

## ORTODONTİK SİMANLARDAKİ GELİŞMELER

Dr. Dt. İken KOCADERELİ\*

**ÖZET:** Bu derlemede ortodontik bantların dişe yapıştırılmasında kullanılan dental simanlar incelenmiştir. Çinkofosfat siman, polikarboksilat siman ve en yeni geliştirilen cam iyonomer simanların özellikleri literatüre dayanılarak tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Dental simanlar, cam iyonomer siman.

**SUMMARY:** "DEVELOPMENTS IN ORTHODONTIC CEMENTS" In this literature review dental cements which were used for banding orthodontic attachments to teeth were evaluated. The general properties of zincphosphate cement, polycarboxylate cement and recently developed glass ionomer cements were discussed.

**Key Words:** Dental cements, glass ionomer cement.

### ORTODONTİK SİMANLARDAKİ GELİŞMELER

Bugüne kadar sabit ortodontik aparatların dişe yapıştırılmasında kullanılan maddelerin tutuculukları, stabilite ve yapısal özellikleri ile ilgili pek çok araştırma yapılmıştır. Klinikte rutin kullanılan malzemelerin eksik tarafları giderilmeye çalışılmış ve daha avantajlı yeni yapıştırıcılar geliştirilmiştir. Bu konudaki araştırmalar ve yenilikler hızla devam etmektedir. Amacımız ortodontik ataçmanların dişe yapıştırılmasında kullanılan simanları tarihsel gelişimleri içerisinde incelemek ve yeni geliştirilen maddelerle ilgili bilgileri ortaya koymaktır.

### ORTODONTİK TEDAVİ VE DEKALSİFİKASYON

Ortodontinin amaçlarından birisi de malpoze dişleri düzgün bir pozisyona getirmek ve çürük insidansını azaltmaktır. Bantlı ortodontik tedavi sonrası yaygın dekalsifiye alanlar oluşması ile bu amaç kısmen gerçekleşmektedir. Multibant ortodontik tedavi sırasında ve sonrasında mine dekalsifikasyonu görülmesi, tüm ortodontistleri ilgilendiren ortak bir problemdir (1, 2, 3). Mine dekalsifikasyonu veya beyaz leke formasyonu bakteriyel plağın mine yüzeyinde belirli bir süre kalması sonucu oluşur ve erken mine çürüğü olarak izlenir (4, 5, 6).

Buonocore (7)'un asitle pürüzlendirme tekniğini tanıması ile direkt bonding braket kullanımına başlanmasından sonra da, konvansiyonel molar bantlar hala önemini korumaktadır.

\* Hacettepe Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi.

Direkt bonding braket kullanımı ile bant altındaki mine dekalsifikasyonu büyük ölçüde azalmıştır; fakat braketlere komşu bölgelerde ve braket çevresinde yine beyaz lekeler rastlanmıştır (8). Yapılan bir çalışmada (9) ortodontik tedavi başlangıcında % 3.6 olan beyaz lekelerin tedavi bitiminde % 10 olduğu gösterilmiştir. Erkek çocuklar kızlara oranla ağız bakımına daha az dikkat ettiklerinden, mine opasiteleri daha çok erkek çocuklarda görülmektedir (1).

Ortodontik bantların altında oluşan demineralizasyon; simandaki kırılmalara, yetersiz yapı ve bağlanma dirençlerine, kullanılan simanın ağız sıvıları içerisinde çözünabilirliğine bağlı olarak oluşabilir (10). Ayrıca kötü ağız bakımı da bu olayı başlatan diğer önemli bir faktördür (11).

Demineralize mine alanları, şiddetine ve lezyonun bulunduğu bölgeye göre zamanla diş çürüğüne dönüşebilir veya remineralize olabilir (2, 12).

Ortodontik tedaviyi takiben dişlerde gözlenen mine opasitelerinin dağılımı ile ilgili bir fikir birliği yoktur. Görelik (9) maksiller lateral keserlerde, maksiller santral keserlere kıyasla 3 kat fazla beyaz leke tespit etmiştir. Tükürük akışının daha fazla olduğu bölgelerdeki dişlerde ve braket ile serbest gingival marjin arası mesafenin fazla olduğu dişlerde beyaz leke oluşumu çok daha az olmaktadır. Başka bir araştırmadaki sıralamada (2) maksiller ve mandibuler molar dişler ilk sırada yer almaktadır. Sonra sırası ile maksiller lateral keserler, mandibuler lateral keserler ve mandibuler kaninler gelmektedir. Tüm bu dişlerde beyaz lekedeki artış vestibül yüzeyin servikal ve orta üçlüsünde maksimumdur.

