 12 mm arasında değişen 62 hasta dahil edilmiştir. Konvansiyonel braketler ile Damon 3 braketler arasında alt keser dişlerin ve alt arkın total seviyelenmesinde fark bulunmamıştır (83).

Fleming ve ark. randomize klinik bir çalışmada, 3D modeller kullanarak konvansiyonel Victory ve SmartClip braketlerin dişlerin seviyelenmesi üzerine etkilerini karşılaştırmıştır. Başlangıç ve braketlerin yerleştirilmesinden 8 hafta sonra irregülerite indeksleri ölçölmüştür. Sonuç olarak, seviyelenme etkinliğinin daha çok başlangıç irregülerite indeksi ile ilişkili olduğu ve braket tipinin seviyelenme hızı üzerine etkisinin çok az olduğu gösterilmiştir (84).

Pandis ve ark. randomize klinik bir çalışmada çekimsiz tedavi edilen 70 olgu üzerinde aktif (In-Ovation R) ve pasif kapaklı braketlerin (Damon) başlangıç seviyelenmeye etkisini araştırmışlardır. Her iki hasta grubunda da .014 in CuNiTi ve .016x.025 inç CuNiTi ark telleri sırası ile kullanılmıştır. Araştırmacılar başlangıç seviyelenme etkinliği açısından her iki braket sistemi arasında bir fark bulunmamışlardır. Bununla birlikte seviyelenmedeki gecikmenin başlangıç irregülerite değerlerinin yüksekliğiyle ilişkili olduğunu bildirmiştir (89).

2.5.6. Boşluk kapatma hızı

Miles ve ark. en-masse retraksiyon miktarını konvansiyonel braketler ve kendinden bağlamalı braketleri kullanarak karşılaştırmışlardır. Çalışmadaki 13 hasta için konvansiyonel braketler ile SmartClip braketler kullanılmıştır. Hastaların bir tarafında kendinden bağlamalı diğer tarafında ise konvansiyonel braketler yerleştirilmiş ve üst çene birinci küçük azı diş çekimleri yapılmıştır. ekim boşlukları konvansiyonel braketler için ise 1.2 mm/ay, SmartClip braketler için 1.1

mm/ay kapanma hızı göstermişlerdir. Bu çalışma sonucunda boşluk kapatma açısından iki braket sistemi arasında önemli bir fark bulunmadığı görülmüştür (75).

Burruw kendinden bağlamalı (Damon 3, SmartClip) ve konvansiyonel (Victory) braketlerin, 2010 yılında splith-mouth dizayn çalışmasında kanin retraksiyon hızı üzerine etkilerini incelemiştir. Her iki tarafta da kanin diş uygun pozisyona gelene kadar 150 gr kuvvet uygulanmıştır. Sonuç olarak, kanin retraksiyon hızının konvansiyonel braketin kullanıldığı tarafta daha fazla olduğu gösterilmiştir (90).

Mezomo ve ark. prospektif randomize klinik bir çalışmada, kanin retraksiyon hızını üst birinci küçük azı dişlerinin çekildiği olgularda karşılaştırmıştır. Çalışmada, konvansiyonel braketler ile kendinden bağlamalı braketler kullanılmıştır ve kuvvet miktarı 150 gr olarak ayarlanmıştır. Alçı modeller üzerinde ölçülen, her iki grup arasında posterior ankraj kaybı ve kanin retraksiyon hızında benzer sonuçlar bulunmuştur. Ancak kendinden bağlamalı braketlerde kanin dişlerin rotasyonunun daha az olduğu bildirilmiştir (71).

2.5.7. Dental arkın genişlemesi

Diş çekimsiz tedavi edilmesi planlanan çapraşıklıkla karakterize maloklüzyonlarda, dişlerin seviyelenebilmesi için ark uzunluğunun artması gerekmektedir. Seviyelenme ise dental arkların transvers yönde genişlemesi ve keser dişlerin proklinasyonu ile karakterizedir (53). Seviyelenme aşamasında istenen çapraşıklığın daha çok premolar ve molar bölgede oluşacak genişleme ve daha az keser dişlerin proklinasyonu ve interkanin genişlik artışı ile gerçekleşmesidir. Çünkü, tedavinin stabilitesi açısından genişlemenin bölgesi ve miktarı önemlidir. İnterkanin genişlik artışının ve alt çene keser dişlerin aşırı proklinasyonunun ortodontik tedavinin kalıcılığını negatif yönde etkilediği bildirilmiştir. Relaps ise bu olgularda kanin-kanin arası mesafenin tekrar azalması ve keser dişlerin dikleşmesi ile tekrar irregüleritenin artması şeklinde gerçekleşmektedir (91, 92).

Dr. Damon, düşük sürtünmeli sistemler ve hafif kuvvetler uygulanarak yapılan ortodontik tedavilerde çapraşıklığın çözülmesinin, braket dizaynı sonucu

oluşan lip bumper etkisiyle keser dişlerin proklinasyonu ve interkanin genişlik artışından daha çok posterior genişleme ile gerçekleştiğini iddia etmiştir. Aynı araştırmacı, Damon braketler kullanarak tedavi ettiği hastaların olgu raporlarını sunmuş, tedavi başında ve sonunda aldığı dental volümetrik tomografi (DVT) sonuçlarını karşılaştırmıştır. Sonuç olarak, dental arklardaki genişlemenin alveoler genişleme ile birlikte ve posterior dişlerin paralel hareketi ile oluştuğunu bildirmiştir (39).

Yapılan bir çalışmada, tedavi başlangıcında ve sonunda DVT görüntüleri olan, aktif ve pasif kapaklı braketler kullanılarak tedavi edilmiş hastalar karşılaştırılmıştır. Genişlemenin kanin dişlerden ikinci küçük azı dişlere doğru arttığı ve daha çok bukkal devrilme ile oluştuğu sonucuna varılmıştır. Bazal kemiğin ise transvers yönlü genişlemesine rastlanmamıştır. Ayrıca tork kontrolü açısından pasif ve aktif kapaklı braketler arasında farklılık bulunmamıştır (93).

Benzer sonuçlar, başka bir çalışmada Damon braketler kullanılarak çekimsiz tedavi edilen hastalardan alınan DVT incelemelerinde de görülmüştür. Yapılan alveoler kemik incelemelerinde bukkal alveoler kemik genişliğinde bütün diş seviyelerinde ve bukkal alveoler kemik yüksekliğinde önemli azalma tespit edilmiştir. Sonuç olarak dental arkların genişlediği ancak iddia edilenin aksine alveoler adaptasyonun oluşmadığı bildirilmiştir (94).

Yu ve ark. dental arklar üzerine hızlı üst çene genişletilmesi (RPE) ile Damon braketlerin etkilerini incelemiştir. Damon grubunda ise önemli bir artış görülmezken, RPE grubunda üst ve alt interkanin genişlik artışı miktarını sırası ile 2.9 mm ve 1.3 mm bulmuştur. Her iki grupta da molar ve premolar dişlerde devrilme görülürken, Damon grubunda devrilme miktarı daha fazladır. Maksillanın bazal kemiğindeki genişleme miktarı RPE grubunda 2.1 mm olarak ölçülürken, Damon grubunda bu miktar 0.6 mm'dir. Üst ve alt keser dişlerde proklinasyon miktarı 9.2° ve 7.5° olarak ölçülürken RPE grubunda bu artış önemsiz bulunmuştur (95).

Mikulencak yaptığı araştırmada, Damon sistem ve RPE'nin dişlerin bukkal devrilmeleri üzerine etkilerini incelemiştir. Molar dişlerin devrilmesinin ark genişlemesi ile ilişkisi açısından iki yöntem arasında fark belirlenmemiştir (96).

Birnie, SLB'lerin ligatür kaynaklı sürtünme kuvveti ile kesintiye uğramamasıyla braket sistemlerinin çekim gereksinimini azalttığını söylemiştir (31).

2.5.8. Tork ve rotasyon kontrolü

Ark telinin braket slotu içerisinde burkulması sonucu oluşan moment tork olarak tanımlanmıştır (97). Ortodontik tedavi sonucunda düzgün bir okluzal bitim için kesici dişlerin bukkolingual pozisyonları çok önemlidir. Maksiller kesici dişlerin düzgün tork değerleri sınıf I kanin ilişkisinin sağlanmasında, estetik gülme hattının ve anterior rehberliğin oluşturulmasında kritik rol oynamaktadır. Maksiller keserlerin yetersiz torku, ark uzunluk artışı ve yer kazanılmasını etkilemektedir. Keser dişlerin her 5°'lik tork artışı ile ark uzunluğunda 1 mm artış olduğu bildirilmiştir (98). Yetersiz tork değerlerine sahip maksiller posterior dişler ise, maksiller arkın genişlemesini engellemektedir. Ayrıca maksiller ve mandibular dişler arasında düzgün bir tüberkül-fossa ilişkisi oluşmamaktadır (99).

Aktif kapaklı braketlerin, ark teli üzerine kuvvet uygulayan aktif kapağı olması nedeni ile daha kontrollü diş hareketi sağladığı ve tork hareketi kapasitelerinin daha fazla olduğu bildirilmiştir (100). Garino ve ark, çekimli ve çekimsiz hastalarda kullanılan Speed braketler ile tedavi edilen hastalarda horizontal, meziodistal ve tork hareketleri sırasında diş hareketinin kontrolünün başarılı olduğunu tespit etmişlerdir (101).

Pandis ve arkadaşları, çekimli ve çekimsiz tedavi edilen hastalarda konvansiyonel ve Damon 2 braketlerin maksiller keser dişlerdeki tork kapasitelerini değerlendirdiği çalışmada, iki braket grubu arasında bir fark olmadığını belirtmişlerdir (102).

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 ölçülmüştür. Çalışmada referans amaçlı bir konvansiyonel braket kullanılmıştır. Sonuç olarak, braketlerin arasında tork kapasitesi ve seviyeleme etkinliği açısından fark bulunmamıştır (103).

Rotasyonlu dişlerin braketine bağlanan ark teli kuvvet çifti oluşturmaktadır. Bu kuvvet çiftinin etkisiyle oluşan moment, dental arkların seviyelenme ve dizilimi süresince rotasyonların düzelmesinde önemli rol oynar. Aksiyal rotasyonlarla oluşan bu momentler braket genişliği ve ligasyon şeklinden etkilenmektedir. Bednar ve Gruendeman'ın yaptığı çalışmada, ligasyon tipinin braket genişliğine göre daha çok moment oluşumunda etkili olduğu ve diğer ligasyon tiplerine göre kendinden bağlı braketlerin aksiyal rotasyonların düzeltilmesinde sürekli ve düşük düzeyde moment oluşturdıkları için avantajlı olduklarını bildirmiştir (65).

2.5.9. Başlangıç ağrı değerleri

Ortodontik mekaniklerin hastalarda yarattığı rahatsızlığın, ortodontik tedaviye başlama isteğini azalttığı bildirilmiştir (104). Tedaviye bağlı oluşan rahatsızlık özellikle başlangıç aşamasında uygulanan kuvvetlerden kaynaklanmaktadır. Klasik histolojik çalışmalar hafif kuvvetlerin biyolojik etkinliğinin daha fazla olduğunu ve diş hareketi sırasında çevre dokularda daha az hasar oluşturduğunu belirtmiştir (105).

Kendinden bağlamalı braketlerin daha az ağrıya sebep olmasına daha ince teller kullanılarak dişler üzerine uygulanan kuvvetin azaltılması ve düşük sürtünme kuvvetine bağlı olarak dişlerin uygulanan kuvvete daha iyi cevap verebilmesi olarak düşünülmektedir. Kendinden bağlamalı braketlerde ark seçimindeki hassasiyet de optimum hafif kuvvetlerin uygulanmasına olanak sağlamaktadır (5, 70, 106, 107).

Bazı araştırmalarda geleneksel braketler ile karşılaştırıldığında anlamlı bir fark görülmezken (108, 109), bazı çalışmalarda ise kendinden bağlamalı braketlerde hastaların daha az ağrı hissettiği savunulmaktadır (108, 110, 111).

Fleming ve Johal'ın 2010 yılında yayınladığı sistematik derlemede, kendinden bağlamalı braketlerin daha az ağrıya neden olduğu vurgulanmıştır (78).

Miles ve ark. tarafından yürütülen elastik ligatürler ile bağlanan kovansiyonel braketler ile Damon 2 kapaklı braketin karşılaştırıldığı çalışmada hastaların dişlerinde hissettikleri ağrı ve dudaklarında hissettikleri rahatsızlık ilk ark telleri yerleştirildikten birkaç gün sonra ve ilk ark teli değişiminin yapıldığı 10. haftada

değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, Damon 2 braketlerin ilk ark teli yerleştirildiğinde daha çok, ikinci ark teli yerleştirildiğinde ise daha az ağrıya sebep oldukları bildirilmiştir. Araştırmacılar bu durumun ilk ark teli değişiminde Damon 2 grubunda ölçülen irregülerite değerlerinin daha fazla olmasından kaynaklanmış olabileceğini belirtmişlerdir. İki braket arasında dudaklar üzerindeki rahatsızlık hissi açısından bir fark belirtilmemiştir (87).

Yamaguchi ve ark., inflamasyon ve ağrı ile ilişkili olan diş eti oluştuktaki neuropeptidase substance P ajanının seviyesine bakmışlardır. Neuropeptidase substance P ajanının ark teli uygulandıktan 24 saat sonra kendinden bağlamalı braketlerde geleneksel braketlere kıyasla daha az seviyede bulunmuştur. Bu ilgi çekici çalışma, ağrının objektif değerlendirilmesine olanak sağlamıştır (112).

Bununla birlikte Atik ve Ciger bir çalışmada, Damon 3MX braketler ve konvansiyonel edgewise braketler kullanılarak tedavi edilen hastaların hissettikleri ağrıyı VAS (Visual Analogue Scale) kullanarak değerlendirmiş ve sonuçların benzer olduğunu, ayrıca hissedilen ağrının değerlendirilmesinde bireysel farklılıkların göz önünde bulundurulması gerektiğini belirtmiştir (113).

2.5.10. Plak retansiyonu ve periodontal sağlık

Sabit ortodontik tedaviler sırasında, diş minesinin dekalsifikasyonu ve beyaz lezyonların oluşumu sık rastlanan bir durumdur. Plak retansiyonu ve diş minesinde dekalsifikasyonun sabit mekaniklerle artma riskinin bulunduğu belirtilmiştir (114, 115). Tedavi sırasında streptococcus mutans ve lactobacilli sayısının tükürük ve dental plakta artış gösterdiği bildirilmiştir (49).

Oral kavite, bakteri türleri için dinamik bir ekosistem oluşturur. Periodontal hastalıkların ve diş çürüklerinin etiyolojisinde birçok neden olsa da hastalığın ilerleyişini ve şiddet düzeyini belirleyen temel etkenin plak içerisindeki bakteri birikimi olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte bazı etkenler oral kavitedeki mikrobiyolojik dengeyi periodontal hastalık yapıcı ve karyojenik bakterilerin lehine bozabilmektedir (116). Braketlerin ve ligatürlerin ağız florasında özellikle streptococcus mutans ve lactobacilli bakteri türlerinde artışa sebep olduğu ve bunun

sonucunda sert dokularda dekalsifikasyona, çürüklere ve periodontal hastalıkların oluşmasına neden olduğu belirtilmiştir (117, 118).

Kendinden bağlı braketlerin ligatür kullanımını elimine etmesiyle ağız hijyeninin korunmasını kolaylaştırması avantajları arasında sayılmaktadır. Ancak Pandis ve arkadaşları, kendinden bağlı braketler ile konvansiyonel braketlerin oral sağlığa etkilerine baktıkları bir çalışmada plak indeksi, gingival indeksi, kalkulus indeksi ve sondlama indeksini değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak, iki grup arasında birbirine göre bir üstünlük gözlemlenmemiştir (119).

Pellegrini ve ark. yaptıkları randomize klinik bir çalışmada plak ve bakteri birikiminde elastik ligatür ile bağlanan konvansiyonel braketlerle kendinden bağlı braketlerin etkilerini araştırmıştır. Hastalar, braketleme yapıldıktan sonra 1.hafta ve 5.hafta sonunda çağrılarak değerlendirilmişlerdir. Sonuçta, kendinden bağlı braketlerin daha az plak ve bakteri retansiyonu oluşturdukları görülmüştür (120).

Park ve arkadaşları tarafından yürütülen laboratuvar çalışmasında, kendinden bağlamalı braketlerin plak birikimine bağlı oluşan mine demineralizasyon miktarları elastik ligatür ile bağlanan konvansiyonel braketlere göre değerlendirilmiştir. Demineralizasyonun elastik ligatürün varlığı sonucu yani braket tipinden bağımsız olarak olduğu bildirilmiştir (121).

2.5.11. Maliyet

Günümüzde kullanılan kendinden bağlamalı braketler, geleneksel braketlere göre daha maliyetlidir. Klinisyenlerin birçok avantaja sahip bu braketleri seçerken, tekniği artıları ve eksileriyle değerlendirerek karar vermesi gerekmektedir.

2.6. Dijital Ortodontik Modeller

Çalışma modelleri (alçı modeller), anamnez, radyograflar, klinik muayene ve ağız içi-dışı fotoğraflar bir maloklüzyonun teşhisi ve ortodontik tedavi planının yapılmasında gerekli bilgiyi sağlamaktadır (122). Çalışma modelleri hekime oklüzyonun 3 boyutlu olarak incelenmesini ve maloklüzyonun daha iyi teşhis

edilmesi olanağını da sağlamaktadır. Modeller üzerinde yapılan ark boyu ölçümleri ise maloklüzyonun analizinde rutin ve gerekli bir basamaktır.

Dijital tarama ortodonti içinde çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Ancak kullanımları büyük ölçüde klinisyenin, laboratuvar ve cihaz yazılımını kullanımındaki yeteneklerine bağlıdır. Yine de, tedavi planlamasında (123), indirek yapıştırma kaşığı hazırlamada (124) palatal ve lingual özel aperey tasarımı ve yapımında (124) şeffaf plak teknolojisinde(125), ortognatik cerrahi simülasyonunda (126, 127) ve son zamanlarda dudak ve damak yarığı olan hastalarda cerrahi sonuçların skorlanmasında (128) sıklıkla tercih edilmektedirler. Tarayıcı etkin bir şekilde kullanılacaksa, tarayıcı türüne ve kullanım uygulamasına dikkat edilmelidir.

Artık birçok ortodonti kliniğinde bilgisayar tabanlı kayıt tutma işlemi rutin olarak kullanılmaktadır. Dijital fotoğrafçılık ve dijital radyograflar analog sistemlerin yerini almaktadır ve ortodontik kayıtlarda bir standart halini almaya başlamışlardır. Bilgisayar tabanlı ortodontik modeller, alçı modellerin yerini alma potansiyeline sahiptir (129). Yeni bir teknoloji kullanılarak sunulan her ürün gibi alçı modellere kıyasla dijital modeller de şu an için maliyetli görünmektedir. Analiz yapmak, tedavi sonu kazanımlarını incelemek veya tanıya yönelik set-up yapmak için dijital modeller son derece avantajlı görünmektedir. Firmaların sağladığı ücretsiz yazılımlar ile tedavi simülasyonları yapılarak kısa sürede sonuçları sanal olarak görmek mümkün olmaktadır. Alçı modellerde ise bu bir hayli zordur. Çünkü dişlerin kesilmesi, planlanan yerlerine oturtulması ve mumlanması gibi güç laboratuvar işlemleri gerekmektedir. Hatta alçı model set-up'ı ortodontistlerin pek çoğu tarafından çok fazla uğraş gerektirdiği için tercih edilmemektedir.

Alçı modellerin saklanması, zaman ve muhafaza alanı gibi problemleri beraberinde getiren diğer bir durumdur. Alçı modeller genellikle kendilerini fiziksel ve kimyasal etkilerden koruyacak, ayrıca kolayca erişilebilecek şekilde kutularda saklanmaktadır(130). Konvansiyonel depolama yapan bir ortodonti kliniği ele alındığında, ortodontik model ve evrak saklamak için kullanılan 100 adet kutu 0,91 m uzunluğunda raf yeri işgal etmektedir (131). Yoğun bir ortodonti ofisi yılda 200-300 yeni hastanın tedavisine başlayabilmektedir. ABD' de 6-10 yıldır çalışan bir ortodontist için senelik başlanan ortalama yeni vaka sayısı 256, aktif tedavi gören

hasta sayısının ise ortalama 500 olduğu bildirilmiştir (132). Bu veriye göre 30 yıldır mesleğini sürdüren bir ortodontist 7680 vakaya ait modelleri saklamalıdır ki bu da ayrıca bir ya da birden fazla oda gereksinimi demektir. Hatta klinik dışında bir depo kiralanmasını gerektirerek yüksek bir maliyeti beraberinde getirmektedir. Dijital modeller ise tozlu raflara gerek duymadıkları gibi hemen hemen hiç yer kaplamaksızın daha düzenli bir saklama olanağı sunmaktadır. Bütün vakaların dijital kayıtları klinik bilgisayarın sabit sürücüsünde, CD gibi taşınabilir sürücülerde veya ana sunucu görevi gören bir bilgisayarda saklanabilmektedir.

