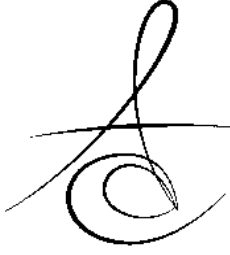


ORTODONTİDE KULLANILAN ANTİBAKTERİYAL ADEZİVLER

ANTIBACTERIAL ADHESIVES IN ORTHODONTICS



Dr. Hilal KAN*

Yrd. Doç. Dr. Banu SAĞLAM AYDINATAY**
Prof. Dr. Semra CİĞER**

Makale Kodu/Article code: 840

Makale Gönderilme tarihi: 04.05.2012

Kabul Tarihi: 29.11.2012

ÖZET

Ortodontik ataçmanların etrafında görülen mine demineralizasyonu sabit apareylerle yapılan ortodontik tedavinin en yaygın komplikasyonudur. Demineralizasyonda rol oynayan faktörler arasında plak birikimi ve olgunlaşması, ortodontik ataçmanların etrafında bakteri kolonizasyonu, demineralizasyona yatkın diş yüzeyi bulunması ve ortodontik tedavinin süresi sayılmaktadır. Mineye braketleri yapıştırmak için kullanılan ortodontik adeziv rezinler de mine dekalsifikasyonuna yol açabilecek olası risk faktörleri arasındadır. Bu nedenle antibakteriyal özellikleri olan bazı ajanlar ortodontik adeziv rezinlere eklenmeye başlanmıştır. Bu antibakteriyel maddelerden setilpiridinium klorid, çinko oksit, triklosan, benzalkonyum klorid ve gümüş restoratif kompozit rezinlerin dışında yaygın kullanılan ortodontik adeziv rezinlere de eklenerek özellikleri incelenmiştir. Eğer kullanımlarının uygun olduğu gösterilebilirse, bu yeni ortodontik adezivler topikal florür uygulaması ve mekanik plak kontrolü gibi diğer koruyucu önlemlerle beraber beyaz nokta lezyonlarının önlenmesine yardımcı olabilirler. Bu derlemenin amacı, demineralizasyonun önlenmesinde yardımcı olabilecek bu yeni katkı maddeleriyle ilgili mevcut literatürü antimikrobiyal aktivite ve adeziv özellikleri üzerindeki etkileri yönünden değerlendirmektir.

Anahtar Kelimeler: ortodontik adeziv, antibakteriyal, demineralizasyon

ABSTRACT

Enamel demineralization around orthodontic attachments is a common complication of orthodontic treatment with fixed appliances. Plaque accumulation and plaque maturation, colonization of bacteria around the orthodontic attachments, presence of a susceptible tooth surface and duration of orthodontic treatment are reported to be factors that play a role in demineralization. Orthodontic adhesive resins that are used for bonding appliances to teeth are one of the risk factors for enamel demineralization during orthodontic treatment. That is why some agents with antibacterial properties are now being added to orthodontic adhesive resins. Cetylpyridinium chloride, zinc oxide, triclosan, benzalkonium chloride and silver are the antibacterial agents that were added to restorative resins as well as orthodontic adhesives and their effects have been evaluated. If they prove to be viable, these new orthodontic adhesives may help with the prevention of white spot lesions along with other preventive measures such as mechanical plaque control and topical fluoride application. Our aim is to review the available literature on these new additives with special emphasis on their antimicrobial activity and effect on adhesive properties.

Keywords: orthodontic adhesive, antibacterial, demineralization

*Serbest Ortodontist, KOCAELİ

**Hacettepe Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı, ANKARA



GİRİŞ

1955 yılında Buonocore¹ mineyi asitle pürüzlendirme tekniğini tanıttığından bu yana ortodontik ataçmanların dişlere doğrudan yapıştırılması sabit ortodontik tedavide rutin olarak kullanılmaktadır. Bantlama tekniğiyle kıyaslandığında, ortodontik braketlerin doğrudan dişlere yapıştırılması artmış estetik, hasta başında geçirilen sürenin azalması ve plak uzaklaştırılmasında artmış etkinlik gibi pek çok avantaj sunmaktadır.²

