



Siyanoakrilat Esaslı Ortodontik Bonding Ajanının Sıyırma Direncinin Değerlendirilmesi

Shear Bond Strength Evaluation of a Cyanoacrylate Orthodontic Adhesive



Dr. Mustafa KAYALIOĞLU
Dt. Fakir UZDİL
Dt. Egemen KENDİ
Doç. Dr. Serdar TOROĞLU
Prof.Dr. İltar UZEL

Çukurova Üniv. Dişhek. Fak.
Ortodonti A.D. Adana /
Çukurova Univ. Faculty of
Dentistry, Dept. of
Orthodontics Adana, Turkey

İletişim Adresi

Correspondence:

Dr. Mustafa Kayalioğlu
Çukurova Üniversitesi,
Dişhekimliği Fakültesi,
Ortodonti A.D.
Balcalı-01330/ Adana
Turkey
Tel: +90322-338 73 30
Faks: +90322-338 73 31
E-mail: mkayalioglu@cu.edu.tr

ÖZET

In-vitro çalışmamızın amacı, siyanoakrilat yapıştırıcıların ortodontik braketlerin sıyırma dirençleri üzerine etkilerinin belirlenmesidir. Bu çalışma için iki grup oluşturulmuştur. İlk grupta, dişler %35'lik asit ile pürüzlendirilmiş ve sonra braketler dişlere, siyanoakrilat esaslı bir yapıştırıcı olan Smartbond (Gestenco International, Göteborg, İsveç) ile yapıştırılmıştır. İkinci grupta ise, dişler %35'lik fosforik asit ile pürüzlendirildikten sonra primer uygulanmış ve braketler Transbond XT (3M Unitek, Monrovia, Calif) ile dişlere yapıştırılmıştır. Her iki grubun ARI skorları ve bağlanma dirençleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($P<0.001$). Bu çalışmanın sonuçları, siyanoakrilat ile dişlerin mine yüzeyine yapıştırılan braketlerin bağlanma direncinin rezin bazlı yapıştırıcılara göre daha az olduğunu göstermiştir. (*Türk Ortodonti Dergisi 2007;20:102-109*)

Anahtar Kelimeler: Siyanoakrilat;
Sıyırma direnci

SUMMARY

The purpose of this in-vitro study was to determine the effects of using a cyanoacrylate adhesive on the shear bond strength of orthodontic brackets. Two groups were performed for the study. In group 1, teeth were etched with 35% phosphoric acid, and the brackets were then bonded with cyanoacrylate based adhesive, Smartbond (Gestenco International, Göteborg, Sweden). In group 2, teeth were etched with 35% phosphoric acid, primed and the brackets were bonded with Transbond XT (3M Unitek, Monrovia, Calif.). Between the 2 groups, the ARI scores and the bond strengths showed statistically significant difference ($P<0.001$). The present findings indicated that the use of the cyanoacrylate adhesive to bond orthodontic brackets to the enamel surface created significantly less bond strength than the resin based bonding agents. (*Turkish J Orthod 2007;20: 102-109*)

Key Words: Cyanoacrylate; Shear bond strength



GİRİŞ

1960'lı yıllarda, rezin bazlı kompozitlerin piyasaya sürülmesi ile klinik ortodonti pratiğinde kompozitlerin yapıştırıcı ajanı olarak kullanımı tercih edilen bir metot olmuştur.(1,2) Ancak, ortodontik ataçmanların yapıştırılmasında kompozit rezinlerin kullanımının bazı dezavantajları bulunmaktadır. Bunlar arasında en önemlisi neme hassas olmalarıdır. Bu dezavantajı elimine edebilmek için araştırmacılar yeni, neme hassas olmayan primerler geliştirmeyi hedeflemişlerdir. Ancak, bu yeni geliştirilen primerler de sadece bir miktar nemi tolere edebilmektedirler.(3)

Siyanoakrilat yapıştırıcılar, uçak, otomotiv veya bilgisayar endüstrilerinden, evlerdeki basit uygulamalara kadar birçok alanda yoğun biçimde kullanılmaktadır. Tıbbi uygulamalarda ise siyanoakrilat yapıştırıcılar, 30 yıla yakın süredir sutur atmadan (4), kalp cerrahisinde (5) hatta kırık tamirinde (6) kullanılmaktadır.