Kolayca kırılabilmesi alçı modellerin bir büyük dezavantajdır. Ayrıca model üzerinde yapılan çalışmalar, ölçümler ve modellerin sergilenmesi, alçının aşınmasına ve yıpranmasına yol açmakta ve bu durumda ölçümlerin doğruluğunu etkilemektedir. Aynı zamanda model üzerinde ölçüm yapılırken modelde kırılmalara neden olunabilmektedir (130). Dijital modeller ise yapılan rutin yedeklemeler ile veya alınacak önlemler ile bozulmaya veya kaybolmaya maruz kalmadan zaman sınırı olmaksızın saklanabilmektedirler. Taşınma zorluğu alçı modellerin diğer bir sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Olgu sunumu, tedavinin seansları veya meslektaşlarla fikir alışverişi gibi durumlar söz konusu olduğunda, modellerin arşivden çıkıp taşınması gerekmektedir. Bu durumda özellikle kırılğan alçı malzemeden yapılan modeller açısından hem zordur hem de risklidir. Dijital modellere ise çok daha rahatlıkla erişilebilmektedir. Hasta adı soyadına veya arşiv numarasına göre bilgisayarda hemen görüntülenebilmektedir (133).

Kimi zaman ise ortodontik modellerin meslektaşlara, hastalara transferleri gerekmekte, bu durumda ortodontistin alçı modeli çoğaltması gerekmektedir. Bu hem zaman gerektiren hem maliyeti artıran bir işlemdir. Modellerin laboratuvar işlemi ile çoğaltılması ve uygun muhafaza ile kargoya verilmesi gerekmektedir ki kargo sırasında modelin kırılması olası bir durumdur. Elektronik dosyalar ise anlık olarak internet ile transfer edilebilmektedir. Bu şekilde konsültasyon ve hasta eğitimi son derece hızlanmaktadır (130).

Dijital modeller klinik yazılımlarla kolayca entegre edilebilmektedir. Birçok yazılım dijital model dosyalarını görüntüleyip barındırabilmektedir. Dijital modeller aynı zamanda hasta eğitimi için yararlı birer araç görevi görmektedir. Dijital

modeller hasta velileri ve hastalara tedavi öncesinde, sırasında ve sonrasında gösterilebilmekte böylelikle dentisyonlarındaki iyileşmeler açıklanabilmektedir. Ayrıca, güvenli bir internet sitesine hasta kayıtları yüklenerek hastanın evden erişim sağlaması da mümkün olabilmektedir. Kısaca, dijital modeller hasta ve hekim arasındaki iletişimi güçlendirmektedir.(130).

Bütün bu avantajlara ek olarak dijital modeller mükemmel bir sunum aracıdır. Gerek kalabalık bir topluluğa yapılan sunumlarda, gerekse masabaşı kurslarda kullanılan alçı modeller kolayca yıpranabilmekte veya kırılabilmektedirler. Oysa dijital modeller dinleyici kitlesinin büyüklüğünden veya sunum sayısından bağımsız olarak deforme olmadan kullanılabilir ve büyük salonlarda dahi rahatça izlenebilmektedir.

Dijital ortodontik modellerin ileri sürülen avantajları şöyle özetlenebilir;

Muhafaza: kayıtlar günün her anında ulaşılabilir şekilde ofiste yer işgal etmeden saklanabilmektedir.

Erişim kolaylığı ve çoklu erişim: dosyalara internet yolu ile hem kolaylıkla erişilebilmekte hem de farklı ortamlardan ulaşılabilir.

Yedekleme: bilgilerin ayrı data depolarına aktarılmasıyla yapılan yedeklemeler ofis bilgisayarında oluşabilecek herhangi bir sorunda bilgi kaybını önlemektedir.

İletişim: 3 boyutlu modeller basılabilir, fakslanabilir ve elektronik posta olarak yollanabilmektedir. Böylelikle disiplinler arası tedavi planlamasına olanak tanımaktadır.

Kolaylık: alçı modeller için kullanılan konvansiyonel ölçü metotları ve ısırma kaydı, dijital model oluşturmak için yeterli olmaktadır.

Tanı ve planlama: firmaların sağladığı ücretsiz yazılımlar ile çekim, seviyeleme, set-up vb. gibi simülasyonlar yapılarak tedavi öngörüsü yapılabilmektedir.

Artan verimlilik: dijital modeller ve bilgisayar yazılımları ile tanı, tedavi planı ve hasta eğitimi işlemleri süreleri kısaltılarak hekimin verimliliği artmaktadır.

Tasarruf: dijital modeller, alçı modeller için gerekli saklama maliyetlerinin önüne geçerek, ofis çalışanlarının alçı model elde edilmesi ve saklanması için harcadıkları zamandan kazanarak tasarruf sağlamaktadır.

2.6.1. Dijital model oluşturma

Dijital model oluşturma'nın 3 farklı yolu vardır; direk olarak ağız içinin taranması, alınan ölçülerin taranması ve elde edilen alçı modellerin taranması şeklindedir. İntraoral tarayıcılar şu anda maliyet sebebiyle ortodonti kliniklerinde çok fazla tercih edilmemekte, daha çok protetik restorasyonlar için kullanılmaktadır. Diğer yöntem olan alınan ölçülerin taranması sıklıkla kullanılan bir yöntemdir; kayıtlar oluşturulurken rutin kullanılan aljinat ölçü maddesi ile ölçü alınır. Bu ölçüler alçı dökülmesi için laboratuvara yollamak yerine, firma tarafından size gönderilen kilitli özel ambalajlarla firmaya kargolamak gerekmektedir. Diğer yöntem ise ölçülere alçı döktükten sonra, modelleri yüksek hassasiyete sahip üç boyutlu lazer tarama işleminden geçirmektir. Bu işlem sırasında modellere zarar verilmemektedir ve eğer hekim isterse alçı modelleri geri alabilmektedir.

Üç boyutlu model tarayıcısı olarak 3Shape, AGE Solutions Maestro 3D, Dental Wings, Ortho Insight 3D gibi çeşitli firmalara ait cihazlar tercih edilmektedir (134);

3Shape hem diş hem de ortodonti için bir dizi model ve ölçü tarayıcıları üretmiştir. R500™ serisi tarayıcıları, dolaylı dijital çalışma modelleri oluşturmak için hem alçı modeller hem de ölçüler için lazer tarama teknolojisi ve iki adet 1.3 megapiksel kamera kullanılmaktadır. R700™ serisi, daha büyük laboratuvarlar için tasarlanmıştır ve daha kısa tarama süresine sahiptir. Kısa süre önce piyasaya sürülen R900™ serisi tarayıcı, tarama süresinde daha fazla azalma ve ek olarak mavi LED ışık teknolojisi ve 4 tane 5 megapiksel kamera aracılığıyla daha fazla doğrulukla renkli tarama yapabilmektedir. R serisi, tarayıcılar tarafından oluşturulan Standart Tessellation Language (STL) açık dosya formatı, klinisyenler için 3Shape'nin Ortho

Analyzer™ Ortodontik yazılımına veya Computer Designer Tasarım Programı Design Designer™'a aktarımını sağlamaktadır.

AGE Solution Orto Studio'nun Maestro 3D Dental Scanner-MDS400 klinsyenler tarafından yapılan inceleme, düzenleme ve analiz taramalarına izin veren ortodontik bir yazılım paketi oluşturmıştır. MDS400 10 nm'den daha az hassasiyetle taramaya olanak sağlayan LED ışığı kullanmaktadır. Dosyalar STL formatında üretilmektedir.

Dental Wings, uygun klinik ve laboratuvar gereksinimlerine uyacak bir dizi tarayıcı sunmaktadır. 7Series ve iSeries tarayıcıları hem alçı modelleri hem de dental ölçüleri tarayabilirken, 3Series yalnızca alçı modelleri tarayabilmektedir. Sınıf 2 lazerler modelleri tarar ve 15 nm hassasiyetle kameraları ölçmektedir ve dosyalar STL açık dosya formatında dışa aktarılmaktadır. Üreticiler, DWOS™ yazılımlarına bir modül ekleyerek, arşivleme veya dijital model üretimi için ortodontik çalışma modellerinin tasarlanmasını sağlamaktadır.

Ortho Insight 3D Masaüstü Tarama Sistemi, Motion View tarafından 2012'de tanıtılmıştır. Tarayıcı maksimum 4x4x2 inç (135) tarama hacmine ve seçilen çözünürlüğe bağlı olarak 40–200 mikron hassasiyete sahiptir. Taramalar esnek bir açık dosya biçiminde (STL, PLY veya OBJ) kaydedilebilmektedir. Motion View ayrıca çalışma modelleri, radyografiler ve fotoğraflarla bütünleştirilebilen bir Facial Insight 3D tarayıcı da sunmaktadır.

2.6.2. Üç Boyutlu (3D) Görüntü Elde Etme Teknikleri

Yüzey taraması çeşitli şekillerde olmaktadır. Bunların en çok kullanılanları(136);

A. Stereo Analiz; anlaşılması en kolay metottur. İnsan gözünün algılama prensibi olan stereopsis baz alınarak meydana getirilen bu sistem, üç boyutlu görme denilen insanın iki gözüyle cismin farklı kısımlarını farklı yerlerde görerek görüntü derinliği oluşturmaya mantığı üzerine kurulmuştur. Buna paralaks adı verilir. Bu yaklaşım diş hekimliğinde gömülü dişlerin pozisyonlarının tespiti için kullanılan

Clark Kuralı veya benzeri radyografi tekniklerinin de temelini oluşturur. Farklı açılı 2 kamera yardımı ile 3 boyutlu (3D) görüntü oluşturulmaktadır (137).

B. Gölgeleme ile şekilleme; üç boyutlu algılama yapabilmek için insan beyni, stereopsis yöntemi dışında gölgeleme ile şekilleme yöntemini de kullanır. Çevredeki nesnelerden gözüme ulaşan ışık değişik yoğunluktadır. Bu yoğunluk ışık kaynağının şiddetine, objenin aklık derecesine yani albedosuna ve objenin eğimine bağlıdır. Gerçek şu ki bu yöntem objelerin albedosundan ve renginden etkilenmektedir.

C. Fotometrik stereo; gölgeleme ile şekillemenin bir varyasyonu olan bu yöntem stereo analizinin tam zıttı bir prensibe dayanmaktadır. Bir ışık kaynağı ve 2 kamera kullanmak yerine, 1 kamera ve 2 ışık kaynağı kullanılmaktadır. Kamera sabittir ve bilgisayar değişik parlaklıktaki görüntüleri birleştirerek üç boyutlu görüntü elde etmektedir. Albedo ve renk farklarından bağımsız olarak görüntüleme yapmaktadır.

D. Yapısal aydınlatma; bu yöntemde objenin üzerine ya noktasal bir ışık hüzmesi ya da bir ışık çizgisi düşürülerek tarama yapmaktadır. Bu ışık kaynağı ise genellikle lazerdir. Kamera sabittir veya lazer obje etrafında dönmektedir ya da obje bir platformda dönerken lazer ışığı gönderilmektedir. Dijital model oluşturan firmalar genellikle bu tekniği kullanmaktadır.

2.6.3. Dijital modellerin güvenilirliği ile ilgili yapılmış çalışmalar

Rheude ve arkadaşları, 30 rastgele seçilmiş ve ortodontik tedavi görmemiş bireyden alçı model ve dijital model elde etmek için 2 ayrı ölçü almışlar ve dijital modeller yazılım firması tarafından oluşturulmuştur (123). Araştırmacıların vardıkları sonuçlar şu şekildedir; birçok parametre dijital modeller ve alçı modeller arasında istatistik olarak önemli farklılıklar gösterse de klinik olarak önemsiz bulunmuştur. Araştırma ilerledikçe ve araştırmacılar daha çok dijital model gördükçe alçı ve dijital modeller arasındaki varyasyonlar azalmıştır. Dijital model kullanmak isteyen klinisyenlere başlangıç olgularında hem alçı hem dijital model kullanmaları tavsiye edilmektedir.

Santoro ve ark. diş boyu, overjet ve overbite ölçümünü alçı ve dijital modeller üzerinde gerçekleştirmişler, overbite ve diş boyu ölçümlerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde fark saptamışlardır (138). Dijital model ölçümlerinde daha küçük değerler bulunmuştur. Fakat araştırmacılar, bu farkın klinik olarak anlamsız olduğunu ve 0.16 mm ile 0.49 mm arasında değişkenlik gösterdiğini belirtmiştir.

Quimby ve ark. dijital model ölçümlerinin hassasiyet, güvenilirlik ve tekrar edilebilirliğini inceledikleri araştırmalarında, dijital modellerde yapılan ölçümlerin alçı modeller kadar hassas ve güvenilir olduğunu, yarar ve etkinlik açısından alçı modellere eş olduklarını, bütün bunların ışığında dijital modellerin alçı modellere klinik olarak kabuledilebilir alternatif olduklarını belirtmiştir (129).

Mullen ve arkadaşları, dijital modellerde yapılan Bolton analizinin doğruluğunu değerlendirdikleri çalışmalarında, dijital modellerde yapılan analizin alçı modellerde yapılan analiz kadar doğru olduğunu ve klinik olarak önemli düzeyde hızlı olduğunu bildirmiştir. Araştırmacılar, dijital model kullanmaya başlayan klinisyenlerin teşhislerine güvenileceklerini belirtmiştir (138).

Buna karşın Thomasseti ve ark. alçı modellerde ve dijital modellerde yapılan bir çalışmada, Bolton analizi ve ölçümlerinin doğruluk ve etkinliğini karşılaştırmışlardır. Sonuçlar arası farkın klinik olarak önemli ancak istatistiksel olarak önemsiz olduğunu bildirmişlerdir (139).

Stevens ve ark. alçı ve dijital modelleri Bolton analizi kullanarak karşılaştırmışlar ve dijital model kullanan bir hekimin maloklüzyon teşhisinde alçı modellere göre farklı bir sonuç elde etmeyeceğini belirtmişlerdir. Dolayısıyla dijital modellerin teşhis ve tedavi planında kullanılabileceklerini bildirmiştir (140).

Garino ve Favero'nun çalışmalarında aynı araştırmacı tarafından, farklı zamanlarda, 16 farklı ölçüm hem dijital modeller hem de alçı modeller üzerinde yapılmıştır. Dijital modeller, bütün ölçümler için daha hassas bulunmuştur (101).

Zilbermann ve ark. diş boyutu ve ark genişliği ölçümlerinin doğruluğunu alçı modeller ve OrthoCad (Cadent Inc, Carlstadt, NJ) dijital modeller kullanarak

karşılaştırmış ve iki yönteminde klinik olarak kabul edilebilir doğrulukta olduğunu belirtmişlerdir (141).

Okunami ve ark. ise American Board of Orthodontics objektif sınıflama sisteminin (ABO OGS) OrthoCAD firmasının programı ile dijital modeller üzerinde güvenilir bir şekilde değerlendirilip değerlendirilemeyeceğini incelemişlerdir. Araştırmacılar mevcut programın bu değerlendirme için yeterli olmadığını belirtmektedirler (142).

Genel olarak literatürde hâkim olan kanı dijital ortodontik modellerin güvenilir bir klinik araç olduğu yönündedir.

Yaptığımız bu çalışmanın amacı; anterior çapraşıklığın çözümlenmesinde iki farklı kendinden bağlı braket sisteminin etkinliklerini değerlendirmek ve meydana gelen intermolar ve interkanin ark genişliğindeki artışın ortodontik dijital modeller kullanılarak karşılaştırılmasıdır.

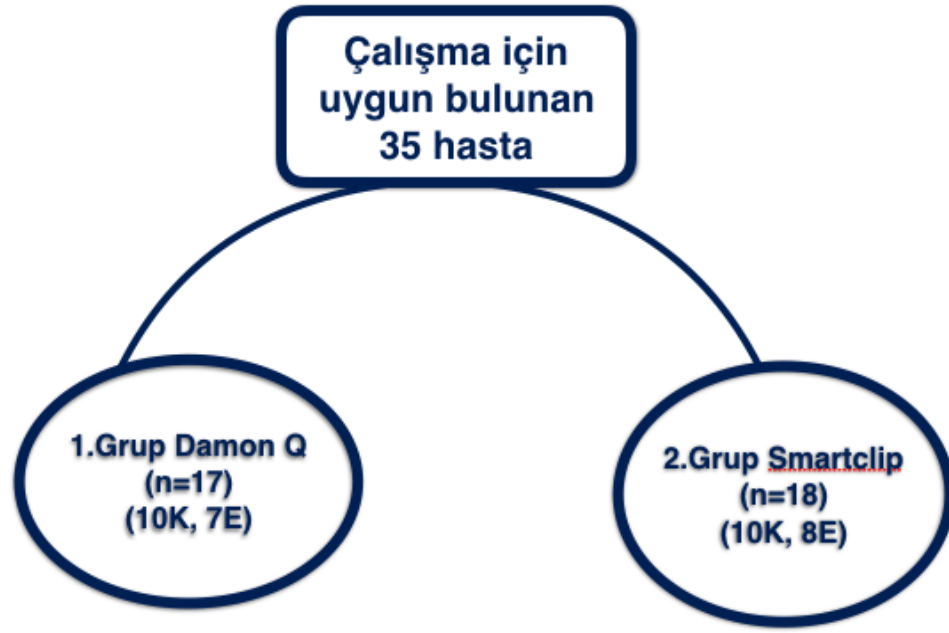
3. BİREYLER ve YÖNTEM

3.1. Bireyler

Yapılan retrospektif çalışma için 2014-2018 yıllarında Başkent Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalında tedavi için kabul edilen ve;

- Daimi dentisyonda olan
- Yaşları 10-19 arasında olan
- Tedavi başında hafif veya orta şiddetli çapraşıklık bulunan
- Tedavisi çekimsiz planlanan
- Herhangi bir fonksiyonel tedavi ihtiyacı bulunmayan
- Normal büyüme paternine sahip olan
- Daha önce ortodontik tedavi görmemiş
- Büyüme ve gelişimini etkileyecek genetik veya hormonal herhangi bir sistemik sağlık sorunu olmayan
- Alt ve üst braketleri aynı randevuda yerleştirilmiş olan
- Başlangıç, 10.hafta, 20.hafta alçı model kayıtları bulunan 35 hastanın modelleri dahil edilmiştir.

Bu hastaların tedavileri iki farklı SLB kullanılarak yapılmıştır. Bu hastalar kullanılan braket çeşidine göre Grup 1 ve Grup 2 olarak ikiye ayrılmıştır. Grup 1 toplam 17(10kız, 7 erkek yaş ort. 14 yıl 5 ay) hastadan oluşmakta ve tedavilerinde Damon Q (Ormco, CA, USA) braketler kullanılmıştır. Grup 2 ise 18(10 kız, 8 erkek yaş ort. 13yıl 6 ay) hastadan oluşmakta ve tedavilerinde SmartClip SL3(3M Unitek, Calif, USA) braketler kullanılmıştır.



Şekil 16. Çalışma için hasta seçim diyagramı

	N	KIZ	ERKEK	YAŞ ORTALAMASI
GRUP 1(DAMON Q)	17	10	7	14 yıl 5 ay
GRUP 2 (SMARTCLİP)	18	10	8	13 yıl 6 ay

Tablo 1: Bireylerin yaş ve cinsiyet dağılımı

3.2. Yöntem

3.2.1. Kullanılan braketler ve ark telleri

Çalışmamızda Grup 1’de kullanılan braket Damon braketlerinin son jenerasyonu .022x .028 inç slotlu Damon Q (Ormco, CA, USA)’dur. Damon Q braketlerinin daha önceki Damon braketlerinden farkı, daha küçük bir dizayna sahip olması, braket köşelerinin yuvarlatılarak okluzal interferensleri engellemesi, romboid şekilde braket tabanının olması, yardımcı horizontal ve vertikal slotlara sahip olmasıdır. Bu braketlerin düşük, standart ve yüksek olmak üzere 3 farklı tork

değerlerine sahip çeşidi bulunmaktadır. Grup 1’de standart tork değerlerine sahip braketler kullanılmıştır ve üretici firma tarafından önerilen Damon CuNiTi (Damon arch form-Ormco) özel ark telleri kullanılmıştır.