Ortodontik tedavi, dişlerin fonksiyon ve görüntülerinin düzelmesini sağlayarak bireylere psikolojik olarak olumlu katkıda bulunur ancak ortodontik ataçmanların etrafında görülen mine demineralizasyonu hala sabit apareylerle yapılan ortodontik tedavinin en yaygın komplikasyonudur ve tedavi kalitesinde düşmeye yol açar. Sabit apareylerle tedavi gören hastalarda braketlerin çıkartılmasından sonra en az bir beyaz nokta lezyonu görülme prevalansı %49,6 iken, tedavi görmeyen bireylerde bu oran %24 olarak bulunmuştur.³

Klinik olarak mine demineralizasyonu 4. hafta gibi erken bir zamanda ortaya çıkabilir ve prevalansı % 2-96 olarak rapor edilmiştir.^{4,5} Demineralizasyonda rol oynayan faktörler arasında plak birikimi ve olgunlaşması, ortodontik ataçmanların etrafında *Streptokokkus mutans* ve *Laktobasil* gibi asidürik bakterilerin kolonizasyonu, demineralizasyona yatkın diş yüzeyi bulunması ve ortodontik tedavinin süresi sayılmaktadır.⁴

Mineye braketleri yapıştırmak için kullanılan ortodontik adeziv rezinler de mine dekalsifikasyonuna yol açabilecek olası risk faktörleri arasındadır.⁶ Hess ve ark.'ları⁷ mine yüzeylerinin dekalsifikasyonu üzerinde asitle pürüzlendirme, kompozit rezin ve ortodontik braketlerin etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında bonding rezin uygulanmış dişlerde uygulanmamış dişlere göre %24 oranında daha fazla mine dekalsifikasyonu görüldüğünü rapor etmişlerdir. Matasa⁸, ortodontik adezivlerdeki polimerik matriksin *Streptokokkus mutans*'ın da aralarında bulunduğu çok çeşitli aerob ve anaerob mikroorganizmaya afinitesi olduğunu ve bu nedenle adeziv üzerinde bakteriyel kolonizasyon meydana geldiğini belirtmiştir.

Ortodonti hastalarında demineralizasyonun önlenmesi için florür içeren diş macunları, jeller ve ağız gargaralarının, antimikrobiyal ajanların, ksilitol içeren sakızların ve kazein türevlerinin kullanımı ile beslenme

danışmanlığı gibi pek çok yöntem vardır.⁹ Bu yöntemlerin dezavantajı etkili olabilmeleri için tutarlı bir hasta kooperasyonu gerektirmeleridir. Yapılan çalışmalar ise kooperasyonun çoğunlukla istenen düzeylerin altında olduğunu göstermektedir.¹⁰ Bu nedenle demineralizasyonun önlenmesinde hasta kooperasyonu gerektirmeyen florür içeren cilalar ve rezin yüzey koruyucuların uygulanması gibi çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.¹¹

Adeziv sistemlere demineralizasyonu önleyebileceği düşünülen ajanların eklenmeye başlanması da umut verici bir gelişme olmuştur.^{6,12-21} Bunlardan florid salınımı yapan kompozitler ve cam iyonomer simanların çürük önleyici etkisi gösterilmiştir ancak bu materyallerin bağlantı kuvvetleri geleneksel kompozit rezinlerden daha düşüktür.²² Resin-modifiye cam iyonomer adeziv sistemleri, mine yüzeyi asitle pürüzlendirilerek uygulandıklarında bağlantı kuvvetleri artar ancak yine de geleneksel kompozit rezin sistemlerinden daha düşük bağlantı kuvvetleri oluşturdukları rapor edilmiştir.²³

Piyasadaki bazı diğer kompozit materyaller de üreticileri tarafından demineralizasyonu önleyeceği belirtilerek pazarlanmaktadır. Bunlardan Aegis Ortho (Harry J. Bosworth, Skokie, Ill) içeriğinde %38 amorf kalsiyum fosfat doldurucu bulunan bir kompozit materyalidir. Aegis Ortho'nun bakteriyel adezyonu ve beyaz nokta lezyon derinliğini azalttığı gösterilmiştir ancak bağlanma kuvvetleri geleneksel ortodontik kompozitlerden çok daha azdır.^{24,25}

