

POLİMERİZASYON BÜZÜLMESİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Doç. Dr. Ayşegül ÖLMEZ*, Dt. Dilek TUNA**

ÖZET

Kompozit rezin materyallerin en önemli problemi monomeren polimere dönüşüm sırasındaki büzülmedir. Polimerizasyon büzülmesi stresleri restorasyon ile dış arasındaki bağlantının bozulmasına neden olmakta ve zayıf marjinal kalite, mikrosızıntı, post operatif hassasiyet gibi klinik sorunlara yol açmaktadır. Polimerizasyon büzülmesi uygulama tekniklerindeki modifikasyonlar ve restoratif materyal yapısındaki değişikliklerle azaltılabilmektedir.

Anahtar Kelimeler : Polimerizasyon büzülmesi, kompozit rezin materyaller

SUMMARY

A major problem of composite based resin materials is that they shrink during conversion from monomer to polymer. Shrinkage stresses may result in bonded failure between the tooth and restorative material and this leads to clinical problems such as poor marginal quality, microleakage and post-operative sensitivity. Polymerization shrinkage can be reduced by modifications to application techniques and changes of restorative material compose.

Key words : Polymerization shrinkage, composite based material

GİRİŞ

Rezin materyallerde tüm polimerlerde olduğu gibi monomerin polimer zincirinde düzenleniş biçimlerinden kaynaklanan ve %1.5-3 arasında değişen hacimsel bir büzülme söz konusudur.^{10,21,42,43} Rezin materyallerin polimerizasyon büzülmeleri pre-jel ve post-jel faz olarak iki safhaya ayrılabilir. Pre-jel polimerizasyon süresince rezin kavite içine yayılabilir ve yapı içerisindeki stres azalır. Jelasyon sonrasında hareket durur ve büzülme stresi kompanse edilemez. Kavite duvarı ile rezin arasındaki adezyon kuvvetleri post-jel polimerizasyon sonucu oluşan büzülmenin serbest olarak gelişmesini engeller ve internal streslerin oluşmasına neden olur,^{11,21,33,42}

Polimerizasyon sırasında rezinin plastik deformasyonu, akışkanlık Özelliği ve higroskopik ekspansiyonu büzülme streslerini bir ölçüde kompanse eder. Adezyon kuvvetlerinin büzülme streslerine karşı koymasıyla oluşan stres birikimi, rezinin elastik limitini aşarsa kompozit dış bağlantısında defektlerin oluşmasına ve bağlanmadaki başarısızlığa bağlı olarak kenar sızıntısı, post-operatif hassasiyet, renklenme ve rekürrent çürük gelişimi gibi bir takım sorunlar ortaya çıkabilir.^{10,29,42} Eğer kompozit dış arasında iyi bir adezyon varsa bu büzülme stresleri çevre yapılarda deformasyona yol açabilir ve bunun sonucunda servikal minede dişi kırılmaya yatkın hale getiren mikro çatlaklar meydana gelebilir.⁴²

Polimerizasyon büzülmesini etkileyen faktörler şu şekilde sınıflandırılabilir.

1. Kavite geometrisi
 - a. Konfigürasyon faktörü (C faktör)
 - b. Kavite boyutu
2. Uygulama tekniği
 - a. Tabakalar halinde yerleştirme

b. Işık pozisyonu, ışığın şiddeti, ışınlama süresi

c. Bonding ajanları ve stres absorbe eden kavite taban materyallerinin kullanımı

3. Restoratif materyal

a. Elastisite modülü

b. Boyutsal değişim (büzülme)^{11,15,36,38,41}

1. Kavite geometrisi:

a. Konfigürasyon faktörü:

Konfigürasyon faktörü restorasyonun bağlandığı yüzeylerin serbest yüzeylere oranı olarak tanımlanmaktadır. Bağlanmış yüzeylerin serbest yüzeylere oranı belli bir limiti aşarsa, prejelasyon safhadaki materyalin akıcılığı engellenir ve büzülme stresleri artar.^{27,33,36,38} Konfigürasyon faktörü 1.0 ın altındaysa büzülme stresleri azalır, 3.0'ın üzerinde stres değerleri hızla artar.³⁶

b. Kavite boyutu:

Polimerizasyon büzülmesini kavitenin genişliği ve derinliği de etkiler. Kavite ne kadar dar ve yüzeyel ise başka bir deyişle uygulanan rezin hacmi ne kadar az ise büzülme o kadar az olur.^{10,38,41} Kavite taban maddeleri örneğin cam iyonomer siman kullanımı kavite derinliğini azaltarak büzülme olumlu yönde etkiler. Restorasyonun boyutu tek parça halinde yerleştirme tekniği (bulk tekniği) uygulandığında daha da önemli hale gelmektedir.^{10,38}