Şekil17. Damon Q braket seti

tooth	torque	angulation	rotation	in/out	bracket type	part numbers	
*MAXILLARY						.022L	.022R
*Central	+2°	+5°	0°	.040°	Low	497-6563	497-6562
*Central	+15°	+5°	0°	.040°	Standard	497-6561	497-6560
*Central	+22°	+5°	0°	.040°	High	497-6567	497-6566
*Lateral	-5°	+9°	0°	.043°	Low	497-6573	497-6572
*Lateral	+6°	+9°	0°	.043°	Standard	497-6571	497-6570
*Lateral	+13°	+9°	0°	.043°	High	497-6575	497-6574
*Cuspid	+7°	+5°	0°	.030°	Standard	497-6581	497-6580
*Cuspid - Hook	+7°	+5°	0°	.030°	Standard	497-7581	497-7580
*Cuspid - Hook	+11°	+5°	0°	.030°	High	497-7585	497-7584
Bicuspid	-11°	+2°	0°	.030°	Standard	497-6491	497-6490
Bicuspid - Hook	-11°	+2°	0°	.030°	Standard	497-7491	497-7490
*MANDIBULAR						.022L	.022R
Central	-3°	+2°	0°	.0445°	Standard	497-6411	497-6410
Lateral	-3°	+4°	0°	.0445°	Standard	497-6421	497-6420
Cuspid	+7°	+5°	0°	.0315°	Standard	497-6431	497-6430

* Damon Clear2

Şekil 18. Damon Q tork ve angulasyon değerleri



Şekil 19. Damon CuNiTi ark telleri

Grup 2’deki hastalarda .022x.028 inç slota sahip SmartClip SL3(3M Unitek, Calif, USA) braketler kullanılmıştır. Bu romboidal tasarımlı ikiz braketler ark teline aktif olarak kuvvet uygulamamaktadır ancak teli yerinde tutmaktadır. Eğer tel, braket slotundan belli bir kuvvet ile çıkmaya zorlanırsa, klipsler ark telini bırakır. Bu klipsler özellikle bu braketlere rotasyon kontrolünde büyük başarı sağlamaktadır. Bu braketlerle ark teli braket bağlantısı hızlıca yapılabilirken, ek bir kapak bulunmadığı için kırılma ya da açılma endişesi yaşanmaz. Özel düşük profilli yapısı ve pürüzsüz yüzey özelliğiyle hasta konforunu artırmaktadır. Ricketts, Roth ve MBT seçenekleri bulunan SmartClip braketlerden bu çalışmada MBT tip ve tork değerleri taşıyanı tercih edilmiştir. Yine üretici firmanın önerileri doğrultusunda HANT (Heat Activated Nickel Titanium) (OrthoForm™ II Square Arch Form) (3M Unitek, Calif, USA) teller tercih edilmiştir.



Şekil 20: SmartClip SL3 braket seti

Maxillary					Variable Prescription Orthodontics	Rx/ System
			IN/OUT			
Tooth	Torque	Angulation	In.	mm		
Central	+22	+5	.040	1.02	HIGH	Ricketts*
Central	+22	+4	.040	1.02	HIGH MBT™	MBT™
Central	+17	+4	.040	1.02	MED	MBT
Central	+12	+3	.040	1.02	LOW	Roth*
Tooth	Torque	Angulation	In.	mm		
Lateral	+15	+9	.050	1.27	HIGH	Ricketts*
Lateral	+10	+8	.050	1.27	MED	MBT
Lateral	+5	+8	.050	1.27	LOW	Roth*
Tooth	Torque	Angulation	In.	mm		
Cuspid	-7	+8	.032	.81		MBT
Cuspid HK	-7	+8	.032	.81		MBT
Cuspid	0	+8	.032	.81	LOW	MBT/Roth*
Cuspid HK	0	+8	.032	.81	LOW	MBT/Roth*
Cuspid	+3	+8	.032	.81	MED	
Cuspid HK	+3	+8	.032	.81	MED	
Cuspid	+6	+8	.032	.81	HIGH	Ricketts*
Cuspid HK	+6	+8	.032	.81	HIGH	Ricketts*
Tooth	Torque	Angulation	In.	mm		
Bicuspid Universal	-9	0	.036	.91	LOW	
Bicuspid HK	-9	0	.036	.91	LOW	
Bicuspid Universal Offset	-9	0	.036	.91	LOW	
Bicuspid Offset HK	-9	0	.036	.91	LOW	
Bicuspid Universal	-7	0	.036	.91	MED	MBT/Roth*
Bicuspid HK	-7	0	.036	.91	MED	MBT/Roth*
Bicuspid Universal Offset	-7	0	.036	.91	MED	MBT/Roth*
Bicuspid Offset HK	-7	0	.036	.91	MED	MBT/Roth*
Bicuspid Universal	-4	0	.036	.91	HIGH	Ricketts*
Bicuspid HK	-4	0	.036	.91	HIGH	Ricketts*
Bicuspid Universal Offset	-4	0	.036	.91	HIGH	Ricketts*
Bicuspid Offset HK	-4	0	.036	.91	HIGH	Ricketts*
Tooth	Torque	Angulation	In.	mm		
1st Molar with Tie-wings	-14	10 (Distal Offset)			ALL	ALL

*3M version of this prescription.

Mandibular					Variable Prescription Orthodontics	Rx/ System
			IN/OUT			
Tooth	Torque	Angulation	In.	mm		
Anterior	-6	0	.060	1.52	LOW	MBT*
Anterior	-1	0	.060	1.52	MED	Roth*/Ricketts*
Anterior	+3	0	.060	1.52	HIGH	
Tooth	Torque	Angulation	In.	mm		
Cuspid	-6	+3	.030	.76	LOW	MBT/Roth*
Cuspid HK	-6	+3	.030	.76	LOW	MBT/Roth*
Cuspid	-3	+3	.030	.76	MED	
Cuspid HK	-3	+3	.030	.76	MED	
Cuspid	0	+3	.030	.76		MBT
Cuspid HK	0	+3	.030	.76		MBT
Cuspid	+7	+3	.030	.76	HIGH	Ricketts*
Cuspid HK	+7	+3	.030	.76	HIGH	Ricketts*
Tooth	Torque	Angulation	In.	mm		
1st Bicuspid	-12	+2	.038	.97	ALL	ALL
1st Bicuspid Offset	-12	+2	.038	.97	ALL	ALL
1st Bicuspid HK	-12	+2	.038	.97	ALL	ALL
1st Bicuspid HK Offset	-12	+2	.038	.97	ALL	ALL
Tooth	Torque	Angulation	In.	mm		
2nd Bicuspid	-17	+2	.039	.99	ALL	ALL
2nd Bicuspid Offset	-17	+2	.039	.99	ALL	ALL
2nd Bicuspid HK	-17	+2	.039	.99	ALL	ALL
2nd Bicuspid HK Offset	-17	+2	.039	.99	ALL	ALL
Tooth	Torque	Angulation	In.	mm		
1st Molar with Tie-wings	-20	0 (Distal Offset)			ALL	ALL

*3M version of this prescription.

Şekil 21. SmartClip SL3 tork ve angulasyon değerleri



Şekil 22. 3M HANT ark telleri

3.2.2. Tedavi protokolü

Kayıtları alınan hastaların braketleri alt ve üst çenede aynı seansta uygulanmıştır. Hastaların 5 haftalık kontrollerinde sırasıyla şu işlemler uygulanmıştır;

İlk seans hastaya braketleri yapıştırılmadan önce alt üst aljinat (Hydrogum 5, Zhermack) ölçüleri alınarak modelleri elde edilmiştir. Daha sonra hastaların

braketleri alt ve üst arklara aynı seansta direk olarak yapıştırılmıştır. Grup 1’de ilk tel olarak .014 inç Damon CuNiTi ark teli, grup 2’de ise .014 inç 3M HANT ark teli seçilmiştir.

5 hafta sonraki kontrolde hastalar herhangi bir kopma, ark telinde kayma veya ark telinde çıkma açısından değerlendirilmiştir.

10.haftada (T1) hastaların tekrar aljinat ölçüleri alınarak modelleri elde edilmiş ve köşeli ark tellerine geçilmiştir. Grup 2’deki hastalara .016x.025 inç HANT ark teli takılmıştır. Grup 1’de ise çapraşıklığın durumuna göre .014x.025 inç Damon CuNiTi veya .016x.025 inç Damon CuNiTi ark teli takılmıştır.

Bu ark tellerinin takılmasından 5 hafta sonra hastalar tekrar kontrole çağırılmış ve Grup 1’deki .016x.025 inç Damon CuNiTi takılamamış hastalara bu teller takılmıştır.

Hastaların 20.haftaki (T2) ziyaretlerinde ise hastaların köşeli telleri çıkartılarak tekrar aljinat ölçüleri alınmış ve modelleri elde edilmiştir.

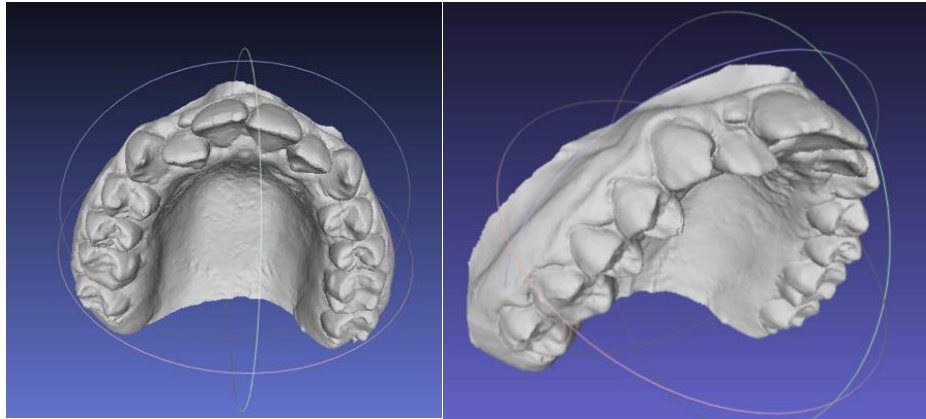
3.2.3. Dijital model analizi

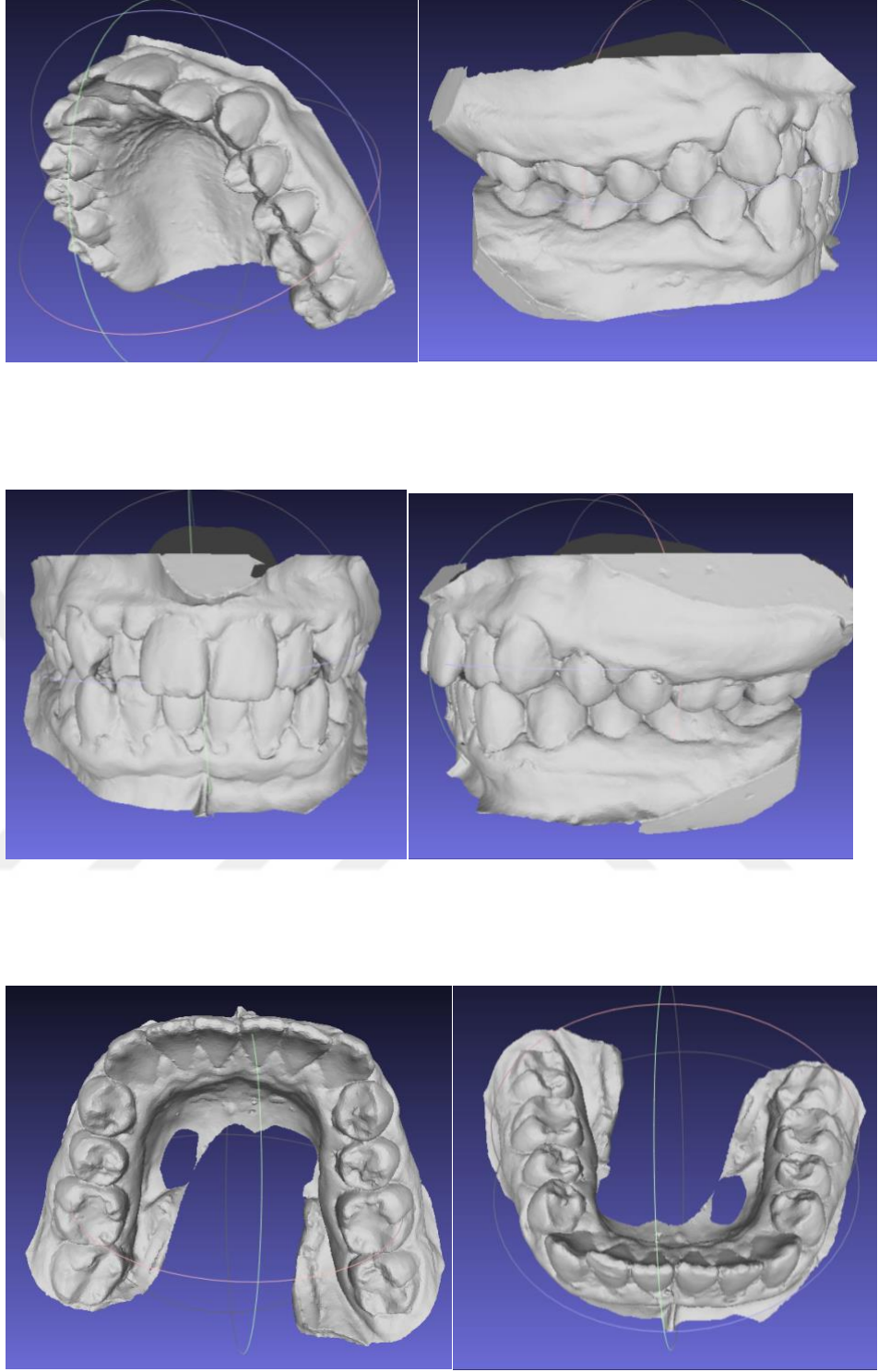
Çalışmadaki hastaların başlangıç (T0), 10.hafta (T1) ve 20.hafta (T2) alçı modelleri daha sonra arşivden çıkarılmış ve kontrol edilerek dijital model elde edilmesi için taranmaya gönderilmiştir. Hasta modellerinin taranmasında Dental Wings 7 (Dental - Wings Inc., Montreal QC, Kanada) serisi cihaz tercih edilmiştir. Bu cihazın özellikle tarama performansındaki başarısı nedeniyle son yıllarda popülerliği artmış olduğundan tercih edilmiştir. Beş serbestlik eksenli ve iki yüksek hızlı kamera ile çalışan optik kurulum, yüksek bir doğruluk derecesiyle üstün bir tarama hacmine (140 mm x 140 mm x 140 mm) erişim sağlamaktadır. Burda taranan 210 model görüntüsü ‘STL’ formatında kaydedilmiştir.



Şekil 23. Dental Wings 7 serisi model ve ölçü tarama cihazı

Oluşturulan ‘STL’ uzantılı 3 boyutlu dijital modellerin ölçümleri için Meshlab programı tercih edilmiştir. Bu program özellikle noktadan noktaya ölçümler için çok rahat bir programdır ve 3D modeli düzlemler etrafında kolayca döndürerek her açıdan rahat incelenmesini sağlamaktadır (143).





Şekil 24. Meshlab programında ‘STL’ uzantılı dijital görüntüler

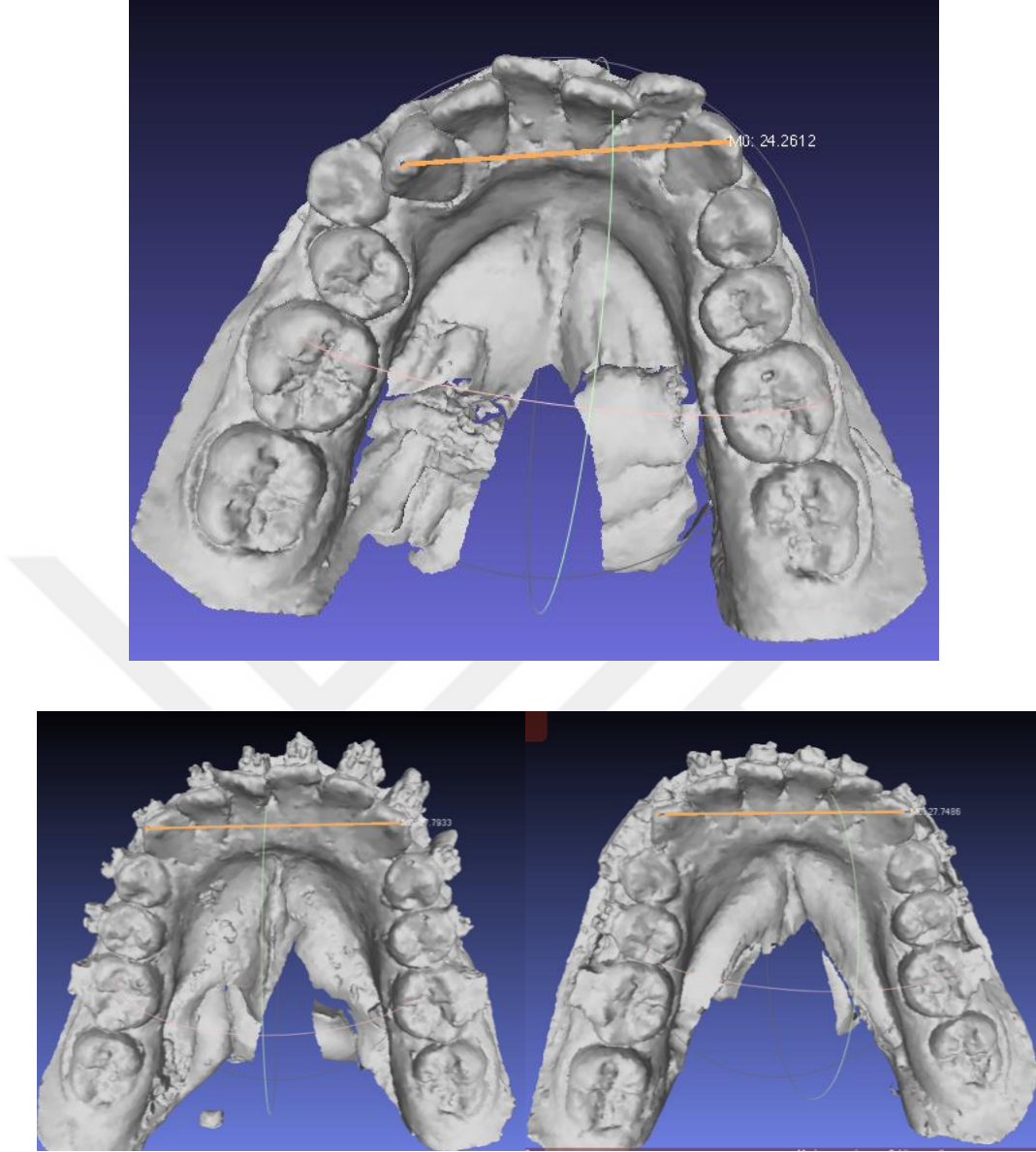
3.2.4. Dijital model analizinde yapılan ölçümler

Her iki grupta T0, T1 ve T2 dönemlerinde alınan alçı modeller üzerinde maksiller ve mandibuler interkanin ve intermolar ark genişlikleri ve irregülerite indeksleri ölçülmüştür.

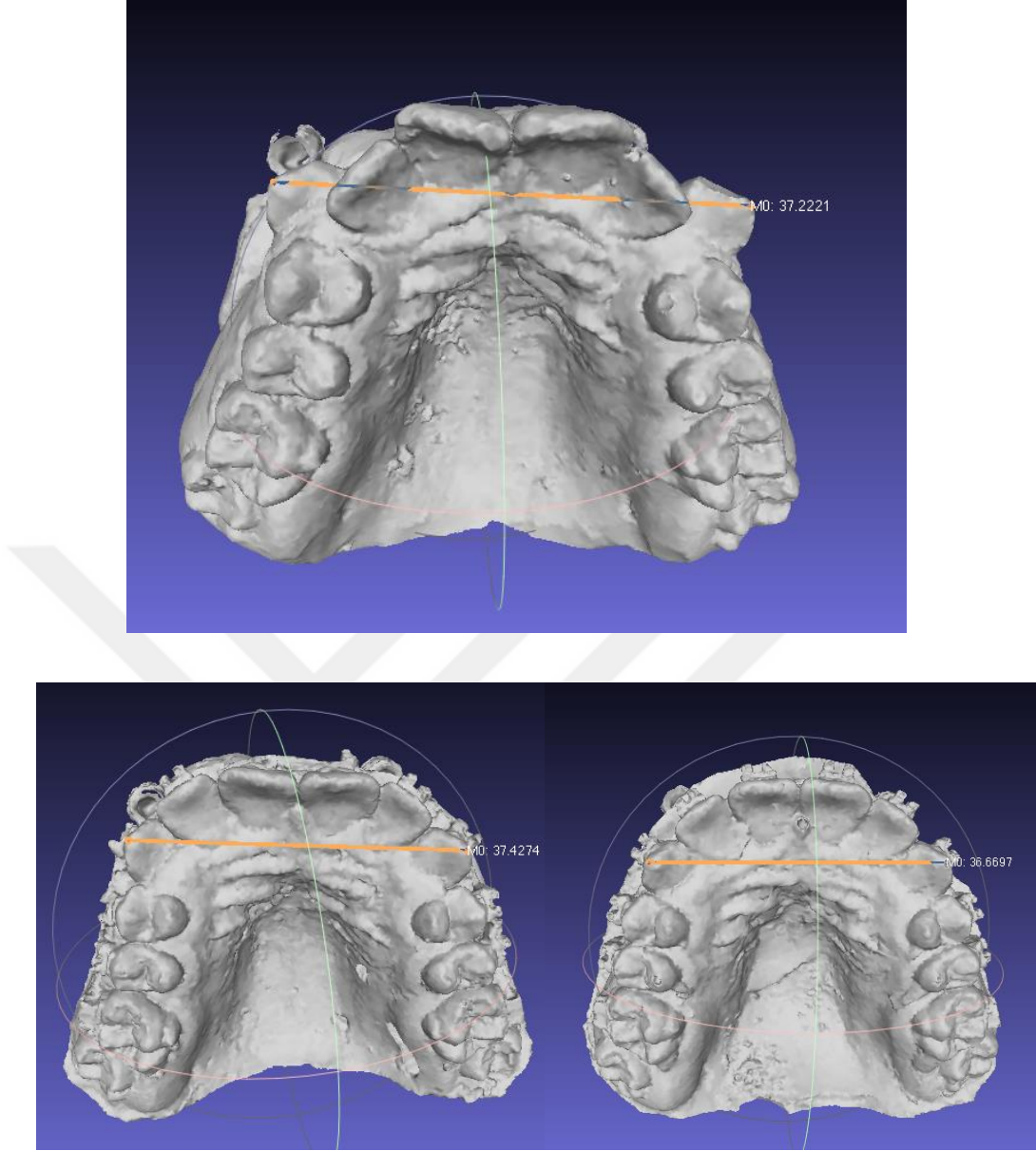
1. Kaninler arası genişlik: sağ ve sol kanin dişlerin tüberkül tepeleri arasındaki mesafe olarak ölçülmüştür.