Clearfil Protect Bond (Kuraray Dental, Kurashiki, Japan) ise dekalsifikasyon ve çürük oluşumunun önlenmesi için self-etching primeri içine 12-metakriloyloksidodesil-piridinyumbromid (MDPB) eklenmiş, kompozit rezini florür içeren bir adeziv sistemidir. MDPB %5 konsantrasyonda kullanıldığında 30 saniye içinde tam bakteriyel ölüm sağlayan bir monomerdir.²⁶ MDPB içeren self-etching sistemlerin bağlantı kuvvetlerinin florid içeren primer veya diğer self-etching primer sistemlere göre daha az olmadığı rapor edilmiş olsa da konvansiyonel sistemlere göre daha az bağlantı kuvvetlerine sahiptirler.^{25,27,28}

Son zamanlarda bazı başka antibakteriyel ajanlar da olası alternatifler olarak önerilmiş ve başlıca restoratif tedavilerde sekonder çürük oluşumunu önlemek için kullanılan bu maddeler ortodontik adeziv rezinlere eklendiğinde oluşan etkiler değerlendirilmeye başlanmıştır.¹⁵⁻²⁰ Amacımız, demineralizasyonun



önlenmesinde yardımcı olabilecek bu yeni katkı maddeleriyle ilgili mevcut literatürü antimikrobiyal aktivite ve adeziv özellikleri üzerindeki etkileri yönünden değerlendirmektedir.

SETİLPİRİDİNİUM KLORİD (SPK)

Setilpiridinium klorid (SPK) ağız gargaraları, diş macunları veya boğaz pastillerinde kullanılan ve kuvvetli bakterisid etkisi olan bir kuaterner amonyum tuzudur.²⁹ SPK'in plak oluşumunu önleyici etkisi ilk olarak Schroeder ve Hirzel tarafından 1969 yılında ortaya konmuştur.³⁰ SPK'in Gram-pozitif patojenler üzerinde hızlı bakterisidal etkisi ve mantarlar üzerinde fungisidal etkisi vardır. Antibakteriyal etkisini hücre duvarı komponentlerine bağlanıp bakteriyal hücre membranına penetre olmak ve sitoplazmik materyalin sızmasını indüklemek, hücre büyümesini inhibe etmek ve sonuçta hücre ölümüne yol açmak sayesinde gösterir.³¹

Setilpiridinium klorid'in dental restoratif materyallere eklenmesiyle oluşan çürük önleyici etkisi çeşitli çalışmalarla değerlendirilmiştir. Botelho³², %1,%2, ve %4 konsantrasyonlarda klorheksidin hidroklorid, SPK, setrimid ve benzalkonyum klorid eklediği cam iyonomer simanın aktif çürükle ilişkili üç bakteriye karşı etkisini değerlendirmiş ve artan konsantrasyonla birlikte doza bağlı bir antibakteriyal etki olduğunu rapor etmiştir. Aynı araştırmacı yaptığı bir diğer çalışmada, önceki çalışmasıyla aynı şekilde hazırladığı cam iyonomer siman örneklerinde kompresif basınca karşı olan direncin azaldığını, antibakteriyal ajanın dozu arttıkça fiziksel özelliklerin olumsuz etkilendiğini belirtmiştir.³³ Namba ve ark.'ları³⁴ ise antibakteriyal eklenmemiş kontrol grubu ile %1 ve %3 immobilize edilmiş SPK ekledikleri deneysel rezinlerin *Streptokokkus mutans* üzerine olan etkilerini karşılaştırmışlar ve %3 SPK eklenmiş rezinin *Streptokokkus mutans*'a karşı inhibitör etkisi olduğunu bulmuşlardır.

Son yıllarda yapılan bir çalışmada ise SPK'in ortodontik adezive eklenmesinin etkileri incelenmiştir.¹⁶ Araştırmacılar ışıkla sertleşen braket adeziline çeşitli konsantrasyonlarda SPK eklemişlerdir (0% [kontrol], %2,5, % 5,0 ve % 10,0). *Streptokokkus mutans* test bakterisi olarak kullanılmıştır. Modifiye adezivlerin antimikrobiyal aktivitesinin SPK konsantrasyonu arttıkça arttığını ve tüm konsantrasyonlar için bakteriyal büyüme inhibisyonunun 196 güne kadar devam ettiğini rapor etmişlerdir. %2,5 SPK-adeziv

grubu ile kontrol grubu arasında gerilme direnci yönünden anlamlı bir fark bulunmamıştır.