2. Uygulama tekniği:

a. Tabakalar halinde yerleştirme:

Polimerizasyon büzülmesini olumlu yönde etkileyen diğer bir yöntem rezinin parçalar halinde uygulanmasıdır. Bu yöntemde rezinler kaviteye küçük parçalar halinde yerleştirilirken parçalar birbirinden bağımsız olarak polimerize olurlar. Restorasyonda kullanılan total rezine oranla daha az hacimli olan bu parçaların polimerizasyon büzülmele-

* Gazi Üniversitesi Dışhekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı

** Gazi Üniversitesi Dışhekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı

ri de daha az olur Büzülme vektörlerini kontrol altında tutmak için önerilen bu yöntemlerde her bir parçanın büzülmesi sonraki parça tarafından kompanse edilir ve büzülme önemli ölçüde azalır.¹⁰ İlgili laboratuvar ve klinik çalışma bulguları özellikle yüksek konfigürasyon faktörlü kavitelerde tabakalar halinde yerleştirme tekniğinin kullanımını desteklemektedir.³⁸ Bununla birlikte inkremental yerleştirme (tabakalar halinde yerleştirme) tekniğinin daha fazla polimerizasyon büzülme stresi oluşturduğunu gösteren çalışmalar da bulunmaktadır.^{21,39}

b. Işık pozisyonu ve ışık şiddeti:

Işık kaynağının pozisyonu, ışığın şiddeti üzerindeki etkisi nedeniyle oldukça önemli bir faktördür. Işığın iletilirken kayba uğraması veya yüzeylerden yansımaları, ışınlanmanın ışık geçiren kamalarla birlikte veya dış yüzeyinden yapılması ışık şiddetinin etkinliğini %90 oranında azaltabilmektedir. Uzaklık yine ışık şiddetinin etkinliğini belirleyen bir faktördür. Işık çıkış penceresinin rezin yüzeyinden 10 mm uzaklaştırılması ışık şiddetini yaklaşık %50 oranında azaltmaktadır.³⁰

Günümüzde polimerizasyon etkinliğini arttırmak ve polimerizasyon büzülmesini azaltmak için en çok kullanılan ışınlama yöntemleri;

- Hızlı, yüksek ışık şiddetleriyle polimerizasyon
- Düşük ışık şiddetiyle başlangıç polimerizasyonu yapılarak, yüksek ışık şiddetiyle son ışınlanmanın yapıldığı "soft-start" polimerizasyon
- Kısa süreli bir ışınlamayla başlangıç polimerizasyonun yapılmasını takiben birkaç dakika bekleme süresinden sonra son ışınlanmanın yapılmasını içeren "pulse-delay" ışınlamadır.^{3,6,43}
- Yüksek şiddetli ışık kaynaklarıyla polimerizasyon:

Plasma arc curing light (PAC, xenon) ve laser gibi yüksek şiddette enerji veren ışık kaynakları polimerizasyon hızını arttırarak, polimerizasyon süresinin kısılmasına izin vermektedir. Bununla birlikte polimerizasyon hızının artmasıyla, pre-jel faz süresi azalmakta ve buna bağlı olarak polimerizasyon büzülme stresleri artabilmektedir.^{11,21,27,43}

PAC ışık kaynaklarında ışık iyonize molekül ve elektronların gaz halindeki karışımını içeren plasmanın parlamasıyla ortaya çıkmaktadır. Plasma arc ışık kaynakları 470nm dalga boyunda yüksek ışık enerjisi sağlayabilmesiyle karakterizedir. Plasma arc sistemle daha yüksek şiddetli ışık sağlanmasına uygun olarak restoratif materyalin birim hacmindeki inisiyator miktarının arttırılmasıyla polimerizasyon hızı arttırılabilmektedir. Yüksek ışık şiddeti sayesinde, halojen ışık kaynaklarıyla ışık-

la polimerize olan rezinlerin 40 saniye ışınlanması gerekirken, plasma arc ışık ünitleriyle 3-10 saniyelik ışınlama polimerizasyon için yeterli olabilmektedir.^{6,18,27,28,30,31,35}

Peutzfeldt ve arkadaşları,³¹ plasma arc ışık kaynaklarıyla polimerize edilen kompozit rezinlerin özelliklerini değerlendirmişlerdir. Kompozit rezinlerin plasma arc ışık kaynaklarıyla, konvansiyonel ışık kaynaklarına göre çok daha kısa sürede polimerizasyonunun sağlanabildiği, fakat polimerizasyon derinliği ve fiziksel özelliklerinin optimal seviyeden düşük olabileceği, polimerizasyon büzülmesinin eşit veya plasma arc ışık kaynağıyla polimerize edilenlerde daha az olduğunu bildirmişlerdir.

