

**DENTİN ADEZİV SİSTEMLERİNİN GELİŞİMİ, KULLANIMI VE SINIFLANDIRILMASI**  
**DEVELOPMENT, USE AND CLASSIFICATION OF DENTIN ADHESIVE SYSTEMS****SUAT YALUĞ\*****ÖZET**

Restoratif materyalin dentine daha iyi tutunması ve restorasyon ile diş yüzeyi arasında etkili bir örtüm (sealing) sağlamak için adeziv restorasyon materyalleri geliştirilmektedir. Restoratif dental materyallerin, mineralize diş yapılarına bağlanması yıllar boyunca pek çok dental araştırmaya konu olmuştur. Hem mineralize dokulara, hem de porselen ve metale etkili olarak bağlanabilecek rezinlerin geliştirilmesi için araştırmalar yapılmaktadır. Protetik uygulamalarda, restorasyonun uzun ömürlü olması için dentin ile yapıştırıcı siman arasında etkili bir bağlanmaya gereksinim vardır. Dentin yüzeylerinin çeşitli nedenlerle açığa çıktığı durumlarda kullanılan dentin adeziv sistemlerinin özellikleri ve klinik uygulama biçimleri her geçen gün gelişme göstermektedir. Günümüzde kullanılan dentin adeziv sistemlerinin, geçmiştekilere göre daha üstün fiziksel ve biyolojik özelliklere sahip oldukları belirtilmektedir. Bu makalede dentin adezivlerinin sınıflandırmaları, yapıları ve dentine bağlanma mekanizmaları anlatılmaktadır.

**Anahtar kelimeler :** Dentin, adeziv, dentin adeziv sistemleri

**SUMMARY**

Adhesive restorative have been developed to provide effective seal on the restoration and the tooth interface and adhesion of the restorative materials to dentin. Adhesion of restorative dental materials to mineralized tooth structures has been a goal of dental researchers for many years. Many searches have been focused on the development of resins which have adhesion with mineralized tissues, porcelain and metal effectively. In prosthetic applications in order to achieve durable restorations, strong adhesion between the dentin and the luting cement is required. Properties and clinical application methods of dentin adhesive systems, used for the situations when the dentin is exposed for various reasons are showing a rapid progress in time. Dentin adhesive systems used today are said to be have better physical and biological properties. In this article, the classification, structure and bonding mechanisms of dentin adhesives will be explained

**Key words :** Dentine, adhesive, dentin adhesive systems

\* Doç. Dr GÜ Dişhekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı

Dentin adezivleri; dentin ile kompozit rezin yüzeyleri arasındaki ayrımı önlemek, restorasyonun tutuculuğunu sağlamaya yardımcı olmak, mikrosızıntıyı önlemek ve dentin tübüllerinin örtümünü sağlayarak operasyon sonrası hassasiyeti engellemek amacıyla geliştirilen, dentin ve kompozit rezinle bağlanabilen materyallerdir<sup>64,65</sup>.

Dentin adeziv sistemleri, farklı aşamalarda uygulanan dentin şartlandırıcı (dentin conditioner), dentin primeri ve dentin adeziv ajanından oluşur. Şartlandırıcı ve primer ile primer ve adeziv ajanının birleştirildiği sistemler de vardır<sup>1,15</sup>.

Günümüz dentin adeziv sistemlerinin çoğunda bağlanma mekanizması, hidrofilik rezin bileşikleri ile kısmen demineralize edilen dentin arasında, yüzeyler arası difüzyon bölgesi oluşumuna dayanır. Böylece dentin, ağız ortamından izole edilerek yeterli ke-nar örtümü sağlar ve pulpa korunmuş olur<sup>14</sup>.

**DENTİN ADEZİV AJANLARININ GELİŞİMİ VE SINIFLANDIRILMASI:**

1. *Dentin adeziv ajanlarının jenerasyonlarına göre sınıflandırılması:*

I. Jenerasyon Dentin Adeziv sistemleri:1965'te Bowen tarafından yüzey aktif monomer olan NPG-GMA, mine, dentin ve rezin materyali arasında adezyonu sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Bu sistemle ilgili çalışmalarda dentine bağlanma zayıf bulunmuştur (2.8 MPa) ve fosforik asitle minenin pürüzlendirilmesi ve alıılmış doldurucusuz adeziv ajan kullanımı ile kıyaslandığında restorasyon ile diş dokusu arasında oluşan mikrosızıntıyı önlemede bir gelişme sağlamadığı görülmüştür<sup>4,46</sup>.

II. Jenerasyon Dentin Adeziv Sistemleri:Bunlarda temel olarak polimerize olabilen fosfat ilaveli bis-GMA (bisfenol glisidil metakrilat) rezinleri kullanılmıştır. Mineralize diş yapılarında kalsiyuma bağlanmayı sağlayan fosfat grubu içeren adezivler genel olarak fosfat adeziv sistemler olarak adlandırılırlar. Bu sistemler, ortalama olarak 1-3 MPa bağ dayancına sahiptir ve dişleri mikrosızıntıya karşı koruyamamışlardır<sup>4,46</sup>.

III. Jenerasyon Dentin Adeziv Sistemleri:Bu grubun özelliği smear tabakasını kısmen çözmek ya da kaldırmak ve dentin yüzeyinin ıslatılmasını sağlamak için dentin şartlandırıcı kullanımını içermesidir. Kimyasal yapısı II. Jenerasyon Sistemlerden biraz farklıdır ve dentinin şartlandırılması için pekçok farklı ajan içerir. Bu jenerasyon kapsamındaki farklı adeziv sistemlerde 18MPa'ya ulaşan bağ dayancı bulunmuştur<sup>4,6,32,46</sup>.