2. Molarlar arası genişlik: sağ ve sol 1.molar dişlerin okluzal yüzeylerinin en derin ve orta noktaları arasındaki mesafe olarak alınmıştır.

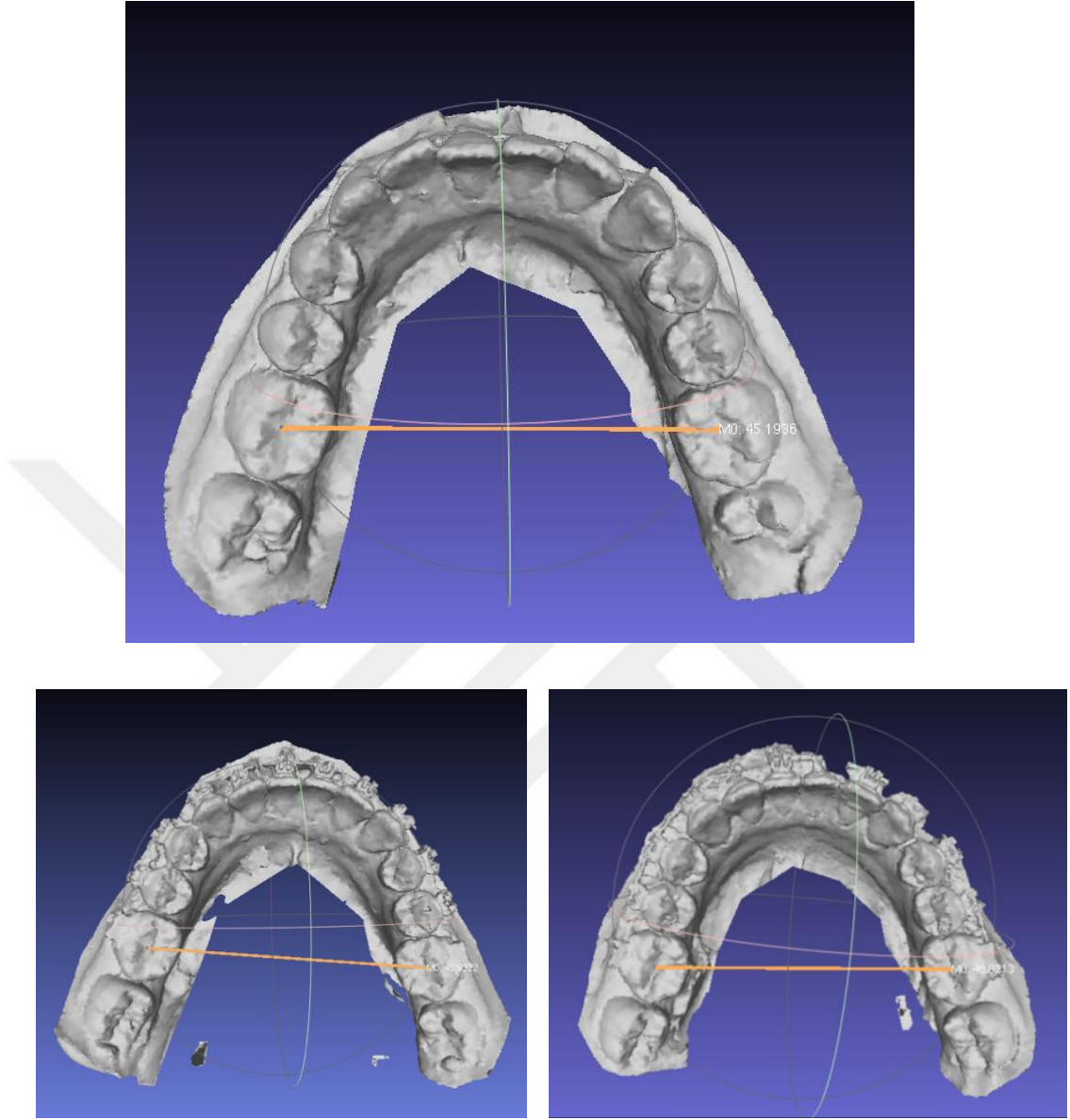
3.İrregülerite indeksi: Little'ın tanımladığı şekilde ön altı dişin kontak noktaları arasında aksiyal düzlemdeki uyumsuzluk toplamı ölçülmüştür (144).



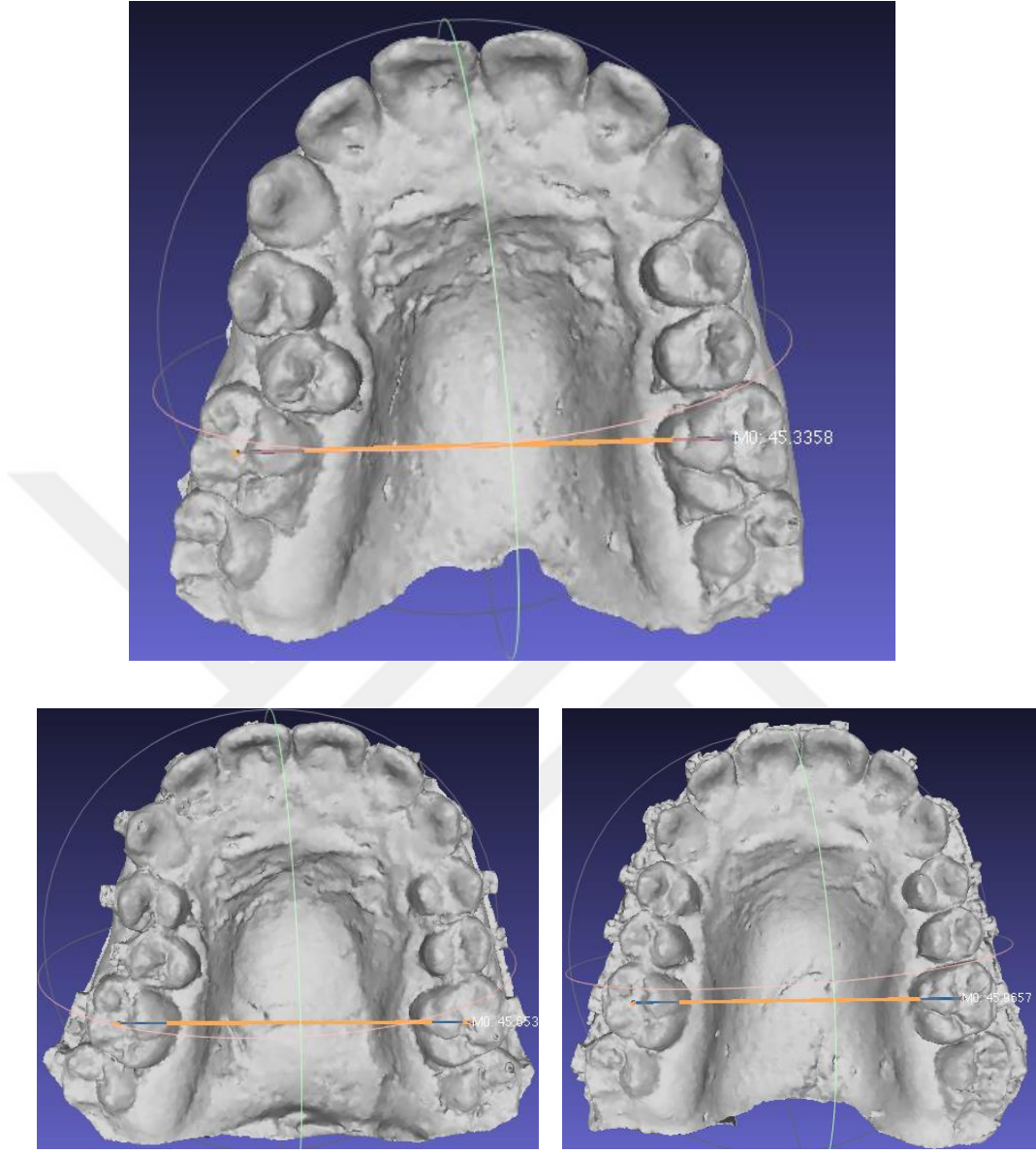
Şekil 25. Alt kaninler arası genişlik ölçümleri



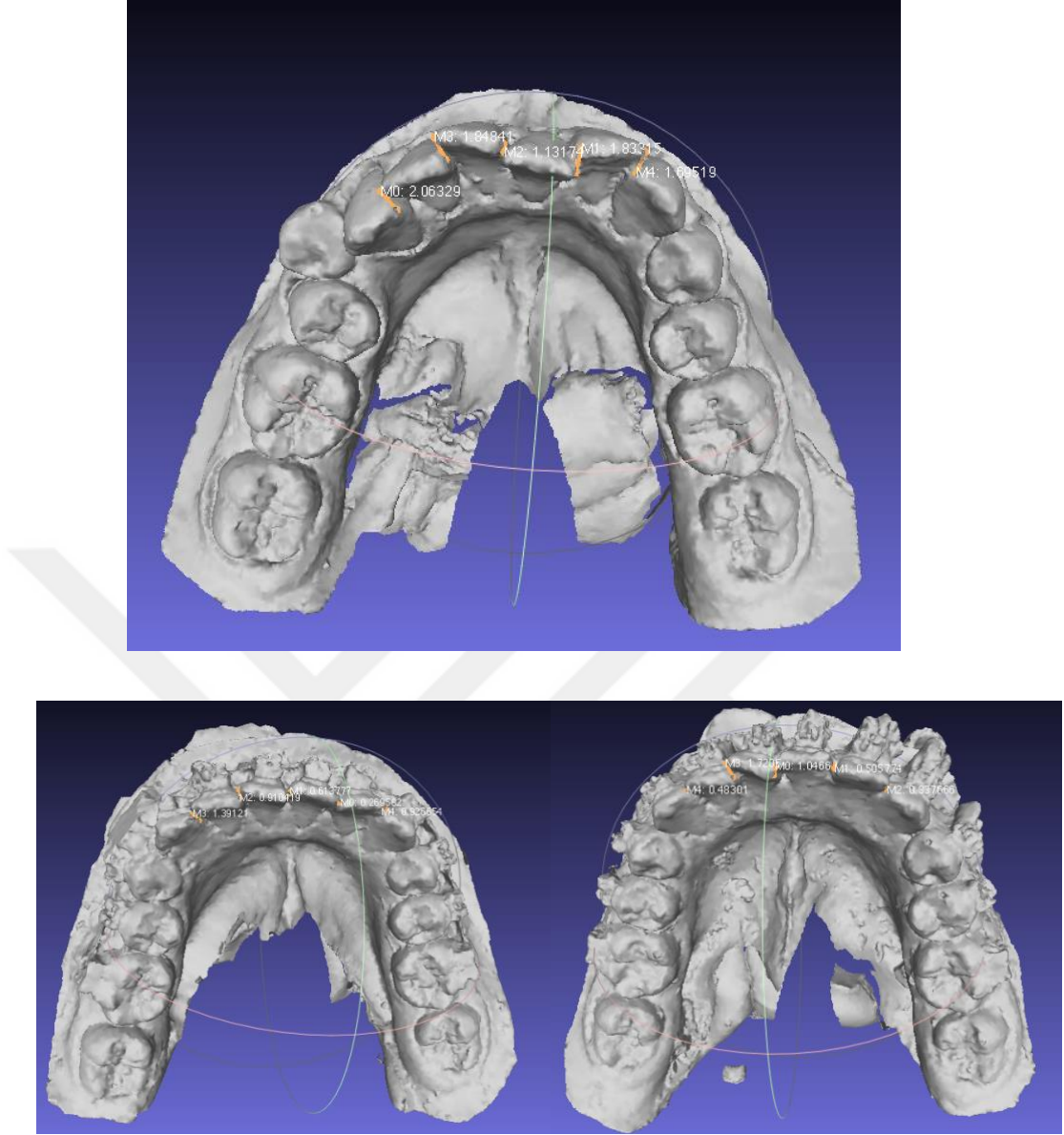
Şekil 26. Üst kaninler arası genişlik ölçümleri



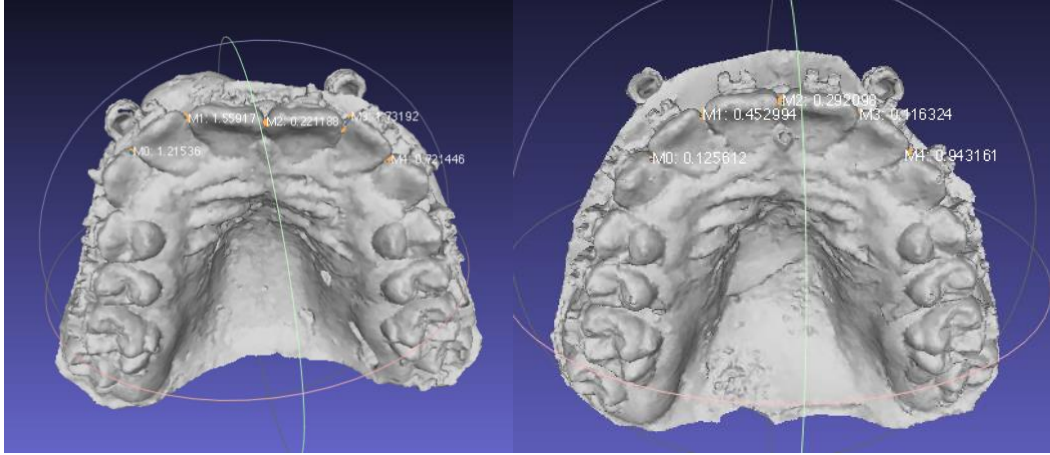
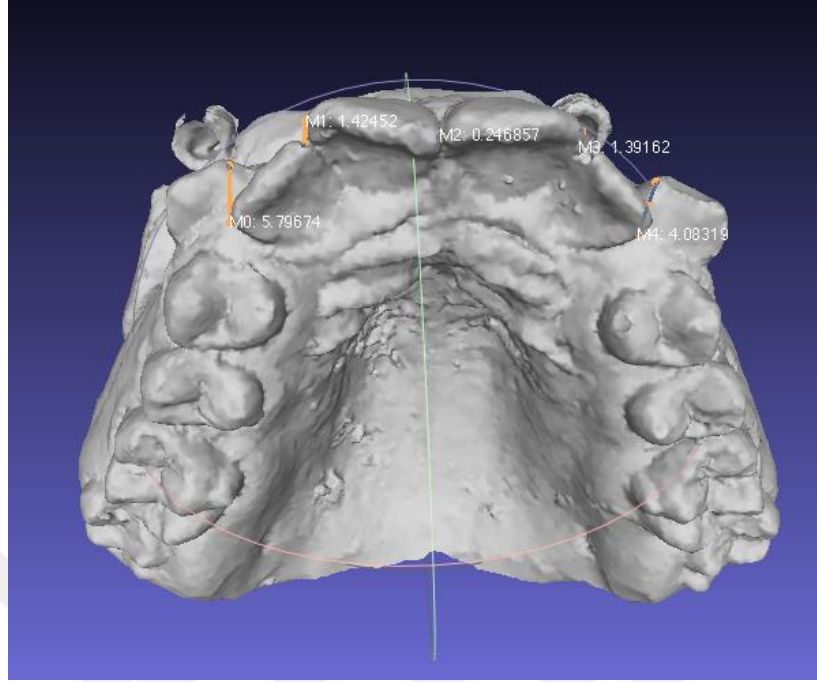
Şekil 27. Alt molarlar arası mesafe ölçümü



Şekil 28. Üst molarlar arası mesafe ölçümü



Şekil 29. Alt irregülerite indeksi ölçümü



Şekil 30. Üst irregülerite indeksi ölçümü

3.3. İstatistiksel Yöntem

Verilerin analizi IBM SPSS Statistics 17.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) paket programında yapılmıştır. Sürekli sayısal değişkenlerin dağılımının normale yakın olup olmadığı Shapiro-Wilk testi ile varyansların homojenliği ise Levene testiyle araştırıldı. Tanımlayıcı istatistikler ortalama $\pm$ standart sapma veya medyan (çeyrekler arası genişliği) şeklinde ifade edilmiştir.

Gözlemcinin intermolar genişlik, interkanin genişlik ve irregülerite indeksi açısından birinci ve ikinci ölçümleri arasındaki güvenirlik (tekrarlanabilirlik) düzeyleri Sınıfıçı korelasyon katsayısı ve %95 güven aralıkları hesaplanarak araştırılmıştır.

Damon ve Smartclip grupları arasında yaş ortalamaları yönünden farkın önemliliği Student's t testi ile kız erkek dağılımının benzer olup olmadığı ise Süreklilik Düzeltmeli Ki-Kare testiyle değerlendirilmiştir.

Gruplar arasında intermolar ve interkanin genişlik düzeyleri yönünden farkın önemliliği Student's t testiyle değerlendirilirken irregülerite indeksi açısından farkın önemliliği Mann Whitney U ile incelenmiştir. Sürekli sayısal değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon olup olmadığı Spearman'ın sıra sayıları korelasyon analizi ile araştırılmıştır.

Gruplar içerisinde izlem zamanlarına göre ortalama intermolar ve interkanin genişlik düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı değişimin olup olmadığı Wilks'in Lambda test istatistiği kullanılarak Tekrarlayan Ölçümlerde Varyans Analizi ile değerlendirilirken irregülerite indeksinin izlem zamanlarına göre istatistiksel olarak anlamlı değişim gösterip göstermediği ise Friedman testiyle incelenmiştir. Wilks' Lambda ya da Friedman test istatistiği sonuçlarının önemli bulunması halinde Bonferroni Düzeltmeli çoklu karşılaştırma ya da Wilcoxon İşaret testi kullanılarak farka neden olan izlem zamanı tespit edilmiştir.

Aksi belirtilmedikçe $p < 0,05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Ancak, olası tüm çoklu karşılaştırmalarda Tip I hatayı kontrol edebilmek için Bonferroni Düzeltmesi yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Metot Hatasının Saptanması

Her bir izlem zamanı içerisinde sırasıyla; intermolar genişlik, interkanin genişlik ve irregülite indeksinin tekrarlanabilirlik düzeyleri oldukça yüksek bulunmuştur ($p<0.001$). Başka bir ifade ile aynı gözlemci tarafından yapılan ilk ölçümlerle ikinci ölçümler arasındaki uyum düzeyi oldukça yüksek olup söz konusu klinik ölçümlerin güvenilirlik düzeylerinin de istatistiksel anlamlı olarak oldukça yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 2: İzlem zamanlarına göre klinik ölçümlerin tekrarlanabilirlik (güvenirlik) sonuçları

	Başlangıç	10.hafta	20.hafta
İntermolar genişlik	1.000 (0.998-1.000)	0.999 (0.998-1.000)	0.999 (0.997-1.000)
İnterkanin genişlik	0.999 (0.995-1.000)	0.999 (0.997-1.000)	0.998 (0.994-1.000)
İrregülerite indeksi	0.998 (0.993-1.000)	0.998 (0.993-1.000)	0.998 (0.992-1.000)

Sonuçlar Sınıf içi korelasyon katsayısı ve (%95 Güven aralığı) biçiminde gösterildi, $p<0.001$ olarak saptandı.

