



Ortodontik Braket Teknolojisindeki Son Yenilik: Self-Ligating Braketler

The Latest Advance in Bracket Technology: Self-Ligating Brackets

ÖZET

Son 10 yıllık dönem içinde preadjusted aparatlar temel alınarak çok sayıda metal, plastik ve seramik braketler piyasaya sürülmüştür. Braket teknolojisindeki en büyük gelişim ise kendi ligasyon sistemini içeren self-ligating braketlerin ortodontide kullanıma sunulmasıdır. Self-ligating braketlerin geliştirilmesinde ilk amaç daha hızlı ligasyonun sağlanarak hasta başında geçirilen sürenin azaltılmasıydı. Ancak elastomerik ligatürlerin rutin kullanıma girmesiyle bu avantajının çok fazla önemi kalmamıştır. Son yıllarda geliştirilen yeni self-ligating braket dizaynları ise düşük sürtünme; güvenli ve tam ark teli oturtulmasını sağlamak gibi avantajlar da sağlamıştır. Bu derleme makalede self-ligating braketlerin tarihsel gelişimleri, tedavi etkinlikleri ve klinik avantajları incelenecektir. (*Türk Ortodonti Dergisi 2007; 20:71-81*)

Anahtar Kelimeler: Self-ligating braketler, Ligasyon

SUMMARY

During the last 10 years, a wide range of metal, plastic, and ceramic brackets, based on the straight-wire system, have become available. The latest advance in bracket improvement is the development of self-ligating brackets in orthodontics. The principal aim behind the development of self-ligating brackets was faster ligation which leads to a reduction of chair time spent. With the introduction of elastomeric ligatures, this incentive greatly diminished. Recent designs of self-ligating brackets provide not only less friction but also full archwire engagement. This review aims to scope the history of self-ligating brackets, their treatment efficiency and clinical advantages. (*Turkish J Orthod 2007; 20:71-81*)

Key Words: Self-ligating brackets, Ligation



Dr. Aylin GÖKÇELİK
Dr. Ömür POLAT

*Başkent Üniv. Dişhek. Fak
Ortodonti A.D. / Baskent
Univ. Faculty of Dentistry,
Dept. Of Orthodontics,
Ankara, Turkey

İletişim Adresi
Correspondence:
Dr. Ömür Polat
Baskent Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti AD
11. Sokak No: 26
Bahçelievler Ankara
Turkey
Tel: +90 312 215 1336
Email: omur@baskent.edu.tr

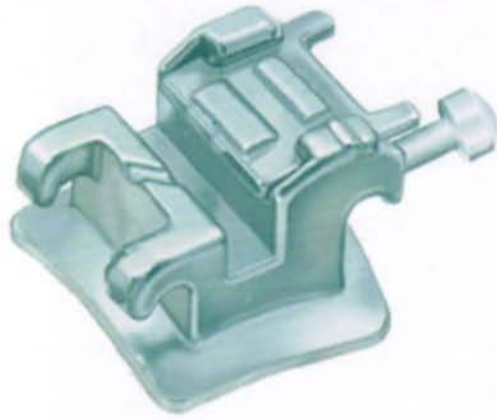


GİRİŞ

Ortodontik tedavi sırasında hasta, hekimine sıklıkla tedavisinin ne zaman biteceğini sorar. Yıllar boyunca ortodontik teknoloji ve mekanikler bu soruya tedavi süresini kısaltacak teknolojik değişimlerle olumlu bir cevap vermeye çalışmıştır. Tedavi süresini, biyolojik veya anatomik engellerin yanı sıra; kullanılan braket, ark teli veya ligatür teli gibi fiziksel etkenler de yönlendirir. Self-ligating braketler, yarattığı sürtünmesiz ortam yardımıyla daha iyi bir kaydırma mekaniği oluşturarak tedavi süresinin kısaltılması felsefesiyle geliştirilmiştir.

Self-ligating braket ark telini, slotu örten kapak yoluyla tutar (1). İki farklı kapak tipi vardır: Pasif kapaklı self ligating braketler, ark teline ligasyon kuvveti uygulamazlar (2). Piyasada bulunan bu amaçla üretilmiş braketler, Activa ('A' Company, San Diego, Calif.), Damon (Ormco/A Company, San Diego, Calif.), Twinlock (Ormco/A Company, Orange, Calif.)'dur. Kapak sadece slotu kaplar ve bu şekilde ark telini tutar. Aktif kapaklı, yani yaylı kapak (Spring Clip) içeren self-ligating braketler için iki seçenek vardır: kapak aktif olduğunda, ark teli ile temastadır ve ark telini

Şekil 1 / Figure 1. Damon 2
(Ormco)



slotu tamamen oturması için ligasyon kuvveti uygular; kapak pasif olduğunda ise ne ark teli ile temastadır ne de ark teli herhangi bir kuvvet iletimi sağlar (2). Kapağın aktif yada pasif olması, slot genişliğine göre ark telinin kalınlığına ve ark telinin braket içindeki pozisyonuna bağlıdır (1,3). Piyasada bulunan bu amaçla üretilmiş braketler, In-ovation(GAC International, Central Islip, NY), Speed (Strike Industries Ltd, Ontario, Cana-

INTRODUCTION

During the course of orthodontic treatment, the patient frequently asks when his or her treatment will finish. Over the years, orthodontic technology has evolved to provide a pleasing answer to this question. Besides biologic and anatomic obstacles that effect the rate of tooth movement, physical factors like properties of the bracket, wire and the type of the ligature might affect the duration of treatment.