IV. Jenerasyon Dentin Adeziv Sistemleri: Bu jenerasyonda yer alan sistemlerin ortak özellikleri, mine ve dentine aynı anda tek bir uygulama ile şartlandırma yapılmasıdır. Amaç, daha önceki sistemlerde olduğu gibi mikromekanik tutuculuğun sağlanmasıdır. Bu sistemlerin dentine bağ dayancıları III. jenerasyondakilerden belirgin biçimde fazladır. Bu da, daha iyi ıslatmaya bağlı olarak açıklanabilir. HEMA gibi hidrofilik gruplar içeren sıvılar, dentin gibi nemli bir yüzeyde daha kolay yayılırlar. Bu da, IV. jenerasyon adeziv ajanlarının avantaj sağlayan bir özelliğidir<sup>3,6,11</sup>.

V. Jenerasyon Dentin Adeziv Sistemleri:Bunlar tek aşamada uygulanan adezivlerdir. V. jenerasyon dentin adeziv sistemlerinin IV. jenerasyondakilerden

farkı, adeziv komponentine gereksinim duymamalarıdır. Uygulama süresinin, dolayısıyla da klinik işlemlerin kısılması, bu materyaller için avantaj olarak kabul edilebilir.

Günümüzde kullanılan IV. ve V. jenerasyon dentin adeziv sistemlerinin bağ dayancıları, geçmişte kullanılanlardan daha fazladır. Adezivin demineralize dentin dokusuna uygulanması, pulpayı dış etkenlere karşı izole etmekte ve böylece mikrobiyal yayılmaya karşı korumaktadır<sup>31,57</sup>.

2. Dentin adeziv ajanlarının kimyasal yapılarına göre sınıflandırılması:

I. Oksalat Sistemler : Bu sistemlerde şartlandırma amacıyla %2.5 nitrik asitteki fenilglisin solusyonu kullanılmıştır. Dentin yüzeyine oksalat solusyonu, PMDM (pirometilik dianhidrid, 2-hidroksietil metakrilat) ve aseton uygulanmıştır.

II. Gluteraldehit/HEMA : Bu grupta, smear tabakasını kaldırmak amacıyla 0.5'lik EDTA (Etilendiamin tetra-asetik asit) solusyonu kullanılmıştır. Sonra, bağlantıyı sağlamak amacı ile gluteraldehit/HEMA solusyonu uygulanmıştır. Kompozit rezin uygulamasından önce yüzeye bis-GMA tabakası uygulanmış ve ışıkla polimerize edilmiştir.

III. Hidrofilik monomer/bis-GMA : Bunlar aynı zamanda IV. jenerasyon dentin adeziv sistemleri olarak tanıtılmışlardır. Bu sistem, primer ve ışıkla polimerize olan adeziv içermektedir. Primer, hidrofilik metakrilat monomerler içeren solusyonlardan oluşur. Hidrofilik metakrilat monomerleri, hidroksil grupları içerdiğinden, suya afinite gösterirler. Bu da, adeziv sistemin dentini daha kolay ıslatmasını ya da örtmesini sağlar.

IV. Poliheksanit metakrilat rezin : Bu sistemin primeri, % 0.1'lik poliheksanit solusyonu içerir. Bu, dentinin yüzey enerjisini, adeziv rezinin ıslatabilirliğini arttırabilecek şekilde değiştirir. Adeziv rezin, MPDM (metakrilat propan diol monofosfat), TEGDM (trietilen glikol dimetakrilat), üretan dionetakrilat ve kanforokinon içerir.

V. Fosfanat dimetakrilat/Fosfanat bis-GMA : Bunlarda primer olarak fosfonat dimetakrilat ile kanforonin, adeziv olarak da bis-GMA kullanılır.

VI. Sitrik asit-Ferrik klorit/4-META : Bu sistemde şartlandırma ve primer uygulama aşamaları birleştirilmiştir. Şartlandırıcı ve primer olarak % 10'luk sitrik asit, % 3'lük ferrik kloritle birlikte ya da fosforik asit gliserinle birlikte kullanılabilir. Adeziv ajan ise 4-META (4-metakriloksietil trimetil anhidrid) ve PMMA (polimetilmetakrilat) ile RTBB-O (kısmen okside edilmiş tri-n-butil keton) içerir. Bu ajanlar, ıslatılabilirliği arttırlar<sup>8,9,12</sup>.

3. Tarihsel bakış açısı ve makaslama bağ dayanıcına göre, dentin adeziv sistemlerin sınıflandırılması:

Kategori 1: Dentine bağ dayançları, 5-7 MPa arasında olan dentin adeziv sistemleri

Kategori 2: Dentine bağ dayançları, 8-14 MPa arasında olan dentin adeziv sistemleri

Kategori 3: Dentine bağ dayançları, 17 MPa'dan fazla olan dentin adeziv sistemleridir<sup>12</sup>. Tablo I'de ticari ürünlerin hangi sınıflandırmalarda yer aldığı gösterilmiştir.