ÇİNKO OKSİT (ZnO)

Metal oksitler toksik olmadıkları kabul edilen ve düşük konsantrasyonlarda yüksek antibakteriyal etki gösteren inorganik bileşiklerdir.³⁵ Silika, zirkonya, alumina ve çinko oksit gibi metal oksit tozları restoratif materyallerin dayanıklılığını arttırmak için uzun yıllardır kullanılmaktadır.³⁶ Bunlardan çinko oksit'in aynı zamanda *Streptokokkus mutans* dahil olmak üzere geniş bir bakteri spektrumunda büyümeyi inhibe etme özelliği vardır.³⁷ Çinkonun antimikrobiyal etkisinin kesin mekanizması henüz tam olarak bilinmese de, su ve oksijenden reaktif oksijen oluşumunu katalize ederek bakteriyal membran bütünlüğünün bozulmasını sağladığı düşünülmektedir.³⁵ Çinko bacak ülserlerinin, travmatik yaraların ve yanıkların tedavisinde etkili olan çeşitli tıbbi krem veya merhemlere eklenmektedir. Ayrıca dental plak oluşumunu kontrol etmek amacıyla diş macunlarında, antimikrobiyal aktivitesi nedeniyle kanal dolgu patı ve siman gibi dental materyallerde de kullanılmaktadır.³⁸

Çinko oksit genelde toz formunda kullanılmasına rağmen son yıllarda yapılan çalışmalarda ZnO nanoparçacıklarının daha büyük partiküllere oranla hem gram negatif, hem de gram pozitif bakterilere karşı daha etkili olduğu gösterilmiştir.³⁷ Ancak ZnO tozu veya nanoparçacıklarının adeziv rezinlere eklenmesinin etkileriyle ilgili olarak literatürde çok az araştırma mevcuttur.

Aydın Sevinç ve ark.'ları³⁹ ağırlığına göre %10 oranında ZnO nanoparçacıkları eklenmiş dental kompozitlerin *Streptokokkus sobrinus*'a karşı etkilerini değerlendirmiş ve bu kompozitlerin bakteriyal biyofilm büyümesini %80 oranında azalttığını bulmuşlardır.

Işıkla sertleşen rezin-modifiye cam iyonomer adezive ZnO katılmasının antimikrobiyal özellikler ve kopma direncine olan etkilerinin incelendiği bir çalışmada ise, ZnO eklenmiş adezide görülen antimikrobiyal etkinin kontrol grubuna göre anlamlı biçimde fazla olduğu ve bu etkinin yüksek konsantrasyonlarda arttığı gösterilmiştir. Kopma kuvvetleri ZnO eklenmiş grupla deneysel gruplar arasında anlamlı fark göstermemiştir.¹⁵

TRİKLOSAN

Triklosan pek çok mikroorganizmaya karşı geniş spektrumlu aktivite gösteren iki hidroksidifenil eterin



trikloro türevidir.⁴⁰ Sabun ve diş macunlarında yaygın olarak kullanılır. Bakteriyal yağ asidi biosentezini inhibe ederek hücre yapılarında negatif etki yaratır.⁴¹

Imazato ve ark.'ları⁴² restoratif materyaller üzerinde plak birikimini önlemek için triklosan kullanmışlar ve triklosanın kompozit rezinin fiziksel özelliklerini değiştirmeyen, etkin bir antimikrobiyal ajan olduğunu bulmuşlardır.

Sehgal ve ark.'ları⁴³ ise bakteriyal büyümeyi inhibe eden en düşük antimikrobiyal ajan konsantrasyonu olan minimum inhibitör konsantrasyon (MİK) kullanarak benzalkonyum klorid (BAK), klorheksidin ve triklosanın antimikrobiyal özelliklerini değerlendirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda triklosanın bakteriyal büyümeyi inhibe edici bir etki göstermediği rapor edilmiştir. Ancak araştırmacılar triklosan eklenmesinin kompozite antimikrobiyal aktivite kazandırmadığının kesin olarak söylenemeyeceğini çünkü MİK'un antimikrobiyal ajanların kimyasal yapısından etkilendiğini belirtmişlerdir.