Hasegawa ve arkadaşları,¹⁶ plasma arc ışınlama sistemleriyle halojen ışık kaynaklarına göre belirgin olarak daha yüksek bir polimerizasyon derinliği sağlanırken, polimerizasyon hızının artmasıyla marjinal adaptasyonda belirgin bir bozulma görülmediğini ileri sürmüşlerdir.

Argon laserin dental materyallerin polimerizasyonunda kullanımına 1990'ların başlarında başlanmıştır. Argon laser 480 nm dalga boyunda, yüksek yoğunlukta ışık demetleri oluşturmaktadır.³⁰

Hicks ve arkadaşları,¹⁹ yapmış oldukları çalışmada argon laserle polimerizasyonun, polimerizasyon zamanını azalttığı ve non-polimerize monomer miktarında azalma sağladığı ve görünür ışık polimerizasyonu karşılaştırıldığında polimerize edilen materyallerin fiziksel özelliklerinin eşit olduğunu göstermişlerdir.

XeCl excimer laser ve dye laser içeren pulsatif laser dental materyallerin foto-polimerizasyonu için yeni bir ışık kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bu ışık kaynakları 460-510 nm arasında farklı dalga boylarında kullanıma izin vermektedir. Foto-inisiyatorların maksimum absorpsiyonu için daha çok 468 nm'lik dalga boyu kullanılmaktadır. Tarle ve arkadaşları³⁶, pulsatif laser polimerizasyonunun farklı hibrit kompozit türlerinde monomerden polimere dönüşüm derecesine ve polimerizasyon büzülmesi üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. Çalışmada pulsatif laser, konvansiyonel ışık kaynakları ve devamlı dalgalı argon laser polimerizasyonlarıyla karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonucunda pulsatif laserle polimerize edilen kompozit materyallerde daha yüksek monomer dönüşüm derecesi görülürken, polimerizasyon büzülme değerleri belirgin olarak daha düşük bulgulanmıştır. Standart polimerizasyon durumunda, monomer dönüşüm derecesinin daha yüksek olmasının daha fazla polimerizasyon büzülmesine neden olduğu bilinmektedir. Araştırmacılar çalışmanın sonucunda daha az polimerizasyon büzülmesi görülmesinin, pulsatif ışınlama sürelerinin oldukça kısa olmasının, la-

ser pulsasyonları arasında materyalin akışkanlığına izin vermesiyle veya pulsatif laser polimerizasyonu ile rezin kütlesi içerisinde mikroporların oluşmasıyla açıklanabileceğini bildirmişlerdir.

- "Soft-start" polimerizasyon:

Başlangıç polimerizasyon stresleri kompozitin pre-jel safhadaki akışkanlık özelliğiyle azaltılır. Çünkü bu safhada kompozit fleksibeldir ve stresleri azaltacak şekilde uyum sağlar. Bu safhadan sonra kompozit diş dokularına iletilen büzülme streslerini kompanse edemez. Prejel faz süresinin daha uzun olmasıyla, post-jel fazda daha az stres oluştuğu ileri sürülmektedir.^{13,17,21,34} "Soft-start" polimerizasyonla, polimerizasyon periyodunun ilk kısmında ışığın şiddetinin azaltılarak polimerizasyonun yavaşlatılmasını amaçlanmaktadır.^{3,17,34}

Işıkla polimerize olan kompozitlerde kullanılan ışığın etkinliğindeki azalma uygulama zamanının artmasına ve böylece polimerizasyon stresinin azalmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte belli bir ışık şiddeti seviyesi altında kompozit tabakaları yeterli derinlikte polimerize olamamakta ve fiziksel ve mekanik özellikleri negatif yönde etkilenmektedir.^{3,11,13,15,42,43}

Son yıllarda bazı çalışmalar kompozit rezin restorasyonların önce düşük ışık şiddetiyle polimerize edilmesini takiben yüksek ışık şiddetiyle son ışınlamanın yapılarak polimerizasyonun kontrol edilmesiyle materyalin özelliklerinde bir kayıp olmaksızın polimerizasyon büzülmesinde azalma sağlanabileceğini göstermiştir.^{3,11,15,42}