Bant simantasyonunda kullanılan belli başlı siman grupları çinkofosfat, çinkosilikofosfat ve polikarboksilat simanlardır (8). Ortodontik bant altındaki demineralizasyonu önlemek amacıyla pek çok yeni siman geliştirilmiştir. Bunlar arasında; bant simantasyonundan önce mine yüzeyinin pürüzlendirilmesini gerektiren kompozit simanlar; minedeki kalsiyum ile çelasyon yapan karbonat simanlar; içerisinde florür ihtiva eden geliştirilmiş çinkofosfat simanlar sayılabilir (4, 11, 13).

### İDEAL ORTODONTİK SİMAN

Ortodontik bant yapıştırılmasında kullandığımız ideal bir simanın özellikleri:

- düşük viskozitede ve 20-22 mikron gibi ince film kalınlığında olması,

- ağız sıcaklığında hızla sertleşmeli,
- çalışma süresi uzun olmalı,
- su ve aside dirençli olmalı,
- plastik deformasyona, kompresive ve gerilim basıncına dirençli olmalı,
- diş yapısına adhezyonla tutunabilmeli,
- kariostatik olmalı,
- pulpa ile biyolojik uyumluluğu olmalı,
- translusent olmalı,
- radioopak olmalıdır (14).

### TARİHSEL GELİŞİM

Çinkofosfat siman 1878'de dental siman olarak tanıtıldığından beri ortodontik bant yapıştırılmasında kullanılan standart siman haline gelmiştir. Bant materyali ile mine yüzeyi arasındaki bağlantıyı mekanik kilitleme ile gerçekleştirmektedir; dişe veya bant materyaline kimyasal olarak adhezyonla bağlanamaz. Dekalsifikasyon sıklıkla çinkofosfat simanla yapıştırılan bantların altındaki mine yüzeyinde oluşmaktadır; çünkü siman çok kırılmalıdır ve ağız sıvılarında özellikle organik asit varlığında çözünmektedir (10, 15, 16).

Bu olumsuzlukların üstesinden gelebilmek için araştırmacılar başka dental simanlar geliştirmişlerdir. 1968'de Smith (17) polikarboksilat simanı tanıtmıştır. Simanın toz kısmı çinko oksit ile modifiye edilmiştir. Likidi ise poliakrilik asidin sulu solüsyonundan oluşmaktadır. Sertleşme çinko iyonlarının komşu poliakrilik asit moleküllerine çelat yapı ile bağlanması sonucu kimyasal reaksiyonla gerçekleşir.

Poliakrilik asit molekülleri diş minesindeki kalsiyum iyonları yanısıra paslanmaz çeliğe de çelat yapma yeteneğindedir (10, 17). Çinkofosfat simana göre su içerisindeki çözünürlüğü düşüktür (15). Bu özellikleri nedeniyle simantasyon için çok uygundur.

Polikarboksilat simanın dezavantajı karıştırıldığında karışımın viskoz yapısı nedeniyle bant simantasyonunun zor olması ve çok kısa çalışma süresinin olmasıdır. Çok çabuk sertleşir (10, 18).

Flor iyonu salan simanların ve adhezyonla bağlantı özelliğinin tanıtılması ortodontist ve hasta için bant retansiyonu ve minenin korunması yönünden teorik bir avantaj oluşturmuştur.

### CAM İYONOMER SİMANLAR

1972 yılında Wilson ve Kent (19) tarafından cam iyonomer siman tanıtılmıştır. Bu siman akrilik asidin homo veya kopolimerlerinin sulu solüsyonu ile kalsiyum aliminosit kat cam tozu esasından oluşmaktadır. Aliminyum polisalt ile güçlendirilmiş kalsiyum polisalt jel matrixin oluşması ile sertleşme reaksiyonu tamamlanmaktadır. Adhezyon büyük olasılıkla iyonik veya polar moleküler

çekimle gerçekleşmektedir (20, 21, 22). Cam iyonomer siman kimyasal olarak mineye, dentine ayrıca kıymetli olmayan metaller ve plastiklere adhezyonla bağlanma özelliğine sahiptir (20, 21, 23, 24, 25). Adhezyon; adhesiv madde ile temas edilen yüzey arasındaki fizikokimyasal çekicilik anlamındadır (26).