A self-ligating bracket restrains the archwire within the slot by means of a slide or a clip that covers the slot (1). A self-ligating bracket can be passive or active. A self-ligating bracket with a passive slide does not apply a ligation force to the archwire (2). The slide covers only the slot, thus restraining the archwire. Activa ('A' Company, San Diego, Calif.), Damon (Ormco/A Company, San Diego, Calif.) and Twinlock (Ormco / A Company, Orange, Calif.) brackets are examples to this type. For a self-ligating bracket with a active (spring) clip, two options exist: when the clip is active, it is in contact with the archwire and applies a ligation force to fully seat the wire in the slot; when the clip is passive, it neither contacts the archwire nor applies a force to the archwire (2). Whether the clip is active or passive depends on the size of the archwire relative to the size of the slot and on the position of the archwire within the bracket (1, 3). The type of self-ligating brackets that are on the market today and have an active slide are In-Ovation (GAC International, Central Islip, NY), Speed (Strike Industries Ltd, Ontario, Canada), Time (Adenta GmbH, Gilching/Munich, Germany) and Smart Clip (3M Unitek, Monrovia, Calif.).

History and Development of Self-ligating Brackets

Self-ligating brackets have existed for a surprisingly long time in orthodontics. The first, Russell Lock edgewise attachment was described in 1935 (4). This bracket had a flat-head screw seated snugly in a circular, threaded opening in the face of the bracket. Because Russel Lock attachment was ahead of its time, the concept of self-ligating brackets fell more or less into obscurity until the early 1970s. In 1972, Dr. Jim Wildman developed the Edgelok bracket (Ormco/A Company,



da), Time (Adenta GmbH, Gilching/Munich, Germany) ve Smart Clip (3M Unitek, Monrovia, Calif.)'dir.

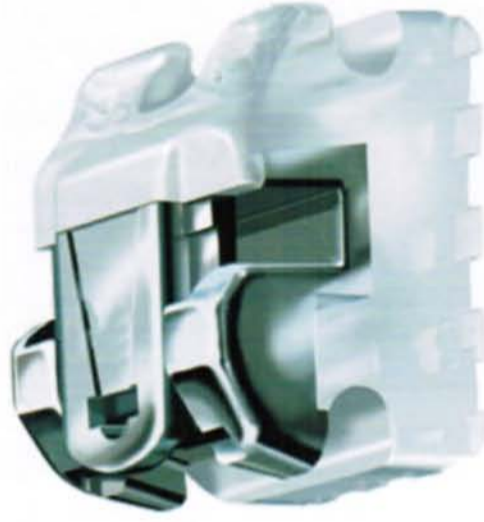
Self-Ligating Braketlerin Tarihçesi ve Gelişimi

Ligatür içermeyen braketlerin geliştirilmesi ortodonti tarihinde oldukça eski zamanlara dayanır. İlk olarak 1935 de Russell Lock aparatı geliştirilmiştir (4). Bu braket silindirik şekilde braket gövdesine sıkı şekilde oturan düz kafalı bir vida içermektedir ve ark teli bu vida yardımıyla yerinde tutulur. Russell Lock aparatı zaten devrine göre oldukça ileri bir görüşle geliştirildiğinden dolayı ligatürsüz sistemlerin gelişimi 1972 yılına kadar duraklamıştır. Dr. Jim Wildman, 1971 de yuvarlak bir gövde ile rigid labial kapak içeren Edgelok braketini (Ormco/A Company) geliştirmiştir. Edgelock, dördüncü dış duvarının rijiditesi nedeniyle pasif braket olarak kabul edilmektedir (5).

Benzer bir braket Dr. Franz Sander tarafından 2 yıl sonra tasarlanmıştır. The Mobil-lock adı verilen braket de yarı yuvarlak labial diski döndürerek açık yada kapalı pozisyona getirmek için özel bir alete gerektirir. Pasif dış duvar braket slotunu ark telini gevşek olarak tutan braket slotuna dönüştürür (6).

Hanson, 1975 yılında Angle'in geliştirdiği edgewise aparatlarıyla self-ligating aparatları birleştirerek yaylı, ligatür içermeyen ve ark telini slot içinde tutan bir aparat geliştirmiştir. Bu braket, Speed braketini (Strike Industries Ltd, Ontario, Canada) olarak adlandırılmıştır. Speed braket küçültülmüş braket gövdesini okluzogingival olarak saran eğimli, esnek süper-elastik yaylı kapak içermektedir. Braket slotunun esnek dördüncü duvarını oluşturan yaylı kapağın labial kolu sadece ark telini tutma işlevi görmez aynı zamanda ark teli ile ilişki içindedir. Speed, aktif dizayna sahip bir brakettir (7). Speed braketlerinin avantajları arasında rotasyon, tork ve eğilme kontrolü, devamlı kuvvet uygulaması ve düşük sürtünme katsayısı sayılabilir (7).

Ligasyon içermeyen braketlere başka bir alternatif ise, 1986'da Dr. Erwin Pletcher tarafından tasarlanan Activa braketini ('A' Company, San Diego, Calif.) ile sunulmuştur. Edgelock braket gibi pasif dizayna sahip olan Activa braket ark teli ile sınırlı düzeyde ilişkiindedir. Activa braket silindirik braket gövdesi



Şekil 2 / Figure 2. Damon 3 (Ormco)

Orange, Calif.), which had a rigid labial sliding cap. The rigidity of this outer fourth wall rendered the bracket passive in its interplay with the archwire (5).