Işık şiddetinin düşürülmesi ampul ünitesinin gücünün azaltılmasıyla veya uzaklığın artırılmasıyla ve ışık kaynağının ucu ile kompozit rezin yüzeyi arasına nötral yoğunluk filtrelerinin yerleştirilmesiyle sağlanabilmektedir. Bunlara ek olarak "soft-start" ampul üniteleri de kullanılabilir. Bu ışık üniteleri otomatik olarak düşük ışık şiddetinde ışınlamaya başlayıp bunu yüksek ışık şiddeti takip edecek şekilde dizayn edilmiştir.¹⁷

Yap ve arkadaşları⁴², soft-start polimerizasyon tekniğinin post-jel büzülme ve ışınlama etkinliği üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmalarının sonucunda; genel olarak ışınlama süresinin artmasıyla ışınlama etkinliğinin arttığını, "Soft-start" polimerizasyonla ışınlama etkinliğinin azalmadığını, "Soft-start" ışınlama yönteminin uygulanmasıyla polimerizasyon büzülmesinde belirgin bir azalma sağlanmadığını bildirmişlerdir.

Friedl ve arkadaşları,¹⁵ oldukça düşük başlangıç ışık şiddeti kullanılan "soft-start" polimerizasyonun, konvansiyonel polimerizasyona göre rezin restorasyonlarda daha iyi marginal adaptasyon sağlamadığını bildirmişlerdir. Hasegawa ve arkadaşları da,¹⁷ "soft-start" polimerizasyon metodu-

nun marjinal adaptasyonu iyileştirmedeğini ve kavite etkin bir dentin bonding sistemiyle kaplanırsa yüksek şiddetli ışık kaynaklarının kullanımının önerilebileceğini ileri sürmüşlerdir.

Dennisson ve arkadaşları,¹¹ kompozit rezin polimerizasyon büzülmesi üzerinde değişik ışık şiddetlerinin etkilerini incelemişlerdir. Yapmış oldukları çalışmanın sonucunda; polimerizasyon ışık şiddetinin (en azından başlangıç ışınlamasında) % 25'e düşürülmesinin doğrusal polimerizasyon büzülmesini etkin olarak azalttığı; 10 saniye %25 şiddette, 10 saniye % 50 şiddette ve 20 saniye %100 şiddette materyallerin polimerize edilmeleriyle polimerizasyon derinliğinde etkilenme olmaksızın polimerizasyon büzülmesinin belirgin olarak azalma sağlandığı tespit edilmiştir.

- "Pulse-delay" polimerizasyon:

"Pulse-delay" polimerizasyon başlangıç düşük enerji dozu, yüzey bitirme işlemlerinin yapıldığı bekleme süresini takiben yüksek ışık şiddetiyle son ışınlamanın yapılmasını içermektedir. Pulse-delay ve soft-start ışınlama tekniklerinin her ikisinin de temelinde başlangıç ışınlama şiddetinin düşürülmesi, pre-jel faz süresinin uzatılması bulunmaktadır.^{3,35,43}

Yoshikawa ve arkadaşları,⁴⁴ 10 saniye düşük ışık şiddeti (270 mW/cm²) kullanılması ve 5 saniye beklenildikten sonra yüksek ışık şiddetiyle (600mW/cm²) 50 saniye ışınlama yapılmasıyla, diğer ışınlama metodlarına göre en iyi marjinal adaptasyonun sağlandığını ve en az polimerizasyon büzülme stresinin oluştuğunu bildirmişlerdir. c. Bonding ajan ve stres absorbe eden kavite taban maddelerinin kullanımı:

Polimerizasyon büzülmesine bağlı streslerin azaltılmasında uygulanan diğer bir yaklaşım düşük resilientli kavite taban maddeleri ve linerların stres absorbe edici olarak kullanılmasıdır.^{1,9,11,22,36,42} Linerlar büzülme streslerine karşı elastik bir bariyer oluştururken, adeziv yüzeylerinde oluşan streslerin daha eşit dağıtılmasını da sağlarlar.⁹

Düşük miktarda doldurucu partikül içeren bonding ajanların uygulanması kavite duvarı ve rezin arasında elastisite modülü daha düşük bir duvar oluşturur, bu duvarın resiliensi büzülme streslerini azaltır. Düşük viskoziteli bondinglerin birkaç tabaka veya yüksek viskoziteli bondinglerin tek tabaka şeklinde kompozit rezinlerin altında liner olarak kullanılmaları önerilmektedir.^{5,9,38}