Cam iyonomer simanların en büyük avantajı flor iyonu deposu gibi davranabilme yeteneğidir; dolayısıyla bant çevresinde dekalsifikasyon olasılığı azalmaktadır (27, 28, 29). Araştırmacılar (30, 31, 32) simanın karıştırılıp uygulanması ile birlikte iyon salınımının başladığını ve belirli seviyelerle yaklaşık 12 ay sürdüğünü göstermişlerdir.

Flor basit bir iyon şeklinde veya fluorofosfat gibi kompleks bir yapıda olabilir ve her iki halde de klinikte faydalıdır. Cam iyonomer siman yüksek florür muhtevası nedeniyle diş yapısında çürüğe karşı direnç oluşturmaktadır. Florürün; mine yüzeyinde daha az çözünebilir florapatit kristalleri oluşturarak antikaryojenik etki oluşturduğu kabul edilmektedir (23, 30, 31). Flor iyonu çürüğe karşı direnci:

- minenin çözünürlüğünü azaltarak,
- plağın metabolik aktivitesini değiştirerek gerçekleştirmektedir (12, 30, 33).

Cam iyonomer siman mineye iyonik ve polar bağlantı ile tutunduğunda mineyi çevreleyen apatitlerin içerisindeki hidroksil iyonları ile flor iyonları yer değiştirmektedir. Dişe adhezyonla bağlanmayan bir yapıştırıcı kullanıldığında siman ile diş yüzeyi arasında boşluk kalabilmektedir. Dolayısıyla böyle bir siman flor iyonu bile salgılasa mine yüzeyinde iyon değişimi olamayacaktır (10).

Bu olumlu özellikler yanında cam iyonomer siman kırılmalıdır, az dayanıklıdır (13, 15, 34); uygulanması sırasında özellikle sertleşme reaksiyonunun başlangıcında nem kontaminasyonuna duyarlı olduğu için uzun süre nemden uzak tutulması gerekir (10, 23, 35, 36). Araştırmacılar bu eksikliği gidermek için ikinci jenerasyon cam iyonomer simanları geliştirmişlerdir (23, 37). Final sertleşme 4 dakika içerisinde gerçekleşmektedir. Böylece nem kontaminasyonundan uzun süre korunması gerekliliği ortadan kalkmıştır.

### SİMANLARIN BİRBİRLERİNE GÖRE ÜSTÜNLÜKLERİ

Cam iyonomer simanın çinko polikarboksilat simana üstünlüğü viskozitesinin düşük olmasıdır; ayrıca kompresiv basınca dayanıklılığı polikarboksilat ve çinkofosfat simandan daha yüksektir (13, 26).

Cam iyonomer simanlar biyolojik uyum, düşük çözünürlük, mine ve dentine kimyasal olarak bağlanma özelliğinden ötürü primer olarak taban maddesi ve direkt restoratif madde olarak tanıtılmıştır (12, 13, 18, 24, 25, 27, 33, 35, 38, 39). Metallerle bağlanma ve flor iyonu salma özelliğinden ötürü de bu maddenin ortodontideki kullanımı araştırılmıştır.

Copenhaver (40) ortodontik bant altındaki dekalsifikasyonu araştırdığı bir çalışmada 40 adet üçüncü molar dişi bantlayıp 4 hafta süre ile laktik asit solüsyonu içerisinde bekletmiştir. Bu solüsyon hastalardaki kötü ağız hijyeni şartlarını oluşturmuştur. Bant dışında kalan kısımlarda dördüncü hafta sonunda belirgin dekalsifikasyon oluşmuştur. Cam iyonomer simanla bantlanan dişler, çinkofosfat simanla bantlanan dişlere kıyasla daha az gözlenebilir değişikliğe uğramıştır. Bu çalışma ortodontik bant altındaki ve bantlara komşu mine yüzeyinin cam iyonomer siman tarafından daha iyi korunduğunu göstermektedir. Benzer bir klinik çalışmada cam iyonomer simanla simante edilen molar bantlar çevresinde hiç mine demineralizasyonu görülmezken çinko fosfat simanla simante edilenlerde debonding sırasında % 9.5 mine demineralizasyonu tespit edilmiştir (41).

Cam iyonomer simanın etkisi sadece uygulandığı bölgeye değildir. Swartz (30) ve Scoville (12)'in çalışmalarında da gösterildiği gibi siman uygulanan alandan 3 mm uzaklıktaki bölgelerde, hatta daha uzak diş yüzeyinde değişen oranlarda fakat belirgin florür konsantrasyonu artışı mevcuttur.