#### DENTİN ADEZİV AJANLARININ ENDİKASYONLARI:

Dentin adeziv ajanları, kompozit rezinlerin doğru-

dan yerleştirilmesini gerektiren konservatif tedavilerde, direkt laminate veneer yapımında, dentinin açığa çıktığı rezin bağlı restorasyonların, porselen laminate veneerlerin, inlay, onlay restorasyonların kompozit rezinle yapıştırılmasında ve kor yapımında kullanılabilirler. Dentin adeziv ajanları, dentin kalınlığı en az 0.5 mm olduğunda endikedir. Dentin adeziv ajanları, geleneksel kavite laklarının ve kalsiyum hidroksit bazlı kaide materyallerinin yerine kullanılabilirler. Bağlantı yüzeyini arttırmaları, tübülleri tıkayarak bakteri yayılmasına engel olmaları ve çözünmez bir bariyer oluşturmaları, bu ajanların avantajları arasındadır. Diş kesiminden sonra dentin tübülleri açığa çıkar. Geçici restorasyon kullanımı sırasında adeziv ajan uygulanarak hastanın operasyon sonrası hassasiyet duyması engellenebilir. Bu amaçla, pek çok dentin adeziv ajanı, dentin hassasiyetinin giderilmesinde kullanılmaya başlanmıştır. Hassasiyetteki azalma, hibrid tabakası oluşumuna ve rezin çıkıntılarının tübülleri tıkamasına bağlı olabilir<sup>1,9,20,54,63</sup>.

#### DENTİNİN YAPISAL ÖZELLİKLERİ:

Dentin, organik (%30 kollajen fibriller) ve inorganik (%50 hidroksiapatit) kısımlarının yanı sıra hacminin %20' si kadar su içerir<sup>19,22,45,60</sup>.

Dentin özellikleri, dişin yaşı ve cinsine göre, aynı zamanda dişin konumuna bağlı olarak, genellikle pulpal duvara olan mesafede farklılıklar gösterir. Pulpa yakınında tübül sayısı mm<sup>2</sup>'de 45000 iken dentin-

Tablo I. Sınıflandırmalarına göre dentin adeziv sistemlerinin ticari isimleri

Jenerasyonlarına göre dentin adeziv ajanları	1. Jenerasyon 2. Jenerasyon 3. Jenerasyon 4. Jenerasyon 5. Jenerasyon	Cervident Creatin Bond, Dentin Adhesit, Bondlite Scotchbond 2, Denthesive, Mirage Bond Scotchbond Multi Purpose, All Bond Single Bond, One-Step, Prime & Bond
Kimyasal yapılarına göre dentin adeziv ajanları	Oksalat sistemler Gluteraldehit/HEMA Hidrofilik monomer/Bis-GMA Poliheksanit metakrilat rezin Fosfanat dimetakrilat/Fosfanat bis-GMA Sitrik asit-Ferrik klorit/4-META	Tennure, Mirage Bond III Gluma Scotchbond Multi Purpose Trypton XR - Primer Superbond, Metadent
Makaslama bağ dayanıcına göre dentin adeziv sistemleri	Kategori 1 Kategori 2 Kategori 3	Gluma, Dentin Adhesit Tennure, Mirage Bond Scotchbond Multi Purpose, Superbond

mine sınırında mm<sup>2</sup>'de 20000'e düşer. Tübül çapları pulpa yakınında 3-4 mikron, mine yakınında 1 mikron kadar ölçülmüştür<sup>15</sup>.

Dentinin geçirgenliği, tübüllerin sayısı, çapı, dentin kalınlığı, dentin sıvısının konsantrasyonu, smear tabakasının varlığı ve diğer çökelti gibi pek çok fiziksel faktörlerle ilgilidir. Dentin tübüllerinin çapı arttıkça geçirgenlik de artar. Derin dentinde tübül sayısı ve çapı daha fazla olduğu için geçirgenlik de fazladır. Dentin ve dolayısı ile dentin tübülleri açığa çıktıklarında, dentin sıvısı devamlı olarak dışarı doğru akar. Tüm çabalar, restoratif materyalin ıslak dentine bağlanabilmesi içindir<sup>15,28,29,54</sup>.

Adezyonu etkileyen faktörler; Yüzeylerin temizliği, yüzey infiltrasyonu, kimyasal reaksiyonlar, adeziv, materyalin büzülmesi, ısıl stresler, nem varlığı, korosiv çevre, yüzeydeki homojenite farklılığı, materyale uygulanan kuvvetler, yüzey şartlandırma şekli, fiziksel stresler, ısı ve pH değişiklikleridir. Bununla beraber, yüzeyler arası temasın artırılması için, düşük yüzey gerilimli adeziv ile yüksek yüzey enerjisi gereklidir. Adezivin yüzey gerilimi, uygulanan yüzeyin, yüzey gerilimine eşit olduğunda olumlu sonuçlar alınır. Yüzeyle temas için adeziv özelliklerinin uygun olması, yüzeyde pürüzlülüğün sağlanması, büzülme kuvvetlerini azaltmak için monomer fonksiyonlarının azaltılması da gereklidir<sup>13,37,48,49,60</sup>.

#### DENTİNE ADEZYON:

Mine ortadan kaldırılıp dentin açığa çıktığında, dış uyaranlar dentin tübülleri boyunca sıvı akışına neden olur ve bu da pulpal sinirleri aktive edip ağrıya sebep olur. Tübüllerdeki bu sıvı hareketine transdental geçirgenlik adı verilir, bu geçirgenlik, dentin hassasiyeti ve sıvı akışına bağlı olarak yüzeyin ıslaklığından sorumludur. Adeziv resin monomerlerinin yüzeyden tübüllere infiltrasyonuna da intratübüler dentin geçirgenliği denir ve bu, transdental geçirgenliğin bir parçasıdır. Intratübüler geçirgenliğin birkaç mikron oluşu, resin uzantılarının oluşumu ve böylece tübüllerin örtümü ve resinin tutuculuğu için yeterlidir. İntertübüler dentinin demineralizasyonu, dentine resin infiltrasyonu için bir yol oluşturur. Buna

intertübüler geçirgenlik ismi verilir. İyi bir bağlanma ve tübüllerin örtümünü sağlamak ve mikrosızıntı ile hassasiyeti önlemek için resin, hem intratübüler hem de intertübüler dentine infiltre olmalıdır<sup>39,41,50</sup>.

