

## FİBERLE GÜÇLENDİRİLMİŞ KOMPOZİT REZİNLER

### FIBER REINFORCED COMPOSITE RESINS

<sup>1</sup> Özge SÖNMEZ UZEL, <sup>2</sup> Buket AYNA

<sup>1</sup> Dt. Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Diyarbakır

<sup>2</sup> Prof. Dr. Dicle Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Diyarbakır

#### Özet

Fiberle güçlendirilmiş kompozit rezinler (FGKR) kompozit rezinlerin mekanik ve fiziksel özelliklerini güçlendirmek amacıyla yapılan, fiber ilave edilmiş rezin esaslı restorasyonlardır. FGKR restorasyonları kolay uygulanabilirlik ve tamir aşamaları, iyi bir estetik, direnç ve tutuculuk göstermesi sebebiyle diş hekimliğinin birçok branşında kullanım alanı bulmaktadır. Bu derlemede FGKR restorasyonların kullanım alanları, diş hekimliğinde kullanılan fiberlerin tipleri ve özellikleri, bu restorasyonların avantaj ve dezavantajları ve bu alandaki gelişmeler değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Fiberle güçlendirilmiş kompozit rezinler, cam fiber, karbon fiber

#### Abstract

Fiber-reinforced composite resins (FGKR) are resin-based restorations with fiber added to strengthen the mechanical and physical properties of composite resins. FGKR restorations find use in many branches of dentistry due to their easy applicability and repair stages, good aesthetics, resistance and retention. In this review, the areas of use of FGKR restorations, the types and properties of fibers used in dentistry, the advantages and disadvantages of these restorations and developments in this field are evaluated.

**Keywords:** Fiber-reinforced composite resins, glass fiber, carbon fiber

#### İletişim Adresi

Dt. Özge SÖNMEZ UZEL  
Dicle Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği  
A.D. Diyarbakır

e-mail: dtsonmezozge@gmail.com

#### Giriş

Fiberler, uzun yıllardan beri materyallerin güçlendirilmesi amacıyla endüstrinin çeşitli dallarında olduğu gibi diş hekimliğinde de kullanılmaktadır (1,2).

1960'lı yıllarda ilk kez fiberler akrilik rezinlerin (polimetil metakrilat) boyutsal stabilite sorunlarını gidermek, mekanik özelliklerini geliştirmek amacıyla ve metal destekli porselen (MDP) protezlerin olumsuz özelliklerine çözüm arayışıyla kullanılmıştır (3,4).

İlerleyen yıllarda diş hekimliğinde direkt restoratif materyal, endontik post, lingual retainer, travma splinti, periodontal splint, yer tutucu, sabit parsiyel protez ve protez kaide materyali olmak üzere farklı disiplinlerde kullanılmaya başlanmıştır (5).

#### Diş Hekimliğinde Kullanılan Fiberlerin Sınıflandırılması

- Fiberin tipine göre: Karbon-grafit fiberler, Aramid fiberler, Cam fiberler, Polietilen fiberler (6,7).
- Fiberin oryantasyonuna göre: Tek yönlü paralel fiberler (Anizotropik: Tek yönde güçlendirme), İki yönlü sürekli fiberler (Ortotropik: İki yönde güçlendirme), Kısa-parçacık fiberler (İzotropik: Tüm yönlerde güçlendirme) (6,7).
- Fiberin monomer ile infiltrasyonunun önceden yapılıp yapılmamasına göre: Preinfiltre fiberler, Non-preinfiltre fiberler (6,7).

#### A. Tipine Göre Fiberler

##### 1. Karbon-Grafit Fiberler

Karbon fiberler örgü yapısında veya gevşek lif yapısında Polimetilmetakrilata (PMMA) eklenebilmektedir (8). Fakat fiberin siyah rengi sebebiyle artan estetik beklentilerden ötürü tercih edilmemektedirler (6,9).

##### 2. Aramid Fiberler

Aramid fiberler, aromatik poliamid fiberler için kullanılan jenerik isimdir (9). İlk defa 1965 yılında DuPont tarafından ticari olarak Kevlar

ismiyle üretilmiştir (10). Ancak sarı renkli olması sebebiyle estetik bölgelerde tercih edilmemektedirler (6,10).