Swartz (30) cam iyonomer siman restorasyondan 1 mm uzaklıktaki minede, uygulamadan 1 ay sonra flor iyonu düzeyinin 30 kat; uygulamadan 6 ay sonra ise flor iyonu düzeyinin 45 kat arttığını göstermiştir. Diş yüzeyinde herhangi bir bölgede florür içeren siman kullanılırsa tüm diş yüzeyi korunabilir (33).

Dental simanlarda kompresiv dayanıklılığın yüksek olması avantajdır. McLean (26) cam iyonomer simanın, hem çinkofosfat hem de çinkopolikarboksilat simandan daha fazla kompresiv dayanıklılığı olduğunu göstermiştir.

Ortodontik bant simantasyonunun stabilitesinin araştırıldığı bir çalışmada (1) cam iyonomer simanla yapıştırılan bantlarda % 1.9, polikarboksilat simanla yapıştırılanlarda ise % 5.1 oynama tespit edilmiştir. Cam iyonomer simanla yapıştırılan bantların çinkofosfat simanla yapıştırılanlara oranla retansiyonunun daha iyi olduğu benzer çalışmalarla da gösterilmiştir (8, 15, 42).

Bizim bir çalışmamızda ortodontik bant simantasyonunda kullanılan cam iyonomer siman, çinkofosfat siman ve polikarboksilat simanın gerilme (tensile) kuvvetine karşı dayanıklılığı araştırılmıştır ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (43). Cam iyonomer siman, çinkofosfat ve polikarboksilat siman kadar gerilme kuvvetlerine dayanıklıdır.

Kimyasal adhezyon potansiyeli olan simanların olası avantajları siman kırılma lokalizasyonu açısındandır. Paslanmaz çelik bant ile siman birleşim yerinden kırılma (ayrılma) en avantajlı olanıdır. Böylece flor iyonu salan siman diş üzerinde yapışık kalacak ve mine yüzeyini koruyacaktır. Cam iyonomer simanda bu tip kırılma tespit edilmiştir (10).

Direkt bonding teknikte cam iyonomer simanın kullanılabileninden ilk olarak White (37) bahsetmiştir. Cam iyonomer siman kullanıldığında minenin asitle pürüzlendirilmesine gerek yoktur; ayrıca basit bir hamle ile kırılarak debondingi kolaylaştırmaktadır (27, 37, 44).

Minenin sitrik asitle pürüzlendirilmesinin cam iyonomer simanın daha sıkı bağlanmasına neden olabileceğinden bahsedilmiştir (20). Mine yüzeyinde dentine göre daha çok kalsiyum bulunduğundan cam iyonomer siman mineyle daha kuvvetli bağlanmaktadır. Mine asitle pürüzlendirildiğinde bir miktar kalsiyum uzaklaştırılmaktadır ve bu durumun bağlantıyı olumsuz etkilemesi beklenir. Buna rağmen Lacefield (45) asitle pürüzlendirilmiş ve asitle pürüzlendirilmemiş minenin cam iyonomer simanla bağlantı dirençleri arasında fark tespit edememiştir.

Flor iyonu salınımına bağlı olarak dekalsifikasyonu önlemesi ve kolay debondingi avantaj olarak gösterilen cam iyonomer simanlar in vitro braket yapıştırılmasında kullanılmış ve bağlantı dirençleri kompozit resinlerle karşılaştırılmıştır; bağlantı dirençleri oldukça düşük bulunmuştur (46-52).

Işıkla sertleşen cam iyonomer simanların bağlantı dirençleri kimyasal olarak sertleşen cam iyonomer simanlara kıyasla daha yüksek bulunmuştur (53). Braket yapıştırılmasında cam iyonomer siman kullanımı henüz araştırma safhasındadır; rutin klinik kullanıma girmemiştir.

Sonuç olarak cam iyonomer siman, polikarboksilat simanın adhesiv özelliklerine, silikat simanın sertliğine ve çözünmezliğine sahiptir. Flor iyonu deposu gibi davranabilmesi; mekanik bağlantı yerine hem mineye hem de paslanmaz çeliğe kimyasal adhezyonla bağlanabilmeleri nedeniyle şimdilik ortodontik bant simantasyonunda (özellikle ağız bakımı kötü olan hastalarda) kullanılması dekalsifikasyonunun önlenmesi açısından avantaj sağlayacaktır ve tavsiye edilmektedir. Diğer taraftan ortodontide kullanılan yapıştırıcı malzemelerle ilgili araştırmalar ve gelişmeler en iyiyi bulma yönünde hızla devam etmektedir.