A similar bracket, designed by Dr. Franz Sander was introduced two years later. This Mobil-lock bracket required a special tool to rotate the semicircular labial disk into the open or closed position. Passive outer wall transformed the bracket slot into a tube that loosely contained the archwire (6).

About similar times, Hanson combined Angle's edgewise appliance and self-ligating appliances to develop a ligatureless appliance that incorporate a spring which retains the archwire in the slot. This design was called the Speed bracket (Strike Industries Ltd, Ontario, Canada). The speed bracket features a curved, flexible 'super-elastic spring clip' that wraps a miniaturized bracket body around occlusogingivally. The labial arm of spring clip which forms the flexible fourth wall of the bracket slot, not only constrains the archwire but also interacts with the archwire. This sets the Speed system apart from all other currently available self-ligating brackets as the only 'active' design (7). Rotation, torque and tip control, continuous force application and low coefficient of friction are among the advantages of Speed system (7).

Another alternative to the ligatureless systems is the Activa bracket (Ormco/A Company, San Diego, Calif.) which was designed by Dr. Erwin Pletcher in 1986. As with the



Şekil 3 / Figure 3. In-Ovation



etrafında okluzogingival olarak dönen sert, eğimli bir kapağa sahiptir (6). Braketlerin ayrıca bir vertikal slotu vardır. Speed braketlerine benzer avantajları gösterilmesine karşın braket kaideleri diğer braketlere göre daha küçük olduğundan dolayı daha sık kopma, yapıştırma sırasında zor tutulması, telin ya tamamen oturması yada hiç oturmaması gibi dezavantajlar içerir (8).

Time braket (Adenta GmbH, Gilching/Munich, Germany) 1995 yılında Wolfgang Heiser tarafından dizayn edilmiştir. Time braket de, braket gövdesinin labial yüzü etrafını okluzogingival olarak saran eğimli esnek olmayan bir kolu vardır. Braket kolunun sertliği ark teli ile olan etkileşimi önler ve Time braket pasif braket özelliği kazandırır (9).

The Twin Lock braket (Ormco/A Company, Orange, Calif.) 1998 yılında sunulmuştur. Düz ve dikdörtgen şeklinde olan kapak braketin kanatları arasında konumlanır ve ark telini pasif konfigürasyonda tutar (6).

Self-ligating braket tasarımlarında, Damon SL (Ormco/A Company, San Diego, Calif.) braketinin 1996 yılında üretimi bir çığır açmıştır. Damon SL braket, konvansiyonel ikiz braketin üzerine yerleştirilmiş, vertikal olarak kayan bir kapak içerir. Önceki geliştirilen braketlerden daha ileri bir teknoloji içermesine karşın kapakların kontrolsüz olarak açılması ve zamanla kırılması gibi dezavantajları nedeniyle 1999 yılında Damon SL II (Ormco/A Company, San Diego, Calif.) braketini tanıtmıştır. (Şekil 1) İki jenerasyon arasındaki fark birincisinde kanatlar üzerinde oturan labial kapak olması, ikincisinin ise kanatlar arasına yerleşen düz dikdörtgen şeklinde kapak içermesidir. Her iki braket de dikdörtgen şeklindeki tüp katı dış duvar tarafından

Edglock braket, the passive configuration of the Activa bracket limited its interplay with the archwire. The Activa bracket had an inflexible, curved arm that rotated occlusogingivally around the cylindrical bracket body (6). Despite similar advantages to the Speed system, Edge lock bracket showed disadvantages like higher bond failure rate, difficulty in holding and positioning the appliance due to the reduced dimensions of the bracket and impossible partial slot engagement (8).

In 1995, the Time bracket (Adenta GmbH, Gilching/Munich, Germany) was designed by Dr. Wolfgang Heiser. About the size of a conventional bracket, the Time features a rigid, curved arm that wraps occlusogingivally around the labial aspect of the bracket body. The stiffness of the bracket arm prevents any substantial interaction with the archwire, there by rendering Time a 'passive' bracket (9).

The TwinLock bracket (Ormco/A Company, Orange, Calif.) was introduced in 1998. Its flat rectangular slide, housed between the tie wings of an edgewise twin bracket entraps the archwire in passive configuration (6).

The introduction of Damon SL (Ormco/A Company, San Diego, Calif.) brackets made a major step forward in the concept of self-ligating brackets. Damon SL bracket had a slide, which moved vertically on the labial surface of a fairly conventional twin bracket. Despite the improvement, these brackets had two problems: the slides sometimes opened inadvertently and they were prone to breakage. These imperfections led to the development of Damon SL II brackets (Ormco/A Company, San Diego, Calif.) in 1999. (Figure 1) The difference between these two generations is that the first had a labial cover that straddled the tie wings, while the second incorporates a flat, rectangular slide between the tie wings. These developments have almost completely eliminated inadvertent slide opening and slide breakage. This new design has also had a reduced size dimension (10). Another unique feature of Damon SL II bracket is that it opens inferiorly in both arches in order to give an unobstructed view of the slot (11). Both the Damon SL and SL II form rectangular edgewise tubes by means of a solid outer wall. Recently, an esthetic deficiency in self-ligating bracket technology had been overcome with



oluşturulur (10). Değiştirilen kapak tasarımı, kontrolsüz kapak açılımı veya kırılması problemlerini ortadan kaldırmıştır (11). Damon SL II braketinin boyutları da küçültülmüştür. Genişleyen braket arası mesafe daha düşük kuvvetler üretirken, ark telinin braketlere sıkı bağlanması kontrollü diş hareketi sağlar. Bu braketin bir diğer özelliği de, kapakların her iki arka da aşağı doğru açılmasıyla klinisyenin görüşünün engellenmemesidir. Son yıllarda seramik ve metal karışımı Damon SL III braketleri geliştirilerek self-ligating braketler alanındaki estetik eksiklik de giderilmiştir. (Şekil 2) Damon SL III, kolay kullanılan ve oldukça basit bir kayma mekanizmasına sahiptir. Dört sert duvarlı slotu maksimum kontrollü düşük sürtünmeli diş hareketini kolaylaştırır. Düzgün konturu ve yuvarlatılmış kenarları ile maksimum rahatlık sağlar.