Rezinlerin dentin tübülleri ile intertübüler dentine infiltrasyonunu etkileyen pek çok değişken vardır. Yüzeyel dentin derin dentinden daha az tübül içerir ve bağ dayancından intra tübüler infiltrasyonla birlikte, büyük oranda rezinlerin intertübüler dentine infiltrasyonu sorumludur. İntertübüler dentine resin infiltrasyonu asitle şartlandırmadan sonra yüzeyde oluşan pöröziteye bağlıdır. Eğer hava ile kurutmaya bağlı olarak demineralize dentinin kollajen fibril yapısı gerilirse, demineralize bölgenin geçirgenliğini önemli ölçüde azaltır<sup>40,41,44,48</sup>.

Dentine adezyonu sağlamanın güç oluşu; organik içeriğinin fazla olması, yapısındaki farklılıklar, tübüllerindeki sıvı varlığı ve odontoblastik faaliyetler, smear tabakası ve yüzeydeki ıslaklık nedeniyledir. Adezyonun sağlanmasında önemli bir faktör de, adeziv uygulamasından önce dentin yüzeyinin hazırlanmasıdır. Bu amaçla dentin şartlandırıcılar kullanılır<sup>54</sup>.

Günümüzde bulunan pekçok dentin adeziv sisteminin adeziv prensibi kimyasal bağlantıdan çok, dolurucusuz adeziv resinin dekalsifiye dentin ağına mikromekanik olarak tutunması üzerine kurulmuştur<sup>7,15,25,37,43,60</sup>.

İdealde adeziv materyal, su ile yer değiştirmek için hidrofilik olmalı, böylece yüzeyi ıslatmalı ve dentindeki pöröziteye infiltre olmalıdır. Restoratif resinlerin çoğu hidrofobik olduğundan, adeziv ajan, hem hidrofilik hem de hidrofobik materyaller içermelidir. Hidrofilik kısım, hidroksiapatit kristallerindeki kalsiyum ile ya da kollajenle bağlanacak aktif gruplar içermeli, hidrofobik kısım da restoratif resinle bağlanmalıdır. Polimer ile alttaki tabaka arasındaki adezyon, yüzeyin yapısal özellikleri ile materyallerin yüzey özelliklerine bağlıdır<sup>46</sup>.

#### DENTİN ADEZİVLERİNİN BAĞLANMA MEKANİZMASI:

Adeziv materyalin dentine bağlanmasını; dentin

organik içeriği, tübüllerdeki sıvı varlığı, yeni dentin dokusu oluşumu ve smear tabakası varlığı güçleştirir. Dentin dokusu ile adeziv ajan arasındaki bağlanmada önem taşıyan etkenler, mikrosızıntı ve mekanik bağ dayandırıcıdır. Günümüz dentin adeziv sistemleriyle ilgili klinik sorun, diş ve adeziv ara yüzeyinde oluşan mikrosızıntı ile postoperatif hassasiyettir. Bağlanmadaki eksiklik, aynı zamanda sekonder çürük oluşumuna da neden olur. Dentine bağ dayancını arttırmak için yapılacak işlemler smear tabakasının kaldırılması ya da alttaki dentin yapısına infiltre olabilecek ajanların kullanılmasıdır. Günümüz dentin adeziv ajanlarının bağlanma mekanizması, hidrofilik rezin ile kısmen demineralize edilmiş dentin arasındaki yüzeyler arası difüzyon bölgesi oluşumuna dayanır<sup>11,14,15,16,22,36,39,41</sup>.

Doldurucusuz rezin, primer uygulanmış olan dentin yüzeyine uygulanır, bu bölgeye infiltre olur ve kollajen ağı ile rezinin iç içe geçtiği ve polimerize edilen rezin ile değişikliğe uğramamış dentin arasında bulunan bir ara tabaka oluşturur. Demineralize dentin bileşiklerini ile polimerize edilmiş rezinin moleküller düzeyindeki bu karışımına hibrid tabakası denir. Dentin tübülleri içindeki rezin uzantıları tübül duvarlarına sıkıca bağlanmazsa bağ dayancına katkısı olmaz<sup>33,38,41,54</sup>.

Rezin monomerlerinin kollajen ağına infiltrasyonu ve polimerizasyonundan sonra dentine tutuculuğu mikromekaniktir. Rezin uzantılarının hibrid tabakası ile ilişkisi, kullanılan dentin adeziv ajanına, dentin tübüllerinin oryantasyonuna, dentinin yüzey özelliklerine, farklı invivo şartlara ve kalan dentin kalınlığına bağlı olarak değişiklik gösterebilir<sup>17,18,41,61,62</sup>.

Hibrid tabakası oluşumunda önemli bir nokta, asit şartlandırma ile mineral desteğini kaybeden kollajen fibril ağının süngersi özelliğini korumasıdır. Dentinin bu özelliği, primer ve adeziv ajanını uygulama aşamalarında rezin monomerlerinin infiltrasyonu olanak tanır<sup>24,60</sup>.

