

ORTODONTİK TEDAVİDE KULLANILAN BRAKET İLE TEL MALZEMENİN SÜRTÜNME KUVVETLERİNİN BELİRLENMESİ

Bülent AYDEMİR

TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü PK. 54 41470 Gebze/KOCAELİ
Tel: 0262 679 50 00
E-Mail: bulent.aydemir@tubitak.gov.tr

ÖZET

Temas halindeki iki cismin birbirleri üzerinde harekete zorlanması sırasında, ortaya çıkan sürtünme kuvveti $F = \mu N$ şeklinde formüle edilir. Formüldeki F sürtünme kuvvetini, μ sürtünme katsayısını, N ise temas eden yüzeyler arasında oluşan ve hareket yönüne dik olarak etki eden basma kuvvetini (normal kuvvet) ifade eder. Sürtünme katsayısı cismin pürüzlülük, yüzey dokusu ve sertlik gibi yüzeysel özellikleri ile ilişkilidir.

Ortodontik tedavide, sürtünme kuvveti mekanik hareketler sırasında ortaya çıkar. Dişlerdeki seviye farklılıkları, dişlerin çekim boşluklarına hareket ettirilmesi gibi ark telinin braket olukları içinde kaymasını gerektiren ortodontik hareketler sırasında sürtünme kuvvetleri oluşur. Bu kuvvetler, tedavide doğrudan etkili olup, hedeflenen yapıya ulaşmayı ve hastanın iyileşmesine etki eder.

Bu çalışmada, farklı braket ve tel gruplarında sürtünme kuvveti için hazırlanan düzenek ile ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ölçümler sonucunda, belirlenen değerlere göre sürtünmeye etki eden parametreler incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ortodonti, Sürtünme kuvveti, Diş braketi

ABSTRACT

Friction force can be formulated in the form $F = \mu N$. F is frictional force, μ is the coefficient of friction, N is normal force that is perpendicular to the direction of movement between the contacting surfaces acting. Coefficient of friction is associated with surface roughness of the object, surface texture and surface properties such as hardness.

Orthodontic treatment, the friction force occurs during the mechanical movements. Level differences teeth, orthodontic movement of teeth during the shooting openings require movement consists of frictional forces. These forces are directly affected by the treatment, and the patients helps prevent achieve the targeted.

In this study, the frictional forces are measured for the different brackets and wire groups. As a result of measurements, the frictional forces on the effect values of the parameters have been examined.

Key Words: Material test machine, effect of apparatus, TS EN ISO 7500-1

1. GİRİŞ

Ortodontik tedavide, uygulanan mekanik bağlantılara bağlı olarak, dişlerin amaçlanan hareketlerinin yanı sıra çeşitli yan etkilerle karşılaşılır. Ortodontistler, yaptıkları tedaviler boyunca bu yan etkilerle mücadele etmek zorundadır. Bu etkilerin en önemlisi “sürtünme“ problemidir.

Ortodontide, sürtünmeye en çok, seviyeleme safhasında ve ark telinin braket oluşu içinde kaydırıldığı mekanik hareketler sırasında rastlanır. Mekanik hareketler sırasında, braket ark teli boyunca kayarken, ark teli ve braket arasında sürtünme kuvveti açığa çıkar. Braket ile ark teli ara yüzünde açığa çıkan sürtünme kuvveti arttıkça, dişe uygulanan toplam kuvvet miktarında düşüş meydana gelir. Bunun sonucunda, dişin istenen yöndeki hareketi zorlaşmakta ve sabit mekanik hareketlerin etkinliği azalmaktadır [1-6]. Sabit aygıtlar tarafından uygulanan kuvvetteki bu kayıp, daha fazla kuvvet uygulamayı gerektirir. Diş hareketi sağlamak için optimum ortodonti kuvvetlerin aşılması sonucunda ise destek dişlerde ankraj kaybı meydana gelir. Bu yüzden, diş hareketinin başlatılmasında ve devamında, çevre dokulara patolojik olmayan ve ankraji zorlamayan çok daha düşük kuvvetlerin uygulanması lüzumludur. Yine aynı şekilde, hafif ve devamlı kuvvetler, hasta konforunu sağlamakta ve doku hasarı riskini azaltmakta faydalıdır [7-9].

Diş hareketleri sırasında karşılaşılan sürtünme, statik sürtünme ve kinetik (dinamik) sürtünme olarak ikiye ayrılır. Statik sürtünme cismin harekete başlaması için gerekli olan kuvvet miktarıdır. Kinetik (dinamik) sürtünme ise, cismin sabit bir hızla hareketini sürdürebilmesi için aşılması gereken sürtünme kuvveti miktarıdır [10,11].