In-Ovation (GAC International, Central Islip, NY) braketleri, 2000 yılında tanıtılmıştır ve Speed braket'e benzer bir yapıya sahip ancak ikiz bir braketlerdir. (Şekil 3) In-Ovation braketleri, slotun labial yüzünde uzanan, ark teline aktif kuvvet uygulayan yaylı kapağa sahiptir. Ancak, özellikle alt dişlerin gingivalinde kompozit artığı kalması durumunda yaylı kapağın açılması engellenebilir. In-Ovation braketinin boyutlarının küçültülmesi ile, 2002 yılında ise In-Ovation-R (GAC International) braketleri geliştirilmiştir. (Şekil 4) Bu yeni versiyonda, braket boyutlarının daraltılmasıyla interbraket mesafe artırılmıştır (10).

Ligatür içermeyen metal braketlerin arasında en son geliştirilen braket, 2004 yılında tanıtılan Smart Clip'tir (3M Unitek, Monrovia, Calif.). (Şekil 5) Smart Clip, ark telini tutan aktif clip veya kapağa sahip değildir. Nickel-titanium'dan yapılan, içsel şekil ve kuvvet hafızasına sahip olan Smart Clip braket, ark telini yerinde tutar ve eğer kuvvet belli bir seviyeyi aşarsa ark telini bırakır. Bu özellik de uygulanan kuvvetin diş hareketi için önerilen düzeyi aşmasına engel olur, bu nedenle etkili diş hareketi ve daha az hasta rahatsızlığına neden olur. Bu braketin klinik etkinliğini inceleyen bir çalışma henüz yayınlanmamıştır.

Self-Ligating Braketlerin Avantajları

A. Hasta konforu ve iyi oral hijyen kontrolü: Tel ligatürlerin uç kısımları genellikle sıklıkla yer değiştirirler ve hasta için rahatsızlık yaratırlar. Yumuşak doku travmasını önlemek



Şekil 4 / Figure 4. In-Ovation R (GAC)

the development of Damon SL III brackets.(Figure 2) The structure of this bracket contains both ceramic and steel materials. Damon SL III incorporates an easy and simple slide mechanism. The four rigid walled slot provides low friction tooth movement with maximum control. Ultra-smooth contours and rounded edges provide maximum comfort.

In-Ovation (GAC International, Central Islip, NY) bracket was introduced in 2000 and is very similar to the Speed bracket but is of a twin configuration.(Figure 3) In-Ovation brackets have a sliding spring clip, which encroaches on the slot from the labial aspect, potentially placing an active force on the archwire. Excess composite that may be left gingival to the bracket may be hard to see and may hinder opening. In 2002, smaller brackets for the anterior teeth became available In-Ovation R (GAC International, Central Islip, NY).(Figure 4) This narrower width is very welcome in terms of greater inter-bracket span (10).

The latest design in self-ligating brackets is SmartClip (3M Unitek) bracket which was introduced in 2004. (Figure 5) Smart clip has no sliding closures or active clips to retain the wire. Engineered from nickel-titanium, which has an intrinsic memory for shape and force, the SmartClip bracket self-ligating mechanism secures the archwire in place, yet is specially calibrated to release the archwire if forces exceed a predetermined level. This helps assure that force levels recommended for biocompatible tooth movement are not exceeded, therefore promoting efficient tooth movement with less patient discomfort. No studies investigating the clinical efficiency of this bracket have been published yet.



Şekil 5 / Figure 5. Smart Clip
(3M)



için dikkatli şekilde kıvrılmaları gereklidir. Elastik ligatürler ise bu konuda daha iyidir. Tel ligatürlerin uç kısımları oral hijyen işlemlerine engel oluşturur. Elastomerik ligatürler ise tel ligatürlerle karşılaştırıldığında daha fazla plak birikimine neden olurlar (12). Self-ligating braketler, genel olarak daha düz yüzeyli olmaları, ligatür içermemeleri ve kanatsız tasarımları nedeniyle daha kolay temizlenir (6).

B. Hızlı ark teli değişimi ve ligasyonu: Self-ligating braketler tel veya elastomerik ligasyona gerek duymadıkları için hasta başında harcanan zamanın azalması diğer önemli avantajlardır. Maijer ve Smith, Speed braketler ve tel ligasyonla bağlanan konvensiyonel braketlerin ligasyon süresi üzerine etkilerini karşılaştırdığında; self-ligating braketlerin ligasyon zamanını dört kat azalttığını bulmuşlardır (13). Shivapuja ve Berger benzer sonuçlar bulmuş ayrıca, self-ligating braketlerle elastomerik ligatür karşılaştırdığında ligasyon süresi arasındaki farkın her set ark teli değişimde yaklaşık 1 dakika daha az olduğunu belirlemiştir (14). Harradine, bir çalışmasında ark teli çıkarma ve yerleştirme süresini Damon SL braket ile geleneksel ligasyon arasında karşılaştırdığında, istatistiksel olarak önemli fakat klinik olarak çok önemli düzeyde olmayan (ortalama 24sn) fark belirlenmiştir (15).