Bonding ajanı ile restoratif rezin arasına uygulanan düşük viskozite ve düşük elastisite modüllü ara bir rezin tabakası elastik tampon veya stres kırıcı olarak görev yaparak büzülme streslerini azaltabilmekte ve iyi bir marjinal uyum sağlayabil-

mektedir.^{6,7,32,38} Stres absorpsiyon fonksiyonu kullanılan rezinin elastisite modülüne ve uygulanan tabakanın kalınlığına bağlıdır; düşük modüllü kam bir rezin tabakası daha fazla stresi absorbe edebilmektedir.^{32,38}

Liner ve kavite taban maddelerinin kullanımıyla restoratif materyal miktarı azaltılarak da polimerizasyon büzülmesinde azalma sağlanabilmektedir. Kompozit rezin restorasyonlar altına uygulanan cam iyonomer taban maddeleri polimerizasyon sırasında kavite duvarlarında oluşan stresleri azaltmaktadır.^{1,12} Cam iyonomerlerin kalın bir tabaka şeklinde kavite taban maddesi olarak uygulanması sandviç tekniği olarak adlandırılmaktadır. Bu materyallerin lineer olarak etkinlikleri başlangıçtaki elastik özellikleri ve iç pöröziteleriyle açıklanabilir.^{9,37}

Allomari ve arkadaşları,¹ düşük elastik modüllü linerların kullanımının büzülme sonucu oluşan deformasyonları azalttığını, rezin modifiye cam iyonomerlerin akışkan kompozitlerden daha etkin olduklarını bildirmişlerdir.

3. Restoratif materyal:

a. Elastisite modülü:

Yüksek elastisite modüllü kompozitler genellikle polimerizasyon sırasında daha yüksek polimerizasyon stresleri oluşturmaktadır.³³ Partikül miktarı fazla olan kompozitlerin elastisite modülleri yüksek olduğu için hacimsel büzülme miktarı azalmış, buna bağlı olarak da kompozit-dentin ara yüzünde büzülme stresleri artmıştır. Dentin adezivlerin uygulanması, kavite duvarları ile rezin arasında elastisite modülü düşük yapay elastik bir duvar oluşturur. Bu duvarın reziliensi büzülme streslerini azaltır.¹⁰

Yüksek elastisite modüllü materyallerde sıklıkla bağlanmanın bozulması sonucunda oluşan post-operatif hassasiyet ve zayıf marjinal uyum görülmektedir. Bununla birlikte daha yüksek bir elastisite modülü uzun süreli marjinal stabilite ve okluzal kuvvetler altındaki distorsiyon ve yorgunluğun minimize edilebilmesi için tercih edilen bir özelliktir. Düşük elastisite modüllü posterior restoratif materyaller klinik ömürlerinin erken safhalarında marjinal aralanmada artış göstermektedir.³⁸

Labella ve arkadaşları,²⁴ kompozit rezinlerin elastisite modülleri ve polimerizasyon büzülmelerini inceleyen bir çalışmada akışkan kompozitlerin hibrit kompozitlere göre daha fazla polimerizasyon büzülmesi göstermesinin daha fazla interfasiyel stres için potansiyel oluşturabileceğine, bununla birlikte bu materyallerin daha düşük rijidite olmalarının bu olumsuz durumu kompanse edebileceğine dikkat çekmişlerdir. Mikrofil kompozitlerin düşük büzülme değerleri ve düşük rijidite gösterdiklerini

ve bu iki özelliğin bir arada bulunmasının kompozit dış ara yüzeylerinde daha az deformasyon oluşmasını sağlayabileceğini bildirmişlerdir.

b. Boyutsal değişim:

Polimer ağ içerisindeki monomer moleküllerinin dönüşümüyle birlikte moleküller yaklaşarak bir araya toplanması kütsel büzülmeye neden olmaktadır. Polimerizasyon kinetikleri kompozitin tipi, monomer kompozisyonu, doldurucu partiküllerin tipi ve boyutları ve katalizör sistemleri, kompozit rezinin rengi, transparantlığı tarafından etkilenmektedir. Doğal olarak bu faktörler birbirleriyle de etkileşim içerisinde.^{15,38}

Kompozit rezinin polimerizasyon büzülmesi kullanılan rezinin tipine, polimerizasyonun başlatılma şekline bağlıdır.^{10,39} Polimerizasyonları kimyasal yolla başlatılan kompozitlerde polimerizasyon, vücut ısısına bağlı olarak restorasyonun en derin bölgesinden başlar ve rezin kitlesinin merkezine doğru bir büzülme görülür. Kompozitin karıştırma süresi, ana madde katalizör oranı ve pörözite bu büzülmeyi etkiler.