Dişlerin ark teli üzerindeki hareketi devamlı bir hareket değildir. Diş hareketi devrilme ve dikleşme hareketlerinden oluşan küçük adımlar şeklinde gerçekleşir. Bu nedenle ortodontik diş hareketi sırasında statik sürtünme kuvveti, kinetik sürtünme kuvvetinden daha fazla önemlidir [4,10,12].

Ortodontik tedavide, ağız içinde ortaya çıkan sürtünme direncine birçok etken neden olmaktadır. Yapılan araştırmalarda braket ve ark teli özellikleri, ligasyon materyali ve tekniği, ortodontik aygıt seçimi ve biyolojik etkenler gibi faktörlerin sürtünme kuvveti üzerinde doğrudan etkili oldukları tespit edilmiştir. Eğer bu etkiler daha iyi anlaşılır ve en aza indirilebilirse ortodontik tedavi etkinliğinin ve diş hareketinin öngörülebilirliğinin artacağı bir gerçektir.

Özellikle farklı braket ve ark teli materyallerinin, braket ve ark teli ara yüzünde ortaya çıkan sürtünme direnci üzerindeki etkileri ortodonti literatüründe uzun yıllardan beri araştırma konusudur. Paslanmaz çelik; dayanıklı, sağlığa uygun ve ucuz olması nedeniyle ortodontide en sık kullanılan braket materyalidir. Sabit ortodonti tedavilerde kullanılan metal braketlerin ağız ortamında estetik olmayan bir görüntü yansımaları gerekçesiyle araştırmacılar braket üretiminde kullanılabilecek daha estetik materyallerin arayışına girmişlerdir ve ortodonti hastalarının estetik beklentilerini karşılamak amacıyla plastik ve seramik braketlerin üretimleri giderek artmıştır. Ancak bu braketlerin kullanımı sırasında ortaya çıkan sürtünme kuvvetlerinin çok fazla olması nedeniyle bu braketlerin çeşitli işlemlerle güçlendirilmeleri amaçlanmıştır [11,13,14].

Bu çalışmada, farklı braket ve ark teli materyali kombinasyonlarının ortaya çıkardıkları sürtünme kuvvetlerinin ölçümleri gerçekleştirilmiş ve sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu çalışmadaki veriler, Dt. Tuğçe Yurdakul Arslan'ın doktora tezinde kullanılmıştır.

2. SÜRTÜNME

Temas halindeki iki cismin birbirleri üzerinde harekete zorlanması sırasında, temas yüzeyine teğet ve bu zorlanmaya zıt yönlü olarak ortaya çıkan direnç kuvvetine sürtünme kuvveti adı verilir ve sürtünme kuvveti $F=\mu N$ şeklinde formüle edilir. Formüldeki F sürtünme kuvvetini, μ sürtünme katsayısını, N ise temas eden yüzeyler arasında oluşan ve hareket yönüne dik olarak etki eden basma kuvvetini (normal

kuvvet) ifade eder. Sürtünme katsayısı cismin pürüzlülük, yüzey dokusu ve sertlik gibi yüzeysel özellikleri ile ilişkilidir [11-18].

Ortodonti tedavisinde sürtünme kuvveti kayma mekanik hareketlerinin kullanılması sırasında ortaya çıkar. Seviyeleme, dişlerin çekim boşluklarına hareket ettirilmesi gibi ark telinin braket olukları içinde kaymasını gerektiren ortodontik hareketler sırasında sürtünme kuvvetleri oluşur. Diş hareketi sırasında statik ve kinetik sürtünme kuvvetlerinin varlığı söz konusudur.

Statik sürtünme, cismin harekete başlaması için gerekli olan kuvvet miktarıdır. Diş hareketinin başlayabilmesi için braket ve ark teli arasında oluşan statik sürtünme direncinin aşılması gerekmektedir [11,12].

Kinetik (dinamik) sürtünme, cismin hareketi sırasında var olan sürtünmedir. Cismin sabit bir hızla hareketini sürdürebilmesi için yenilmesi gereken sürtünme kuvveti miktarıdır [10,11].

Diş hareketi başladıktan sonra bu hareketin devamlılığını sağlayabilmek için kinetik sürtünme direncinin aşılması gerekmektedir. Kinetik sürtünme kuvveti miktarı her zaman statik sürtünme kuvvetinden biraz daha düşüktür [18, 19].