C. Tam ark teli oturtulması: Tel ligatürlerin esneme özelliği olmadığından ark telinin oturtulması işleminin her randevuda aşama aşama yapılması gerekmektedir. Elastomerik ligatürler ise elastik performanslarında sürekli azalma nedeniyle ark telinin tam olarak

Advantages of Self-ligating Brackets

A. Patient comfort and good oral hygiene assistance: Elastomerics are good in this respect, but wire ligatures require careful tucking in of the ends to avoid soft tissue trauma, and can occasionally be displaced between appointments and cause discomfort. Elastomerics accumulate plaque more than tie-wires (12). The ends of wire ligatures are an additional obstacle to oral hygiene. From the patient's perspective, self-ligating brackets are generally smoother, more comfortable, and easier to clean because of the absence of ligatures and wingless designs (6).

B. Faster archwire placement and removal: Reduced chair time is another significant advantage, since self-ligating brackets require no elastomeric or wire ligation. Maijer and Smith demonstrated a four-fold reduction in ligation time with Speed brackets compared to wire ligation of conventional brackets. (13) Shivapuja and Berger have shown similar results but also that the Speed advantages compared to elastomeric ligation are less dramatic (approximately 1 minute per set of archwires) (14).

A study of by Harradine (15) found statistically significant, but clinically very modest savings in ligation/re-ligation time with Damon SL bracket when compared to conventional ligation methods -an average of 24 seconds per archwire removal and replacement.

C. Full archwire engagement: Wire ligatures do not stretch to an extent that engagement once achieved at ligation is subsequently lost, so they can meet this requirement. Elastomerics are worse, since they may frequently exert insufficient force to fully engage even a flexible wire and the subsequent degradation of their elastic performance may cause a significant loss of full engagement as the elastomeric stretches (10).

Self-ligation systems should ensure full bracket engagement of the archwire because a clip/slide is either fully shut or it is not. Partial engagement is not possible. Security of ligation in self-ligating brackets is dependent on the rigidity of the clip or slide or inadvertent opening (10).

D. Low Friction between bracket and archwire: Sliding a tooth along an archwire is a very common orthodontic procedure to



oturtulması için yeterli kuvvet uygulayamazlar (10). Ark telinin tam olarak oturması self-ligating braketlerin bir özelliğidir; çünkü kapak ya tamamen kapanır ya da hiç kapanmaz. Ark telinin bir parçasının oturması söz konusu değildir. Self-ligating braketlerde ligasyonun güvenliği spring yada kapağın sağlamlığına veya kapağın kendiliğinden açılmasına bağlıdır. Ark telinin tam olarak oturması, ark telinin aktivasyonu için hastanın tekrar kontrole çağrılması ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır (10).

D. Braket ve ark teli arasında düşük sürtünme: Dental ark içinde boşlukları kapatırken diş hareketi sırasında dişlerin ark teli üzerinde kaydırılması çok yaygın olarak kullanılır. Bu tekniğin dezavantajı braket ve ark teli arasında istenen yönde diş hareketine direnç gösteren sürtünmenin oluşmasıdır (16).

Kaydırma mekanizması süresince diş hareketini etkileyen kuvvetler, braket materyali, braket ve ark teli arasındaki açı (17), slot ve telin boyutları ve şekli (18), ligasyon kuvveti (19), braketin tekrarlanan kullanımı (20), kuru ve ıslak ortam (21,22) gibi değişkenlere bağlıdır. Ortodontik kuvvet sürtünmesel dirençle baş edebilmek zorunda olduğundan, sürtünme kuvvetinin azaltılması diş hareketi için gerekli olan klinik kuvvetin düzeyini azaltmaktadır. Bu durumda tedavi süresi kısaltmakta veya ankraj kontrolü artmaktadır (23).

Braket /ark teli sisteminde ligasyonun harekete direnç üzerindeki etkisini gösteren birçok çalışma vardır. Schumacher ve arkadaşları sürtünme ark teli boyutundan çok ligasyon tipinden etkilendiğini belirtmiştir (24). Frank ve Nikolai ark boyutları, tel açısı ve ligasyon kuvveti arttıkça sürtünmenin arttığını bildirmişlerdir (16).

Yapılan çalışmalarda self-ligating braketlerde ark teli, braket slotu ve ligatür arasındaki ilişkideki yapısal değişiklikten dolayı, ark teli boyunca braket ve dişin translasyon hareketi süresince oluşan sürtünmenin derecesinin etkilendiği belirtilmektedir. Bednar ve arkadaşları (3) braket materyali ve ligasyonun sürtünmeyi önemli ölçüde etkilediğini bulmuşlardır. Bu test koşullarında self ligating çelik braketler elastik ve çelik ligatürle bağlanan çelik braketlere göre daha az sürtünme göstermemiştir. Bütün ark boyutları için elastomerik ligatürle bağlanan seramik braketle-

translate a tooth, especially during closure of spaces in the dental arch. A disadvantage of this technique is that friction is generated between the bracket and the arch wire, which tends to resist the movement of the bracket and tooth in the desired direction (16).