4.2. Demografik Özellikler

Damon ve Smartclip grupları arasında yaş ortalamaları yönünden istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p=0.172$). Gruplar arasında kız ve erkeklerin dağılımı istatistiksel olarak benzer bulunmuştur ($p>0.999$).

Tablo 3: Gruplara göre olguların demografik özellikleri

	Grup 1(Damon) (n=17)	Grup 2(SmartClip) (n=18)	p-değeri
Yaş (yıl)	14.5±2.0	13.6±1.9	0.172†
Cinsiyet			>0.999‡
Erkek	7 (%41.2)	8 (%44.4)	
Kız	10 (%58.8)	10 (%55.6)	

† Student's t testi, ‡ Süreklilik Düzeltmeli Ki-Kare testi.

4.3. İntermolar Genişlik Ölçümleri

Grup 1 içerisinde alt çenedeki intermolar genişlik ölçümleri yönünden izlem zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p<0.001$). Başlangıca göre sırasıyla; 10. ve 20. haftalardaki intermolar genişlik düzeyleri istatistiksel olarak anlamlı daha yüksek bulunmuştur ($p=0.006$ ve $p<0.001$). Ayrıca, 10. haftaya göre 20.haftadaki intermolar genişlik düzeyleri de istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ($p<0.001$).

Grup 2 içerisinde de alt çenedeki intermolar genişlik ölçümleri yönünden izlem zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p<0.001$). Başlangıca göre sırasıyla; 10. ve 20. haftalardaki intermolar genişlik düzeyleri istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0.001$ ve $p<0.001$). Ayrıca, 10. haftaya göre 20.haftadaki intermolar genişlik düzeyleri de istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0.001$).

Grup 1 ve 2 arasında sırasıyla; başlangıç, 10.hafta ve 20.hafta alt çenedeki intermolar genişlik düzeyleri açısından Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0.0083$).

Grup 1 içerisinde üst çenedeki intermolar genişlik ölçümleri yönünden izlem zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p<0.001$). Başlangıca göre sırasıyla; 10. ve 20. haftalardaki intermolar genişlik düzeyleri istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0.001$ ve $p<0.001$). Ayrıca, 10. haftaya göre 20.haftadaki intermolar genişlik düzeyleri de istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0.001$).

Grup 2 içerisinde de üst çenedeki intermolar genişlik ölçümleri yönünden izlem zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p<0.001$). Başlangıca göre sırasıyla; 10. ve 20. haftalardaki intermolar genişlik düzeyleri istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0.001$ ve $p<0.001$). Ayrıca, 10. haftaya göre 20.haftadaki intermolar genişlik düzeyleri de istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p=0.006$).

Grup 1 ve 2 arasında sırasıyla; başlangıç, 10.hafta ve 20.hafta üst çenedeki intermolar genişlik düzeyleri açısından Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0.0083$).

Tablo 4: Lokalizasyon ve braket sistemleri içerisinde izlem zamanlarına göre intermolar genişlik ölçümleri

	Başlangıç	10.hafta	20.hafta	p-değeri †
Alt çene				
Grup 1(Damon)	41.36±1.40 ^{a,b}	41.79±1.58 ^{a,c}	42.37±1.41 ^{b,c}	<0.001
Grup 2(SmartClip)	40.72±2.61 ^{a,b}	41.28±2.51 ^{a,c}	41.90±2.20 ^{b,c}	<0.001
p-değeri ‡	0.369	0.480	0.457	
Üst çene				
Grup 1(Damon)	45.84±1.88 ^{a,b}	46.25±1.77 ^{a,c}	46.72±1.67 ^{b,c}	<0.001
Grup 2(SmartClip)	45.71±2.45 ^{a,b}	46.26±2.53 ^{a,c}	46.88±2.18 ^{b,c}	<0.001
p-değeri ‡	0.863	0.987	0.807	

Veriler; ortalama ± standart sapma biçiminde gösterildi, † Braket sistemleri içerisinde izlem zamanları arasında yapılan karşılaştırmalar, Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi – Wilks’in Lambda testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p<0.0125$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, ‡ Her bir izlem zamanı içerisinde braket sistemleri arasında yapılan karşılaştırmalar, Student’s t testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p<0.0083$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, a: Başlangıç ile 10.hafta arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.01$), b: Başlangıç ile 20.hafta arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.001$), c: 10.hafta ile 20.hafta arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.01$).

Grup 1 ve 2 arasında sırasıyla; başlangıca göre 10.haftada, başlangıca göre 20.haftada ve 10.haftaya göre 20.haftada alt çenedeki intermolar genişlik ölçümlerinde meydana gelen değişim miktarları yönünden Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir ($p>0.0083$).

Grup 1 ve 2 arasında sırasıyla; başlangıca göre 10.haftada, başlangıca göre 20.haftada ve 10.haftaya göre 20.haftada üst çenedeki intermolar genişlik ölçümlerinde meydana gelen değişim miktarları yönünden de Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir ($p>0.0083$).

Tablo 5: Lokalizasyon sabit tutulduğunda izlem zamanlarına göre intermolar genişlik ölçümlerinde meydana gelen değişimin braket sistemleri açısından incelenmesi

	<i>Grup 1(Damon)</i>	<i>Grup 2(SmartClip)</i>	p-değeri †
Alt çene			
<i>10.hafta – başlangıç</i>	0.43±0.47	0.56±0.35	0.327
<i>20.hafta – başlangıç</i>	1.01±0.62	1.18±0.67	0.430
<i>20.hafta – 10.hafta</i>	0.58±0.41	0.62±0.48	0.816
Üst çene			
<i>10.hafta – başlangıç</i>	0.41±0.36	0.55±0.39	0.276
<i>20.hafta – başlangıç</i>	0.88±0.52	1.17±0.72	0.180
<i>20.hafta – 10.hafta</i>	0.46±0.42	0.62±0.71	0.455

Veriler; ortalama ± standart sapma biçiminde gösterildi, † Student's t testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0.0083$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4.4. İnterkanin Genişlik Ölçümleri

Grup 1 içerisinde alt çenedeki interkanin genişlik ölçümleri yönünden izlem zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p=0.009$). Söz konusu farka neden olan durum başlangıca göre 20. Haftadaki interkanin genişlik düzeyinin daha yüksek olmasıdır ($p=0.006$). Başlangıç ile 10.hafta ve 10.hafta ile 20.hafta arasında ise interkanin genişlik düzeyleri yönünden ise Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p=0.014$ ve $p=0.025$).

Grup 2 içerisinde de alt çenedeki interkanin genişlik ölçümleri yönünden izlem zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p < 0.001$). Başlangıca göre sırasıyla; 10. ve 20. haftalardaki interkanin genişlik düzeyleri istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p < 0.001$ ve $p < 0.001$). Ayrıca, 10. haftaya göre 20.haftadaki interkanin genişlik düzeyleri de istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p=0.009$).

Grup 1 ve 2 arasında sırasıyla; başlangıç, 10.hafta ve 20.hafta alt çenedeki interkanin genişlik düzeyleri açısından Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p > 0.0083$).

Grup 1 içerisinde üst çenedeki interkanin genişlik ölçümleri yönünden izlem zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p=0.092$).

Grup 2 içerisinde ise üst çenedeki interkanin genişlik ölçümleri yönünden izlem zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p<0.001$). Başlangıca göre sırasıyla; 10. ve 20. haftalardaki interkanin genişlik düzeyleri istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0.001$ ve $p<0.001$). Buna karşın 10.hafta ile 20.hafta arasında interkanin genişlik düzeyleri istatistiksel olarak benzer bulunmuştur ($p=0.206$).

Grup 1 ve 2 arasında sırasıyla; başlangıç, 10.hafta ve 20.hafta üst çenedeki interkanin genişlik düzeyleri açısından Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0.0083$).

Tablo 6: Lokalizasyon ve braket sistemleri içerisinde izlem zamanlarına göre interkanin genişlik ölçümleri

	Başlangıç	10.hafta	20.hafta	p-değeri †
Alt çene				
<i>Grup 1(Damon)</i>	26.74±2.37 ^a	27.62±1.79	27.94±1.86 ^a	0.009
<i>Grup 2(SmartClip)</i>	26.36±2.06 ^{a,b}	27.26±1.74 ^{b,c}	27.87±1.57 ^{a,c}	<0.001
p-değeri ‡	0.617	0.553	0.905	
Üst çene				
<i>Grup 1(Damon)</i>	36.31±1.69	36.60±1.62	36.89±1.37	0.092
<i>Grup 2(SmartClip)</i>	35.38±2.00 ^{a,b}	36.31±1.82 ^b	36.80±1.67 ^a	<0.001
p-değeri ‡	0.147	0.629	0.867	

Veriler; ortalama ± standart sapma biçiminde gösterildi, † Braket sistemleri içerisinde izlem zamanları arasında yapılan karşılaştırmalar, Tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi – Wilks’in Lambda testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p<0.0125$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, ‡ Her bir izlem zamanı içerisinde braket sistemleri arasında yapılan karşılaştırmalar, Student’s t testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p<0.0083$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, a: Başlangıç ile 20.hafta arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.01$), b: Başlangıç ile 10.hafta arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.001$), c: 10.hafta ile 20.hafta arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p=0.009$).

Grup 1 ve 2 arasında sırasıyla; başlangıca göre 10.haftada, başlangıca göre 20.haftada ve 10.haftaya göre 20.haftada alt çenedeki interkanin genişlik ölçümlerinde meydana gelen değişim miktarları yönünden Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir ($p>0.0083$).

Grup 1 ve 2 arasında sırasıyla; başlangıca göre 10.haftada, başlangıca göre 20.haftada ve 10.haftaya göre 20.haftada üst çenedeki interkanin genişlik

ölçümlerinde meydana gelen değişim miktarları yönünden de Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir ($p>0.0083$).

Tablo 7: Lokalizasyon sabit tutulduğunda izlem zamanlarına göre interkanin genişlik ölçümlerinde meydana gelen değişimin braket sistemleri açısından incelenmesi

	<i>Grup 1(Damon)</i>	<i>Grup 2(SmartClip)</i>	<i>p-değeri †</i>
Alt çene			
<i>10.hafta – başlangıç</i>	0.87±1.09	0.90±0.67	0.944
<i>20.hafta – başlangıç</i>	1.19±1.34	1.50±1.10	0.461
<i>20.hafta – 10.hafta</i>	0.32±0.44	0.61±0.74	0.176
Üst çene			
<i>10.hafta – başlangıç</i>	0.28±1.02	0.93±0.70	0.035
<i>20.hafta – başlangıç</i>	0.57±1.00	1.42±1.23	0.033
<i>20.hafta – 10.hafta</i>	0.29±0.80	0.49±1.07	0.541

Veriler; ortalama ± standart sapma biçiminde gösterildi, † Student's t testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p<0.0083$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4.5. İrregülerite İndeks Ölçümleri

Grup 1 içerisinde alt çene irregülerite indeksi yönünden izlem zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p<0.001$). Başlangıca göre sırasıyla; 10. ve 20. haftalardaki irregülerite indeksi istatistiksel anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur ($p<0.001$ ve $p<0.001$). Ayrıca, 10. haftaya göre 20.haftadaki irregülerite indeksi de istatistiksel anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur ($p<0.001$).

Grup 2 içerisinde de alt çene irregülerite indeksi yönünden izlem zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p<0.001$). Başlangıca göre sırasıyla; 10. ve 20. haftalardaki irregülerite indeksi istatistiksel anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur ($p<0.001$ ve $p<0.001$). Ayrıca, 10. haftaya göre 20.haftadaki irregülerite indeksi de istatistiksel anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur ($p<0.001$).

Grup 1 ve 2 arasında sırasıyla; başlangıç, 10.hafta ve 20.hafta alt çene irregülerite indeksi düzeyleri açısından Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0.0083$).

Grup 1 içerisinde üst çene irregülerite indeksi yönünden izlem zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p<0.001$). Başlangıca göre sırasıyla; 10. ve 20. haftalardaki irregülerite indeksi istatistiksel anlamlı olarak daha

düşük bulunmuştur ($p<0.001$ ve $p<0.001$). Ayrıca, 10. haftaya göre 20.haftadaki irregülerite indeksi de istatistiksel anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur ($p<0.001$).

Grup 2 içerisinde de üst çene irregülerite indeksi yönünden izlem zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ($p<0.001$). Başlangıca göre sırasıyla; 10. ve 20. haftalardaki irregülerite indeksi istatistiksel anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur ($p<0.001$ ve $p<0.001$). Ayrıca, 10. haftaya göre 20.haftadaki irregülerite indeksi de istatistiksel anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur ($p<0.001$).

Grup 1 ve 2 arasında sırasıyla; başlangıç, 10.hafta ve 20.hafta üst çene irregülerite indeksi düzeyleri açısından Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p>0.0083$).

Tablo 8: Lokalizasyon ve braket sistemleri içerisinde izlem zamanlarına göre irregülerite indeks düzeyleri

	Başlangıç	10.hafta	20.hafta	p-değeri †
Alt çene				
Grup 1(Damon)	8.6 (6.9-12.5) ^{a,b}	3.8 (2.5-5.2) ^{a,c}	1.2 (0.7-2.0) ^{b,c}	<0.00
				1
Grup 2(SmartClip)	8.1 (5.5-10.0) ^{a,b}	3.9 (2.2-5.3) ^{a,c}	2.0 (0.9-2.6) ^{b,c}	<0.00
				1
p-değeri ‡	0.483	0.732	0.153	
Üst çene				
Grup 1(Damon)	10.1 (9.2-14.7) ^{a,b}	5.0 (3.6-6.4) ^{a,c}	1.8 (1.3-2.8) ^{b,c}	<0.00
				1
Grup 2(SmartClip)	9.3 (6.1-14.9) ^{a,b}	3.1 (2.6-4.8) ^{a,c}	1.3 (0.6-1.8) ^{b,c}	<0.00
				1
p-değeri ‡	0.660	0.049	0.077	

Veriler; medyan (çeyrekler arası dağılım genişliği) biçiminde gösterildi, † Braket sistemleri içerisinde izlem zamanları arasında yapılan karşılaştırmalar, Friedman testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p<0.0125$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, ‡ Her bir izlem zamanı içerisinde braket sistemleri arasında yapılan karşılaştırmalar, Mann Whitney U testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p<0.0083$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, a: Başlangıç ile 10.hafta arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.001$), b: Başlangıç ile 20.hafta arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.001$), c: 10.hafta ile 20.hafta arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.001$).

Grup 1 ve 2 arasında sırasıyla; başlangıca göre 10.haftada, başlangıca göre 20.haftada ve 10.haftaya göre 20.haftada alt çenedeki irregülerite indeksinde

meydana gelen değişim miktarları yönünden Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir ($p>0.0083$).

Grup 1 ve 2 arasında sırasıyla; başlangıca göre 10.haftada, başlangıca göre 20.haftada ve 10.haftaya göre 20.haftada üst çenedeki irregülerite indeksinde meydana gelen değişim miktarları yönünden de Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir ($p>0.0083$).

Tablo 9: Lokalizasyon sabit tutulduğunda izlem zamanlarına göre irregülerite indeksinde meydana gelen değişimin braket sistemleri açısından incelenmesi

	<i>Grup 1(Damon)</i>	<i>Grup 2(SmartClip)</i>	<i>p-değeri †</i>
Alt çene			
<i>10.hafta – başlangıç</i>	-4.8 (145.4 – -3.1)	-4.2 (54.3 – -3.1)	0.287
<i>20.hafta – başlangıç</i>	-6.5 (146.4 – -5.6)	-5.8 (23.9 – -4.3)	0.134
<i>20.hafta – 10.hafta</i>	-2.4 (147.0 – -1.5)	-1.9 (144.6 – -1.0)	0.143
Üst çene			
<i>10.hafta – başlangıç</i>	-6.2 (148.4 – -4.1)	-5.4 (146.8 – -2.7)	0.935
<i>20.hafta – başlangıç</i>	-8.4 (149.4 – -5.1)	-7.0 (78.3 – -4.7)	0.807
<i>20.hafta – 10.hafta</i>	-2.4 (147.5 – -1.4)	-1.9 (144.9 – -1.4)	0.287

Veriler; medyan (çeyrekler arası dağılım genişliği) biçiminde gösterildi, † Mann Whitney U testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p<0.0083$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4.6. Ark Genişlikleri ile İrregülerite İndeksleri Arasındaki Korelasyonun Değerlendirilmesi

Olgular braket sistemlerine ayrılmadan genel olarak değerlendirildiğinde sırasıyla; başlangıç, 10.hafta ve 20.hafta alt çenedeki irregülerite indeks düzeyi ile alt çenedeki intermolar genişlik miktarı arasında Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmamıştır ($p>0.0083$).

Olgular braket sistemlerine ayrılmadan genel olarak değerlendirildiğinde sırasıyla; başlangıç, 10.hafta ve 20.hafta üst çenedeki irregülerite indeks düzeyi ile üst çenedeki intermolar genişlik miktarı arasında da Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmamıştır ($p>0.0083$).

Tablo 10: Tüm gözlemler içerisinde izlem zamanları ve lokalizasyon sabit tutulduğunda intermolar genişlik ölçümleri ile irregülerite indeksi arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik düzeyleri

	Başlangıç	10.hafta	20.hafta
Alt çene			
Korelasyon katsayısı	-0.398	-0.344	-0.182
p-değeri †	0.018	0.043	0.296
Üst çene			
Korelasyon katsayısı	-0.027	0.311	0.062
p-değeri †	0.876	0.069	0.169

† Spearman'ın sıra sayıları korelasyon testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0.0083$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Olgular braket sistemlerine ayrılmadan genel olarak değerlendirildiğinde sırasıyla; başlangıç, 10.hafta ve 20.hafta alt çenedeki irregülerite indeks düzeyi ile alt çenedeki interkanin genişlik miktarı arasında Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmamıştır ($p > 0.0083$).

Olgular braket sistemlerine ayrılmadan genel olarak değerlendirildiğinde sırasıyla; başlangıç, 10.hafta ve 20.hafta üst çenedeki irregülerite indeks düzeyi ile üst çenedeki interkanin genişlik miktarı arasında da Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmamıştır ($p > 0.0083$).

Tablo 11: Tüm gözlemler içerisinde izlem zamanları ve lokalizasyon sabit tutulduğunda interkanin genişlik ölçümleri ile irregülerite indeksi arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik düzeyleri

	Başlangıç	10.hafta	20.hafta
Alt çene			
Korelasyon katsayısı	-0.254	-0.250	0.043
p-değeri †	0.141	0.148	0.807
Üst çene			
Korelasyon katsayısı	0.122	0.211	0.238
p-değeri †	0.484	0.224	0.169

† Spearman'ın sıra sayıları korelasyon testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p < 0.0083$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Olgular braket sistemlerine ayrılmadan genel olarak değerlendirildiğinde başlangıca göre 10.haftanın sonunda, başlangıca göre 20.haftanın sonunda ve

10.haftaya göre 20.haftanın sonunda alt çenedeki irregülerite indeksinde meydana gelen değişim ile alt çenedeki intermolar genişlik ölçümlerinde meydana gelen değişim arasında Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmamıştır ($p>0.0083$).

Olgular braket sistemlerine ayrılmadan genel olarak değerlendirildiğinde başlangıca göre 10.haftanın sonunda, başlangıca göre 20.haftanın sonunda ve 10.haftaya göre 20.haftanın sonunda üst çenedeki irregülerite indeksinde meydana gelen değişim ile üst çenedeki intermolar genişlik ölçümlerinde meydana gelen değişim arasında Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmamıştır ($p>0.0083$).

Tablo 12: Tüm gözlemler içerisinde lokalizasyon sabit tutulduğunda izlem zamanlarına göre intermolar genişlik ölçümlerinde meydana gelen değişim ile irregülerite indeksindeki değişim arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik düzeyleri

	10.hafta	20.hafta	20.hafta
	Başlangıç	Başlangıç	10.hafta
Alt çene			
<i>Korelasyon katsayısı</i>	-0.007	-0.150	-0.161
<i>p-değeri †</i>	0.969	0.390	0.357
Üst çene			
<i>Korelasyon katsayısı</i>	-0.205	-0.167	-0.192
<i>p-değeri †</i>	0.239	0.339	0.269

† Spearman'ın sıra sayıları korelasyon testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p<0.0083$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Olgular braket sistemlerine ayrılmadan genel olarak değerlendirildiğinde başlangıca göre 10.haftanın sonunda alt çenedeki interkanin genişliği arttıkça irregülerite indeksi istatistiksel anlamlı olarak azalmaktadır ($r=-0.478$ ve $p=0.004$). Ayrıca, başlangıca göre 20.haftanın sonunda alt çenedeki interkanin genişliği arttıkça irregülerite indeksi de istatistiksel anlamlı olarak azalmaktadır ($r=-0.534$ ve $p<0.001$). Buna karşın 10.haftaya göre 20.haftanın sonunda alt çenedeki irregülerite indeksinde meydana gelen değişim ile alt çenedeki interkanin genişlik ölçümlerinde meydana gelen değişim arasında Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmamıştır ($r=-0.377$ ve $p=0.026$).