BENZALKONYUM KLORİD (BAK)

Benzalkonyum klorid (BAK) el hijyen ürünleri, intranasal ürünler ve oftalmik solüsyonlarda yaygın olarak kullanılan diğer bir kuaterner ammonyum bileşiktir.⁴⁴ Kuaterner ammonyum bileşiklerinin bakterisidal etki mekanizması, bakteri membranı tarafından yüksek miktarlarda emilmeleri sonucunda membran hasarı ve hücrede sızıntı yaratmaları yoluyla gerçekleşir.⁴⁵

Ortodontik adezive BAK eklenmesinin etkileri çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiş ve BAK eklenmiş ortodontik adezivlerin mikrobiyal saldırıya karşı daha dirençli olduğu gösterilmiştir.^{8,43} Othman ve ark.'ları¹⁸ kompozit materyale BAK eklenmesinin adezivin mekanik özelliklerini değiştirmeden antimikrobiyal özelliğini arttırdığını rapor etmişlerdir. Aynı zamanda BAK salınımının sürekli ve zaman içinde oldukça sabit olduğunu, BAK'ın bakterisidal etkisinin doza bağımlı olduğunu göstermişlerdir.

Saito ve ark.'ları¹⁷ 4-metakriloksietil trimellitat anhidrid/metil metakrilat-tri-n-butil boran (4-META/MMA-TBB) rezine BAK eklenmesinin kuvvetli bir antibakteriyal etki oluşturduğunu ve %0.25-%0.75 BAK içeren rezinin belirgin bir sitotoksik etkisinin bulunmadığını göstermişlerdir. Diğer bir çalışmada Saito ve ark.'ları²⁰ BAK-modifiye kompozitin kopma dayanıklılığının BAK konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak azaldığını ancak kontrol grubundaki kompozitle

%0.25 ve %0.75 BAK içeren kompozitler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını rapor etmişlerdir.

GÜMÜŞ

Gümüş, DNA sentezini değiştirerek bakterios-tatik veya bakterisid etki gösteren bir metaldir.⁴⁶ Rezin kompozitlere gümüş iyonu içeren doldurucuların eklenmesinin kompozitlerin oral *streptokoklara* karşı antibakteriyal aktivitesini arttırdığı gösterilmiştir.⁴⁷

Dişhekimliğinde gümüş kullanımıyla ilgili başlıca sorun, gümüşün dişlerin rengini değiştirme özelliğidir. Ancak nanoteknolojik gelişmeler bu sorunu çözebilir. Nanoparçacıklar (çap <100 nm) kullanıldığında gümüşün temas yüzeyi artarken antibakteriyal aktivite için gereken konsantrasyon düşer. Bu şekilde dişlerde kozmetik değişiklikler oluşmadan ve muhtemelen daha az toksisite ile antibakteriyal aktivite sağlanabilir.⁴⁸ Nano-doldurucular aynı zamanda ortodontik adezivlerin yüzey pürüzlülüğünü de azaltabilir. Pürüzlü yüzeyler plak oluşumu ve maturasyonunu arttıracığı için, yüzey pürüzlülüğünün azalması plak oluşumunu da en aza indirebilecektir.⁴⁹ Gümüş nano parçacıklarının, altın ve çinkoyle kıyaslandığında, daha düşük konsantrasyonlarda bile *Streptokokkus mutans*'a karşı daha yüksek antimikrobiyal etkisinin olduğu gösterilmiştir.⁴⁸

Ahn ve ark.'ları²¹ silika nanodoldurucular ve gümüş nanoparçacıkları içeren deneysel kompozit adezivleri iki konvansiyonel adeziv ile karşılaştırmışlardır. Gümüş nanoparçacıkları eklenmiş deneysel adezivlerin yüzey pürüzlülüğünün konvansiyonel adezivlere oranla fazla olmasına rağmen, bu adezivlere bakteriyal adezyonun konvansiyonel adezivlerden daha az olduğunu bulmuşlardır. Araştırmacılar deneysel ve konvansiyonel adeziv sistemler arasında kopma kuvvetleri ve bağlantı başarısızlık arayüzü açısından anlamlı bir fark olmadığını rapor etmişler ve bu deneysel adezivlerin mine demineralizasyonunun önlenmesine yardımcı olabileceğini önermişlerdir.