### 3. Cam Fiberler

Cam fiberler, 1960'lı yılların başında PMMA esaslı protezler için üretilmiştir (11,12). Cam fiberler dental polimeri kuvvetlendirmek amacıyla tek yönlü, örgü şeklinde ve kırılmış formda kullanılırlar. Polimer rezinleri cam fiber ile kuvvetlendirmek ve polimer matris ve cam fiber arasında iyi bir bağlantı kurabilmek amacıyla silan bileşikler kullanılmaktadır (13). Cam fiberler ağ şeklinde, amorf yapıdadır. Bu fiberler renksiz, estetik, biyouyumlu, esnek ve dirençli olması üstelik adezyon özelliğinin iyi olması, koroziv olmaması, translüsens olması gibi avantajlara sahip olması tercih edilmesini sağlamıştır (1,2,14,15). Günümüzde beş farklı tip cam yapısı, fiber yapımında kullanılmaktadır. Bunlar; A cam (nötral) alkali cam, C cam, S cam, D cam ve E camdır güçlendirme amacıyla kullanılan cam fiberin %50'si E cam yapısındadır (16,17).

### 4. Polietilen Fiberler

Cappacio ve Ward tarafından 1973'te geliştirilen bu fiber, doğal kristalin polimeridir. Polietilen fiberler, polimerizasyon şekillerine göre ikiye ayrılmaktadırlar:

- Yüksek basınç polietileni şeklinde adlandırılan "Düşük Molekül Ağırlığına sahip Polietilenler" (LMWPE)

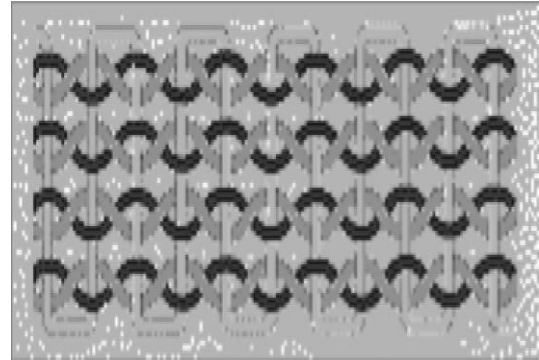
- Düşük basınç polietileni şeklinde adlandırılan "Yüksek Molekül Ağırlığına sahip Polietilenler" (HMWPE) (18).

Polietilenin moleküler ağırlığı  $1 \times 10^6$ 'dan yüksek ise çok yüksek molekül ağırlıklı polietilen fiberler (UHMWPE) şeklinde adlandırılmaktadırlar. UHMWPE çok düşük sürtünme katsayısına, yüksek darbe dayanımına ve yüksek aşınma dayanımına sahiptir (19).

Polietilen fiberler ön doyumulma işlemi yapılmış veya doyumulma işlemi gerektiren olmak üzere iki farklı şekilde olabilir. Tek yönlü, örgü, dokuma ve leno dokuma yapısında ve genellikle hasta başında yapılan uygulamalarda kullanılmaktadır (20,21).

Polietilen fiberler; düşük yoğunluklu, şekillendirilebilir ve doku ile uyumlu materyallerdir. Cam fiberlerin kırılma yapısı ile karşılaştırıldıklarında, daha yüksek gerilme dayanımına sahiptirler ayrıca polietilen fiberlerin

yüzey enerjisi daha düşüktür ve herhangi bir ön işlemle geçmeden rezin içine eklenen fiber yapının yabancı madde şeklinde davrandığı ve yapıyı güçlendireceğine zayıflattığı bildirilmiştir. Bu sorunun önüne geçmek amacıyla polietilen fiberler, kimyasal oksidasyon, kimyasal kaplama ajanları, elektrik plazma işlemi gibi farklı teknikler kullanılarak üretilmektedirler (1, 2, 8, 22). Polietilen fiberlerin  $140^\circ\text{C}$  sonrası yapısının bozulması sebebiyle yüksek ısıyla polimerize olan kompozitler ile birlikte kullanılamaması ise bu fiberlerin en büyük dezavantajıdır (9,23). En bilinen polietilen fiber olan Ribbond hasta başı uygulamalarda sıkça kullanılmaktadır (Şekil 1) (24). 1992 yılında David Rudo tarafından geliştirilen UHMWPE teknolojisi ile kullanıma sunulmuştur. Ribbond'u diğer fiberlerden ayıran özelliği; çaprazlama kilitleli ilmek şeklinde leno dalgası halinde olmasıdır. Bu yapısı kuvvetlere karşı dayanıklılığı arttırarak gelen kuvvetlerin yapının içerisinde ilerlemesini sağlar ve rezin içerisine tekrar iletilmesini engeller (25).