Birçok araştırmacı, siyanoakrilat esaslı yapıştırıcıları ortodontik amaçlı yapıştırıcı olarak kullanmayı denemiştir. 1971'de, Crabb ve Wilson (7) siyanoakrilat ile karboksilat simanı karşılaştırmışlar, siyanoakrilatın performansının ve yapışma direncinin daha düşük olduğunu rapor etmişlerdir. 1989'da, Howells ve Jones (8) ortodontik ataçmanların yapıştırılmasında, iki komponentli siyanoakrilatların yapışma direncini değerlendirmişler ve yapışma dirençlerinin düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Son yıllarda, siyanoakrilat esaslı yeni bir yapıştırıcı, "Smartbond" (Gestenco int. İsveç), ortodontik kullanım amacıyla piyasaya sürülmüştür. Piyasaya sürülen Smartbond'un, hırdatçılarda satılan siyanoakrilatlardan bazı önemli farkları mevcuttur. Çok düşük viskozitesi olan ve bu sebeple ortodontik amaçlı kullanımı zor olan siyanoakrilatların, bu özellikleri Smartbond'da silica jel doldurucu eklenmesi ile iyileştirilmiştir. Ayrıca, Smartbond'un içine eklenen doldurucuların, bu yeni yapıştırıcının fiziksel özelliklerini ve dayanıklılığını artırdığı da iddia edilmektedir.

Siyanoakrilatın polimerizasyonu, izosiyanat ve suyun reaksiyona girmesi ile başlamaktadır.(9) Bu özellikten dolayı, polimerizasyon reaksiyonunun başlayabilmesi için nem gerekmektedir. Dolayısıyla, siyanoakrilat neme hassas olmaktan öte neme ihtiyaç duyan bir

INTRODUCTION

After the introduction of resin based composites in 1960s the method adopted to the clinical orthodontic practice and widely used as the preferred method of bonding attachments since.(1,2) However, the use of composite resins for bonding the orthodontic attachments has several drawbacks. Among them the most notably is the moisture sensitivity. In order to eliminate this drawback, the researchers tried to develop moisture insensitive primers. However, the new developed primers tolerate only a small amount of moisture. (3)

The cyanoacrylate is glue of choice in many applications, from aviation, automotive or computer industry to the simple household use. In medicine, it has also been used for nearly three decades for such applications as skin sutures (4) to cardiac surgery (5) and even fracture fixation (6).

Several researchers adopt the use of cyanoacrylates for orthodontic bonding. In 1971, Crabb and Wilson (7) compared the cyanoacrylates with carboxylate cements and reported that cyanoacrylates have poor performance and unstable bond strength. In 1989, Howells and Jones (8) assessed the bond strength of two component cyanoacrylate for orthodontic attachment bonding and they also present poor results.

More recently a new cyanoacrylate based adhesive introduced for orthodontic use, Smartbond (Gestenco int., Sweden). The Smartbond has some significant differences from the cyanoacrylate that can be found on a hardware store. The very low viscosity of the original cyanoacrylate, which limits its use in orthodontic applications, is improved with silica gel. Also, the introduction of fillers also claimed to improve the physical properties and strength of the material.

The polymerization of cyanoacrylates starts with the reaction of isocyanate and the water.(9) So the polymerization reaction actually "requires" the moisture to initiate. Thus, they are moisture-activated rather than moisture tolerant or moisture insensitive.(9,10) Also the polymerization reaction of cyanoacrylates takes place rather fast, around five seconds, and without any need

**Tablo I:** Sıyırma direnci sonuçları.**Table I:** Shear bond strength results.

Gruplar Groups	Ortalama Mean (MPa)	SS SD	En Düşük Minimum	En Yüksek Maximum	P
Transbond XT	6,98	4,16	2,88	18,20	***
Smartbond	3,44	1,51	0,94	6,37	(p<0,001)

yapıştırıcı ajandır.(9,10) Ayrıca, siyanoakrilatın polimerizasyon reaksiyonu oldukça hızlıdır. Yaklaşık 5 saniye içinde, herhangi bir primere veya ışık kaynağına ihtiyaç duymadan polimerize olabilmektedir.(9) Bu yüzden, siyanoakrilat uygulaması, daha az teknik hassasiyet gerektirir ve "bonding" süresini önemli miktarda azaltır.