Olgular braket sistemlerine ayrılmadan genel olarak değerlendirildiğinde başlangıca göre 10.haftanın sonunda, başlangıca göre 20.haftanın sonunda ve 10.haftaya göre 20.haftanın sonunda üst çenedeki irregülerite indeksinde meydana gelen değişim ile üst çenedeki interkanin genişlik ölçümlerinde meydana gelen değişim arasında Bonferroni Düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmamıştır ($p>0.0083$).

Tablo 13: Tüm gözlemler içerisinde lokalizasyon sabit tutulduğunda izlem zamanlarına göre interkanin genişlik ölçümlerinde meydana gelen değişim ile irregülerite indeksindeki değişim arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik düzeyleri

	10.hafta Başlangıç	20.hafta Başlangıç	20.hafta 10.hafta
Alt çene			
<i>Korelasyon katsayısı</i>	-0.478	-0.534	-0.377
<i>p-değeri †</i>	0.004	<0.001	0.026
Üst çene			
<i>Korelasyon katsayısı</i>	-0.169	0.036	0.341
<i>p-değeri †</i>	0.333	0.836	0.045

† Spearman'ın sıra sayıları korelasyon testi, Bonferroni Düzeltmesine göre $p<0.0083$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

5. TARTIŞMA

5.1. Çalışma Amacının Tartışması

Ortodonti literatüründeki *in-vitro* ve *in-vivo* çalışmalar SLB' lerin bir çok avantajının olduğunu iddia etmektedir (3, 14). Bu avantajlardan en önemlileri düşük sürtünme etkileri, daha az plak retansiyonu sağlamaları, hekimin tedavi süresince daha kolay, hızlı ve pratik işlemler yaparak hastanın bu süreçte daha konforlu hissetmesine olanak tanımları ve daha hızlı seviyelenmenin sağlanmasıdır.

Yapılan birçok çalışmada, kendi içinde kapak dizaynındaki farklılıklarından dolayı aktif ve pasif olmak üzere ikiye ayrılan SLB' ler konvansiyonel braketlerle kıyaslanmıştır. Bunun sebebi, yapılan araştırmalara göre kapak farklılıklarının sürtünme kuvveti üzerine doğrudan etkisinin olmasıdır. Araştırmaların bir çoğu pasif kapaklı SLB 'lerin, aktif kapaklı olanlara göre daha az sürtünme etkisi olduğunu ortaya koymuştur (11, 16, 46, 66).

Pasif kapaklı braketler bağlama yöntemleri içinde en az sürtünme oluşturan braketlerdir (31), ancak pasif kapaklı braket sistemleri de kendi içerisinde farklı tasarımlara sahiptir. Damon Q braketleri, pasif kapaklı SLB'dir. Bu braket sisteminde ark telinin oluşturduğu kuvvet, ligatür tarafından absorbe edilmeden direkt olarak diş ve periodonsiyuma iletilir. Özellikle, Damon braketin tasarlayıcısı Dr. Damon'un 1990'larda bu braketler için geliştirdiği hipotez, bilim çevrelerinde popülerlik kazanmış ve çeşitli yönleri ile araştırma konusu olmuştur. Dr. Damon, kendi braket sistemini ve geniş super elastik CuNiTi ark tellerini kullanarak tedavi ettiği olgularda, çapraşıklıkın anterior dişlerin proklinasyonundan çok posterior genişleme ile çözüldüğünü ve interkanin mesafenin değişmediğini iddia etmiştir. Bu sonucu ise, düşük sürtünmenin ve hafif kuvvetlerin daha fizyolojik ve stabil diş hareketi oluşturduğu hipotezi ile açıklamıştır. Hipoteze göre doku dostu kuvvetler çevre dokularla uyumlu ve biyolojik diş hareketinin oluşmasını sağlamaktadır. Böylece orbikularis oris ve mentalis kaslarının lip bumper etkisiyle keser dişlerin anterior hareketi sınırlanmaktadır. Dental arklar keser dişlerin öne hareketinden daha çok, posterior dişlerin alveoler kemik içinde bukkale gövdesel hareketi ve alveoler

kemik rejenerasyonu oluşturması ile şekillenmektedir (29, 53). Böylece, orta ve ileri düzey anterior çapraşıklığı olan sınıf I maloklüzyona sahip olgularda çekim ihtiyaı ortadan kalkmaktadır. Dr. Damon'un ileri sürdüğü hipotez ile birlikte kapaklı braket kullanımının diş çekimine alternatif oluşturabileceği fikri sorgulanmaya başlanmıştır.

SmartClip braket sistemi ise felsefesini: maksimum çok yönlülük, orta boy ikiz braketler, hafif kuvvetler kullanımı olarak belirtmektedir. SmartClip braketinin kendi kendini bağlama mekanizması, ark teli klipse bir kuvvet uyguladığı zaman malzemenin elastik deformasyonunu sayesinde açılıp kapanan iki nitinol klipsden oluşur. Braket herhangi bir kapak ya da ek parça içermemektedir. Hareket eden kapağın olmaması bu braketlerde kapağın kırılması, kendiliğinden açılması veya plak birikmesi gibi sorunların yaşanmamasını sağlamaktadır. Üreticiler tarafından SmartClip braketler için tek gerçek kendinden bağlayıcı braketlerdir yorumu yapılmaktadır, çünkü klips otomatik olarak ark telini braket slotuna kapatır ve sabitler. Klinikte sağladığı en büyük avantaj ise gerçek ikiz tasarımı sayesinde aşırı rotasyonlu dişlerde tek kanattan bağlamaya olanak sağlamasıdır.

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, kendinden bağlamalı braketlerin tedavi etkinliğini inceleyen çeşitli çalışmalar olsa da konu üstüne tartışmanın hala devam ettiği görülmektedir. Ayrıca, retici firmalar tarafından tanıtılan yeni nesil kapaklı braketlerin tedavi etkinliğinin klinik çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir. Yapılan birçok çalışmada aktif ve pasif kapaklı braketler, aktif kapaklı ve konvansiyonel braketler, pasif kapaklı ve konvansiyonel braketler karşılaştırılmıştır. Pasif kapaklı braketlerde daha az sürtünme oluştuğu ve daha hızlı seviyelenme elde edildiği bildirilmiştir (11, 16, 46). Ancak kendi içinde tasarım açısından farklılık gösteren pasif kapaklı braketler karşılaştırılmamıştır. Bu çalışmada amaç, kliniklerde sıklıkla tercih edilen Damon Q ve SmartClip pasif kapaklı braketlerin seviyelenme etkinliklerini değerlendirmek ve meydana gelen intermolar ve interkanin mesafelerdeki artışın ortodontik dijital modeller kullanılarak karşılaştırılmasıdır.

5.2. Çalışma Yönteminin Tartışması

Çalışmamızda iki farklı braket sistemiyle, dental arklarda hafif ve orta

şiddette çapraşıklığın çekimsiz tedaviyle giderilmesi hedeflenmiş ve iskeletsel bir değişim beklenmemiştir. Bu nedenle, seçilen bireylerde iskeletsel bozukluk olmamasına dikkat edilmiştir. Çalışmamızda çekimsiz ortodontik tedavi protokolü izlenmesinin sebebi, seviyeleme sürelerinin incelenmesinde standart bir şekilde çapraşıklığın düzeltilmesine bakılmak istenmesidir.

SLB ve konvansiyonel braketleri karşılaştıran birçok çalışmada benzer yaş ve cinsiyet dağılımları olan hasta grupları seçilmiştir(83, 113, 150)

Yaş ile artan kemik maturasyonunun tedavi prognozunu etkilemesi (151-153) istenilmediğinden bizim çalışmamızda da üst sınırın 19 yaş olmasına karar verilmiştir. Çalışmamıza daimi dentisyonda 10-19 yaş aralığında, iskeletsel sagittal malokluzyonu bulunmayan, alt ve üst dental arklarında çapraşıklığa sahip bireyler dahil edilmiştir. Çalışma 20 haftalık seviyeleme dönemini kapsadığı için büyüme ile oluşacak iskeletsel değişikliklerin çalışma sonucunu etkilemeyeceği düşünülmüştür. Transversal büyümenin kısıtlı olması ve erken yaşlarda da sona erdiği bilgisi de çalışmanın güvenilirliğini pekiştirmektedir(154). Grup 1'deki hastaların yaş ortalaması 14 yıl 5 ay, grup 2'de ise 13 yıl 6 aydır. Çalışmadaki olguların yaş ortalamaları önceki çalışmalarla uyumludur (29, 83, 155) ve tedavi başlangıcında, araştırma grupları arasında yaş ortalamaları yönünden istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir.

Bizim çalışmamızda gruplar arasında olguların cinsiyet dağılımları açısından da Damon Q 7 (%41.2) erkek ve 10 (%58.8) kadın, SmartClip grubunda 8 (%44.4) erkek ve 10 (%55.6) kadın olmak üzere, istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

Bununla birlikte, iki sistemin karşılaştırıldığı araştırmanın sonuçlarında klinik sonuçlarında cinsiyet anlamlı bulunmamıştır (76). Scott ve arkadaşları randomize klinik çalışma dizaynıyla Damon 3 kapaklı braketler ile konvansiyonel Synthesis braketleri, çapraşıklık miktarı 5 ile 12 mm arasında ve alt birinci premolar çekimli tedavi gören 62 hastada mandibuler keserlerin çapraşıklık düzeltme hızları bakımından karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak braket tipinin, cinsiyetin veya yaştan diş seviyelenme hızında etkili olmadığı ancak başlangıçtaki irregülerite indeksinin etkili olduğu sonucuna varılmıştır (108).

Çalışmamızda, iki farklı pasif kapaklı braket sisteminin çekimsiz tedavi protokolüne uygun olarak tedavi edilen hastalarda seviyelenme etkinlikleri karşılaştırılmıştır.

Her iki grup için, tedavi başlangıcında (T0), 10.haftada (T1) ve 20.haftada (T2) alınmış olan kayıtlar taranarak dijital ortama aktarılmış ve değerlendirilmiştir.

Bu çalışma için seçilen braketlerin her ikisinin de pasif kapaklı olmasının sebebi kapak tasarımlarının ve braket genişliklerinin birbirinden tamamen farklı olmasıdır. Damon Q braket sisteminde braketin bukkal yüzeyden tamamen kapatıp ark teli için geniş bir slot oluşturan bir kapak tasarımı mevcuttur. Ancak SmartClip braketinde diğer hiçbir pasif kapaklı braketten bulunmayan nitinol klipsler vardır. Bu tasarım dolayısıyla yarı pasif ve yarı aktif olarak da tanımlanmaktadır. Özellikle seviyelenmenin ilk safhalarında aşırı çapraşıklık bulunan dişlerde Damon sistem gibi kapaklı braketlerde kapağın tam olarak kapatılması mümkün olmamaktadır, ancak SmartClip braketlerde bu nitinol klips tasarımı sayesinde tek kanattan bağlanma özelliği bulunmaktadır.

Çalışmada seçilen braket sistemleri en iyi etkilerini yine üretici firmaların tavsiye ettiği tel sıralamasında göstermektedirler. Bu teller ilk 10 haftalık süreçte Damon Q grubunda .014 inç Damon CuNiTi, SmartClip grubunda ise .014 inç 3M HANT'dır. Sonraki 10 haftalık süreçte ise köşeli teller tercih edilmiştir. SmartClip grubu hastalarda .016x.025 inç HANT ark teli takılmıştır. Damon grubunda ise çapraşıklığın durumuna göre .014x.025 inç Damon CuNiTi veya .016x.025 inç Damon CuNiTi ark teli takılmıştır. Pandis ve arkadaşlarının (35) 2009'da yaptıkları mandibular keser diş çapraşıklıklarının düzeltilmesinde kullanılan Copper-Niti tellerle NiTi tellerin tek bir tip SLB'e uygulanmasını içeren çalışmalarında, çapraşıklık indeksi 5mm'nin üzerinde olan durumlarda seviyelenme için kullanılan Copper-NiTi teller ile NiTi teller arasında anlamlı bir fark olmamasından dolayı biz de çalışmamızda firma önerilerinin dışına çıkmak istemeyerek aynı teller yerine birbirine benzer özellik gösteren bu telleri seçmiş bulunmaktayız. Bu seçiminin sonuçta anlamlı bir fark yaratmayacağını düşünmekteyiz. Ayrıca farklı kalınlıktaki tellerin kullanılmasının doğurabileceği problemlerin önüne geçilmesi ve tüm hastalara aynı süreler boyunca benzer boyutlardaki tellerin kullanılması da

standardizasyon açısından uygun görülmüştür.

Seçilen OrthoForm II Kare ark formu geniş anterior segment ve lingual kavisli distal segmente sahiptir. Bu form aynı zamanda anatomik form olarak da adlandırılmaktadır. Firmanın diğer ark seçeneklerinde; OrthoForm I Konik ark formu dar oval ark formu hastalarda endike olup özellikle dişeti çekilmesi olan erişkin hastalarda önerilmektedir, OrthoForm III Ovoid ark formu ise özellikle tedavi sonrası relaps riski yüksek olan hastalarda bitim aşamalarında kullanılması önerilen bir teldir (156).

Pandis ve ark. Damon ve In-Ovation braketleri seviyeleme etkinliği yönünden karşılaştırdığı çalışmalarında, araştırma süresini ‘çapraşıklık çözülene kadar’ şeklinde sınırlandırmışlardır. Çapraşıklığın düzeldiği seans göz önüne alınarak hangi braketin kaç günde etkili olduğu değerlendirilmiştir(89). Yine benzer şekilde Damon ve Microarch braketler arasında genişleme miktarlarını değerlendiren bir başka çalışma da değerlendirme aralığını başlangıçtan ‘mandibuler 6 anterior dişin seviyelemesi bitene kadar’ şeklinde belirlenmiştir (53). Ancak hastaların ayda 1 gün randevuya gelmesi sebebiyle çapraşıklığın gerçekte ne zaman düzeldiğini bilmek imkansızdır. Biz çalışmamızda bu ikilemi yaşamamak adına, ortodontik tedaviden bir kesit alarak bu süre zarfında tedavi etkinliğini değerlendirmek istedik.

Literatürde belirli zaman aralığındaki seviyeleme ve genişletme etkinliğini değerlendiren çok sayıda çalışmalar mevcuttur. Miles ve ark. çapraşıklık indeksi kullanarak değerlendirme yaptıkları çalışmalarında 10 hafta süreyle .014 inç CuNiTi ve takiben yine 10 hafta süreyle de .014x.025 inç CuNiTi ark tellerini uygulamışlardır (87). Franchi ve ark. Step braketlerde .014 inç ve .016 inç NiTi ark tellerinin üst çenede interkanin, interpremolar ve intermolar genişliklerde oluşturduğu değişimleri değerlendirebilmek için 6 ay süreyi yeterli görmüşlerdir(157). Ong ve arkadaşları, .014 inç ve .014x.025 inç CuNiTi ark telleri kullanarak yaptıkları çalışmalarında 20. haftanın sonunda genişletme değerlendirmesi yapmışlardır(81). Biz de bu bilgiler ışığında çalışmamızı 20 haftalık süre içinde yapmayı uygun gördük.

Birden fazla diş hekiminin uygulama yaptığı araştırmalar çalışmanın

güvenilirliğini etkileyebilmektedir (87). Ayrıca diş hekimlerinin arasındaki deneyim ve uygulama kabiliyeti de çalışma sonuçlarını etkilemektedir. Eberting ve ark.'nın (76) yaptığı farklı üniversitelerde yapılan aynı çalışmanın farklı sonuçlar ortaya koyduğu görülmüştür. Ayrıca, klinik ortamda yürütülen çalışmalarda birden fazla operatörün olması durumunda araştırma sonuçlarını karşılaştırmak daha zor olabilmektedir (74, 76, 83). Bizim çalışmamızda farklı hekimler tarafından tedavi edilen hastalar dahil edilmiştir ancak bu hekimlerin hepsi aynı klinikte eğitim görmüş kişiler olduğundan farklılığın minimum düzeyde olduğu düşünülmektedir.

Tecco ve arkadaşları (3) Damon 3MX ve Victory MBT braketlerinin çekimsiz vakalarda maksiller ark genişliklerinde oluşturduğu değişiklikleri değerlendirdikleri çalışma için en az 2 mm irregülerite indeksini hasta seçiminde kriter olarak almışlardır.

Pandis ve arkadaşları (102) da Damon 2 ve konvansiyonel edgewise (Microarch) braketlerinin, alt kesici çapraşıklığı üzerindeki etkilerini belirlemek için irregülerite indeksi 2 mm'nin üzerinde olan çekimsiz vakalar üzerinde çalışmışlardır. Alt çenede irregülerite indeksinin ortalamasını 5.43 mm olarak belirlemişlerdir.

Pandis ve arkadaşlarının (89), maksiller anterior çapraşıklığı çözme etkinliği açısından aktif (In-Ovation R) ve pasif kapaklı (Damon MX) SLB'leri karşılaştırdıkları çalışmalarında irregülerite indeksinin ortalaması 7.5 mm'dir. Bu çalışmada irregülerite indeksinin ortalaması ise alt çenede 8,35 mm ve üst çenede 9,7 mm'dir.

Yapılan çalışmaları incelediğimizde çapraşıklık indeksini ağız içerisinden direk ölçümle alan çalışmaların yanı sıra alçı model üzerinden veya da dijital model üzerinden hesaplama yapan çalışmalar da mevcuttur(81, 84, 87).

Ortodontik model analizini alçı ve dijital modelleme yöntemleri ile kıyaslayan çalışmalarda, dijital modellerin ortodontik kayıt materyali olarak başarıyla kullanılabileceği, güvenilir ve tekrarlanabilir olduğu söylenmektedir (123, 129, 141).

Whetten ve arkadaşları (149) tedavi planlamasında dijital modellerin iyi bir

alternatif olduğunu, Redmond (133) da model kayıtlarının kaybolmaması ve zarar görmemesi açısından dijital modellerin kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Sousa ve arkadaşları (158) da dijital modeller üzerinde yapılan ark genişliği ve uzunluğu ölçümlerinin tekrarlanabilirliğini, alçı modeller üzerinde yapılan ölçümlerle benzer bulmuştur ve lineer ölçümlerde dijital modellerin güvenilir olduğunu göstermişlerdir. Bell ve arkadaşları (159) da dijital modeller ve alçı modeller üzerinde yapılan lineer ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır.

Kusnoto ve Evans (160), dijital modellerin alçı modellere göre yükseklik ve genişlik ölçümlerinde daha güvenilir fakat derinlik ile ilgili ölçümlerde daha az güvenilir olduğu sonucunu bulmuşlardır.

Erdoğan ve arkadaşları 30 hasta modeli üzerinde yaptıkları çalışma sonucunda alçı modeller üzerinde yapılan ölçümleri, dijital modeller üzerinde yapılan ölçümlere göre daha büyük bulmuşlardır. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunsa da klinik olarak bu küçük farkların önemli olmadığı vurgulanmıştır (161). Aynı zamanda Proffit’de diş boyutu ölçümlerindeki farkın 1,5 mm’den daha az olmasının anlamlı olmadığını belirtmiştir (162). Asquith ve ark. çalışmalarında dijital model ve alçı modeller üzerinde yapılan ölçümler arasındaki farkın 0,5 mm’den az olduğunu ve klinik olarak bu farkın önemli olmadığı bildirilmiştir (128).

Çalışmamızda ki ölçümler dijital ve model ölçümleri açısından karşılaştırılmamıştır. Çünkü yapılan çalışmalarda uzunluk ve genişlik ölçümlerinin dijital ölçümlerde güvenilir sonuçlar verdiği gösterilmiştir. Bu yüzden çalışmamızda dental ark üzerindeki etkileri değerlendiren ölçümler için dijital modeller kullanılmıştır.

Little, irregülerite indeksini mandibuler anterior bölgedeki dişlerin kendi anatomik kontak noktaları ile komşu anatomik kontak noktaları arasında kalan mesafenin doğrusal ölçümlerinin toplamı şeklinde tanımlamaktadır (144). Çapraşıklık tedavisinin etkinliğini değerlendiren birçok çalışmada Little’ın irregülerite indeksi kullanılmaktadır (53, 81, 84, 87).

Pandis ve Miles Damon 2 braketlerin etkinliklerini değerlendirmek için

yaptıkları çalışmalarda her iki araştırmacı da Little'ın irregülerite indeks ölçümünü tercih etmişlerdir (53, 87). Fleming ve arkadaşları da SmartClip braketlerin konvansiyonel braketlere göre etkinliklerini değerlendirdikleri araştırmada aynı ölçümü kullanmışlardır (84)

Genişleme miktarlarını değerlendirmek amacıyla alt ve üst çene kanin ve 1. büyük azı dişleri esas alınarak ölçümler yapılmıştır. Sağ ve sol köpek dişlerinin tüberkül tepe noktaları ve büyük azı dişlerinin okluzal yüzeylerinin en derin ve orta noktaları alınmıştır. Literatüre baktığımızda birçok çalışmada bizim çalışmamız ile benzer ölçümlerin yapıldığı görülmektedir (54, 93, 96, 155, 163).