Şekil 1. Ribbond'un iki yönlü (örgü) yapısının şematik şekli

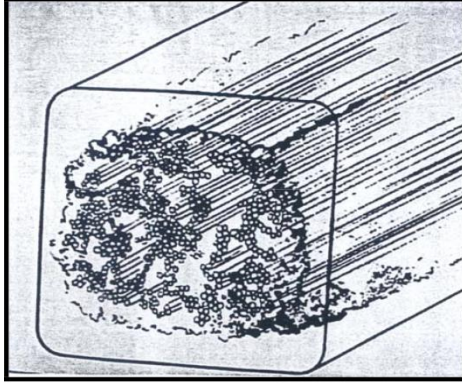
### B. Oryantasyonuna Göre Fiberler

#### 1. Tek Yönlü (Paralel) Fiberler

Birbirine paralel, 6–7  $\mu\text{m}$  kalıktaki, sayıları 1000-200.000 arasında değişiklik gösteren fiber demetlerinin tek bir yönde oluşturduğu blok yapısında fiberlerdir (Şekil 2) (26).

Paralel fiberler; kompozit yapıyı bir yönde güçlendirerek kompozit yapıya anizotropik (tüm yönlerde aynı özelliğe sahip olmayan) mekanik özellikler kazandırdıkları için gerilim yönünün bulunduğu durumlarda kullanılmaktadır. Fiberle güçlendirilmiş kompozit rezinler (FGKR) üzerine uygulanan kuvvetin yönü fiber ile paralel olmadığı durumlarda, mekanik özellikleri azalmaktadır.

Örnek olarak; köprü protezinde gövde bölgesinde fiberler mesio-distal şekilde yönlendirilerek kullanılmalıdır (1,2,4,15).



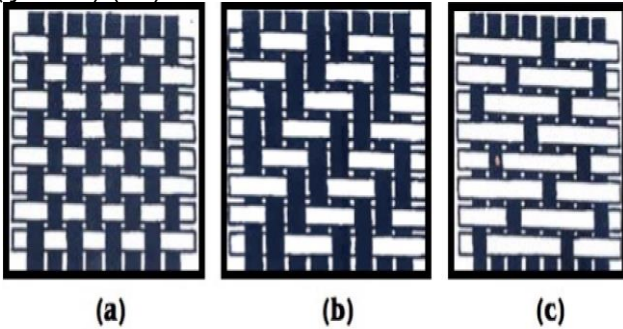
Şekil 2. Tek yönlü fiberin şematik görüntüsü

## 2. İki Yönlü (Dokuma, Örgü Formunda) Fiberler

Örgü, dokuma yapısında fiberler; iplik şeklindeki fiberlerin iki farklı yönde düzenlenmesiyle oluşturulmuştur.

Örgü yapısında fiberler, uzunlamasına ve enine şeklinde eşit olarak ikiye ayrılmaktadır.

Dokuma fiberler dik açı ve çapraz bir görünüm oluşturacak şekilde fiberlerin bir araya getirilmesiyle oluşur. Dokuma yapısında fiberler; keten, çapraz ve saten dokunmuş kumaş tarzında çeşitli tekstil yapılarında üretilmektedirler (Şekil 3) (26)



Şekil 3. Farklı yapıda dokuma fiberlerin şematik görüntüsü: (a) Keten, (b) Çapraz, (c) Saten dokuma

Bu tip fiberler kompozite ortotropik (iki yönlü güçlendirme) mekanik özellik sağlar. Bu nedenle stresin yönünün bilinmediği şartlarda kullanılırlar. İki yönlü fiberler, tek yönde uzanan fiberlerin anizotropik özelliklerini azaltmak amacıyla kullanılmaktadırlar. Örnek olarak bir dişe tam kron yapılması durumunda iki yönlü fiberler tercih edilmektedir (1,2,15,27).