Dişlerin ark teli üzerindeki hareketi devamlı bir hareket değildir. Diş hareketi devrilme ve dikleşme hareketlerinden oluşan küçük adımlar şeklinde gerçekleşir. Bu nedenle, ortodontik diş hareketi sırasında statik sürtünme kuvveti kinetik sürtünme kuvvetinden daha önemlidir [4,10,12].

Ortodonti tedavisinde sürtünmeyi etkileyen çok sayıda faktör bulunmaktadır. Bunlar aşağıdaki şekilde gruplanabilir:

➤ **Fiziksel Faktörler**

- Ark Teline Bağlı Faktörler
 - 1- Materyali
 - 2- Kesit yüzeyinin şekli ve boyutu
 - 3- Yüzey özelliği
 - 4- Katılığı ve sertliği
- Ark Telinin Brakete Bağlanması ile İlgili Faktörler
 - 1- Tel ligatürler
 - 2- Elastomerik ligatürler
 - 3- Teflon kaplı ligatürler
 - 4- Ligatürleme yöntemi
- Brakete Bağlı Faktörler
 - 1- Materyali
 - 2- Yapım tekniği
 - 3- Braketin mesio-distal genişliği, slot genişliği ve derinliği
 - 4- Dizaynı
 - 5- Yüzey yapısı
- Braket ile Ark Teli Oryantasyonuna Bağlı Faktörler:
 - 1- Braket ile ark teli arasındaki ikinci düzen açılanma (tip)
 - 2- Braket ile ark teli arasındaki üçüncü düzen açılanma (tork)
- Ortodontik Aygıtlara Bağlı Faktörler
 - 1- Braketler arası mesafe
 - 2- Dişler arasındaki braket slot seviyeleri
 - 3- Retraksiyon için uygulanan kuvvet

➤ **Biyolojik Faktörler**

- 1- Tükürük
- 2- Korozyon
- 3- Plak
- 4- Yemek parçacıkları

3. DENEYSEL ÇALIŞMA

Bu çalışmada kullanılan braket, tel ve deney cihazları aşağıda tanımlanmıştır.

Braketler:

Bu çalışmada incelenen braketler 0,018x0,025 inç oluk çapında braketleridir. Marka ve özellikleri aşağıda verilmiştir.

STb™ Light Lingual System (Ormco Corporation, Glendora, Calif)

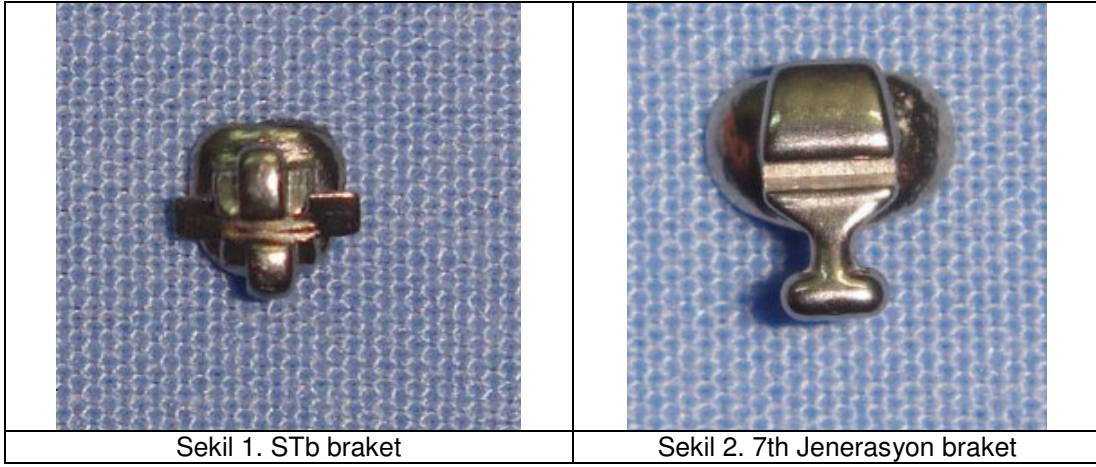
Malzemesi: Paslanmaz Çelik

Braket genişliği: 1,9 mm

7th generation (Ormco Corporation, Glendora, Calif)

Malzemesi: Paslanmaz Çelik

Braket genişliği: 2,5 mm



Ark Telleri:

Bu çalışmada kullanılan ark telleri 25 cm uzunluğunda ve düz formdadır. Ormco (Ormco Corporation, Glendora, Calif) firmasına boyutları aşağıda verilen paslanmaz çelik ark teli kullanılmıştır

Tablo 1.