Smartbond üzerine yapılmış sınırlı sayıdaki ön çalışmalarda, Smartbond'un bağlanma direnci ile ilgili çelişkili sonuçlar mevcuttur. Bazı çalışmalarda rezin bazlı ajanlara oranla, bu yapıştırıcının daha iyi veya aynı bağlanma direncine sahip olduğu bulunmasına rağmen (9,11) bazı çalışmalarda bağlanma direncinin çok daha düşük olduğu ve hatta ortodontik amaçlı kullanımının uygun olmadığı belirtilmiştir (12,13). Bu sebepten dolayı, bu çalışmanın amacı, yeni geliştirilmiş tek aşamalı siyanoakrilat yapıştırıcı olan Smartbond'un ortodontik braketlerdeki sıyırma direncini yeniden değerlendirmek ve literatürde bu konu ile ilgili var olan çelişkiye ışık tutmaktır.

GEREÇLER ve YÖNTEM

Çalışma için, ortodontik amaçlı çekilmiş 40 adet insan küçük azı dişi toplanmış ve %0.1 (ağırlık/hacim) timol solusyonu içerisinde saklanmıştır. Diş seçim kriterleri şu şekildedir: Bukkal ve palatinal mine yüzeylerinin eksiksiz olması, herhangi bir kimyasal işlem görmemiş olması (örn: hidrojen peroksit), çatlak ve çürük olmaması.

Seçilen dişler, soğuk akrilik kullanılarak, mine-sement birleşimine kadar metal tüpler içerisine dikey olarak yerleştirilmiştir. Yapıştırma işlemi öncesinde mine yüzeyleri pomzalanmış, daha sonra yıkanmış ve kurutulmuştur. Kırk adet, taban alanı 14,2mm² (orthoclassic teknik destek merkezi, info@orthoclassic.com) olan küçük azı braketleri (Orthoclassic, Las Vegas, NV, ABD) bu çalışmada kullanılmıştır.

Yapıştırma Protokolü

Her biri 20 küçük azı içeren iki grup ras-

for a primer or light curing.(9) So the cyanoacrylates are less technique sensitive and dramatically decreases the bonding time.

The limited initial reports on the bond strength of the Smartbond are controversial. While some of the papers state that the material had same or better bond strength then the resin based bonding agents (9,11), the others found the bond strength extremely poor even unsuitable for orthodontic bonding (12,13). Therefore, the aim of the current study is to redetermine the effects of using a newly introduced 1-step cyanoacrylate adhesive, Smartbond, on the shear bond strength of orthodontic brackets and try to shed light on to the existing controversy.

MATERIALS and METHODS

For this study, 40 human premolars extracted for orthodontic treatment were collected and stored in a solution of 0.1% (weight/volume) thymol. The criteria for tooth selection included: intact buccal and palatinal enamel, no exposure to any chemical agent pretreatment (e.g., hydrogen peroxide), no cracks and no caries.

Each tooth was mounted vertically in a steel tube with self-curing acrylic and the crowns were exposed up to the cemento-enamel junction. The buccal surfaces were pumiced, washed and dried before enamel preparation. Forty stainless steel premolar brackets (Orthoclassic Las Vegas NV) with a base surface area of 14,2 mm² (orthoclassic technical support, info@orthoclassic.com) were used for the study.

Bonding Procedure

The teeth were randomly divided into two groups, 20 premolars in each. 35% phosphoric acid etch was applied for 10 seconds, and the teeth were washed thoroughly with water spray for 20 seconds and air dried. Then, the brackets were bonded according to two protocols by the same ope-



Tablo II: ARI skoru sonuçları.
Table II: ARI scores results.

Gruplar Groups	En Düşük Minimum	Ortanca Median	En Yüksek Maximum	P
Transbond XT	1	2	3	***
Smartbond	0	1	2	(p<0,001)

gele oluşturulmuştur. Her biri gruptaki dişler, 10 saniye boyunca %35'lik fosforik asit ile pürüzlendirilmiş ve ardından 20 saniye boyunca basınçlı su ile yıkanıp kurutulmuştur. Daha sonra, aynı kişi tarafından iki farklı protokol ile braketler dişlere yapıştırılmıştır.