## 3. Kırılmış (Chopped) Fiberler

Kısa kesilmiş fiberler polimer matris içerisine rastgele ilave edilirler. Kırılmış(chopped) fiberler, izotropik (her yönde güçlendirme) özellik göstermektedirler. Bu fiberler, günümüzde dental restorasyonlarda kullanılmamaktadırlar (11).

## C. Monomer İnfiltrasyonuna Göre Fiberler

Fiber yapının monomer ile infiltrasyonu; fiberin her yüzeyinin homojen bir şekilde resin matrisle kaplanması işlemidir (7,28). Bu işlemde fiber demetlerinin resin matrisle yeteri kadar ıslatılmaması ve resin matris yapısındaki polimerizasyon büzülmesi nedeniyle fiberler arasında boşluklar oluşması gibi problemlerle karşılaşılabilir. Bu problemler restorasyonun dayanıklılığını azaltır (7,28). Ayrıca ağız sıvıları ile temas eden restorasyonda yeteri kadar doyurulmamış bölgelerdeki sıvı emilimi, mikroorganizmaların invazyonuna ve restorasyonda renk değişikliğine sebep olabilir (6,28). Dental uygulamalarda infiltrasyon işlemi iki farklı şekilde uygulanmaktadır.

### Preinfiltre Fiberler

Bu teknikte ticari olarak hazır ve önceden doyurulmuş (ıslatılmış) fiber demetleri kullanılır. Bu tip fiberlerde fabrikasyon olarak fiber yapısına resinin infiltrasyonu sağlanmaktadır (2).

### Non-Preinfiltre Fiberler

Diş hekimi veya laboratuvarında teknisyen tarafından, doyurulmamış fiber yapısına düşük viskoziteli resinin uygulanarak fiberin resinle ıslatılmasının sağlanmasıdır. Bu yöntem, uygun fiber ve resinin seçilmesi ve el becerisi gerektirmesi gibi teknik hassasiyet gösteren bir yöntemdir (2).

## Fiberle güçlendirme nedir?

Fiber kendi kalınlığına göre yüz kez daha fazla uzunluğa sahip, silindirik yapıda, esnek ve ince bir yapıdadır. Diş hekimliğinde kullanılan FGKR'ler resin kompozitlerle benzer bir yapıya sahiptir. Resin kompozitlere benzer organik matris ve inorganik doldurucu fazdan oluşmaktadır. Organik matrisi; polimetil metakrilat (PMMA), üretan dimetakrilat (UDMA), epoksi veya Bisfenol A diglisidil metakrilat (Bis-GMA, trietilenglikol dimetakrilat (TEGDMA) yapısı oluştururken, inorganik doldurucu fazını ise, organik matris yapısına eklenen çeşitli yapı,

çap, boy ve yönde yerleştirilmiş fiberler oluşturmaktadır. Kompozit matriks yapısındaki fiberler, adeziv bir ara yüzle rezine bağlanmaktadır. Matriks ve fiber arasındaki bu arayüz, yükün kompozitten fiberlere aktarılmasında önemli bir rol almaktadır. Fiberler güçlendirici komponent olarak, sertlik ve dayanıklılık sağlarken, fiberleri saran rezin matriks bu geometrik yapıyı sabitleyerek, nemin etkisinden korur ve optimal gücü sağlayabilmek amacıyla fiberleri önceden tespit edilen pozisyonda tutarak, destek ve uygulanabilirlik sağlar (1,3). Kompozit yapıda bir çatlak olduğu durumda, fiberler çatlak yüzlerini birbirine doğru çekerek çatlağın ilerlemesini engellerler (29).