Influencing frictional forces during orthodontic tooth movement depends on complex variables, such as materials, the angulations of bracket and wire (17), dimensions and shape of slot and wire (18), ligating force (19), repeated use of brackets (20), and dry and wet situations (21,22). Because the orthodontic force must overcome the frictional resistance and the resistance of the biologic milieu, minimizing friction will result in reduced levels of the clinically applied force needed for moving the teeth. Such a reduction might shorten the treatment period or improve anchorage control (23).

There are few reports in the literature which describe the effects of ligation on the resistance to movement in bracket/archwire systems. Schumacher et al. stated that friction was determined mostly by the nature of ligation (24). Frank and Nikolai reported that increases in wire dimension, wire material, angulation, and ligation forces increased frictional resistance (16).

Regarding design, self-ligating brackets have been modified from the conventional brackets to increase efficiency and reproducibility and reduce the resistance to sliding. The feature of self-ligation has created a major structural change in the integral relationship between the arch wire, the bracket's arch wire slot, and the ligature. Such a change at the crucial contact areas of this triad may influence the degree of friction that exists during the translatory movement of a tooth and bracket along an arch wire. The other situation, in which the combination of low friction and secure full engagement is particularly useful, is in the alignment of very irregular teeth and the resolution of severe rotations and significantly facilitates alignment. Bednar et al (3) concluded that the type of bracket material and ligation technique significantly influenced friction. Lightly steel-tied brackets had less friction than elastomeric-ligated brackets. Under these testing conditions, self-ligating steel bracket did not demonstrate less friction than the elastic or steel-ligated stain-



rin en yüksek sürtünme gösterdiği bulunmuştur. Pizzoni ve arkadaşları (25) ise ark teli materyali, boyutu ve açısının sürtünmede önemli olduğunu ve self ligating braketlerin bütün açılarda konvensiyonel braketlere göre daha düşük sürtünmeye sahip olduğunu bulmuştur. Benzer şekilde Berger'in (26) yaptığı in vitro çalışmada da, Speed braketlerin elastomerik ve çelik ligasyonun kullanıldığı plastik ve metal braket sistemlerine göre diş hareketinde gerekli olan kuvvet miktarında önemli düzeyde azalmaya neden olduğu saptanmıştır.

Sims ve arkadaşlarının (27) yaptığı in vitro çalışmada Speed, Activa ve standart straight wire braketler karşılaştırılmış; Activa braketlerin en az sürtünme oluşturduğu ve bulunmuştur. Bu sonuç self ligating braketlerin konvensiyonel bağlanan braketlere göre ark teline daha az sürtünmesel kontak uyguladığını ve buna bağlı olarak diş hareketi oluşturmak için daha az kuvvet gerektiğini göstermektedir. Taylor ve Ison'da (28) standart straight wire, Activa ve Speed braketler sürtünme kuvveti yönünden karşılaştırıldığında Activa braketler bütün ark teli boyutlarında en düşük sürtünme oluşturmuştur. Speed braketler ise sadece yuvarlak tellerde düşük sürtünme göstermiştir. Shivapuja ve Berger (14) Activa, Edgelok ve Speed self ligating braket sistemlerini, seramik ve metal twin braketlerle karşılaştırdıklarında; sürtünme düzeyinin, ark teli değiştirme süresinin önemli ölçüde azaldığı ve enfeksiyon kontrolünü arttırdığı bulunmuştur. Ward ve arkadaşları (29), Loftus ve arkadaşları (30) ve Redlich ve arkadaşları (24)' da benzer sonuçlar bulmuştur.

Thorstenson ve Kusy (31) pasif kapaklı ve aktif kapak içeren braketlerin kaymaya karşı direncini karşılaştırdığı çalışmalarında, ikinci düzen angulasyonda pasif kapak içeren braketlerin daha düşük sürtünme direnci gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Khambay ve arkadaşları (32) elastomerik ve tel ligasyonun sürtünme direnci üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, sadece Damon II braketler ve ligasyon olmayan çelik braketlerde en düşük düzeyde sürtünme kuvveti olduğu tespit edilmiştir.

Yeni tanıtılan polikarbonat self ligating braketler ortodontik tedavi sırasında estetiği sağlarken konvensiyonel self ligating braketlerin özelliklerini de taşımaktadır. Cacciafes-

less steel brackets. Pizzoni et al (25) found that understanding archwire material, dimension, and angulation is crucial in frictional analysis; the self ligating brackets had a markedly lower friction than conventional brackets at all angulations. A recent study by Berger (26) has also shown that the resistance to movement in simulated sliding mechanics with Speed brackets is reduced by approximately 90 percent for several archwire dimensions up to 0.016x0.022 when compared to conventional Edgewise ligation methods. The reduced resistance to movement was attributed to the flexibility of the spring clip yielding elastically to tipping movements rather than increasing frictional contact.

In an in vitro friction study, Sims et al (27) compared the Speed, Activa and standard Straight Wire brackets. These authors concluded that Activa brackets produced the least friction. The results indicate that self-ligating brackets require less force to produce tooth movement because they apply less frictional contact to the archwire than conventionally tied brackets. Taylor and Ison (28) compared standard straight wire, Activa and Speed brackets in terms of frictional forces and the least friction along an archwire was found for Activa bracket. Shivapuja and Berger (14) found that the Activa, Edgelok and Speed self-ligating bracket systems displayed a significantly lower level of frictional resistance, dramatically less chair-time for arch wire removal and insertion, and promoted improved infection control, when compared with polyurethane elastomeric and stainless steel tie wire ligation for ceramic and metal twin brackets. Ward et al (29), Loftus et al (30) and Redlich et al (24) have also found similar results.