Grup 1-Smartbond uygulaması: Yapıştırma işlemi öncesi mine yüzeyleri ıslak bir "microbrush" yardımı ile tek bir hareket ile nemlendirilmiştir. Yapıştırıcı materyal, özel bir pad üzerine aktarıldıktan sonra dişler üzerine yine bir "microbrush" yardımı ile uygulanmıştır. Braketler yapıştırıcı sertleşene kadar yerlerinde sabit tutulmuştur. Üreticinin önerdiği iki yöntem içerisinde, daha kontrollü bir uygulamaya izin vermesi ve nispeten eşit kalınlıkta bir yapıştırıcı tabaka oluşturulabilmesinden dolayı pad ve microbrush yöntemi, şırınga ile direkt uygulama yöntemine tercih edilmiştir.(11)

Grup 2-Transbond XT (3M Unitek, Monrovia, Calif) uygulaması: Transbond XT üreticinin kullanma kılavuzundaki tavsiyeleri doğrultusunda uygulanmıştır. Öncelikle kurutulmuş diş yüzeylerine ince bir tabaka Transbond XT primeri uygulanmış, ardından tabanlarına küçük miktarda Transbond XT pastası olacak şekilde yerleştirilen braketler, taşan yapıştırıcı temizlendikten sonra 20 saniye ışınlanmıştır.

Her iki grup içinde, yapıştırma işlemi sonrasında tüm örnekler kısa süreli saklama kurallarına göre 37° de distile su içerisinde, 24 saat bekletilmiştir.(14)

Kırma Protokolü

Sıyırma Direncinin ölçülmesi amacıyla, evrensel test aygıtı (Testometric, Model 500, The Testometric Co. Ltd., Lancashire, England) kullanılmıştır. Kuvvet, uç kısmı sivriltilmiş paslanmaz çelik bir uç ile 0.5 mm/dk hızla uygulanmıştır. (14) Örnekler, düzeneğe, sıyırma kuvvetinin braket tabanına tam olarak paralel geleceği şekilde yerleştirilmiştir. Braket tabanı ile kesici uç arasında tam paralellik sağlanabilmesi amacı ile dişin gömüldüğü metal tüpün test cihazı üzerinde oturduğu

rator.

Group 1- bonding with SmartBond: A moist microbrush was use to wet the enamel surface before the adhesive was applied with a single sweep. The adhesive dispensed on a special pad and a microbrush is used for applying the material. Each bracket was positioned on the tooth surface and held firmly in place until the adhesive set. From the two methods the manufacturer suggests, pad and microbrush method preferred over the direct application with the syringe because it lets a more controlled application, and uniform adhesive thickness.(11)

Group 2- bonding with Transbond XT (3M Unitek, Monrovia, Calif): Manufacturers instructions from the product manual were applied as follows: Dried tooth surfaces were primed with a thin coat of Transbond XT primer, and a small amount of Transbond XT adhesive paste applied onto bracket bases. Each bracket light cured for 20 seconds after the excess adhesives removed from tooth surfaces.

After bonding procedures for both groups, samples in both groups were kept in distilled water at 37° for 24 hours for short term storage.(14)

Debonding Procedure

Universal testing machine (Testometric, Model 500, The Testometric Co. Ltd., Lancashire, England) used for testing the shear bond strength. The force applied via a special steel rod with a sharpened tip with a cross head speed of 0.5mm/minute. (14) The samples mounted as to allow the shear force to be exactly parallel to the bracket base. For creating an exact parallelism between the tip and the bracket base, tip and the base mount are loosened, and the tip is made to rest passively between the wings and the base of the bracket by its own weight. Both the mount and the tip fastened afterwards. Thus, for each sample, the shear force was



tablası, kırılma işleminden önce serbestleştirilerek, kesici ucun kendi ağırlığı ile braketlerin kulakçıkları ve braket tabanı arasındaki yuva-ya oturması sağlanmıştır. Bunun ardından tabla sabitleştirilmiştir. Böylece her örnek için meydana gelen kırma kuvvetinin brakete dik, tabana paralel olması sağlanmıştır.