### **FGKR'nin Özelliklerini Etkileyen Faktörler**

#### **1 - Fiberin yapısı ve yönü**

Tek yönlü fiberler en yüksek gerilim yönünün önceden bilindiği durumlarda kullanılmalıyken, iki yönlü fiberler ise her yönde mekanik dayanıklılık sağladığından, uygulanacak kuvvetin doğrultusunun önceden bilinmediği durumlarda kullanılmalıdır (4).

#### **2 - Fiberin miktarı (oranı)**

Polimer matriksteki fiber miktarının artması restorasyonun direncini arttırdığı bildirilmiştir (30). Fiberin miktarı (oranı), fiberin matriks yapı içindeki ağırlığı olarak değil, hacmi olarak tanımlanmaktadır. Fiber miktarı yüksek ancak hacim olarak düşük olduğunda düşük direnç gösterdiği bildirilmiştir [31].

#### **3 - Fiberlerin ve matriks polimerin özellikleri**

FGKR'lerde, polimer matriks içinde fiberler gömülü haldedir. Bu polimer matriks, fiberleri bir arada tutar ve devamlı bir yapı oluşturur (11).

#### **4 - Fiberin rezin ile doyurulması**

İyi bir şekilde doyurulmuş fiberlerin kompozit yapının fiziksel ve mekanik özelliklerinin çok daha iyi olmasına katkı sağladığı bildirilmiştir (30).

#### **5 - Fiberlerin matrikse bağlanması**

Polimer matriks ve fiber arasındaki kimyasal bağın kovalent bağ olduğu bildirilmiştir ve çalışmalar göstermiştir ki, bu bağlantı yetersiz olduğunda kompozitin su emilimi artmış ve mekanik özellikleri azalmıştır (6,28). İyi bir adezyonun sağlanması, streslerin matriksten fiberlere aktarılmasını sağlamaktadır (2,6).

### **Fiberle Güçlendirilmiş Kompozit Rezinlerin Diş Hekimliğinde Kullanım Alanları**

#### **1 - Sabit protetik restorasyonlarda kullanımı**

FGKR ile kron ve köprü restorasyonları, inley, onlay restorasyonlar yapılabilmektedir. Kron ve köprü restorasyonları, hasta ağzında direkt yöntemle veya indirekt yöntemle laboratuvarında, hastanın kendi dişi ya da akrilik bir diş kullanılmasıyla yapılabilmektedir. Bu restorasyonlarda, alt yapı materyali olarak FGKR ve dış yüzeyi kaplamak amacıyla hibrit veya mikrodolduruculu farklı iki tip kompozit kullanılmaktadır (32).

Laboratuvar uygulamalarında kullanılmak üzere önceden doyurulmuş cam fiberler mevcuttur ve fiberler içinde en yüksek mekanik üstünlük gösteren fiberlerdir. Non-preinfiltre polietilen fiber ve cam fiber ise hasta başında yapılan restorasyonlarda kullanılabilirler (32).

#### **2 - Akrilik rezin esaslı protezlerde kullanımı**

Bu materyallerin kullanım amacı, tam protezlerin, geçici sabit protezlerin, hareketli bölümlü protezlerin polimer rezin yapısını güçlendirmektir (11,33,34). Bu güçlendirme, hareketli protezin tamamının ya da sadece zayıf kısımlarının fiberle güçlendirilmesi olarak gerçekleştirilebilmektedir (35).

#### **3 - Sabit protetik restorasyonlarda kırık fasetlerin tamirinde kullanımı**

MDP restorasyonlarda oluşmuş faset kırıklarında uygulanan yöntemlerden biri de, doldurucu kompozit ve fiber kullanarak mekanik retansiyonun artırılmaya çalışılmasıdır (36).

#### **4 - İmplant üst yapılarında ve implant materyali olarak kullanımı**

Yapılan çalışmalarda, tek yönlü (paralel) FGKR'lerin implantların üst yapısında kullanılabilirliğini bildirmiştir (37,38).