#### ASİTLE ŞARTLANDIRMA:

Asitle şartlandırma; çeşitli asitler ile dentin yüzeyindeki smear tabakasının kaldırılması ve deminera-

lizasyonun sağlanması olarak tanımlanabilir. Bu değişiklikler dentin tübüllerinin ve kollajen yapının açığa çıkması ve dentin geçirgenliği ile ıslaklığındaki farklılıkları kapsar. Farklı adeziv sistemlerde, farklı konsantrasyonlarda sitrik asit, hidroklorik asit, oksalik asit, pirüvik asit, maleik asit, nitrik asit, tannik asit ve fosforik asit gibi çeşitli asitler uygulanmaktadır. Dentin yüzeyindeki demineralizasyon derinliği; asidin cinsine, uygulama süresine, asit konsantrasyonuna, pH'a veya diğer faktörlere bağlıdır<sup>1,5,14,21,23,41,42,51</sup>.

Dentin adeziv ajanlarının geliştirilmesiyle, pek çok üretici şartlandırıcı şeklini sıvıdan jele değiştirmiştir. Jellerin tercih edilme nedenleri, çevreye yayılma olasılıklarının daha az oluşu ve tek uygulama gerektirmeleridir. Asit konsantrasyon ve tiplerindeki değişikliklere rağmen pek çok asit, jel şeklinde kullanılmaktadır<sup>53</sup>.

Diş kesiminden sonra, mineralize dentin dokusu üzerinde kalan, yapısında; bakteri, kan, tükürük içeren 0.05-10 mikron partikül boyutuna sahip, 0.5-5 mikron kalınlığındaki organik yapıya smear tabakası denir<sup>5,39,54</sup>. Kesim yüzeyini örten smear tabakası, dentin tübülleri içerisinde değişik mesafelerde (1-10 mikron) uzanmakta ve tübülleri tıkamaktadır. Smear tabakasının devamı şeklindeki bu uzantılara smear tıkaçı adı verilir. Difüzyon bariyeri olarak görev yapan smear tabakası; ağız sıvılarının, bakterilerin pulpaya difüzyonuna engel olur, dentin tübüllerini tıkar, dentin geçirgenliğini % 80-85 oranında azaltır ve dentin ile restorasyon arasında mikrosızıntıyı arttırıp, adezyonu azaltır. Smear tabakasının mineral fazı ( smear tabakası hacminin yaklaşık % 50'sini oluşturur) normal dentininkine benzer, kollajen fazı ( smear tabakası hacminin yaklaşık % 30'unu oluşturur) çözünmeyiz ve bu tabaka su ile uzaklaştırılmaz. Bu nedenle uygulanacak olan asit şartlandırıcının smear tabakasından mineral içeriğini tamamen kaldırması gerekir. Günümüzde restorasyonun yapıştirilmesinden önce smear tabakasının uzaklaştırılması önerilmektedir<sup>2,11,53,56</sup>.

Asitle şartlandırma sırasında smear tabakasının sadece yüzeyel olarak kaldırılması, primer ve adeziv ajanın infiltrasyonu için gerekli olan dentin geçirgenliğini arttırmaz, bu nedenle smear uzantıları da uy-

gun asit konsantrasyonu ve uygulama süresi ile kaldırılmalıdır. Dentine bağ dayancı ile dentin geçirgenliği arasındaki ilişki, adeziv sistemlerine göre değişir<sup>51,53</sup>.

Asitle şartlandırılmış dentin hidrofobik özelliktedir. Mineden farklı olarak asitle şartlandırma, adeziv rezinin yayılımını kolaylaştırmak için yüzey enerjisini arttırmaz. Bunun yerine şartlandırıcılar, bağlanma tekniğine bağlı olarak primer ve adeziv rezinin yüzey gerilimini ıslak ya da kuru kollajenin yüzey enerjisi ile uyumlu hale getirirler<sup>13,41</sup>.

Asitle şartlandırma, smear tabakasında olduğu kadar, normal dentin yüzeyinden de mineral fazı kaldırır. Demineralize kollajen, pulpa yönünde geriler, çünkü daha önce kollajen fibrilleri tutan mineral faz ortadan kalkar. Bu, kimyasal anlamda bir büzülme değil, fakat fiziksel olarak gerilemiş bir ağ şeklinde düşünülmelidir. Bu gerilemiş ağ, daha sonra hidrofilik monomerle tekrar uzatılabilir<sup>41</sup>.

Günümüzde geliştirilen asit sistemleri, dentin ile mineyi aynı anda şartlandırmak için kullanılmaktadır. Bu işlem 'tam şartlandırma' olarak adlandırılır<sup>16,25,42,54,55</sup>.

Dentinin asitle şartlandırılmasındaki amaçlar; dentine bağlanmaya olanak tanımak için, smear tabakasını kaldırmak, yüzeye rezinin infiltre olmasına olanak tanımak için yüzeyel dentin yapısını demineralize etmek, hem intertübüler hem de intratübüler dentini açığa çıkarmak, dentin yüzeyini temizlemektir<sup>10,15</sup>.

Yeterli şartlandırma süresi, asidin hem smear tabakasını hem de smear uzantılarını çözmesini sağlar. Asitle dentin yapısının demineralize edilmesi ile, kollajen yapıdan hidroksiapatit mineral kristalleri çözünür ve bu da, dentin porözitesini artırır. Diş preparasyonu sırasında dentinin kan ve tükürkle kontaminasyonu rezin infiltrasyonunu etkileyeceğinden, asitlerin dentin yüzeyini temizleme özellikleri önem taşımaktadır<sup>53</sup>.