Braket Tipi	Slot Boyutu	Yuvarlak Ark Teli	Köseli 1 Ark Teli	Köseli 2 Ark Teli
7.Jenerasyon	0,018x0,025 inç	0,016 inç	0,016x0,022 inç	0,017x0,025 inç
STb	0,018x0,025 inç	0,016 inç	0,016x0,022 inç	0,017x0,025 inç

Ligatür Malzemesi:

Bu çalışmada, tüm braketlerde 0,010 inç boyutunda paslanmaz çelik ligatür telleri kullanılmıştır.

Primer:

Braketler alüminyum plakalar üzerine yapıştırılmadan önce braketlerin yapıştırılacağı alana Eagle Bond (American Orthodontics, Sheboygan, Wis) primer uygulanmıştır (Sekil 3).



Yapıştırıcı Kompozit:

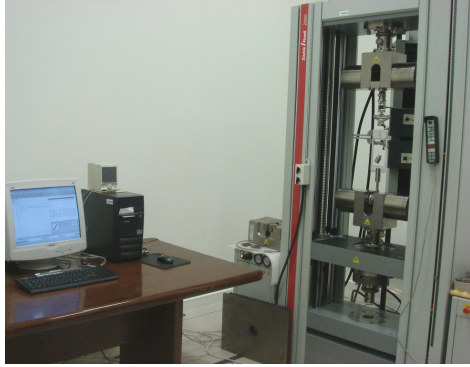
Çalışmada kullanılan braketler, özel olarak hazırlanmış alüminyum plakalara ışıkla polimerize olan Eagle Bond (American Orthodontics, Sheboygan, Wis) adeziv ile yapıştırılmıştır (Sekil 4). İlave olarak 3M (3M Unitek, Monrovia, Calif) firmasına ait mavi ışık üreten ışık kaynağı kullanılmıştır.

Alüminyum Plakalar:

Braketlerin yapıştırılacağı 90 x 40 x 1 mm (boy, en, kalınlık) boyutlarında alüminyum plakalar hazırlanmıştır. Standart bir şekilde ligatürleme işleminin yapılabilmesi için alüminyum plaka üzerinde braketin geleceği yüzeyin her iki tarafında çapı 5 mm olacak şekilde iki delik açılmıştır (Sekil 5).

Sürtünme Deneyi Cihazı:

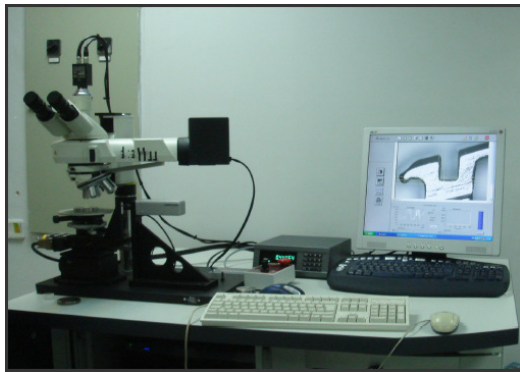
Sürtünme testleri, TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsündeki Zwick marka Z 250 model malzeme test makinesinde yapılmıştır. Bu cihaz, deney standının yerleştirildiği biri sabit bir diğeri de hareketli iki kısımda oluşmaktadır. Sabit parça üstte, hareketli parça ise altta konumlanmaktadır. Cihazın alt parçası, dikey yönde belirlenen sabit bir hızda hareket edebilmektedir. Cihaza bağlı olan bilgisayar ile sürtünme kuvvetleri zamana ve hareket mesafesine göre kaydedilmektedir. Malzeme test makinesi kuvvet ölçüm sensörünün 10 N kapasiteye kadar kuvvet kalibrasyonu yapılmış olup bu sayede ölçüm sonuçlarının doğruluğu garanti altına alınmıştır (Sekil 6).



Sekil 6: Sürtünme testlerinde kullanılan cihaz

Braket Slot Genişliklerinin Ölçülmesinde Kullanılan Cihaz:

Braket slot genişlikleri, TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsünde bulunan Galvision mikrosertlik test cihazının optik mikroskobu ile ölçülmüştür (Sekil 7).