#### **5 - Restorasyonların bağlantı ara yüzünde kullanımı**

Çeşitli dağılım yönlerine sahip fiberlerin, restorasyonun bağlantı ara yüzünde kullanıldığında; bu ara yüzün dinamiğini değiştirdiği, yüklenme sırasında bağlantı ara yüzünde oluşacak stresleri azalttığı bağlantı başarısızlıklarının restorasyon-diş ara yüzü değil de FGKR içinde oluşmasını sağladığı



bildirilmektedir. FGKR'nin dişe bağlanma yeteneği, FGKR'nin dayanımına, restoratif materyal ile diş ve FGKR materyali arasındaki bağlantıya bağlıdır. Restorasyonda oluşan stresler ve çatlaklar, fiber yapı tarafından durdurulmaktadır ya da yönleri değiştirilmektedir (39).

Polimerizasyon büzülmesi kompozit restorasyonların en önemli dezavantajlarından birisidir. Bu büzülme kompozit rezin ve kavite duvarları arasındaki arayüzde büzülme stresine, boşluk oluşumuna ve ikincil çürüklere neden olmaktadır. Bu sorunu ortadan kaldırmak amacıyla çalışmalar hala devam etmektedir. Bu çalışmalardan biri de polimerizasyon büzülmesini ve mikrosızıntıyı azaltmak amacıyla kavite tabanına bir kat FGKR yerleştirmektir.

## 6 - Post olarak kullanımı

Kök kanal tedavisi görmüş dişlerin tedavisinde döküm ve prefabrik metal postlar uzun süreden beri kullanılmaktaydılar. Ancak geleneksel metal postlardaki yüksek elastiklik modülü, tutuculuğun yeterli olmaması ve kök kırığına sebep olmaları gibi restorasyonun başarısını negatif etkileyecek önemli dezavantajları kullanımlarını sınırlamaktadır (40,41).

Piyasada farklı markalarda çeşitli fiber post sistemleri bulunmaktadır. Polietilen ve cam fiberler mekanik ve estetik özelliklerinin daha başarılı olmasından dolayı en sık tercih edilen fiber tipleridir (42)

### a. Karbon Fiber Postlar

Karbon fiberler güçlendirme amacıyla kullanılan fiberler içinde en rijit malzemedir. Estetik özelliklerinin zayıf olması ve işlenmesinin zor olması sebebiyle günümüzde tercih edilmemektedir (43,44).

### b. Aramit Fiber Postlar

Aramit yapıdaki fiberler, cam fiberlerden daha fazla elastiklik modülüne sahiplerdir ve sarı renkli olması artan estetik beklentiden dolayı kullanımını sınırlandırmaktadır (6,9).

### c. Cam Fiber Postlar

Düşük elastiklik modülüne sahip cam fiber postların mekanik özellikleri dentine oldukça yakındır. Işık geçirgenliği iyi olduğundan özellikle anterior diş grubunda metal alt yapısız restorasyonlarla birlikte kullanılırlar (45).

Dişin sert dokularına, kompozite ve rezin simana çok iyi bağlanan cam fiber postlar doku ile uyumlu ve korozyona dirençli materyallerdir. Ayrıca işlem sırasında gerekli uzunluğa rahatça getirilebilmesi ve gerektiğinde frezle kanaldan kolayca uzaklaştırılabilmesi gibi avantajlara sahip olması tercih edilebilirliğini arttırmıştır (46).

Cam fiber postların klinik ömrü yönünden döküm postlarla kıyaslandığında daha başarılı bulunduğu çalışmalarla kanıtlanmıştır [53]. Bu başarıdaki en önemli faktörün cam fiber destekli postların elastik modülünün (9-50 GPa) dentine (14-18 GPa,) yakın olmasıdır (46,47).

## D) Polietilen Fiber Postlar

Polietilen fiberler estetik, diş dokusuna benzer renkli, biyouyumlu, iyi ışık geçirgenliği olan ve uygulaması kolay bir materyaldir. Diş hekimliği uygulamalarında kullanılan polietilen fiberler çoğunlukla örgü şerit yapısında üretilirler (24). Örgü fiberler kullanılarak yapılan postlar prefabrik metal postlarla ve döküm postlarla kıyaslandığında daha düşük kırılma direnci gösterirler ayrıca kök kırığına neden olmaları tercih edilebilirliklerini arttırmaktadır (50). Polietilen fiberler yumuşaktır, kolay kırılmayan renksiz ürünlerdir. Cam fiberlere kıyasla klinik uygulaması daha kolaydır. Direkt yöntemdeki bu uygulama kolaylığı polietilen fiberlerin daha çok tercih edilmesini sağlamaktadır (51).