#### YARARLANILAN KAYNAKLAR

- 1- Mizrahi E Enamel demineralisation following orthodontic treatment. Am J Orthod 1982 82: 62-67
- 2- Mizrahi E Surface distribution of enamel opacities following orthodontic treatment. Am J Orthod 1983 84: 323-331
- 3- O'Reilly MM, Featherstone JDB Demineralisation and remineralisation around orthodontic appliances An in vitro study. Am J Orthod Dentofac Orthop 1987 82: 33-40
- 4- Thornton JB, Retief DH, Bradley EL, Denys FR The effect of fluoride in phosphoric acid on enamel fluoride uptake and the tensile bond strength of an orthodontic bonding resin. Am J Orthod Dentofac Orthop 1986 90: 91-101

- 5- Zachrisson BU A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. *Am J Orthod* 1977 71: 173-189
- 6- Gwinnet AJ, Gorelick L Microscopic evaluation of enamel after debonding; Clinical application. *Am J Orthod* 1977 71: 651-665
- 7- Buonocore MG A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955 34: 849-853
- 8- Mizrahi E Glass ionomer cements in orthodontics-An update. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1988 93: 505-507
- 9- Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett J Incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am J Orthod* 1982 81: 93-98
- 10- Norris DS, McInnes-Ledoux P, Schwaninger B, Weinberg R Retention of orthodontic bands with new fluoride-releasing cements. *Am J Orthod* 1986 89: 206-211
- 11- Sadowsky PL, Retief DH A comparative study of some dental cements used in orthodontics. *Angle Orthod* 1976 46: 171-181
- 12- Scoville RK, Foreman F, Burgess JO In vitro fluoride uptake by enamel adjacent to a glass ionomer luting cement. *J Dent Child* 1990 57(5): 352-355
- 13- Bryant S, Russel CM, Denys FR Tensile bond strengths of orthodontic bonding resins and attachments to etched enamel. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1987 92: 225-231
- 14- McLean JW, Wilson AD, Prosser HJ Development and use of water-hardening glass ionomer luting cements. *J Prosthet Dent* 1984 52: 175-179
- 15- Majjer R, Smith DC A comparison between zinc phosphate and glass ionomer cements in orthodontics. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1988 93: 273-279
- 16- Wisth PJ The role of zinc phosphate cement in enamel surface changes on banded teeth. *Angle Orthod* 1970 40: 329-333
- 17- Smith DC A new dental cement. *Brit Dent J* 1968 125: 381-384
- 18- Mizrahi E Success and failure of banding and bonding, a clinical study. *Angle Orthod* 1982 52: 113-117
- 19- Wilson AD, Kent BE A new translucent cement for dentistry. *Brit Dent J* 1972 132: 133-135
- 20- Hotz P, McLean JW, Sced I, Wilson AD The bonding of glass ionomer cements to metal and tooth substrates. *Brit Dent J* 1977 142: 41-47
- 21- McCabe JF, Jones PA, Wilson HJ Some properties of a glass ionomer cement. *Brit Dent J* 1979 146: 279-281
- 22- Wilson AD, Crisp S, Ferner AJ Reactions in glass ionomer cements Effects of chelating comonomers on setting behaviour. *J Dent Res* 1976 55: 489-495
- 23- Klockowski R, Davis EL, Joynt RB, Wiczowski G, McDonald A Bond strength and durability of glass ionomer cements used as bonding agents in the placement of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1989 96: 60-64
- 24- Sheth JJ, Jensen ME, Sheth PJ, Versteeg J. Effect of etching glass ionomer cements on bond strength to composite resin. *J Dent Res* 1989 68: 1082-1087
- 25- Smales RJ, Gerke DC, White IL Clinical evaluation of occlusal glass ionomer resin and amalgam restorations. *J Dent* 1990 18: 243-249
- 26- Smith GE, Soderholm KM The effect of surface morphology on the shear bond strength of glass ionomer to resin. *Operative Dentistry* 1988 13: 168-172
- 27- McLean JW Glass-ionomer cements. *Brit Dent J* 1988 164: 293-300
- 28- McComb D, Sirisko R, Brown J Scientific comparison of physical properties of commercial glass ionomer luting cements. *J Canad Dent Assn* 1984 9: 699-701
- 29- Wilson AD et al Developments in glass ionomer cements. *The International Journal of Prosthodontics* 1989 2: 438-446
- 30- Swartz ML, Phillips RW, Clark HE, Norman RD, Potter R Fluoride distribution in teeth using a silicate model. *J Dent Res* 1980 59: 1596-1603
- 31- Swartz ML et al Long-term F release from glass ionomer cements. *J Dent Res* 1984 63: 158-160
- 32- Cook PA, Youngson CC A fluoride-containing composite resin- an in vitro study of a new material for orthodontic bonding. *Brit J Orthod* 1989 16: 207-212
- 33- Retief DH, Bradley EL, Denton JC, Switzer P Enamel and cementum fluoride uptake from a glass ionomer cement. *Caries Res* 1984 18: 250-257
- 34- McCaghren RA, Retief DH, Bradley EL, Denys FR Shear bond strength of light-cured glass ionomer to enamel and dentin. *J Dent Res* 1990 69: 40-45
- 35- Holtan P, Nystyrn GP, Olin PS, Reuney J, Douglas WH Bond strength of a light-cured and two auto-cured glass ionomer liners. *J Dent* 1990 18: 271-275
- 36- Phillips S, Bishop BM An in vitro study of the effect of moisture on glass-ionomer cement. *Quintessence International* 1985 2: 175-177
- 37- White LW Glass ionomer cement. *JCO* 1986 20: 387-391
- 38- Williams JA, Billington RW Increase in compressive strength of glass ionomer restorative materials with respect to time; a guide to their suitability for use in posterior primary dentition. *J Oral Rehabilitation* 1989 16: 475-479
- 39- Tobias RS, Browne RM, Plant CG, Ingram DV Pulpal response to a glass ionomer cement. *Brit Dent J* 1978 44: 345-350