#### PRİMERLER :

Dentine bağlanmayı sağlamak amacıyla kullanılan primerler, su ya da aseton veya etanol gibi solusyonlardaki HEMA, 4-META, PMDM, NTG-GMA gibi hidrofilik rezin monomerlerinden oluşur. Bu primerler hem hidrofilik, hem de hidrofobik gruplar içerirler ve asitle şartlandırılmış olan dentinin, yüzey enerjisini ve dolayısıyla ıslaklığını arttırmak için geliştirilmişlerdir, böylece adeziv rezinlerin dentine infiltre olmasını ve bağlanmasını kolaylaştırırlar<sup>6,15,34</sup>. Resin ve dentin arasındaki kuvvetli adezyon, monomerlerin dentine infiltrasyonuna ve polimerizasyonuna bağlı olarak oluşur. Monomerler, demineralize dentin yüzeyini ıslatıp yüzeye tamamen infiltre olmazsa hibrid tabakası oluşmayan kollajen bölgesinde zayıf bağlantı oluşacaktır. Dentinin hidrofilik doğası gözönüne alınarak, primer olarak suda çözünen ajanlar kullanılmalıdır<sup>13,25,32,34,39,41,54,58,63</sup>.

Primer ajan içindeki karboksil grupları suya afiniteleri nedeniyle primere hidrofilik özellik sağlarlar, dentinin ıslatılmasına izin verirler. Hidrofilik metakrilat grupları, dentin yüzeyinden uzakta konumlanırlar ve son aşamada uygulanacak olan adeziv ajan için polimerize olabilen bir yüzey oluştururlar<sup>4,12,15,21,34,54</sup>.

#### ADEZİV REZİNLER:

Adeziv rezinler, adeziv ajanlar olarak da isimlendirilebilirler. Islatabilirliği arttıran bis-GMA ve UDMA (üretan dimetakrilat), viskozite ayarlayıcı olarak TEG-DMA (triötilen glikol dimetakrilat) gibi daha hidrofilik monomerler ve yüzey ıslanabilirliğini arttıran ajan olarak HEMA içerebilirler. Adeziv rezinin esas görevi, hibrid tabakasının stabilizasyonu ile rezin uzantılarının oluşumudur. Adeziv rezinler, kompozit rezin altında, stresleri absorbe eden ve kompozit rezinin polimerizasyon büzülmesi sırasında ayrılmayı önleyen önemli bir ara tabakadır. Bu doldurucusuz kompozit rezinler, primer ve kompozit rezin ile kopolimerize olur. Işıkla veya kimyasal olarak polimerize olan tipleri vardır. Günümüzde kullanılan adeziv rezinlerin çoğu ışıkla polimerize olmaktadır. Yüzeye uygulanan adeziv rezin, sadece dentin tübüllerine değil, aynı zamanda açığa çıkan kollajen fibrilleri arasındaki boşluklara da infiltre olur<sup>1,15,54,63</sup>.

Bir adeziv sistemin etkinliğinde esas kriterler, dentin yüzeyini nasıl örttüğü ve yüzeye nasıl bağlandıdır. Bununla birlikte dentin yapısı ve yüzeyleri homojen olmadığından, bağ dayancısı ve örtüm kapasitesinde farklılıklar ortaya çıkabilir<sup>41,52</sup>.

Adeziv ajanların uygulanması sırasında uygun izolasyon sağlanmalı ve üretici önerilerine dikkat edilmelidir. Uygulama sırasında adezivin kontamine olması, etkinliğini azaltabilir<sup>30</sup>.

Klinik işlemlerin kolaylaştırılması amacıyla bazı üreticiler tarafından primer ve adeziv rezin uygulama aşamalarının birleştirildiği tek aşamada uygulanan adezivler üretilmiştir. Bu sistemlerin kullanılması sırasında, yüksek bağ dayancısının sağlanması için iki tabaka adeziv materyali uygulanması önerilmektedir<sup>55,59</sup>.

Adeziv uygulanması sırasında dentin yüzeyindeki nemin, bağ dayancısına etkisi olabilir. Bu nem, dentin yüzeyinin konumu, kalan dentin kalınlığı gibi yapısal faktörler kadar, ağızdaki nem, hava spreynin su ile kontamine olması, rubber-dam uygulanmadığı zaman nefesle verilen hava gibi dış faktörlere bağlı olarak oluşabilir<sup>46,47</sup>.

Önceleri az bir miktar yüzey neminin dahi dentin adezivlerinin bağ dayancısını azaltacağı düşünülüyordu. Ancak son yıllarda yapılan araştırmalarda, hidrofilik monomerler, nemli dentine uygulandığında bağ dayancısında artış görülmüştür. Nem, demineralize yüzey kollajenini, dehidratasyon sonrasında pulpa yönünde gerilemekten korur. Bu gerileme oluşuktan sonra yüzeyin adeziv monomerler tarafından ıslatılması güçtür ve demineralize dentinin geçirgenliğindeki azalma, monomerlerin de infiltrasyonunu engeller. Nemli bağlanma ortamında intratübüler ve intertübüler infiltrasyon ile yeterli ve devamlı bir hibrid tabakası oluştuğu gözlenmiştir. Aynı zamanda dentin yüzeyindeki uygun miktarda nemin bazı özel monomerlerin polimerleşme reaksiyonlarını arttırdığı ileri sürülmektedir<sup>1,26,27,30,35,48,58,59,60</sup>.

Suya afinitesi olan aseton ya da etanol gibi çözücülerde çözünen primerler içeren adeziv sistemlerin, dentinin nemli tabiatı ile daha uyumlu olduğu belirtil-

mektedir<sup>58,59</sup>. Bununla beraber su bazlı adeziv sistemlerin nemli dentine, kuru dentinden daha etkili biçimde infiltre olduklarını bildiren araştırmalar da bulunmaktadır<sup>7,26</sup>.