Vajaria ve Al-Sanea yaptıkları çalışmalarda transversal değişiklikleri değerlendirmek için yaptıkları ölçümlerde kanin dişlerin tüberkül tepeleri ve molar dişlerin okluzal yüzeylerinin en derin noktaları referans olarak seçilmiştir (54) (163). Fleming ise molarlar arası mesafe ölçümünde meziobukkal tüberküllerin tepe noktalarını tercih etmiştir (155).

5.3. Bulguların Tartışması

Sınıf I maloklüzyonların diş çekimsiz tedavilerinde boşluk kapatma gibi bir işlem olmadığı için, total tedavi süresini etkileyen aşamanın başlangıç seviyeleme aşaması olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle birçok çalışmada braketlerin başlangıç seviyeleme etkinliği incelenmiştir (52, 81, 87, 164, 165).

Bu çalışmada, başlangıç seviyeleme etkinliği T0-T1-T2 zamanları karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Hastaların braketleme öncesi kayıtları taranarak dijital ortama aktarılmıştır. Üretici firmaların önerisiyle Damon grubunda .014 inç CuNiTi ve SmartClip grubunda .014 inç HANT teller başlangıç seviyelenmesi için 10 hafta süresince dental arklarda tutulmuştur. Bu sürenin sonunda (T1) hastalardan alınan ölçülerden alçı modeller elde edilerek dijital ortama aktarılmıştır. Daha sonra hastalarda Damon grubunda sırasıyla .014x.025 inç CuNiTi ve .016x.025 inç CuNiTi ve SmartClip grubunda .016x.025 inç HANT ark telleri 10 hafta süreyle takılmıştır. Bu sürenin sonunda da (T2) hastalardan alınan ölçülerden alçı modeller elde edilerek dijital ortama aktarılmıştır.

Çalışmamızda, üst çenede gruplar arası T0 irregülerite indeks ortalamaları karşılaştırıldığında, Damon grubu için değerlerin daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. T1 dönemi ve T2 dönemi irregülerite indeksi Damon grubunda daha fazla azalma göstermiştir ancak gruplar arası düşüş miktarı ortalamaları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Alt çenede ise, T0 irregülerite indeks değerleri sırasıyla Damon grubu ve SmartClip grubunda benzer olduğu görülmektedir ve gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. T1 ve T2 dönemi irregülerite indeksinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşüş olduğu izlenmektedir. Damon grubunda daha fazla düşüş görülmüştür ancak gruplar arası düşüş miktarı ortalamaları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Sonuçlar hem Damon grubunun hem de SmartClip grubunun kesici dişler çapraşıklığının etkin bir biçimde azalttığı yönündedir.

Benzer bir çalışmada, Scott ve ark. Damon3 ve konvansiyonel Synthesis (Ormco, Glendora, Calif.) braketlerinin alt keser dişlerini seviyeleme etkinliğini karşılaştırmıştır (83). Başlangıç ortalama irregülerite indeks değerleri Synthesis grubunda Damon grubuna göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Başlangıç seviyeleme aşaması tamamlandıktan sonra T1 zamanında günlük seviyelenme miktarını Sythesis grubu için 0,135 mm/gün, Damon grubu için 0,119 mm/gün olarak ölçmüşlerdir. Sonuç olarak başlangıç keser çapraşıklığındaki azalmanın braket tipi ile değil, başlangıç çapraşıklık miktarı ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Miles ve ark. SmartClip ve konvansiyonel braketleri arasında alt keser dişlerin seviyelenme etkinliğini karşılaştırmak için 58 hastalı bir çalışma yürütmüşlerdir. 20 haftalık bu çalışma sonunda SmartClip braketlerin irregüleriteyi azaltmada konvansiyonel braketlere göre herhangi bir üstünlüğü görülmemiştir (88).

Fleming ve ark. SmartClip pasif kapaklı braketler ile konvansiyonel Victory ikiz braketlerin alt çene çapraşıklığını çözme üzerine etkilerini 3 boyutlu modelleme ile (vertikal ve horizontal düzlemde) araştırmıştır (84). Braketlemeden 8 hafta sonra

yapılan değerlendirmede, iki grup arasında seviyelenme etkinliği açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Sonuçta, braket tipinin seviyelenme hızını etkilemediği, başlangıç çapraşıklık miktarının seviyelenme miktarı ile orantılı olduğu bildirilmiştir.

Çalışmamızda ise gruplar arası başlangıç irregülerite indeks değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

Birçok alışma apraşıklıkla karakterize maloklüzyonların tedavisinde aktif bir distalizasyon kuvveti yoksa ve çekimli tedavi protokolü uygulanmıyorsa molarlar arası mesafe artışı ile çapraşıklığın özöldüğünü ortaya koymuştur (53, 155, 166).

Gilbert (167), hafif ve orta dereceli Sınıf I apraşıklık vakalarında Damon 2 ve konvansiyonel MBT braketlerini aynı ark tellerini kullanarak, tedavi başı ve sonunda alt kaninler ve molarlar arasındaki mesafelerdeki artışta iki grup arasında bir fark olmadığını göstermiştir. Scott ve arkadaşları (83) da alt çenede Damon 3 ve konvansiyonel braketlerin (Synthesis) etkinliklerini aynı ark tellerini kullanarak karşılaştırmış ve alt kaninler ve molarlar arasındaki mesafenin artışında gruplar arasında fark bulamamışlardır.

Damon MX ve konvansiyonel Microarch braketlerin, alt çenede molarlar arası genişlik üzerindeki etkilerini değerlendiren Pandis ve arkadaşları (164) alışmalarında aynı ark telleri uygulanan iki grup arasında, seviyeleme döneminin sonunda, modeller üzerinde yapılan molarlar ve kaninler arası ölçümler bakımından herhangi bir fark bulamamışlardır.

Damon 2 braketler ile konvansiyonel Microarch braketlerini karşılaştıran Pandis ve arkadaşları (53), her sistem için kendi ark tellerini kullanmış ve alt kaninler arası mesafenin iki grupta da arttığını ancak gruplar arasındaki farkın anlamsız olduğunu göstermişlerdir. Alt molarlar arası mesafenin ise Damon grubunda istatistiksel olarak önemli ölçüde daha fazla arttığını bildirmişlerdir.

SmartClip, Damon ve konvansiyonel braketlerini alt çenede aynı ark tellerini kullanarak karşılaştıran doktora tez çalışmasında alt kaninler ve molarlar arasındaki mesafenin artışında gruplar arası anlamlı bir fark bulunmamıştır (168).

Bizim çalışmamızda alt kaninler arası mesafede iki grupta da artış saptanmış ve gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ancak artış SmartClip grubunda daha fazla bulunmuştur. Alt molarlar arası mesafede de SmartClip grubunda daha fazla artış olmuştur ancak istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

Damon 3MX ile Victory MBT braketlerinin, kendi ark telleri ile kullanıldığı Tecco ve arkadaşları'nın çalışmasında 12. ayın sonunda üst çenede kaninler arası ve molarlar arası mesafelerin iki grupta da arttığı ancak iki grup arasında anlamlı bir fark bulunamadığı bildirilmiştir (3).

Her gruba kendine özgü ark telleri uygulanarak, Damon braketleri ile konvansiyonel Edgewise braketlerini karşılaştıran bir başka çalışmada tedavi sonunda iki grupta da üst kaninler ve birinci molarlar arası transversal mesafelerde artış bildirilmiştir. Ancak üst molarlar arası mesafedeki artış sadece Damon grubunda önemli olup, gruplar arasındaki fark da anlamlı bulunmuştur (54).

Vajaria ve diğerleri Damon sistem ile tedavi edilmiş 27 birey ile konvansiyonel Edgewise braket sistemleriyle tedavi edilmiş 16 bireyi keser pozisyonları ve dental transvers boyutlardaki değişimler bakımından 3 boyutlu karşılaştırmışlardır. Tedavi sonunda Damon grubunda alt ve üst interkanin, interpremolar ve intermolar genişliklerde artış saptanmıştır. İki grup arasında maksiller intermolar genişlikte farklılık anlamlı bulunmuştur (54).

Bizim çalışmamızda Tecco ve arkadaşlarının (3) sonuçlarıyla uyumlu olarak üst çenede kaninler arası ve molarlar arası mesafelerde iki grupta da artış bulunmuş fakat gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak kaninler arası mesafe artışı SmartClip grubunda Damon grubun göre daha fazla bulunmuştur.

Çalışmamızın limitasyonları arasında hastaları tek bir hekimin tedavi etmemesi, hastalarda farklı ark tellerinin kullanılmış olması, sadece belirli bir süre aralığının değerlendirmiş olması ve tedavi sonu bitim kriterlerinin değerlendirilmemiş olması sayılabilir. Ayrıca hastalarda meydana gelen intermolar genişlemenin dental mi iskeletsel mi olduğu değerlendirilememiştir. Seviyelenme sırasında meydana gelen keser proklinasyonunun değerlendirilebilmesi için de

herhangi bir sefalometrik film analizi yapılamamıştır.

5.4. Klinik Yorumlar ve Öneriler

Bu çalışmada Damon Q ve SmartClip SL3 braketler ile 20 haftalık süreçte arklarda tatmin edici sonuçlar elde edilmiştir. İki grup karşılaştırıldığında, elde edilen sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıkmasa da yapılan ölçümlerde bazı farklılıklar bulunmaktadır. İnterkanin genişlik ölçümleri incelendiğinde SmartClip SL3 grubunda üst çenede hem 10.haftada hem de 20.haftada daha belirgin bir artış görülmüştür. İntermolar genişlik ölçümlerinde ise fark çok az bulunmuştur.

Klinik olarak braket sistemleri arasındaki farkın önemi hangi braketin daha önce çapraşıklığı düzeltereğidir. Çalışmamızdaki süre içerisinde Damon Q grubunda irregülerite indeksinde meydana gelen azalma daha fazla olmuştur. Özellikle SmartClip SL3 braket üreticileri bu braketten bulunan tek slot bağlama özelliğinin büyük fark yarattığını savunmaktadırlar. Ancak çalışmamızın sonuçlarına baktığımızda klinik olarak bu özelliğin bir fark yaratmadığı görülmektedir.

Klinik bir gözlem olarak SmartClip SL3 braketler daha rahat ark telinin bağlanması ve geniş tasarımlı braketler sayesinde daha rahat braket konumlandırılması avantajlarına sahip olsa da özellikle alt çene keser dişlerde braketler arası mesafenin azalmasıyla bu avantajlarının pek önemi kalmamaktadır. Aynı zamanda kullanılan teller kalınlaştıkça telin braket içerisine yerleştirilmesi ve çıkartılması sırasında hastalarda belirgin bir rahatsızlık ve ağrıya sebebiyet vermiştir.

Damon Q braketler ise bütün dişler için oldukça küçük profillidir. Bu braketler özellikle alt çene keser dişlerde avantaj yaratsa da üst çene keser dişlerde doğru konumlandırmada zorluk yaratmaktadır. Rutin olarak bu braketleri kullanmayan birinin, Damon Q braketlerini doğru konumlandırabilmesi için çok dikkatli olması gerekmektedir. Damon Q braketlerinin kapak yapısı özellikle rotasyonlu dişlerde ark telinin tam olarak braket içerisine yerleştirilip kapağın tam olarak kapatılamaması klinik olarak bir dezavantaj yaratsa da ortaya çıkan sonuçlar değerlendirildiğinde bu durumun aslında bir dezavantaj yaratmadığını söyleyebiliriz.

6. SONUÇ

Anterior çapraşıklığın çözümlenmesinde iki farklı SLB sisteminin etkinliklerini değerlendirmek, meydana gelen intermolar ve interkanin ark genişliğindeki artışın ortodontik dijital modeller kullanılarak karşılaştırılan çalışmamızda aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmıştır;

1. Alt çene intermolar genişlik ölçümlerinde her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır. Ancak iki grup arasında herhangi bir fark görülmemiştir.
2. Üst çene intermolar genişlik ölçümlerinde her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır. Ancak iki grup arasında herhangi bir fark görülmemiştir.
3. Alt çene interkanin genişlik ölçümlerinde her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır. Ancak iki grup arasında herhangi bir fark görülmemiştir.
4. Üst çene interkanin genişlik ölçümlerinde Damon Q grubunda anlamlı bir artış görülmezken, SmartClip grubunda ise istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmıştır. Ancak aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.
5. Alt çene irregülerite indeks ölçümlerinde her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı bir azalma saptanmıştır. Ancak iki grup arasında herhangi bir fark görülmemiştir.
6. Üst çene irregülerite indeks ölçümlerinde her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı bir azalma saptanmıştır. Ancak iki grup arasında herhangi bir fark görülmemiştir.
7. Sonuçta her iki braket de 20 hafta sonunda benzer seviyelenme etkinliği göstermiştir.

7. KAYNAKLAR

1. Rossouw, P.E., *Friction: an overview*, in *Seminars in Orthodontics*. 2003, Elsevier. p. 218-222.
2. Henao, S.P. and R.P. Kusy, *Evaluation of the frictional resistance of conventional and self-ligating bracket designs using standardized archwires and dental typodonts*. The Angle Orthodontist, 2004. **74**(2): p. 202-211.
3. Tecco, S., et al., *Friction of conventional and self-ligating brackets using a 10 bracket model*. The Angle Orthodontist, 2005. **75**(6): p. 1041-1045.
4. Keim, R., *'s corner: orthodontic megatrends*. J Clin Orthod, 2005. **39**: p. 345-6.
5. Berger, J.L. *The SPEED system: an overview of the appliance and clinical performance*. in *Seminars in Orthodontics*. 2008. Elsevier.
6. Blake, M., D. Woodside, and M. Pharoah, *A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with the edgewise and Speed appliances*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 1995. **108**(1): p. 76-84.
7. Graber, T., R. Vanarsdall, and K. Vig, *Current Principles and Techniques in Orthodontics*. St. Louis: Mosby-Year Book, 1994.
8. Vaden, J.L., J. Dale, and H. Klontz, *The Tweed-Merrifield edgewise appliance: philosophy, diagnosis and treatment*. Orthodontics—current principles and techniques. St Louis: Mosby Year Book Inc, 1994: p. 627-84.
9. Stoner, M.M. and J.T. Lindquist, *The edgewise appliance today*, in *Current orthodontic concepts and techniques*. 1969, WB Saunders Company, Philadelphia.
10. Andrews, L.F., *Straight wire: the concept and appliance*. 1989: LA Wells Company.
11. Shivapuja, P.K. and J. Berger, *A comparative study of conventional ligation and self-ligation bracket systems*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 1994. **106**(5): p. 472-480.
12. Bednar, J.R. and G.W. Gruendeman, *The influence of bracket design on moment production during axial rotation*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 1993. **104**(3): p. 254-261.
13. Begg, P.R. and P.C. Kesling, *Begg orthodontic theory and technique*. 1977: WB Saunders Company.

14. Hain, M., A. Dhopatkar, and P. Rock, *A comparison of different ligation methods on friction*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2006. **130**(5): p. 666-670.
15. Taloumis, L.J., et al., *Force decay and deformation of orthodontic elastomeric ligatures*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 1997. **111**(1): p. 1-11.
16. Sims, A., et al., *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*. The European Journal of Orthodontics, 1993. **15**(5): p. 377-385.
17. Thomas, S., M. Sherriff, and D. Birnie, *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*. The European Journal of Orthodontics, 1998. **20**(5): p. 589-596.
18. Stolzenberg, J., *The Russell attachment and its improved advantages*. International Journal of Orthodontia and Dentistry for Children, 1935. **21**(9): p. 837-840.
19. Harradine, N., *Self-ligating brackets: where are we now?* Journal of Orthodontics, 2003.
20. Harradine, N. *The history and development of self-ligating brackets*. in *Seminars in Orthodontics*. 2008. Elsevier.
21. Zreagat, M. and R. Hassan, *Self-Ligating Brackets: An Overview*, in *Principles in Contemporary Orthodontics*. 2011, InTech.
22. Wildman, A., et al., *Round table—the Edgelok bracket*. J Clin Orthod, 1972. **6**(11): p. 613-23.
23. Hanson, G.H., *The SPEED system: a report on the development of a new edgewise appliance*. American journal of orthodontics, 1980. **78**(3): p. 243-265.
24. Berger, J.L., *The influence of the SPEED bracket's self-ligating design on force levels in tooth movement: a comparative in vitro study*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 1990. **97**(3): p. 219-228.
25. Berger, J.L., *The SPEED appliance: a 14-year update on this unique self-ligating orthodontic mechanism*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 1994. **105**(3): p. 217-223.
26. Shah, A., *SELF-LIGATING BRACKETS: PAST, PRESENT & FUTURE OF ORTHODONTICS*. JOURNAL OF DENTAL SCIENCES. **2**(1).

27. Harradine, N.W. and D.J. Birnie, *The clinical use of Activa self-ligating brackets*. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics, 1996. **109**(3): p. 319-328.
28. Valant, J.R. *Time: a self-ligating interactive bracket system*. in *Seminars in Orthodontics*. 2008. Elsevier.
29. Damon, D.H., *The Damon low-friction bracket; a biologically compatible straight-wire system*. J Clin Orthod, 1998. **32**: p. 670-680.
30. Harradine, N.W., *Self-ligating brackets and treatment efficiency*. Orthodontics & Craniofacial Research, 2001. **4**(4): p. 220-227.
31. Birnie, D. *The Damon passive self-ligating appliance system*. in *Seminars in Orthodontics*. 2008. Elsevier.
32. Harradine, N. and D. Birnie, *Self ligating brackets: Theory and Practice*. Excellence in orthodontics, 2006: p. 197-222.
33. Alpern, M.C. *Gaining control with self-ligation*. in *Seminars in Orthodontics*. 2008. Elsevier.
34. Trevisi, H. and F. Bergstrand. *The SmartClip self-ligating appliance system*. in *Seminars in Orthodontics*. 2008. Elsevier.
35. Eliades, T. and N. Pandis, *Self-ligation in orthodontics*. 2009: John Wiley & Sons.
36. *Unitek™ Gemini SL Self Ligating Brackets*. May 27, 2018); Available from: http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_EU/orthodontics_EU/Unitek/products/sl/gemini-sl/
- .
37. *Victory Series™ Active Self-Ligating Brackets | 3M United States*. Available from: https://www.3m.com/3M/en_US/company-us/all-3m-products/~Victory-Series-Active-Self-Ligating-Brackets/?N=5002385+3293080770&rt=rud
- .
38. Loftus, B.P., et al., *Evaluation of friction during sliding tooth movement in various bracket-arch wire combinations*. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics, 1999. **116**(3): p. 336-345.
39. Damon, D., *Treatment of the face with biocompatible orthodontics*. Orthodontics: current principles and techniques, 2005: p. 753-833.

40. Roth, R., A. Sapunar, and R. Frantz, *The In-Ovation bracket for fully adjusted appliances*. Orthodontics: Current Principles and Techniques. Saint Louis, MO, Elsevier, 2005: p. 833-853.
41. Damon, D., *The rationale, evolution and clinical application of the self-ligating bracket*. Clinical orthodontics and research, 1998. **1**(1): p. 52-61.
42. Kim, T.-K., K.-D. Kim, and S.-H. Baek, *Comparison of frictional forces during the initial leveling stage in various combinations of self-ligating brackets and archwires with a custom-designed typodont system*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2008. **133**(2): p. 187. e15-187. e24.
43. Griffiths, H.S., M. Sherriff, and A.J. Ireland, *Resistance to sliding with 3 types of elastomeric modules*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2005. **127**(6): p. 670-675.
44. Khambay, B., D. Millett, and S. McHugh, *Evaluation of methods of archwire ligation on frictional resistance*. The European Journal of Orthodontics, 2004. **26**(3): p. 327-332.
45. Henao, S.P. and R.P. Kusy, *Frictional evaluations of dental typodont models using four self-ligating designs and a conventional design*. The Angle Orthodontist, 2005. **75**(1): p. 75-85.
46. Pizzoni, L., G. Ravnholt, and B. Melsen, *Frictional forces related to self-ligating brackets*. The European Journal of Orthodontics, 1998. **20**(3): p. 283-291.
47. Budd, S., J. Daskalogiannakis, and B.D. Tompson, *A study of the frictional characteristics of four commercially available self-ligating bracket systems*. The European Journal of Orthodontics, 2008. **30**(6): p. 645-653.
48. Paduano, S., et al., *Time efficiency of self-ligating vs conventional brackets in orthodontics: effect of appliances and ligating systems*. Progress in orthodontics, 2008. **9**(2): p. 74-80.
49. Forsberg, C.-M., et al., *Ligature wires and elastomeric rings: two methods of ligation, and their association with microbial colonization of Streptococcus mutans and lactobacilli*. The European Journal of Orthodontics, 1991. **13**(5): p. 416-420.
50. Chen, S.S.-H., et al., *Systematic review of self-ligating brackets*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2010. **137**(6): p. 726. e1-726. e18.
51. Woodside, D., J. Berger, and G. Hanson, *Self-ligation orthodontics with the SPEED appliance*. Orthodontics: current principles and techniques. St. Louis, MO, Elsevier Mosby, 2005: p. 717-752.