Sonuçlar, Newton olarak kaydedilip megapascal'a çevrilmiştir. Kırma işlemi sonrasında, tek bir operatör tarafından 10x büyütmede, tüm dişlerin ve braketlerin "adhesive remnant index" (ARI) skorları şu şekilde değerlendirilmiştir. (15)

- 0: mine yüzeyinde hiç adeziv kalmaması. (Mine-yapıştırıcı arayüzünde adeziv kırılma)
- 1: mine yüzeyinde adezivin % 50'sinden daha azının kalması. (Koheziv kırılma)
- 2: mine yüzeyinde adezivin % 50'sinden daha azının kalması. (Koheziv kırılma)
- 3: braket tabanının izi görülecek şekilde adezivin tamamının mine yüzeyinde kalması. (Braket-yapıştırıcı arayüzünde adeziv kırılma)

İstatistiksel Analizler

Her bir gurup için, ortalama, ortanca, standart sapma, en düşük ve en yüksek değerler gibi tanımlayıcı istatistiksel sonuçlar belirlenmiştir. Veriler normal dağılım göstermediğinden dolayı her iki gurup arasındaki sıyırma direncindeki istatistiksel farklılıkların belirlenmesi amacıyla non-parametrik bir test olan Mann-Whitney-U testi kullanılmıştır. Ayrıca, ARI skorlarındaki istatistiksel farklılığı test etmek için de X2 testi kullanılmıştır. Önemlilik derecesi P.05 olarak belirlenmiştir.

BULGULAR

Bağlanma Dirençlerinin Karşılaştırması

Her iki gurubun bağlanma dirençlerinin tanımlayıcı istatistik sonuçları Tablo 1'de gösterilmiştir. Her iki gurubun bağlanma dirençleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.001$).

ARI Skorlarının Karşılaştırılması

ARI skorları karşılaştırıldığında (Tablo 2), Smartbond ve Transbond XT ile yapıştırılan guruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0.001$). Daha düşük ARI skorlarının Smartbond ile yapıştırılan grupta bulunması, bu gruptaki dişler üzerinde artakalan yapıştırıcı miktarının Transbond XT ile yapıştırılan gruba göre daha az olması ifade etmektedir.

applied exactly perpendicular to the bracket and parallel to the base.

The results were recorded in Newton and converted to Megapascal. After debonding, all the teeth and brackets were evaluated under X10 magnification for adhesive remnant index (ARI) scores which was made by the same operator, as follows:(15)

- 0: no adhesive remaining on the enamel surface. (Adhesive failure at enamel-adhesive interface)
- 1: less than 50% of the adhesive remaining on the enamel surface. (Cohesive failure)
- 2: more than 50% of the adhesive remaining on the enamel surface. (Cohesive failure)
- 3: all of the adhesive remaining on the enamel surface, showing the impression of the bracket base. (Adhesive failure at bracket base-adhesive interface)

Statistical Analysis

Descriptive statistics including mean, median, standard deviation, and minimum and maximum values were calculated for each test group. Because the data did not have a normal distribution, the Mann-Whitney-U test for nonparametric means was used to determine whether significant differences existed between the 2 groups related to the Shear Bond Strength. The X2 test was also used to determine significant differences in ARI scores. Significance for all statistical tests was predetermined at $P \leq 0.05$

RESULTS

Shear Bond Strength Comparisons

Descriptive statistics for the shear bond strengths of two groups are presented in the Table 1. Statistical analysis revealed significant differences between shear bond strengths of two different adhesives ($p < 0.001$).

ARI Comparisons

For the ARI comparisons (Table 2), the results of the statistical analysis indicated that there was a significant difference between the group bonded with the Smartbond as compared to the Transbond XT ($p < 0.001$). With the use of the Smartbond, there was a higher frequency lower ARI scores indicating various amounts of adhesive remaining on the tooth but significantly less than with the composite.