SONUÇ

Ortodontik adezivlerin içine setilpiridinium klorid, çinko oksit, triklosan, benzalkonyum klorid ve gümüş gibi antibakteriyal ajanların eklenmesinin etkilerini inceleyen mevcut az sayıdaki çalışma umut verici sonuçlar göstermektedir. Bu maddelerin dışında, restoratif kompozit rezinlere eklenerek olumlu etkileri gösterilmiş olan vankomisin ve metronidazol⁵⁰, amfiliklik



lipidler⁵¹ ve epigallokateşin-3-gallat⁵² gibi maddeler de antibakteriyal etkileri ve rezinin fiziksel özellikleri üzerine etkileri yönünden ortodontik adeziv rezinlerde kullanımları için değerlendirilebilirler.

Eğer kullanımlarının uygun olduğu gösterilebilirse, bu yeni ortodontik adezivler topikal florür uygulaması ve mekanik plak kontrolü gibi diğer koruyucu önlemlerle beraber beyaz nokta lezyonlarının önlenmesine yardımcı olabilirler. Ancak in vitro sonuçları kliniğe uyarlarken dikkatli olmak gereklidir. İn vitro antimikrobiyal aktivitenin mevcut olması, ağız içinde mine demineralizasyonunu önlemek için yeterli olmayabilir. Antimikrobiyal içeren ortodontik adezivlerin klinik olarak kabul gören, ticari değere sahip ürünler haline gelebilmeleri için, klinik performans ve etkinliklerini değerlendiren çalışmalara ihtiyaç vardır.

Yeni bir materyal klinik olarak kullanılmaya başlanmadan önce sadece mekanik ve fiziksel özellikleri açısından değil, aynı zamanda biyolojik uyumluluğu açısından da geniş kapsamlı testler kullanılarak değerlendirilmelidir.⁵³ Antibakteriyal bileşiklerin sitotoksikite gösterebileceği göz önünde bulundurulurken bu adezivlerin kopma kuvvetleri, salınım özellikleri ve antibakteriyal aktivitelerinin yanında sitotoksik etkileri ve güvenli konsantrasyonları da araştırılmalıdır.

REFERANSLAR

1. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res 1955; 34: 849-53.
2. Rossouw PE. A Historical Overview of the Development of the Acid-Etch Bonding System in Orthodontics. Semin Orthod 2010; 16: 2-23.
3. Gorelick L, Geiger A, Gwinnett A. Incidence of white spot formation after bonding and banding. Am J Orthod 1982; 81: 93-8.
4. Sudjalim TR, Woods MG, Manton DJ, Reynolds EC. Prevention of demineralization around orthodontic brackets in vitro. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007; 131: 705.e1-705.e9.
5. Wenderoth CJ, Weinstein M, Borislow AJ. Effectiveness of a fluoride-releasing sealant in reducing decalcification during orthodontic treatment. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1999; 116: 629-34.
6. Ahn SJ, Lee SJ, Lee DY, Lim BS. Effects of different fluoride recharging protocols on fluoride ion release from various orthodontic adhesives. J Dent 2011; 39: 196-201.
7. Hess E, Campbell PM, Honeyman AL, Buschang PH. Determinants of enamel decalcification during simulated orthodontic treatment. Angle Orthod 2011; 81: 836-42.
8. Matasa CG. Microbial attack of orthodontic adhesives. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1995; 108: 132-41.
9. Guzmán-Armstrong S, Chalmers J, Warren JJ. White spot lesions: Prevention and treatment. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2010; 138: 690-6.
10. Geiger AM, Gorelick L, Gwinnett AJ, Benson BJ. Reducing white spot lesions in orthodontic populations with fluoride rinsing. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1992; 101: 403-7.
11. Acun G, Nalbantgil D, Arun T. İki yüzey koruyucunun mine demineralizasyonuna etkilerinin in-vitro değerlendirilmesi. Türk Ortodonti Dergisi 2009; 22: 5-15.
12. Chung CK, Millett DT, Creanor SL, Gilmour WH, Foye RH. Fluoride release and cariostatic ability of a compomer and a resin-modified glass ionomer cement used for orthodontic bonding. J Dent 1998; 26: 533-8.
13. Trimpeneers LM, Dermaut LR. A clinical evaluation of the effectiveness of a fluoride-releasing visible light-activated bonding system to reduce demineralization around orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1996; 110: 218-22.
14. Benson PE, Shah AA, Millett DT, Dyer F, Parkin N, Vine RS. Fluorides, orthodontics, and demineralization: a systematic review. J Orthod 2005; 32: 102-14.
15. Spencer CG, Campbell PM, Buschang PH, Cai J, Honeyman AL. Antimicrobial effects of zinc oxide in an orthodontic bonding agent. Angle Orthod 2009; 79: 317-22.
16. Al-Musallam TA, Evans CA, Drummond JL, Matasa C, Wu CD. Antimicrobial properties of an orthodontic adhesive combined with cetylpyridinium chloride. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006; 129: 245-51.