52. DiBiase, A.T., et al., *Duration of treatment and occlusal outcome using Damon3 self-ligated and conventional orthodontic bracket systems in extraction patients: a prospective randomized clinical trial*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2011. **139**(2): p. e111-e116.
53. Pandis, N., A. Polychronopoulou, and T. Eliades, *Self-ligating vs conventional brackets in the treatment of mandibular crowding: a prospective clinical trial of treatment duration and dental effects*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2007. **132**(2): p. 208-215.
54. Vajaria, R., et al., *Evaluation of incisor position and dental transverse dimensional changes using the Damon system*. The Angle Orthodontist, 2011. **81**(4): p. 647-652.
55. Keim, R.G., et al., *2008 JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures*. Age (years), 2008. **2002**(1996): p. 1990.
56. Önçağ, G., E. Yetkiner, and E.N. Mutlu, *Türkiye'deki Ortodonti Uzmanlarının Sabit Aparey Kullanımı: Anket Çalışması*. Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi. **32**(2): p. 83-89.
57. Read-Ward, G., S. Jones, and E. Davies, *A comparison of self-ligating and conventional orthodontic bracket systems*. British journal of orthodontics, 1997. **24**(4): p. 309-317.
58. Tosun, Y., *Sabit ortodontik apareylerin biyomekanik prensipleri*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi, 1999: p. 6-7.
59. Mendes, K. and P.E. Rossouw. *Friction: validation of manufacturer's claim*. in *Seminars in orthodontics*. 2003. Elsevier.
60. Biyomekanik, T.Y.S.O.A., *Prensipleri*. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 1999.
61. Kusy, R.P. and J.Q. Whitley, *Influence of archwire and bracket dimensions on sliding mechanics: derivations and determinations of the critical contact angles for binding*. The European Journal of Orthodontics, 1999. **21**(2): p. 199-208.
62. Redlich, M., et al., *In vitro study of frictional forces during sliding mechanics of "reduced-friction" brackets*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2003. **124**(1): p. 69-73.
63. Schumacher, H., C. Bourauel, and D. Drescher, *The effect of the ligature on the friction between bracket and arch*. Fortschritte der Kieferorthopädie, 1990. **51**(2): p. 106-116.

64. Frank, C.A. and R.J. Nikolai, *A comparative study of frictional resistances between orthodontic bracket and arch wire*. American Journal of Orthodontics, 1980. **78**(6): p. 593-609.
65. Bednar, J.R., G.W. Gruendeman, and J.L. Sandrik, *A comparative study of frictional forces between orthodontic brackets and arch wires*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 1991. **100**(6): p. 513-522.
66. Thorstenson, G.A. and R.P. Kusy, *Comparison of resistance to sliding between different self-ligating brackets with second-order angulation in the dry and saliva states*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2002. **121**(5): p. 472-482.
67. Pandis, N., et al., *Forces exerted by conventional and self-ligating brackets during simulated first-and second-order corrections*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2008. **133**(5): p. 738-742.
68. Cacciafesta, V., et al., *Evaluation of friction of stainless steel and esthetic self-ligating brackets in various bracket-archwire combinations*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2003. **124**(4): p. 395-402.
69. Oliver, C.L., J. Daskalogiannakis, and B.D. Thompson, *Archwire depth is a significant parameter in the frictional resistance of active and interactive, but not passive, self-ligating brackets*. The Angle Orthodontist, 2011. **81**(6): p. 1036-1044.
70. Heo, W. and S.-H. Baek, *Friction properties according to vertical and horizontal tooth displacement and bracket type during initial leveling and alignment*. The Angle Orthodontist, 2011. **81**(4): p. 653-661.
71. Mezomo, M., et al., *Maxillary canine retraction with self-ligating and conventional brackets: A randomized clinical trial*. The Angle Orthodontist, 2011. **81**(2): p. 292-297.
72. Maijer, R. and D.C. Smith, *Time savings with self-ligating brackets*. Journal of clinical orthodontics: JCO, 1990. **24**(1): p. 29-31.
73. Voudouris, J.C., *Interactive edgewise mechanisms: form and function comparison with conventional edgewise brackets*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 1997. **111**(2): p. 119-140.
74. Turnbull, N.R. and D.J. Birnie, *Treatment efficiency of conventional vs self-ligating brackets: effects of archwire size and material*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2007. **131**(3): p. 395-399.
75. Rinchuse, D.J. and P.G. Miles, *Self-ligating brackets: present and future*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2007. **132**(2): p. 216-222.

76. Eberting, J.J., S.R. Straja, and O.C. Tuncay, *Treatment time, outcome, and patient satisfaction comparisons of Damon and conventional brackets*. Orthodontics & Craniofacial Research, 2001. **4**(4): p. 228-234.
77. Hamilton, R., M.S. Goonewardene, and K. Murray, *Comparison of active self-ligating brackets and conventional pre-adjusted brackets*. Australian orthodontic journal, 2008. **24**(2): p. 102.
78. Fleming, P.S. and A. Johal, *Self-ligating brackets in orthodontics: a systematic review*. Angle Orthodontist, 2010. **80**(3): p. 575-584.
79. Ehsani, S., et al., *Frictional resistance in self-ligating orthodontic brackets and conventionally ligated brackets: a systematic review*. The Angle Orthodontist, 2009. **79**(3): p. 592-601.
80. Crawford, N.L., et al., *Physical properties of conventional and Super Slick elastomeric ligatures after intraoral use*. The Angle Orthodontist, 2010. **80**(1): p. 175-181.
81. Ong, E., et al., *Efficiency of self-ligating vs conventionally ligated brackets during initial alignment*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2010. **138**(2): p. 138. e1-138. e7.
82. Ollivere, P., *Treatment efficiency of self-ligating brackets*. Orthodontic Update, 2012. **5**(1): p. 15-19.
83. Scott, P., et al., *Alignment efficiency of Damon3 self-ligating and conventional orthodontic bracket systems: a randomized clinical trial*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2008. **134**(4): p. 470. e1-470. e8.
84. Fleming, P.S., et al., *Efficiency of mandibular arch alignment with 2 preadjusted edgewise appliances*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2009. **135**(5): p. 597-602.
85. Miles, P.G., *Self-ligating vs conventional twin brackets during en-masse space closure with sliding mechanics*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2007. **132**(2): p. 223-225.
86. Koenig, H.A. and C.J. Burstone, *Force systems from an ideal arch—large deflection considerations*. The Angle Orthodontist, 1989. **59**(1): p. 11-16.
87. Miles, P.G., R.J. Weyant, and L. Rustveld, *A clinical trial of Damon 2™ vs conventional twin brackets during initial alignment*. The Angle Orthodontist, 2006. **76**(3): p. 480-485.
88. Miles, P.G., *SmartClip versus conventional twin brackets for initial alignment: is there a difference?* Australian orthodontic journal, 2005. **21**(2): p. 123.

89. Pandis, N., A. Polychronopoulou, and T. Eliades, *Active or passive self-ligating brackets? A randomized controlled trial of comparative efficiency in resolving maxillary anterior crowding in adolescents*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2010. **137**(1): p. 12. e1-12. e6.
90. Burrow, S.J., *Canine retraction rate with self-ligating brackets vs conventional edgewise brackets*. The Angle Orthodontist, 2010. **80**(4): p. 626-633.
91. Burke, S.P., et al., *A meta-analysis of mandibular intercanine width in treatment and postretention*. The Angle Orthodontist, 1998. **68**(1): p. 53-60.
92. Mills, J., *The long-term results of the proclination of lower incisors*. British dental journal, 1966. **120**(8): p. 355-363.
93. Cattaneo, P., et al., *Transversal maxillary dento-alveolar changes in patients treated with active and passive self-ligating brackets: a randomized clinical trial using CBCT-scans and digital models*. Orthodontics & craniofacial research, 2011. **14**(4): p. 222-233.
94. Paventy, J.L., *A CBCT evaluation of posterior facial alveolar bone in non-extraction treatment using the Damon system*. 2010, University of Oklahoma.
95. Yi-li, Y., et al., *A comparison of rapid palatal expansion and Damon appliance on non-extraction correction of dental crowding*. Shanghai Journal of Stomatology, 2008. **17**(3).
96. Mikulencak, D.M., *A comparison of maxillary arch width and molar tipping changes between rapid maxillary expansion and fixed appliances vs. the damon system*. 2006, Saint Louis University.
97. Huang, Y., et al., *Numeric modeling of torque capabilities of self-ligating and conventional brackets*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2009. **136**(5): p. 638-643.
98. M ORTH, R., *The influence of maxillary incisor inclination on arch length*. British journal of orthodontics, 1999. **26**: p. 97-102.
99. Gioka, C. and T. Eliades, *Materials-induced variation in the torque expression of preadjusted appliances*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2004. **125**(3): p. 323-328.
100. Badawi, H.M., et al., *Torque expression of self-ligating brackets*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2008. **133**(5): p. 721-728.
101. Garino, F. and L. Favero, *Control of tooth movements with the Speed system*. Progress in orthodontics, 2003. **4**(1): p. 23-30.

102. Pandis, N., S. Strigou, and T. Eliades, *Maxillary incisor torque with conventional and self-ligating brackets: a prospective clinical trial*. Orthodontics & craniofacial research, 2006. **9**(4): p. 193-198.
103. Fansa, M., et al., *The leveling effectiveness of self-ligating and conventional brackets for complex tooth malalignments*. Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie, 2009. **70**(4): p. 285-296.
104. Patel, V., *Non-completion of active orthodontic treatment*. British journal of orthodontics, 1992. **19**(1): p. 47-54.
105. Reitan, K., *Selecting forces in orthodontics*. Eur Orthod Soc Trans, 1956. **32**: p. 108-126.
106. Petersen, A., et al., *Force Decay of Elastomeric Ligatures: Influence on Unloading Force Compared to Self-Ligation*. The Angle Orthodontist, 2009. **79**(5): p. 934-938.
107. Matarese, G., et al., *Evaluation of frictional forces during dental alignment: an experimental model with 3 nonleveled brackets*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2008. **133**(5): p. 708-715.
108. Scott, P., et al., *Perception of discomfort during initial orthodontic tooth alignment using a self-ligating or conventional bracket system: a randomized clinical trial*. The European Journal of Orthodontics, 2008. **30**(3): p. 227-232.
109. Fleming, P., et al., *Pain experience during initial alignment with a self-ligating and a conventional fixed orthodontic appliance system: a randomized controlled clinical trial*. The Angle Orthodontist, 2009. **79**(1): p. 46-50.
110. Pringle, A.M., et al., *Prospective randomized clinical trial to compare pain levels associated with 2 orthodontic fixed bracket systems*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2009. **136**(2): p. 160-167.
111. Tagawa, D., *The Damon system vs. conventional appliances: a comparative study*. Clin Impressions, 2006. **15**(1): p. 4-9.
112. Yamaguchi, M., et al., *The Damon System and release of substance P in gingival crevicular fluid during orthodontic tooth movement in adults*. World Journal of Orthodontics, 2009. **10**(2).
113. Atik, E. and S. Cığır, *An assessment of conventional and self-ligating brackets in Class I maxillary constriction patients*. Angle Orthodontist, 2014. **84**(4): p. 615-622.
114. Gorelick, L., A.M. Geiger, and A.J. Gwinnett, *Incidence of white spot formation after bonding and banding*. American Journal of Orthodontics, 1982. **81**(2): p. 93-98.

115. Geiger, A., J. Gorelick, and A. Gwinnett, *Bond failure rates of facial and lingual attachments*. Journal of clinical orthodontics: JCO, 1983. **17**(3): p. 165-169.
116. Marsh, P.D., *Are dental diseases examples of ecological catastrophes?* Microbiology, 2003. **149**(2): p. 279-294.
117. Naranjo, A.A., et al., *Changes in the subgingival microbiota and periodontal parameters before and 3 months after bracket placement*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2006. **130**(3): p. 275. e17-275. e22.
118. Fournier, A., L. Payant, and R. Bouclin, *Adherence of Streptococcus mutans to orthodontic brackets*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 1998. **114**(4): p. 414-417.
119. Pandis, N., et al., *Periodontal condition of the mandibular anterior dentition in patients with conventional and self-ligating brackets*. Orthodontics & craniofacial research, 2008. **11**(4): p. 211-215.
120. Pellegrini, P., et al., *Plaque retention by self-ligating vs elastomeric orthodontic brackets: quantitative comparison of oral bacteria and detection with adenosine triphosphate-driven bioluminescence*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2009. **135**(4): p. 426. e1-426. e9.
121. Park, J.H., et al., *Influence of Ligation Methods on Plaque Accumulation and White Spots Formation around Orthodontic Brackets*. J Dent Oral Disord Ther, 2014. **2**(1): p. 6.
122. Han, U.K., et al., *Consistency of orthodontic treatment decisions relative to diagnostic records*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 1991. **100**(3): p. 212-219.
123. Rheude, B., et al., *An evaluation of the use of digital study models in orthodontic diagnosis and treatment planning*. The Angle Orthodontist, 2005. **75**(3): p. 300-304.
124. Wiechmann, D., et al., *Customized brackets and archwires for lingual orthodontic treatment*. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics, 2003. **124**(5): p. 593-599.
125. Hilliard, J.K., *Automated method for producing improved orthodontic aligners*. 2006, Google Patents.
126. Gateno, J., et al., *Clinical feasibility of computer-aided surgical simulation (CASS) in the treatment of complex cranio-maxillofacial deformities*. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2007. **65**(4): p. 728-734.

127. Cousley, R.R. and M.J. Turner, *Digital model planning and computerized fabrication of orthognathic surgery wafers*. Journal of orthodontics, 2014. **41**(1): p. 38-45.
128. Asquith, J. and G. McIntyre, *Dental arch relationships on three-dimensional digital study models and conventional plaster study models for patients with unilateral cleft lip and palate*. The Cleft Palate-Craniofacial Journal, 2012. **49**(5): p. 530-534.
129. Quimby, M.L., et al., *The accuracy and reliability of measurements made on computer-based digital models*. The Angle Orthodontist, 2004. **74**(3): p. 298-303.
130. Peluso, M.J., et al. *Digital models: an introduction*. in *Seminars in Orthodontics*. 2004. Elsevier.
131. Scholz, R., *Indefinite storage of orthodontic records*. Journal of clinical orthodontics: JCO, 1988. **22**(11): p. 734-735.
132. Keim, R., et al., *JCO orthodontic practice study. Part 2. Practice success*. J Clin Orthod, 2009. **43**(11): p. 699-707.
133. Redmond, W.R., *Digital models: a new diagnostic tool*. Journal of clinical orthodontics: JCO, 2001. **35**(6): p. 386-387.
134. Martin, C.B., et al., *Orthodontic scanners: what's available?* Journal of orthodontics, 2015. **42**(2): p. 136-143.
135. Bailey, E., et al., *Predicting tooth-size discrepancy: A new formula utilizing revised landmarks and 3-dimensional laser scanning technology*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2013. **143**(4): p. 574-585.
136. Halazonetis, D.J., *Acquisition of 3-dimensional shapes from images*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2001. **119**(5): p. 556-560.
137. Jacobs, S.G., *Radiographic localization of unerupted maxillary anterior teeth using the vertical tube shift technique: the history and application of the method with some case reports*. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics, 1999. **116**(4): p. 415-423.
138. Mullen, S.R., et al., *Accuracy of space analysis with emodels and plaster models*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2007. **132**(3): p. 346-352.
139. Tomassetti, J.J., et al., *A comparison of 3 computerized Bolton tooth-size analyses with a commonly used method*. The Angle Orthodontist, 2001. **71**(5): p. 351-357.

140. Stevens, D.R., et al., *Validity, reliability, and reproducibility of plaster vs digital study models: comparison of peer assessment rating and Bolton analysis and their constituent measurements*. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics, 2006. **129**(6): p. 794-803.
141. Zilberman, O., J. Huggare, and K.A. Parikakis, *Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models*. The Angle Orthodontist, 2003. **73**(3): p. 301-306.
142. Okunami, T.R., et al., *Assessing the American Board of Orthodontics objective grading system: digital vs plaster dental casts*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2007. **131**(1): p. 51-56.
143. *MeshLab*. May 27, 2018); Available from: <http://www.meshlab.net/>.
144. Little, R.M., *The irregularity index: a quantitative score of mandibular anterior alignment*. American Journal of Orthodontics, 1975. **68**(5): p. 554-563.
145. Songra, G., et al., *Comparative assessment of alignment efficiency and space closure of active and passive self-ligating vs conventional appliances in adolescents: a single-center randomized controlled trial*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2014. **145**(5): p. 569-578.
146. Marshall, S.D., et al., *Self-ligating bracket claims*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2010. **138**(2): p. 128-131.
147. Miles, P. and E. Fisher, *Assessment of the changes in arch perimeter and irregularity in the mandibular arch during initial alignment with the AcceleDent Aura appliance vs no appliance in adolescents: a single-blind randomized clinical trial*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2016. **150**(6): p. 928-936.
148. Krishnan, M., S. Kalathil, and K.M. Abraham, *Comparative evaluation of frictional forces in active and passive self-ligating brackets with various archwire alloys*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2009. **136**(5): p. 675-682.
149. Whetten, J.L., et al., *Variations in orthodontic treatment planning decisions of Class II patients between virtual 3-dimensional models and traditional plaster study models*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2006. **130**(4): p. 485-491.
150. TOROĞLU, M.S. and C. GEZE, *Kapaklı Braketlerle Sabit Fonksiyonel Ortodontik Tedavi Uygulamaları*. Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences Special Topics, 2013. **4**(2): p. 35-42.

151. Melsen, B., *Palatal growth studied on human autopsy material: a histologic microradiographic study*. American journal of Orthodontics, 1975. **68**(1): p. 42-54.
152. Bell, R.A., *A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age*. American journal of orthodontics, 1982. **81**(1): p. 32-37.
153. Hicks, E.P., *Slow maxillary expansion: a clinical study of the skeletal versus dental response to low-magnitude force*. American Journal of Orthodontics, 1978. **73**(2): p. 121-141.
154. Gill, D., et al., *The management of transverse maxillary deficiency*. Dental update, 2004. **31**(9): p. 516-523.
155. Fleming, P.S., et al., *Comparison of mandibular arch changes during alignment and leveling with 2 preadjusted edgewise appliances*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2009. **136**(3): p. 340-347.
156. OrthoForm™ Arch Form Selection. Available from: http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_WW/unitek/home/solutions/archwire/orthoform/.
157. Franchi, L., et al., *Maxillary arch changes during leveling and aligning with fixed appliances and low-friction ligatures*. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics, 2006. **130**(1): p. 88-91.
158. Sousa, M.V.S., et al., *Accuracy and reproducibility of 3-dimensional digital model measurements*. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics, 2012. **142**(2): p. 269-273.
159. Bell, A., A. Ayoub, and P. Siebert, *Assessment of the accuracy of a three-dimensional imaging system for archiving dental study models*. Journal of orthodontics, 2003.
160. Kusnoto, B. and C.A. Evans, *Reliability of a 3D surface laser scanner for orthodontic applications*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2002. **122**(4): p. 342-348.
161. Ertan Erdiñç, A.M., S. Doğan, and B. Dinçer, *Dijital Modellerde Güvenirlilik*. Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi. **29**(2): p. 99-103.
162. Proffit, W. and H. Fields, *Contemporary Orthodontics St Louis: Ed Mosby*. 2000, Inc.
163. Al-Sanea, J.A., *Evaluation of dental arch form changes in cases treated with Damon™ arch forms*. 2008: University of Illinois at Chicago.

164. Pandis, N., et al., *Comparative assessment of conventional and self-ligating appliances on the effect of mandibular intermolar distance in adolescent nonextraction patients: a single-center randomized controlled trial*. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics, 2011. **140**(3): p. e99-e105.
165. Pandis, N., et al., *Initial orthodontic alignment effectiveness with self-ligating and conventional appliances: a network meta-analysis in practice*. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics, 2014. **145**(4): p. S152-S163.
166. Weinberg, M. and C. Sadowsky, *Resolution of mandibular arch crowding in growing patients with Class I malocclusions treated nonextraction*. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics, 1996. **110**(4): p. 359-364.
167. Gilbert, B., *Comparison of inter-canine and inter-molar expansion between the Damon2 passive self-ligating bracket system and a conventional. 022 MBT bracket in the treatment of class I non-extraction orthodontic cases*. 2005.
168. F., U., *Düşük Sürtünmeli Braket Sistemlerinin Seviyelenme Etkinliklerinin Konvansiyonel Braketler ile Karşılaştırılması*. 2008.