Polimerizasyonları ışık ile başlatılan kompozitlerde ise polimerizasyon ışık kaynağına en yakın yerinden başlar ve rezinin ışık kaynağına bakan dış yüzüne doğru bir büzülme görülür. Işık kaynağının gücü, uzaklığı, kompozitin rengi ve kalınlığı büzülmede rol oynayan etkenlerdir. Standart renkler koyu renklere oranla daha fazla büzülme gösterirler.¹⁰

Versluis ve arkadaşları, ışıkla polimerize olan kompozit rezinlerde büzülme doğrultusunun ışık kaynağından gelen ışığın doğrultusundan etkilenmediğini ve büzülme streslerinin yönlerini belirlemede kavite şeklinin ve bağlanma kalitesinin daha önemli olduğunu bildirmişlerdir. Leinfelder,²⁵ ışıkla polimerizasyon ve kimyasal polimerizasyon tekniklerinin her ikisinde de asitle pürüzlendirme ve bonding işlemleri uygulandığında restorasyonun merkezine doğru büzülme eğilimi oluştuğunu ileri sürmektedir.

Kinomoto ve arkadaşları,²² polimerizasyon büzülmesi streslerinin büyüklüğü ve dağılımı açısından kimyasal ve ışıkla polimerize olan kompozitleri karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda her iki kompozitte stres dağılımlarının benzer olduğu fakat ışıkla sertleşen kompozitlerde kimyasal olarak polimerize olan kompozitlere göre daha hızlı polimerize olmaları nedeniyle daha fazla büzülme stresi oluştuğunu bildirmişlerdir.

Kompozit rezinin içerdiği inorganik partikül miktarı da polimerizasyon büzülmesini etkileyen bir faktördür. Genel olarak, daha yüksek oranda doldurucu partikül içeren rezinlerde daha az polimerizasyon büzülmesi meydana gelir.^{2,4,21,29} Bu

durum, doldurucu partikül hacminin daha az, rezin matriks hacminin daha fazla olmasıyla açıklanabilmektedir. Doldurucu partiküller katı oldukları için boyutsal değişikliğe uğramazken, sıvı formdaki rezin matriks jel formdan katı forma geçiş sırasında monomerlerin birbirine bağlanması ve fiziksel deformasyon nedeniyle büzülürler.⁴

Doldurucu partiküllerin miktarı artırılarak rezin matriks hacminin azaltılması bazı fiziksel özelliklerin geliştirilmesini sağlamaktadır, bununla birlikte çalışma özelliklerini olumsuz yönde etkilemeden rezine eklenebilecek partikül miktarı sınırlıdır. Son yıllarda doldurucu partikül-matriks oranındaki problemlerin çözümü için kompozit rezin restorasyonların içerisinde diş rengindeki cam ve seramik insertlerin yerleştirilmesini içeren restoratif teknikler gündeme gelmiştir. Restorasyona eklenen beta-quartz insertler, mega doldurucu partiküller gibi işlev görenek kaviteyi dolduran kompozit rezin materyalinin %50-75'ni kaplayabilmektedir. Kompozit rezin restorasyonlara eklenen büyük insertler organik matriks oranını azaltır ve rezinin ısıl genişleme katsayısını düşürür. Resin matriksin azalmasıyla, polimerizasyon büzülmesinde azalma ve buna bağlı olarak marjinal devamlılıkta iyileşme sağlanmaktadır.^{2, 10, 26}

Polimerizasyon büzülmesini etkileyen diğer bir faktör de doldurucu partiküllerin büyüklüğüdür. Daha büyük partikül boyutunda daha fazla büzülme meydana gelmektedir. Küçük partiküllü kompozitlerde daha az polimerizasyon büzülmesi görülmektedir.⁴

Resin matriksin kimyası polimerizasyon büzülmesini etkileyen bir faktördür. Farklı monomer ve katalizör yapılarının materyalin polimerizasyonunu ve polimerizasyon büzülmesini değiştirdiği gösterilmiştir. TEGDMA (triitilen glikol dimetakrilat) içeren rezinlerin polimerizasyon büzülme miktarları daha fazla olmaktadır. TEGDMA, Bis-GMA (bisglisidil metakrilat) ile karşılaştırıldığında daha düşük moleküler ağırlıklı bir monomerdir. Daha küçük partiküllü monomerlerin kullanımı viskoziteyi azaltmakla ve polimerizasyon büzülmesini arttırmaktadır. Büyük moleküler ağırlıklı monomerlerin karışıma eklenmesi rezinin büzülme oranını azaltabilmektedir.⁴

Condon ve arkadaşları,⁸ fonksiyonel silan yüzeyiyle kaplanmamış doldurucu partiküllerin kompozit rezine eklenmesinin, rezin içerisindeki boşluklarda olduğu gibi internal stresleri rahatlatarak bir alan sağlanabileceği hipotezine dayanarak bir çalışma hazırlamışlardır. Çalışmanın sonunda rezin matrikse bağlanmayan mikrofil partiküllerinin internal streslerin rahatlatılması için yer sağlayarak büzülme streslerini belirgin olarak azalttığını

bildirmişlerdir.