In a study that aimed to evaluate differences in frictional resistance between passive and active clip self-ligating brackets, Thorsten and Kusy (31) found that passive clip brackets demonstrated less frictional resistance in second order angulation.

Khambay et al (32) investigated the effect of elastomeric type and stainless steel ligation on frictional resistance and concluded that the least friction was found that the only method of almost eliminating friction was by the use of passive self-ligating brackets.

Newly introduced polycarbonate self-liga-



ta ve arkadaşları (33) çelik self ligating braketlerin, konvansiyonel çelik ve polikarbonat self ligating braketlere göre daha düşük statik ve kinetik sürtünme gösterdiğini bulmuştur.

E. Şiddetli çapraşık dişlerin sıralanması: Self ligating braketlerin düşük sürtünme ve ark telinin tam oturması özellikleri, şiddetli çapraşıklık ve rotasyonların hızlı şekilde düzeltilmesinde, boşlukların kapatılmasında kolaylık sağlamaktadır (11).

Rotasyonlu dişlerin braketine bağlanan ark teli kuvvet çifti oluşturur. Bu kuvvet çiftinin etkisiyle oluşan moment dental arkların seviyelenme ve dizilimi süresince rotasyonların düzeltilmesinde önemli rol oynar. Braket genişliği, ligasyon şekli aksiyel rotasyonlarla oluşan bu momentler üzerinde etkili olmaktadır. Bednar ve Gruendeman'ın (34) yaptığı çalışmada, braket genişliğinden çok ligasyon tipinin moment oluşumunda etkili olduğu ve self ligating braketlerin aksiyel rotasyonların düzeltilmesinde sürekli ve düşük düzeyde moment oluşturduklarından diğer ligasyon tiplerine göre avantajlı oldukları belirtilmektedir.

F. Tedavi zamanını azaltma: Çoğu araştırmacıya göre self ligating braketler tedavi zamanını ve ark teli değiştirme süresini kısaltır. Harradine (17), Damon SL self ligating braketler ve konvansiyonel braketlerin tedavi etkinliğini karşılaştırmak için düzenlediği çalışmada, Damon SL vakalarında PAR skorlarıyla ölçülen eşit düzeyde okluzal düzelleme için, dört ay daha az süre ve dört kere daha az ziyaret gerektiğini belirlemiştir.

Eberling ve arkadaşları (35) ise konvansiyonel ligasyonla karşılaştırıldığında Damon SL vakalarının, yedi ay daha az tedavi zamanı ve böylece yedi randevu daha az gerektirdiğini bulmuştur.

SONUÇ

Self-ligating braketlerin yukarıda bahsedilen avantajlarının yanında pahalı olması, braket kapağın açılmasında ve kapatılmasında zorluk, kapağın kendiliğinden açılması ve deforme olması, kapak tarafından tutulan ark telinin kırılması, parsiyel tel oturtulmasının mümkün olmaması, düşük sürtünme nedeniyle tel yer değiştirme oranının artması, elastik zincir takılmasında zorluk, braket düşme oranında artma, braket tutma ve yerleştir-

ting brackets have been developed to improve esthetics during orthodontic treatment while maintaining the features of conventional self-ligating appliances. Cacciafesta and et al (33) found that stainless steel self-ligating brackets generated significantly lower static and kinetic frictional forces than both conventional stainless steel and polycarbonate self-ligating brackets, which showed no significant differences between them.

E. Alignment of severely irregular teeth: The other situation, in which the combination of low friction and secure full engagement is particularly useful, is in the alignment of very irregular teeth, the resolution of severe rotations and more certain space closure (11).

The interaction between the bracket of an axially rotated tooth and arch wire produces a moment. This moment influences tooth movement and rotational control and is itself influenced by bracket width and bracket ligation. Self ligating spring clip bracket fastens to and interacts with arch wires differently than conventionally ligated brackets. For the range of bracket widths and types evaluated, ligation technique was found to have a greater influence on moment production than did bracket width. Bednar and Gruendeman (34) found that the self-ligated spring clip bracket delivered the least force over the greatest range of axial rotation.

F. Reduced treatment time: Several authors have indicated that the use of self-ligating brackets can reduce treatment time by about four months and save significant chair-time in changing archwires. Harradine (17) designed a study to compare treatment efficiency with conventional brackets and Damon SL self ligating brackets. The Damon SL cases required an average of four fewer months and four fewer visits to be treated to an equivalent level of occlusal regularity as measured by the PAR scores. Eberling et al (35) of found an average reduction in treatment time of 7 months and seven visits for Damon SL cases compared to conventional ligation.