Adeziv rezin uygulaması, kompozit rezinin polimerizasyon büzülmesi sırasında diş dokusu ile kompozitin birbirinden ayrılmasını önler, stresleri absorbe eden esnek bir ara tabaka oluşturur. Yüzeye yerleştirilmesinden sonra hava sıkılması, adeziv rezin tabakasının yüzeyden uzaklaşmasına neden olabilir ve bağ dayancısını azaltabilir<sup>63</sup>.

#### KAYNAKLAR

1. Alaçam T, Nalbant L, Alaçam A. İleri Restorasyon Teknikleri. Polat Yayınları Ankara, 1998.
2. Asmussen E, Uno S. Adhesion of restorative resins to dentin : chemical and physicochemical aspects. Oper Dent 5: 68-74, 1992.
3. Baier R E. Principles of adhesion. Oper Dent 5: 1-9. 1992.
4. Barkmeier W W, Cooley R L. Laboratory evaluation of adhesive systems. Oper Dent 5: 50-61, 1992.
5. Bertolotti R L. Conditioning of the dentin substrate. Oper Dent 5: 131-136, 1992.
6. Bouvier D, Duprez J P, Nguyen D, Lissac M. An in vitro study of two adhesive system : third and fourth generations. Dent Mater 9: 365-369, 1993.
7. Chappell R P, Eick J D, Mixson J M, Theisen F C. Shear bond strength and scanning electron microscopic observation of four dentinal adhesives. Quintessence Int 21 : 303-310, 1990.
8. Craig R G. Restorative Dental Materials. 9th Ed. Mosby Co St. Louis, 1993.
9. Dale B G , Aschheim K W. Esthetic Dentistry. Lea and Febiger Philadelphia, 1993.
10. Davidson C L, Abdalla A I, De Gee A J. An investigation into the quality of dentine bonding systems for accomplishing a durable bond. J Oral Rehabil 20: 291-300, 1993.
11. Eick J D, Robinson S J, Byerley T J, Chappelow C C. Adhesive and nonshrinking dental resins of the future. Quintessence Int 24 : 632-640, 1993.
12. Eick J D , Robinson S J, Chappell R , Cobb C M, Spencer P. The dentinal surface : its influence on dentinal adhesion. Part III. Quintessence Int 24 : 571-582, 1993.

13. Eliades G. Clinical relevance of the formulation and testing of dentine bonding systems. *J Dent* 22: 73-81, 1994.
14. Eliades G, Palaghias G, Vougiouklakis G. Effect of acidic conditioners on dentin morphology, molecular composition and collagen conformation in situ. *Dent Mater* 13: 24-33, 1997.
15. Erickson R L. Surface interactions of dentin adhesive materials. *Oper Dent* 5: 81-94, 1992.
16. Ferrari M , Cagidiaco M C, Gesi A, Balleri P. Preliminary report of an experimental design for in vivo testing of bonded restorations applied to a new enamel-dentinal bonding agent. *J Prosthet Dent* 70: 465-467, 1993.
17. Ferrari M , Davidson C L. In vivo resin-dentin interdiffusion and tag formation with lateral branches of two adhesive systems. *J Prosthet Dent* 76: 250-253, 1996.
18. Fitchie J G, Puckett A D , Hembree J H, Williams M. Evaluations of a new dentinal bonding system. *Quintessence Int* 24: 65-70, 1993.
19. Fortin D, Swift E J, Denehy G E, Reinhardt J W. Bond strength and microleakage of current dentin adhesives. *Dent Mater* 10: 253-258, 1994.
20. Garber A D, Goldstein R E, Feinman R A. Porcelain laminate veneers Quintessence Publishing Co Chicago, 1988.
21. Goracci G , Bazzucchi M , Mori G , Casa De Martinis L. In vivo and in vitro analysis of a bonding agent. *Quintessence Int* 25: 627-635, 1994.
22. Grayson W, Marshall Jr. Dentin : Microstructure and characterization. *Quintessence Int* 24 : 606-617, 1993.
23. Gwinnet A J. Chemically conditioned dentin : a comparison of conventional and enviromental scanning electron microscopy findings. *Dent Mater* 10: 150-155,1994.
24. Holtan J R, Nystrom G P, Olin P S, Phelps R A , Phillips J J, Douglas W H. Bond strength of six dentinal adhesives. *J Dent* 22: 92-96,1994.
25. Jacobsen T , Finger W J. Morphology of coupling sites between bonding agents and dentine in vivo and in vitro. *J Dent* 21: 150-157,1993.
26. Kanca J III. Resin bonding to wet substrate : 1. bonding to dentin. *Quintessence Int* 23 : 39-41,1992.
27. Kato G, Nakabayashi N. Effect of phosphoric acid concentration on wet-bonding to etched dentin. *Dent Mater* 12: 250-255,1996.
28. Maroli S , Khera S C, Krell K V. Regional variation in permeability of young dentin. *Oper Dent* 17: 93-100,1992.
29. McCabe J F , Rusby S. Dentine bonding agents-characteristic bond strength as a function of dentine depth. *J Dent* 20: 225-230,1992.
30. McLean J W. Dentinal bonding agents versus glass-ionomer cements. *Quintessence Int* 27 :659-667,1996.
31. Meskin L H. 1997 The Year Book of Dentistry. Mosby Co St. Louis, 1997.
32. Miyazaki M, Platt J A, Onose H, Moore B K. Influence of dentin primer application methods on dentin bond strength. *Oper Dent* 21: 167-172,1996.
33. Nakabayashi N , Ashizawa N, Nakamura M. Identification of a resin-dentin hybrid layer in vital human dentin created in vivo: durable bonding to vital dentin. *Quintessence Int* 23: 135-141,1992.
34. Nakabayashi N, Takarada K. Effect of HEMA on bonding to dentin. *Dent Mater* 8: 125-130,1992.
35. Nery S, McCabe J F, Wassell R V. A comparative study of three dental adhesives. *J Dent* 23: 55-61,1995.
36. Nör J E , Feigal R J, Dennison J B, Edwards C A. Dentin bonding: SEM comparison of the resin-dentin interface in primary and permanent teeth. *J Dent Res* 75 : 1396-1403,1996.
37. O'Brian W. Dental Materials Properties and Selection. Quintessence Publishing Co Chicago, 1989.
38. Pashley E L, Comer R W, Simpson M D, Horner J A, Pashley D H, Caughman W F. Dentin permeability : sealing the dentin in crown preparations. *Oper Dent* 17: 13-20,1992.
39. Pashley D H , Ciucchi B , Sano H , Horner J A. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Int* 24 : 618-631,1993.
40. Pashley E L, Tao L, Matthews W G, Pashley D H . Bond strength to superficial ,intermediate and deep in vivo with four dentin bonding systems. *Dent Mater* 9: 19-22,1993. .
41. Pashley D H , Carvalho R M. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent* 25: 355-372,1997.
42. Perdiago J , Swift E J. Analysis of dental adhesive systems using scanning electron microscopy. *Int J Dent* 44: 349-359,1994.
43. Perdiago J, Swift E J, Denehy G E, Wefel J S, Donly K J. In vitro bond strength and SEM evaluation of dentin bonding systems to different dentin substrates. *J Dent Res* 73 : 44-55,1994.
44. Perinka L, Sano H, Hosoda H. Dentin thickness, hardness, and ca-concentration vs bond strength of dentin adhesives. *Dent Mater* 8: 229-233,1992.