Polimerizasyon sırasında ortaya çıkan egzotermik ısı da polimerizasyon reaksiyonunu hızlandırarak büzülmeyi artırır. Bu ısı reaksiyona giren monomer miktarına bağlıdır. Büzülmeyi arttıran bir başka etken ışık kaynağından yayılan ısıdır. İlk 20 saniye içinde hızla artan ısı (42°C) yaklaşık 50 saniye sonra ortadan kalkar.¹⁰

Sonuç olarak rezin materyallerde polimerizasyon büzülmesi restorasyonun klinik ömrünü kısaltan önemli bir problemdir. Polimerizasyon büzülmesi uygulama tekniklerindeki modifikasyonlar ve rezin materyellerin yapılarındaki değişikliklerle azaltılmaya çalışılmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Alomari QD, Reinhardt JW, Boyer DB. Effect of inners in cusp deflection and gap formation in composite restoration. *Oper Dent*, 26:406-411, 2001.
2. Appleguist EA, Meiers JC. Effect of bulk insertion, pre-polymerized resin composites balls, and beta-quartz insert on microleakage of class V resin composite restorations. *Quintessence Int*, 27 (4): 253-258, 1996.
3. Asmussen E, Peutzfeldt A. Influence of pulse-delay curing on softening of polymer structures. *J Dent Res*, 80(6): 1570-1573, 2001.
4. Aw TC, Nicholls JI. Polymerization shrinkage of densely-filled resin composites. *Oper Dent*, 26:498-504, 2001.
5. Belli S, Inokosi S, Özer F, Preira PNR, Ogala M, Tagami J. The effect of additional enamel etching and a flowable composite to the interfacial integrity of class II adhesive composite restorations. *Oper Dent*, 26: 70-75, 2001.
6. Chrisfensen GJ. Curing restorative resin: a significant controversy. *JADA*. 131: 1067-1069, 2000.
7. Chuang SF, Liu JK, Jin YT. Microleakage and internal voids in class II composite restorations with flowable composite linings. *Oper Dent*, 26: 193-200, 2001.
8. Condon JR, Ferracane JL. Reduction of composite contraction stress through non-bonded microfiller particles. *Dent Mater*, 14:256-260, 1998.
9. Davidson CL, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and polymerization shrinkage stress in polymer-based restoratives. *J Dent*, 25:435-440, 1997.
10. Dayangaç B. Kompozit rezin restorasyonlar. Güneş Kitabevi, Ankara: s.85-91, 2000.
11. Dennison JB, Yaman P, Seir R, Hamilton JM. Effect of variable light intensity on composite shrinkage. *J Prosthet Dent*, 84:499-505, 2000.
12. Elledge DA. Multifunctional bases and liners. *Dent Clin North Am*, 42(4): 739-755, 1998.
13. Feilzer AJ, Dooren LH, Davidson CL. Influence of light intensity on polymerization shrinkage and integrity of restoration-cavity interface. *Eur J Oral Sci*, 103:322-326, 1995.
14. Fortin D, Vargas MA. The spectrum of composites: new techniques and materials. *JADA*. 131: 26-30, 2000.
15. Friedl KH, Schmalz G, Miller KA, Marki A. Marginal adaptation of class V restorations with and without "softstart" polymerization. *Oper Dent*, 25: 26-32, 2000.
16. Hasegawa T, Itoh K, Yukitani W, Wakumoto S, Hisamitsu H. Depth of cure and marginal adaptation to dentin of xenon lamp polymerized resin composites. *Oper Dent*, 26:585-590, 2001.
17. Hasegawa T, Itoh K, Yukitani W, Wakumoto S, Hisamitsu H. Effects of soft-start irradiation on the depth of cure and marginal adaptation to dentin. *Oper Dent*, 26:389-395, 2001.
18. Hofmann N, Hugo B, Schubert K, Kliber B. Comparison between a plasma arc light source and conventional halogen curing units regarding flexural strength, modulus, and hard-

ness of photoactivated resin composites. Clin Oral Invest ,4:140-147,2000.