TARTIŞMA

Geleneksel olarak, ortodontik ataçmanların yapıştırılması işlemi, öncesinde asitle pürüzlendirme ve ardından primer uygulaması ile birlikte toplam üç aşamalı bir işlemdir. Araştırmacıların işlem sayısını azaltmaya yönelik ilk girişimi asidik primerlerin geliştirilmesi ile olmuştur. Ancak ilk nesil asidik primerler farklı yapıştırıcılar ile selektif olarak uyumludur ve bunun sonucunda, düşük bağlanma kuvveti oluşturmakta ve çalışma zamanı belirgin miktarda artmaktadır.(3) Yeni nesil asidik primerlerin tanıtılması ile yapıştırma işlemi kolaylaşmış ve toplam işlem, üç aşamadan iki aşamaya indirilebilmiştir.(16)

Smartbond uygulamalarında herhangi bir primer ya da örtücü uygulamasına gerek duyulmamaktadır. Sertleşmeleri için farklı bir materyal ile karıştırılmalarına ya da ışık kaynağı kullanımına da gerek yoktur. Sadece nemli bir yüzey yeterlidir. Dolayısıyla klinik açıdan bakılacak olursa Smartbond "tek aşamalı" bir yapıştırıcı olarak kabul edilebilir.

Bunlara ek olarak, Smartbond'un su ile polimerize olması, yapıştırma işlemi sonrasında diş yüzeyinde kalan yapıştırıcının, çok kolay bir biçimde temizlenebilmesine de olanak sağlamaktadır. Üretici firma, diş üzerinde artakalan yapıştırıcı üzerine su sıkıldığında, hızla polimerize olduğunu ve beyaz renkli bir toza dönüştüğünü iddia etmektedir. Dolayısıyla yapıştırma sonrasında yapıştırıcı artıklarının temizlenmesine de gerek yoktur. Siyanoakrilat esaslı yapıştırıcıların bir diğer avantajı da seramik, metal veya kompozit yüzeylere hiçbir ara materyale gerek olmadan yapışabilmesidir.

Sonuç olarak, tek aşamalı uygulama ile belirgin derecede kısaltılan yapıştırma süresi, nemli bir ortamda yapıştırma yapılabilmesi, artıkların kolay temizlenebilmesi ve her tür yüzeye yapışabilmesi, siyanoakrilat bazlı yapıştırıcıların ortodontik bonding'e getirdiği iddia edilen yeniliklerdendir. Ancak, siyanoakrilatlar ile özellikle bağlanma dirençleri konusunda, literatürde var olan çalışmaların sonuçları kesinlikten uzaktır. Örtengren (9), farklı tip braketlerin, bu yeni yapıştırıcı ile direkt yapıştırıldıktan 24 saat sonra, bağlanma dirençlerinin bütün braketler için yeterli miktarda yüksek olduğunu göstermişlerdir. Siyanoakrilatlar ve kompozit rezin bazlı yapıştırıcıların uygulamadan 30 dakika

DISCUSSION

Traditionally acid etching followed by a primer application was the standard method for orthodontic bonding thus, a three step application. First attempts of the researchers to reduce the number of steps were the acidic primers. The earlier generation of acidic primers was selectively compatible with different adhesives, and as a result, they either produced significantly lower bond strength, or needed significantly more working time.(3) Recent introduction of new generation of acidic primers simplify the procedure and reduced the bonding steps from three to two.(16)

The Smartbond on the other hand, do not need any priming or sealant application. It doesn't need to be mixing with another component nor light source for curing. Only a wet surface is all it takes. So from a clinical perspective, Smartbond can be considered a one step orthodontic adhesive.

Also the polymerization of Smartbond with water also suggests a very easy way of cleaning remaining adhesive from the tooth surface after bonding. According to the manufacturer, the remaining adhesive on the tooth surface instantly polymerizes and turns into a white powder when sprayed with water. So there's no need for cleaning the remnant adhesive. One other advantage of cyanoacrylates, is they bond to ceramic, metal or composite surfaces without any need for any intermediate.

Considerably short bonding time with a single step application, bonding in a wet environment, easy cleaning of remnants, readily bonding to any kind of surface are the promises that cyanoacrylates claimed to offer for use in orthodontic bonding. Unfortunately, literature on the subject especially for bond strength is far from being conclusive. Örtengren and Örtengren (9) compared bond strength with the new material for different types of brackets 24 hours after direct bonding and find higher bond strength in all groups. Bishara et al. (11) compared bond strength of the cyanoacrylates 30 minutes after bonding with a composite resin and found no significant difference between two materials. On the other hand, Al-munajed et