45. Peter A, Paul S J, Lüthy H, Scharer P. Film thickness of various dentine bonding agents. J Oral Rehabil 24: 568-573,1997.
46. Phillips R W. Skinner's Science of Dental Materials . 9th Ed. W. B. Saunders Co Philadelphia, 1991.
47. Plasmans P J M M, Creugers N H J, Hermsen R J, Vrijhoef M M A. Intraoral humidity during operative procedures. J Dent 22: 89-91,1994.
48. Prati C, Pashley D H. Dentin wetness, permeability and thickness and bond strength of adhesive systems. Am J Dent 5: 33-38,1992.
49. Ruyter I E . The chemistry of adhesive agents. Oper Dent 5: 32-43,1992.
50. Sano H , Shono T , Takatsu T , Hosoda H. Microporous dentin zone beneath resin-impregnated layer. Oper Dent 19: 59-64, 1994.
51. Soh G , Sidhu S K. The effect of smear layer removal on marginal contraction gaps. J Oral Rehabil 21: 411-417, 1994.
52. Sorensen J A , Munksgaard E C. Relative gap formation of resin-cemented ceramic inlays and dentin bonding agents. J Prosthet Dent 76: 374-378, 1996.
53. Stanley H R. Pulpal consideration of adhesive materials. Oper Dent 5: 151-164, 1992.
54. Swift E J, Perdiago J , Heymann H. Bonding to enamel and dentin : a brief history and state of the art, 1995. Quintessence Int 26 : 95-110,1995.
55. Swift E J , Wilder A D , May K N , Waddell S L. Shear bond strengths of one-bottle dentin adhesives using multiple application. Oper Dent 22: 194-199, 1997.
56. Tam L E , Pilliar R M . Fracture toughness of dentin/resin-composite adhesive interfaces. J Dent Res 72 : 953-959, 1993.
57. Tam L E, Yim D. Effect of dentine depth on the fracture toughness of dentine-composite adhesive interfaces. J Dent 25: 339-346, 1997.
58. Tay F R , Gwinnett A J , Pang K M , Wei S H Y. Resin permeation into acid-conditioned, moist, and dry dentin : a paradigm using water-free adhesive primers. J Dent Res 75 : 1034-1044, 1996.
59. Tay F R, Gwinnett A J, Wei S H Y. Micromorphological spectrum from overdrying to overwetting acid-conditioned dentin in water-free,asetone-based, single-bottle primer/adhesives. Dent Mater 12: 236-244, 1996.
60. VanMeerbeek B, Lambrechts P, Inokoshi S, Braem M, Vanherle G. Factors affecting adhesion to mineralized tissues. Oper Dent 5: 111-124, 1992.
61. VanMeerbeek B, Dhem A, Goret-Nicaise M, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Comparative SEM and TEM examination of the ultra structure of the resin-dentin interdiffusion zone. J Dent Res 72 : 495-501, 1993.
62. Vargas M A, Cobb D S, Armstrong S R . Resin-dentin shear bond strength and interfacial ultrastructure with and without a hybrid layer. Oper Dent 22: 159-166, 1997.
63. Walshaw P R , McComb D. Clinical considerations for optimal dental bonding. Quintessence Int 27 : 619-625, 1996.
64. Youngson C C, Grey N J A. An in vitro comparative analysis: scanning electron microscopy of dentin /restoration interfaces. Dent Mater 8: 252-258, 1992.
65. Zaimođlu A, Can G, Ersoy A, Aksu L. Diş Hekimliđinde Mad-deler Bilgisi. Ankara Üniversitesi Basımevi Ankara, 1993.

#### Yazıřma adresi

Doç. Dr. Suat YALUĞ  
GÜ Dişhekimliği Fakóltesi  
Protetik Diş Tedavisi A.D.  
06510 Emek - Ankara