Sekil 7: Braket slot genişliği ölçümlerinde kullanılan cihaz

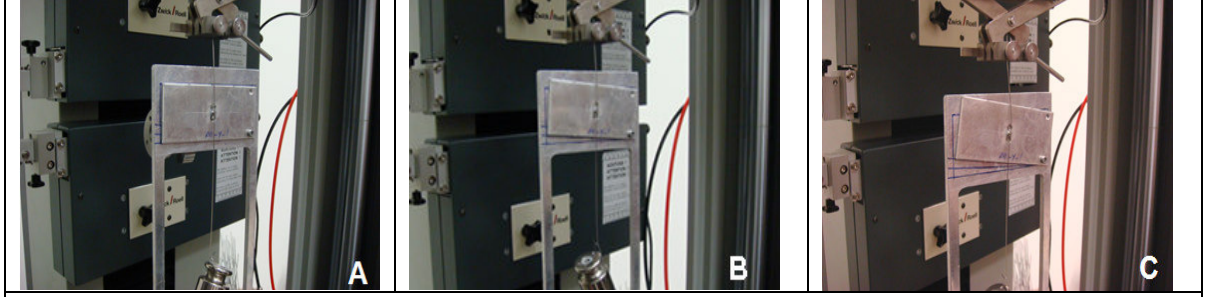
Ölçüm yöntemi**Deney Örneklerinin Hazırlanması**

90 x 40 x 1 mm (boy, en, kalınlık) boyutlarında toplam 60 adet alüminyum plaka hazırlanmıştır. Braketlerin ligatürleme işleminin standart bir şekilde yapılabilmesi için alüminyum plakalar üzerinde,

braketin yapıştırılacağı alanın her iki yanında, çapları 5 mm olacak şekilde iki delik açılmıştır (Sekil 9). Alüminyum plaka üzerinde bulunan iki delik arasındaki alana 60 adet braket, slotların yere paralel olması ve torkların sıfırlanması için özel olarak bükülmüş rehber çelik teller kullanılarak alüminyum plakaların merkezine ışıkla polimerize olan Eagle Bond adeziv ile yapıştırılmıştır. Yapıştırma işlemi sırasında braketin distal ve mesial taraflarından 20'er saniye ışık uygulanarak kompozitin polimerize olması sağlanmıştır. Sürtünme direncinin ölçülme işlemine geçilmeden önce alüminyum plaka üzerine yapıştırılmış olan braketler %95'lik etanol ile temizlenip basınçlı hava ile kurutulmuştur.