19. Hicks MJ, Westerman GH, Flaitz CM, Powell GL. Surface topography and enamel-resin interface of pit and fissure sealants following visible light and argon laser polymerization: an in vitro study. ASDC J Dent Child, 67(3): 169-175,2000.

20. Jackson RD, Morgan M. Thg new posterior and a simplified placement technique. JADA. 131: 375-383,2000.

21. Jendrychovvski JR, Bleier RG, Caputo AA. Shrinkage stresses associated with incremental composite filling techniques in conservative class II restorations. ASDC J Dent Child,161 -167,2001.

22. Kinomoto Y, Toru M. Photoelastic analysis of polymerization contraction stresses in resin composite restoration. J Dent ,26:165-171,1998.

23. Kinomoto Y, Toru M, Takeshige F, Ebisu S. Comparison of polymerization contraction stresses between self- and light-curing composites. J Dent,27:383-389,1999.

24. Labella R, Lambrechts P, Meerbeek V, Vanherle G. Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. Dent Mater, 15:128-137,1999.

25. Leinfelder KF. Is it possible to control the directional shrinkage of resin-based composites. JADA, 132:782-783,2001.

26. Liebenberg WH. Controlling contacts and contours using preformed ceramic inserts. Compend Contin Educ Dent, 21 (2):147-166,2000.

27. Millar BJ, Nicholson JW. Effect of with a plasma light on the properties of polymerizable dental restorative materials. J Oral Rehabil, 28:549-552,2001.

28. Munksgaard EC, Peutzfeldt A, Asmussen E. Elution of TEGDMA and SisGMA from a resin and a resin composite cured with halogen or plasma light. Eur J Oral Sci, 108:341-345,2000.

29. Noort RV. Introducton to dental materials. Mosby ,London:p.89-105,1994.

30. Oesterie U, Newman SM, Shellhart WC. Rapid curing of bonding composite with a xenon plasma arc light. Am J Orthod Oentofacial Orthop,119:610-616,2001.

31. Peutzleldt A, Sahafi A, Asmussen E. Charecterization of resin composites polymerized with plasrna arc curing unit. Dent Mater, 16: 330-336,2000.

32. Rees JS, O'Dougherty D, Pulun R. The stress reducing capacity of unfilled resin in a class V cavity. J Oral Rehabil, 26:422-427,1999.

33. Sakaguchi RL, Ferracance JL. Stress transfer from polymerization shrinkage of a chemical-cured composite bonded to a pre-cast composite substrate. Den! Mater,14:106-111,1998.

34. Silikas N, Eiiades G, Watts DC. Light intensity effects on resi n-composite degree of conversion and shrinkage strain. Dent Mater, 16: 292-296,2000.

35. Stritiküs J,Owens B. An invitro study of microleakage of occlusal composite restorations polymerized by a conventional curing light and a PAG curing light. J Clin Pediatr Dent, 24 (3): 221-227, 2000.

36. Tarle Z, Meniga A, Ristic M Sutalo J Pichler G. The effect of photopolymerization method on the qalty of composite resin samples. J Oral Rehabil, 25:436-442,1998.

37. Tolidis K, Nobecourt A, Randall RC. Effect of a resin-modified glass ionomer liner on volumetric polymerization shrinkage of various composites. Dent Mater,14:417-423,1998.

38. Unterbrink GL, Liebenberg WH. Flowable resin composites as "filled adhesives"¹¹: literature review and dinical recommendations, QuintessenceInt,30:249-257,1999.

39. Versluis A, Douglas WH, Cross M, Sakaguchi RL. Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses. J Dent Res,75(3):871-878,1996.

40. Versluis A, Tantbirojn D, Douglas WH. Do dental composites always shrink toward the light. J Dent Res,77 (6):1435-1445,1998.

41. Watts DC, Marouf AS. Optimal specimen geometry in bonded-disk shrinkage-strain measurements on light-cured biomaterials. Dent Mater 2000; 16:447-451.

42. Yap AUJ, Ng SC, Siow KS. Soft-start polymerization:Influence effectiveness of cure and post-gel shrinkage Dent,26:260-266,2001.

43. Yap AUJ, Seneviratne C. Influence of light energy density on effectiveness of composite cure. Oper Dent.:26: 460-466,2001.

44. Yoshikawa T, Burrow MF, Tagami J. A light curing method for improving marginal sealing and cavity wall adaptation of resin composite restorations. Dent Mater,17:359-366,2001.

Yazışma Adresi:

Doç Dr. Ayşegül Ölmez

Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Pedodonti Anabilim Dalı

06510 Emek/Ankara

Tel: 0 312 212 62 20-306