17. Saito K, Hayakawa T, Kawabata R, Meguro D, Kasai K. In vitro antibacterial and cytotoxicity assessments of an orthodontic bonding agent containing benzalkonium chloride. *Angle Orthod* 2009; 79: 331-7.
18. Othman HF, Wu CD, Evans CA, Drummond JL, Matasa CG. Evaluation of antimicrobial properties of orthodontic composite resins combined with benzalkonium chloride. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 122: 288-94.
19. Bulut H, Türkün M, Türkün LS, İşiksal E. Evaluation of the shear bond strength of 3 curing bracket bonding systems combined with an antibacterial adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 132: 77-83.
20. Saito K, Hayakawa T, Kawabata R, Meguro D, Kasai K. Antibacterial activity and shear bond strength of 4-methacryloxyethyl trimellitate anhydride/methyl methacrylate-tri-n-butyl borane resin containing an antibacterial agent. *Angle Orthod* 2007; 77: 532-6.
21. Ahn SJ, Lee SJ, Kook JK, Lim BS. Experimental antimicrobial orthodontic adhesives using nanofillers and silver nanoparticles. *Dent Mater* 2009; 25: 206-13.
22. Fox NA, McCabe JF, Gordon PH. Bond strengths of orthodontic bonding materials: an in vitro study. *Br J Orthod* 1990; 18: 125-30.
23. Bishara SE, Vonwald L, Olsen ME, Laffoon JF. Effect of time on the shear bond strength of glass ionomer and composite orthodontic adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999; 116: 616-20.
24. Uysal T, Amasyali M, Özcan S, Koyuturk AE, Akyol M, Sagdic D. In vivo effects of amorphous calcium phosphate-containing orthodontic composite on enamel demineralization around orthodontic brackets. *Aust Dent J* 2010; 55: 285-91.
25. Minick GT, Oesterle LJ, Newman SM, Shellhart WC. Bracket bond strengths of new adhesive systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 135: 771-6.
26. Imazato S, Kinomoto Y, Tarumi H, Torii M, Russell RR, McCabe JF. Incorporation of antibacterial monomer MDPB into dentin primer. *J Dent Res* 1997; 76: 768-72.
27. Bishara SE, Soliman M, Laffoon J, Warren JJ. Effect of antimicrobial monomer-containing adhesive on shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2005; 75: 397-9.
28. Arhun N, Arman A, Sesen C, Karabulut E, Korkmaz Y, Gokalp S. Shear bond strength of orthodontic brackets with 3 self-etch adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 129: 547-50.
29. Versteeg PA, Rosema NAM, Hoenderdos NL, Slot DE, Van der Weijden GA. The plaque inhibitory effect of a CPC mouthrinse in a 3-day plaque accumulation model- a cross-over study. *Int J Dent Hygiene* 2010; 8: 269-75.
30. Schroeder HE, Hirzel HC. A method of studying dental plaque morphology. *Helv Odontol Acta* 1969; 3: 22-7.
31. Scheie AA. Models of action of currently known chemical antiplaque agents other than chlorhexidine. *J Dent Res* 1989; 68: 1609-16.
32. Botelho MG. Inhibitory effects on selected oral bacteria of antibacterial agents incorporated in a glass ionomer cement. *Caries Res* 2003; 37: 108-14.
33. Botelho MG. Compressive strength of glass ionomer cements with dental antibacterial agents. *SADJ* 2004; 59: 51-3.
34. Namba N, Yoshida Y, Nagaoka N, Takashima S, Matsuura-Yoshimoto K, Maeda H, Van Meerbeek B, Suzuki K, Takashiba S. Antibacterial effect of bactericide immobilized in resin matrix. *Dent Mater* 2009; 25: 424-30.
35. Brayner R, Ferrari-Iliou R, Brivois N, Djediat S, Benedetti MF, Fievet F. Toxicological impact studies based on *Escherichia coli* bacteria in ultrafine ZnO nanoparticles colloidal medium. *Nano Letters* 2006; 6: 866-70.
36. Ferracane JL. Current trends in dental composites. *Crit Rev Oral Biol Med* 1995; 6: 302-18.
37. Jones N, Ray B, Ranjit KT, Manna AC. Antibacterial activity of ZnO nanoparticle suspensions on a broad spectrum of microorganisms. *FEMS Microbiology Letters* 2008; 279: 71-6.
38. Giertsen E. Effects of mouthrinses with triclosan, zinc ions, copolymer and sodium lauryl sulphate combined with fluoride on acid formation by dental plaque in vivo. *Caries Res* 2004; 38: 430-5.
39. Aydin Sevinç B, Hanley L. Antibacterial activity of dental composites containing zinc oxide nanoparticles. *J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater* 2010; 94B: 22-31.