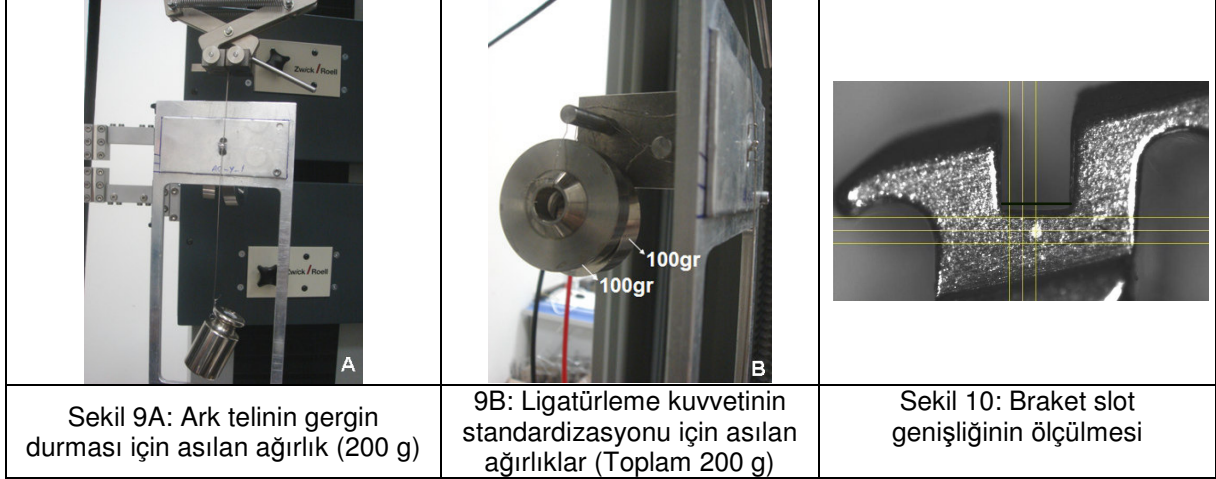
Sürtünme Direncinin Ölçülmesi

Çalışmada kullanılan test düzeneği, braket ile ark teli arasında deneyi gerçekleştiren istediği açıyı oluşturmasına izin verecek şekilde tasarlanmıştır. Tel gerginliği ve ligatürleme kuvvetinin standardizasyonu sabit ağırlıklar ile sağlanmıştır. Bu sayede, tel gerginliğinde ve ligatürleme kuvvetlerinde oluşabilecek değişim engellenmiş ve deney süresince bu kuvvetlerin sabit kalması sağlanmıştır. Ark teline gerginlik verebilmek için alt ucu kıvrılarak buraya 200 g ağırlık asılarak tüm deneyler gerçekleştirilmiştir. Braketi taşıyan alüminyum plaka ana parça üzerine bir vida ile monte edilmiştir. Braket ve ark teli arasındaki ilişkiyi 3 farklı açılanmada (0°, 5°, 10°) inceleyebilmek için alt ara parça üzerinde açı değerlerine karşılık gelen 3 işaretleme yapılmıştır. Bu işaretlemeler referans alınarak alüminyum plaka açılı değişimi aşamasında plakayı sabitleyen vidalar gevşetilip istenen açılanma ayarlandıktan sonra tekrar vidalar ile sabitlenmiştir (Sekil 8).



Sekil 8: Açılma işlemi. A: 0° açılanma, B: 5° açılanma, C: 10° açılanma

Alüminyum plaka üzerinde braketin mesial ve distal kısmında bulunan 5 mm çapındaki deliklerden geçen 0,010 inç ligatür telleri ile ark telinin braket slotu içine yerleştirilmesi sağlanmıştır. Ligatür telinin uyguladığı kuvveti sabitlemek için her bir ligatür telinin uç kısmına 100 g olmak üzere toplam 200 g lık kuvvet asılmıştır (Sekil 9). Cihazın hızı 1 mm/dak olarak ayarlanmıştır ve braket ark teli boyunca toplam 2 dakika süre ile hareket ettirilmiştir. Bu hareket sırasında oluşan sürtünme dirençler, kuvvet ölçme cihazı vasıtasıyla bağlı olduğu bilgisayarda grafik halinde görüntülenmiştir. Grafikten elde edilen verilerle tüm numuneler için statik sürtünme dirençleri ve aynı hareket mesafelerinde (0,5 mm, 1 mm, 1,5 mm, 2 mm) belirlenen noktalarda kinetik sürtünme dirençleri alınmıştır. Çalışmada her braket grubunda 3 farklı braket-ark teli kombinasyonu oluşturulmuştur. Her braket-ark teli kombinasyonundan 10'ar adet olmak üzere toplam 30 adet örnek datası alınmıştır. Her bir örnek üzerinde 0°, 5° ve 10°'lik açılmalarda 3 kez tekrarlanan sürtünme deneyleri uygulanmıştır. Sonuç olarak, her braket grubunda 90 adet olmak üzere toplam 180 sürtünme deneyi yapılmıştır. Tüm ölçümler $21^{\circ} \pm 2^{\circ}$ C'lik oda sıcaklığında ve kuru ortamda yapılmıştır.



Braket Slot Genişliklerinin Ölçülmesi

Mikrosertlik test cihazının optik mikroskobuna bağlı olan bilgisayarda braket slotu profilden görüntülenmiştir. Mikroskoba yerleştirilen braketin distal tarafındaki görüntüsü bilgisayar ekranında görüntüledikten sonra braket slotunun iki duvarı üzerinde işaretlenen noktalar arası mesafe, slot tabanına yakın konumda ölçülmüştür. Her ölçüm 2 kez tekrar edilmiştir (Sekil 10).

4. ÖLÇÜM SONUÇLARI

Statik Sürtünme Dirençleri ile ilgili Bulgular

Ark teli ile braket slotu arasında 0°, 5°, 10° açılanmalarda; yuvarlak, köseli 1 ve köseli 2 ark telleri ile farklı tipteki lingual braketler arasında meydana gelen statik sürtünme dirençlerinin ortalama ve standart sapma değerleri tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2: Farklı braket ve ark teli kombinasyonlarında 0°, 5°, 10° açılanmalardaki statik sürtünme dirençlerinin değerleri