40- Copenhagen DJ In vitro comparison of zinc phosphate and glass ionomer cements' ability to inhibit decalcification under orthodontic bands (Abstract). Am J Orthod 1986 89: 528

41- Fricker JP, McLachan MD Clinical studies on glass ionomer cements Part 2. A two year clinical study comparing glass ionomer cement with zinc phosphate cement. Aust Orthod J 1987 10: 12-14

42- Strippus DR A comparative clinical trial of a glass ionomer and a zinc phosphate cement for securing orthodontic bands. Brit J Orthod 1991 18: 345-350

43- Kocadereli I, Ciğer S Değişik simanların ortodontik bant tutuculuğuna etkileri. (24-27 Ekim 1992 Balçova-İzmir Türk Ortodonti Derneği Uluslararası III. Bilimsel kongresinde tebliğ edilmiştir)

44- Evans R, Oliver R Orthodontic bonding using glass ionomer cement: an in vitro study. Eur J Orthod 1991 13: 493-500

45- Laceyfield WR, Reindl MC, Retief DH Tensile bond strength of a glass ionomer cement. J Prosthet Dent 1985 53: 194-198

46- Fox NA, McCabe JF, Gordon PH Bond strengths of orthodontic bonding materials: an in vitro study. Brit J Orthod 1991 18: 125-130

47- Cook PA, Youngson CC An in vitro study of the bond strength of a glass ionomer cement in the direct bonding of orthodontic brackets. Brit J Orthod 1988 15: 247-253

48- Cook PA Direct bonding with glass ionomer cement. JCO 1990 26: 509-511

49- Fajen VB, Duncanson MG, Nanda RS, Currier GF, Angolkar PV An in vitro evaluation of bond strength of three glass ionomer cements. Am J Orthod Dentofac Orthop 1990 97: 316-322

50- Tavas MA, Salem NS Glass ionomers for direct bonding: an in vitro assessment. Brit J Orthod 1990 17: 223-228

51- Rezk-Lega F, Ogaard B Tensile bond force of glass ionomer cements in direct bonding of orthodontic brackets: An in vitro comparative study. Am J Orthod Dentofac Orthop 1991 100: 357-361

52- Oen JO, Gjerdet NR, Wisth PJ Glass ionomer cements used as bonding materials for metal orthodontic brackets An in vitro study. Eur J Orthod 1991 13: 187-191

53- Compton AM, Meyers CE, Hondrum SO, Lorton L Comparison of the shear bond strength of a light-cured glass ionomer and a chemically cured glass ionomer for use as an orthodontic bonding agent. Am J Orthod Dentofac Orthop 1992 101: 138-144

**YAZIŞMA ADRESİ:**  
Dr. İlken KOCADERELİ  
H.Ü. Dişhekimliği Fakültesi  
Ortodonti Anabilim Dalı  
06100 ANKARA