sonraki bağlanma dirençlerini karşılaştıran Bishara ve ark. (11), her iki yapıştırıcı arasında belirgin bir fark bulamamıştır. Diğer taraftan Al-munajed ve ark. (12) yapıştırma işleminden 24 saat ve 3 ay sonraki bağlanma dirençlerini inceledikleri çalışmalarında, siyanoakrilatlarla yapıştırılan örneklerin, kontrol guruplarından belirgin derecede az bağlanma direnci oluşturmasının yanı sıra 3. ayın sonunda da bağlanma dirençlerinde belirgin bir azalma olduğunu göstermişlerdir. Sonuçta yazarlar, siyanoakrilatların rutin ortodontik ataçmanların yapıştırılması amacıyla kullanımının uygun olmadığını iddia etmişlerdir.(12) Çalışmamızda elde edilen sonuçlar ise siyanoakrilatların kontrol gurubuna nazaran belirgin ölçüde az bağlanma direnci oluşturduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, Al-munajed ve ark. (12) sonuçlarını desteklemekte ancak Bishara ve ark. (11) ve Örtthendal ve Örtthengren'in (9) çalışmaları ile çelişmektedir.

Literatürdeki bu konu ile ilgili yapılmış çalışmaların sonuçlarının çelişkili olmasının sebeplerinden biri, siyanoakrilatların boşluk doldurmadaki yetersizliğine bağlanabilir. Dolayısıyla, yapıştırma esnasında braketlere uygulanan kuvvetlerin farklılık göstermesi ve arada kalan boşluğun siyanoakrilat tarafından tam olarak doldurulmaması, sonuçları belirgin derecede etkileyebilir. Ayrıca, braket tabanı ve mine yapısı arasındaki küçük aralıkların yapıştırıcının performansında belirgin etkisi olduğu bilinmektedir.(9) Bunlara ek olarak, mine yüzeyindeki suyun miktarı da bu çelişkili sonuçların sebeplerinden biri olarak düşünülebilir.

Siyanoakrilatların sertleşme reaksiyonu iki aşamadan oluşur. İlk aşamada izosiyanat su ile tepkimeye girer ve karbon dioksit ile amin oluşur. İkinci aşamada amin ve izosiyanat çapraz bağlar oluşturarak sertleşme tamamlanır. Ancak ortamda fazla su bulunduğunda, ilk reaksiyon gereğinden fazla olur ve yapıştırıcının film kırılma direnci azalır.(10) Buna ek olarak ilk reaksiyonun yan ürünü olan karbondioksitin fazladan üretilmesi, bu ürünün atılmadan ortam içine hapsolmesine ve boşluklar oluşturmasına, dolayısıyla, yapışma direncinin azalmasına sebep olmaktadır.(17) Böylece, mine yüzeyindeki su miktarı, literatürdeki yapışma dirençleri arasındaki bu belirgin farklılıktan sorumlu tutulabilir. Belirtilen bu sebeplerden dolayı, çalışmamızda,

al. (12) investigated the bond strengths of the material, 24 hours and after 3 months of bonding and they not only found out that the bond strengths of specimens bonded with cyanoacrylate significantly lower than the controls at 24 hours, but also the bond strength of cyanoacrylates decreased markedly in 3 months. Therefore, they stated that the cyanoacrylates are unsuitable for routine orthodontic bonding.(12) Our results suggest that cyanoacrylates produce a significantly lower bond strength than the controls so they are in concert with that of Al-Munajed et al. (12) but conflicts with the results of Bishara et al. (11) and Örtthendal and Örtthengren (9).

One explanation for the conflicting results in literature might be contributed to the inability of cyanoacrylates for filling gaps thus the difference in the amount of pressure applied to the bracket while bonding. Also, the gaps formed by the little differences in bracket base structure or enamel morphology can have significant effects on the bonding performance of the adhesive.(9) In addition, the quantity of water on the enamel surface might also be responsible for conflicting results.