Braket Tipi	Ark Teli Boyutu	n	0° Açılanma $\bar{X} \pm SS$ (N)	5° Açılanma $\bar{X} \pm SS$ (N)	10° Açılanma $\bar{X} \pm SS$ (N)
7.Jenerasyon	Yuvarlak	10	2,41±0,1	2,64±0,13	3,17±0,13
	Köseli 1	10	2,78±0,36	3,49±0,34	4,52±0,47
	Köseli 2	10	2,94±0,36	3,71±0,43	5,05±0,65
STb	Yuvarlak	10	2,26±0,19	2,66±0,16	3,39±0,24
	Köseli 1	10	2,75±0,37	3,44±0,3	5,02±0,6
	Köseli 2	10	3,55±0,48	4,37±0,39	5,96±0,47

n: Örnek sayısı X: Ortalama deger SS: Standart Sapma

Kinetik Sürtünme Dirençleri ile ilgili Bulgular

Ark teli ile braket slotu arasında 0°, 5°, 10° açılanmada; yuvarlak, köseli 1 ve köseli 2 ark telleri ile farklı tipteki lingual braketler arasında meydana gelen kinetik sürtünme dirençlerinin ortalama ve standart sapma değerleri tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3: Farklı braket ve ark teli kombinasyonlarında 0°, 5°, 10° açılanmalardaki kinetik sürtünme dirençlerinin değerleri

Braket Tipi	Ark Teli Boyutu	n	0° Açılanma X±SS (N)	5° Açılanma X±SS (N)	10° Açılanma X±SS (N)
7.Jenerasyon	Yuvarlak	10	2,36±0,09	2,59±0,12	3,07±0,12
	Köseli 1	10	2,71±0,34	3,4±0,31	4,36±0,41
	Köseli 2	10	2,81±0,43	3,61±0,42	4,87±0,6
STb	Yuvarlak	10	2,22±0,07	2,59±0,15	3,28±0,21
	Köseli 1	10	2,69±0,35	3,35±0,29	4,77±0,51
	Köseli 2	10	3,44±0,45	4,11±0,37	5,74±0,45

n: Örnek sayısı X: Ortalama değer SS: Standart Sapma

Braket Slot Genişlikleri ile ilgili Bulgular

İki farklı tipteki lingual braketlerin slot genişlik ölçümlerine ait minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve etiket boyutundan sapma değerleri Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4: Farklı tipteki lingual braketlerin slot genişlik ölçümlerine ait minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve etiket genişliğinden sapma değerleri

Braket Tipi	n	Minimum Braket Slot Genişliği	Maksimum Braket Slot Genişliği	Braket Slot Genişliği X±SS (mil)	Etiket Genişliğinden Sapma (mil)
7.Jenerasyon	8	18,29	19,18	18,80±0,28	0,80±0,28
STb	8	17,77	18,73	18,29±0,35	0,29±0,35

n: Örnek sayısı X: Ortalama deger SS: Standart Sapma

Firmalar tarafından belirtilmiş olan slot genişlikleri karşılaştırıldığında, 7.Jenerasyon, STb braketlerin daha geniş slot içerdikleri belirlenmiştir. En fazla etiket genişliğinden sapmada 7. Jenerasyon braketinde gözlenmiştir.

Braket slot genişlik ölçümlerinde, 7.Jenerasyon braketlerinin %100'ünün (n:8) firmalar tarafından belirtilmiş olan slot genişliğine göre daha büyük olduğu tespit edilmiştir. STb braketlerin %37,5'inin (n:3) firmalar tarafından belirtilmiş olan slot genişliğine göre daha küçük, %62,5'nin (n:5) ise daha büyük olduğu saptanmıştır. Braket slot genişlik ölçümlerinde braketlerin tümünün firmalar tarafından belirtilen genişliklere tam olarak sahip olmadığı saptanmıştır.

5. SONUÇLAR

Bu çalışma sonucunda aşağıdaki sonuçlar belirlenmiştir.