CONCLUSION

Self ligating brackets have reached a stage of design and production control, where the advantages are significantly greater than the



mede zorluk gibi dezavantajları da vardır. Son yıllarda geliştirilen yeni braket tipleriyle bu dezavantajlar giderilmeye çalışılmaktadır. Self-ligating sistemin hasta ve klinisyen için avantajları göz önünde tutulduğunda bu sistemin ileri ki dönemlerde daha yaygın olarak kullanılacağı söylenebilir.

remaining imperfections. Major disadvantages include difficulty in slide opening and closure, inadvertent slide opening and deformation, breakage of archwire, easy wire displacement due to reduced friction and difficulty in bracket holding and placement. Considering the advantages of self-ligating systems for the patient and clinician, they may well become the conventional appliance systems of the 21st century.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Voudouris JC. Interactive edgewise mechanisms: form and function comparison with conventional edgewise brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;111:119-40.
2. Damon DH. The rationale, evolution and clinical application of the self-ligating bracket. *Clin Orthod Res* 1998;1:52-61.
3. Bednar JR, Gruendeman GW, Sandrik JL. A comparative study of frictional forces between orthodontic brackets and archwires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;100:513-22.
4. Stolzenberg J. The Russel attachment and its improved advantages. *Int J Dent Children* 1935;21:837-40.
5. Wildman AJ, Hice TL, Lang HM, Lee IF, Strauch EC. Jr.: Round Table: The Edglock bracket. *J Clin Orthod* 1972;6:613-623.
6. Berger J. Self-Ligation in the Year 2000. *J Clin Orthod* 2000;34(2):74-81.
7. Hanson GH. The Speed System: A report on the development of a new edgewise appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1980;78:243-265.
8. Harradine NT. The clinical use of Activa self-ligating brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;109:319-328.
9. Heiser W. Time: A new orthodontic philosophy. *J Clin Orthod* 1988;32:44-53.
10. Damon DH. The Damon low friction bracket: A biologically compatible straight-wire system. *J Clin Orthod* 1998;32:670-680.
11. Harradine NWT. Current Products and Practices. Self-ligating brackets: where are we now? *J Orthod* 2003;30:262-273.
12. Forsberg CM, Brattström V, Malmberg E, Nord CE. Ligation wires and elastomeric rings: two methods of ligation, and their association with microbial colonization of *Streptococcus mutans* and *Lactobacilli*. *Eur J Orthod* 1991;13:416-420.
13. Maijer R, Smith TM. Time saving with self-ligating brackets. *J Clin Orthod* 1990;24:29-31.
14. Shivapuja PK, Berger J. A comparative study of conventional ligation and self-ligation bracket systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;106:472-480.
15. Harradine NWT. Self-ligating brackets and treatment efficiency. *Clin Orthod Res* 2001;4:220-227.
16. Frank CA, Nikolai RJ. A comparative study of frictional resistances between orthodontic bracket and arch wire. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1980;78:593-609.
17. Kusy RP, Whitley JQ. Friction between different wire-bracket configurations and materials. *Semin Orthod* 1997;3:166-177.
18. Kusy RP, Whitley JQ. Influence of archwire and bracket dimensions on sliding mechanics: derivations and determinations of the critical contact angles for binding. *Eur J Orthod* 1999;21:199-208.
19. Edwards GD, Davies EH, Jones SP. The ex vivo effect of ligation technique on the static frictional resistance of stainless steel brackets and archwires. *Br J Orthod* 1995;21:145-153.
20. Kapur R, Sinha PK, Nanda RS. Frictional resistance in orthodontic brackets with repeated use. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116:400-404.
21. Kusy RP, Whitley JQ, Prewitt MJ. Comparison of the frictional coefficients for selected arch wire-bracket slot combinations in the dry and wet states. *Angle Orthod* 1991;61:293-302.
22. Downing A, McCabe J, Gordon PH. The effect of artificial saliva on the frictional forces between orthodontic brackets and archwires. *Br J Orthod* 1995;22:41-46.
23. Redlich M, Mayer Y, Harari D, Lewinstein I. In vitro study of frictional forces during sliding mechanics of "reduced friction" brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124:69-73.
24. Schumacher HA, Bourauel C., and Drescher D. The effect of the ligature on the friction between bracket and arch. *J Orofac Orthop* 1990;151:106-116.
25. Pizzoni L, Ravnholt G, Melsen B. Frictional forces related to self-ligating brackets. *Eur J Orthod* 1998;20:283-291.
26. Berger JL. The influence of the Speed bracket's self-ligating design on force levels in tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;97:219-28.
27. Sims APT, Waters NE, Bimie DJ, Pethybridge RJ. A comparison of the forces required to produce tooth movement in vitro using two self-ligating brackets and a pre-adjusted bracket employing two types of ligation. *Eur J Orthod* 1993;15:377-385.
28. Taylor NG, Ison K. Frictional resistance between orthodontic brackets and archwire in the buccal segments. *Angle Orthod* 1996;66:215-222.
29. Ward GER, Jones SP, Davies EH. A Comparison of self-



- ligating and conventional orthodontic bracket systems. *British J Orthod* 1997;24:309-317.
30. Loftus BR, Artun J, Nicholls J, Alonzo TA, Stoners JA. Evaluation of friction during sliding tooth movement in various bracket-arch wire combinations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116:336-45.
31. Thorstenson GA, Kusv RP. Comparison of resistance to sliding between different self-ligating brackets with second-order angulation in the dry and saliva states order angulation in the dry and saliva states. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;121:472-82.
32. Khambay B, Millett D, McHugh S. Evaluation of methods of archwire ligation on frictional resistance. *Eur J Orthod* 2004;26:327-332.
33. Cacciafesta V, Sfiondrini MF, Ricciardi A, Scribante A, Klersy C, Auricchio F. Evaluation of friction of stainless steel and esthetic self-ligating brackets in various bracket archwire Combinations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124:395-402.
34. Bednar JR, Grundeman GW. The influence of bracket design on moment production during axial rotation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;104:254-61.
35. Eberling JJ, Straja SR, Tuncay OC. Treatment time, outcome, and patient satisfaction comparisons of damon and conventional brackets. *Clin Orthod Res* 2001;4:228-234.