40. Saleh S, Haddadin RNS, Baillie S, Collier PJ. Triclosan-an update. *Lett Appl Microbiol* 2010; 52: 87-95.
41. Escalada MG, Harwood JL, Maillard JY, Ochs DJ. Triclosan inhibition of fatty acid synthesis and its effect on growth in *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. *J Antimicrob Chemother* 2005; 55: 879-82.
42. Imazato S, Torii M, Tsuchitani Y, McCabe JF, Russell RRB. Incorporation of bacterial inhibitor into resin composite. *J Dent Res* 1994; 73: 1437-43.
43. Sehgal V, Shetty VS, Mogra S, Bhat G, Eipe M, Jacob S, Prabu L. Evaluation of antimicrobial and physical properties of orthodontic composite resin modified by addition of antimicrobial agents- an in-vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 131: 525-9.
44. Marple B, Roland P, Benninger M. Safety review of benzalkonium chloride used as a preservative in intranasal solutions: an overview of conflicting data and opinions. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2004; 130: 131-41.
45. Hamilton WA. The mechanism of the bacteriostatic action of tetrachlorosalicylanilide: a membrane-active antibacterial compound. *J Gen Microbiol* 1968; 50:441-58.
46. Modak SM, Fox CLJ. Binding of silver sulfadiazine to the cellular components of *Pseudomonas aeruginosa*. *Biochem Pharmacol* 1973; 22: 2391-404.
47. Yamamoto K, Ohashi S, Aono M, Kokubo T, Yamada J, Yamauchi J. Antibacterial activity of silver ions implanted in SiO₂ filler on oral streptococci. *Dent Mater* 1996; 12: 227-9.
48. Hernández-Sierra JF, Ruiz F, Pena DC, Martínez-Gutiérrez F, Martínez AE, Guillén Ade J, Tapia-Pérez H, Castañón GM. The antimicrobial sensitivity of *Streptococcus mutans* to nanoparticles of silver, zinc oxide, and gold. *Nanomedicine: NBM* 2008; 4:237-40.
49. Quirynen M, Bollen CM. The influence of surface roughness and surface free-energy on supra- and subgingival plaque formation in man. *J Clin Periodontol* 1995; 22: 1-14.
50. Kudou Y, Obara K, Kawashima T, Kubota M, Abe S, Endo T, Komatsu M, Okuda R. Addition of antibacterial agents to MMA-TBB dentin bonding systems-influence on tensile bond strength and antibacterial effect. *Dent Mater J* 2000; 19: 65-74.
51. Kazuno T, Fukushima T, Hayakawa T, Inove Y, Ogura R, Kaminishi H, Miyazaki K. Antibacterial activities and bonding of MMSA/TBB resin containing amphiphilic lipids. *Dent Mater J* 2005; 24: 244-50.
52. Du X, Huang X, Huang C, Wang Y, Zhang Y. Epigallocatechin-3-gallate(EGCG) enhances the therapeutic activity of a dental adhesive. *Journal of Dentistry* (2010), doi:10.1016/j.jdent.2012.02.013.
53. Tuncer S, Demirci M. Dental materyallerde biyoyuymululuk değerlendirmeleri. *Atatürk Üniv. Dış Hek. Fak. Derg.* 2011; 21: 141-9.

Yazışma Adresi:

Yrd. Doç. Dr. Banu Sağlam Aydınatay
Hacettepe Üniversitesi
Dışhekimliği Fakültesi
Ortodonti A D
06100, ANKARA
TÜRKİYE
0.312.3052290
e-mail: banusaglam@hotmail.com