- Bu çalışmada, braket tipi, ark teli boyutu ve braket slotu ile ark teli arasındaki açılanmanın sürtünme direnci üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.
- Tüm kombinasyonlarda, braket slotu ile ark teli arasındaki açısı arttıkça ortaya çıkan sürtünme dirençlerinin de arttığı gözlenmiştir.
- Bu çalışmada, ark teli ile braket slotu arasında 0°, 5° ve 10° açılanmalarda, farklı boyuttaki paslanmaz çelik ark telleri ile test edilen farklı tipteki braketlerin oluşturdukları statik ve dinamik sürtünme dirençlerinin ortalamaları incelendiğinde, 7.Jenerasyonun STb braketlere göre daha düşük statik sürtünme dirençleri meydana getirdikleri görülmektedir.
- Ölçülen braketlerin slot genişlik değerleri firmalar tarafından belirtilmiş olan slot genişlikleri ile karşılaştırıldığında, braketlerin belirtilen genişliklere göre daha geniş slot içerdikleri belirlenmiştir.
- Bu çalışmada, tüm kombinasyonlara ait kinetik sürtünme direnç değerlerinin statik sürtünme direnç değerlerinden daha düşük seviyelerde olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Onur S.Ö., Ortodontik braketler ve ark telleri arasındaki sürtünme kuvvetlerinin deneysel olarak karşılaştırılması. Hacettepe Üniversitesi, Doktora Tezi, Ankara, 2001.
- [2] Tidy DC. Frictional forces in fixed appliances. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 96:249-254, 1989.
- [3] Keith O, Jones SP, Davies EH. The influence of bracket material, ligation force and wear on frictional resistance of orthodontic brackets. Br J Orthod. 20:109-115, 1993.
- [4] Chimenti C, Franchi L, Giuseppe MG, Lucci M. Friction of orthodontic elastomeric ligatures with different dimensions. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 75:421-425, 2005.
- [5] Articolo LC, Kusy RP. Influence of angulation on the resistance to sliding in fixed appliances. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 115:39-51, 1999.
- [6] Kusy RP, Whitley JQ. Friction between different bracket wire configurations and materials. Semin Orthod. 3:166-177, 1997.
- [7] Taylor NG, Ison K. Frictional resistance between orthodontic brackets and archwires in the buccal segments. Angle Orthod. 66:215-222, 1996.
- [8] Quinn RS, Yoshikawa DK. A reassessment of force magnitude in orthodontics. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 85:252-260, 1985.
- [9] Rygh P, Periodontal response to tooth-moving force: Is trauma necessary in orthodontics? Graber LW (ed.) State of the art, essence of the science. C V Mosby, St Louis, pp. 100-115
- [10] Omana HM, Moore RN, Bagby MD. Frictional properties of metal and ceramic brackets. J Clin Orthod. 26:425-432, 1992.
- [11] Tosun Y. Sabit Ortodontik Aparentlerin Biyomekanik Prensipleri, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 1999.
- [12] Jones SP, Tan CC, Davies EH. The effects of reconditioning on the slot dimensions and static frictional resistance of stainless steel brackets. Eur J Orthod. 24:183-190, 2002.
- [13] Proffit WR, Fields HW, Ackerman JL, Bailey TJ, Tulloch C. Contemporary orthodontics. Saint Louis: C. V. Mosby; 2000.
- [14] Russel JS. Current products and practice aesthetic orthodontic brackets. J Orthod. 32:146-163, 2005.
- [15] Michelberger DJ, Eadie RL, Faulkner GM, Glover KE, Prasad NG, Major PW. The friction and wear patterns of orthodontic brackets and archwires in the dry state. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 118:662-674, 2000.
- [16] Khambay B, Millett D, McHugh S. Archwire seating forces produced by different ligation methods and their effect on frictional resistance. Eur J Orthod 27:302-308, 2005.
- [17] Willems G, Clocheret K, Celis JP, Verbeke G, Chatzicharalampous E, Carels C. Frictional behavior of stainless steel bracket-wire combinations subjected to small oscillating displacements. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 120:371-377, 2001.
- [18] Clocheret K, Willems G, Carels C, Celis JP. Dynamic frictional behaviour of orthodontic archwires and brackets. Eur J Orthod. 26:163-170, 2004.
- [19] Cacciafesta V, Sfondrini MF, Scribante A, Klersy C, Auricchio F. Evaluation of friction of conventional and metal-insert ceramic brackets in various bracket-archwire combinations. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 124:403-409, 2003.
- [20] Arslan, T.Y., Farklı tiplerdeki lingula braketler ile paslanmaz çelik teller arasındaki sürtünme dirençlerinin in vitro olarak değerlendirilmesi, İstanbul Üniversitesi, Doktora Tezi, 2008

ÖZGEÇMİŞ

Dr. Bülent AYDEMİR

1973 yılı Eskişehir doğumludur. 1994 yılında Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Bölümünü bitirmiştir. 1996 yılında Kocaeli Üniversitesinden Yüksek Mühendis, 2003 yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesinden Doktor ünvanını almıştır. 1994-2000 yılları arasında Eskişehir Osmangazi Üniversitesinde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmıştır. 2000 yılından beri TÜBİTAK-UME Kuvvet Ölçümleri Lab. Uzman Araştırmacı olarak görev yapmaktadır. Kuvvet ölçme cihazları, malzeme test makinaları, ekstansometre, sertlik cihazları, çentik darbe cihazları ve yorulma cihazlarında test ve kalibrasyon konularında çalışmaktadır.