The setting reaction of the cyanoacrylates is consist of two distinct phase. First phase is the reaction of isocyanate with water, forming carbon dioxide and amine. At the second phase setting occurs by reacting of amine with the isocyanate to form cross links. However, in the presence of excess water, the first reaction is enhanced and both the film fraction toughness decreases.(10) Furthermore, carbon dioxide, the byproduct of the first reaction entraps in the structure and creates voids and gaps thus might undermine the bond strength.(17) So the quantity of water on the enamel surface might also be responsible for the considerable differences in bond strengths. Therefore, in our present study to minimize the possible differences in bond strength created by the amount of water in the environment, water applied with a small microbrush and with only a single sweeping motion for evenly wetting the bonding surfaces for all specimens.



ortamdaki su miktarındaki farklılığın bağlanma dirençlerine olan etkisini önlemek amacıyla mine yüzeylerine suyun, bir "microbrush" yardımı ve tek bir hareket ile tüm mine yüzeyine eşit dağılacak şekilde uygulanmasına dikkat edilmiştir.

Çalışmamızın ARI skorları incelediğinde siyanoakrilat bazlı yapıştırıcıda daha fazla koheziv kırılma olduğu gözlenmiştir. Bu sonuç, literatürdeki birçok çalışma ile uyum içindedir.(10,11) İzlenen bu koheziv ağırlıklı kırılmanın, siyanoakrilatların aralık ve boşlukları tam olarak dolduramama özelliğinden kaynaklandığı düşünülebilir.

SONUÇLAR

Bu çalışma, siyanoakrilat esaslı Smartbond'un, rezin esaslı bonding ajanı Transbond XT'ye göre daha düşük yapışma direnci olduğunu göstermiştir.

When the ARI scores closely examined there is a higher tendency for the cyanoacrylates to fail cohesively. This result is in accordance with the majority of the literature.(10,11) This tendency for cohesive failure also can be attributed to the inability of the cyanoacrylates to fill gaps and spaces.

CONCLUSIONS

In the current study, cyanoacrylates based Smartbond produced significantly less bond strength than the resin based Transbond XT bonding materials.

KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Silverman E, Cohen M, Anthony G, Dietz V. A universal direct bonding system for both metal and plastic brackets. *Am J Orthod* 1972;62:236-244.
2. Turner PJ. Successful bonding in orthodontics. *Dent Update* 1996;23:366-370.
3. Bishara SE, Gordan VV, VonWald L, Olson ME. Effect of an acidic primer on shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;114:243-247.
4. De Blanco LP. Lip suture with isobutyl cyanoacrylate. *Endod Dent Traumatol* 1994;10:15-18
5. Eastman DP, Robicsec F. Application of cyanoacrylate adhesive in critical cardiac injuries. *J Heart Valve Dis* 1998;7:772-774.
6. Kim YO. Use of cyanoacrylate in facial bone fractures. *J Craniofac Surg* 1997;8:229-235.
7. Crab JJ, Wilson HJ. Use of some adhesives in orthodontics. *Dent Pract* 1971;22:111-112.
8. Howells DJ, Jones P. In vitro evaluation of a cyanoacrylate bonding agent. *Br J Orthod* 1989;16:75-78.
9. Örtendahl TW, Örtengren UA. New orthodontic bonding adhesive. *J Clin Orthod* 2000;34:50-54.
10. Eliades T, Katsavrias E, Eliades G. Moisture-insensitive adhesives: reactivity with water and bond strength to wet and saliva contaminated enamel. *Eur J Orthod* 2002;24:35-42.
11. Bishara S, VonWald L, Laffon JF, Warren JJ. Effect of using a new cyanoacrylate adhesive on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2001;71:466-469.
12. Al-Munajed K, Gordon PH, McCabe JF. The use of cyanoacrylate adhesive for bonding orthodontic brackets an ex-vivo study. *J Orthod* 2000;27:255-60.
13. Klocke A, Kahl-Nieke B, Bismayer U. In-vitro evaluation of a moisture-active adhesive for indirect bonding. *Angle Orthod* 2003;73: 697-701.
14. International Organization for Standardization. ISO TR11405 dental materials-guidance on testing of adhesion to tooth structure. Geneva, Switzerland: WHO; 1993.
15. Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod* 1984;85:333-340.
16. Bishara SE, VonWald L, Laffoon JF, Warren JJ. Effect of using a self-etched primer/adhesive on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001; 119:621-624.
17. Korbmacher H, Klocke A, Huck L, Kahl-Nieke B. Evaluation of a new one-phase orthodontic adhesive. *Eur J Orthod* 2000;22:595.