Piyasada plazma ile güçlendirilmiş polietilen fiberler (Ribbond) prefabrike fiber postlara alternatif olarak bulunmaktadır ve 1992 yılında David Rudo tarafından geliştirilen UHMWPE olarak kullanıma sunulmuştur. Ribbond'u diğer fiberlerden ayıran başlıca özelliği; çaprazlama kilitle ilmek şeklinde leno dalgası halinde olmasıdır. Bu yapısı kuvvetlere karşı daha dayanıklı olmasını sağlar böylece gelen kuvvetler yapının içerisinde ilerler ve rezin içerisine tekrar transfer edilmez (25). Yumuşak bir kıvamdayken şekillendirilerek andırcatlara ve düzensizliklere adapte olur. Post boşluğuna ve pulpa odasına uygulanma esnasında sağlam diş dokusunun zayıflatılmasına gerek kalmaz. Kullanma talimatlarına göre, kanal genişletmesi gerekli değildir. Ayrıca dişe bağlandığı için sertleştikten sonra daha tutucu olduğu ve rotasyon yapmadığı saptanmıştır. Örgü şerit olarak da isimlendirilen bu fiber kompozit rezinle birlikte kullanılmaktadır (52).

Sonuç olarak, fiber postlar dentinle benzer fiziksel özelliklere sahip olup, elastik modülü dentine (18,6 Gpa) çok yakındır, bu

sayede dentinle eşdeğer oranda esneme göstererek üzerindeki restorasyonun kırılma direncini artırır. Bu postlar oklüzal stresleri geleneksel metal postlar gibi doğrudan iletmek yerine dağıtırlar. Fiber postlar aktif yivler yerine pasif retansiyon olukları içerir, kanal içine pasif olarak yerleştirildiğinden ve kanal duvarıyla post arasında adeziv rezin siman aracılığıyla bir hibridizasyon olduğundan kök üzerinde stres oluşmamaktadır. Fiber postlar, özel bir kompozit materyal içine gömülü halde fiber demetleri içerirler. Bu demetler içinde fiberler multi-aksiyel olarak yerleşmiş örgü formunda ve epoksi rezinle güçlendirilmiş halde bulunur. Farklı yönlerde örgü formda düzenlenmiş fiberler, paralel şekilde düzenlenmiş fiberlerle kıyaslandığında daha iyi eğilme ve burkulma direnci gösterdikleri görülmüştür (33,53).

Postun simantasyonu için ise; post boşluğuna ışığın tamamen ulaşmamasından kaynaklı yalnızca ışıkla sertleşen rezin simanların kullanımı önerilmez. Genellikle fiber postların simantasyonunda total etch (asitleme-yıkama) sistemli ışıkla ve kimyasal olarak (dual cure) sertleşen rezin simanlar tercih edilmektedir (54,55).

Yapılan klinik çalışmalar sonucu, fiber post restorasyonlarındaki en sık karşılaşılan başarısızlığın post desimantasyonu olduğu görülmüş ve fiber postların uygun adeziv siman kullanılması ve yapıştırma işlemine dikkat edilmesiyle klinik başarısının arttırılabileceği anlaşılmıştır (54,56).

### 7 - Splint olarak kullanımı

Splintler, periodontal hastalığın bir sonucu olarak oluşan kemik kaybını desteklemek amacıyla gevşeyen dişleri stabilize etmek için kullanılır. Stabilizasyon splintlerinin ana avantajı diş hareketliliğinin azaltılmasıdır (57). Fiber splint, herhangi bir laboratuvar aşaması gerektirmemesi, dişlere doğrudan bağlanması, estetik olması, temizlenmesinin kolay olması, biyouyumlu olması, hekimler tarafından kolayca kısa bir sürede uygulanabilmesi gibi avantajlara sahipken dezavantajı pahalı olmasıdır (58). FGKR splintleri geleneksel metalik splintlerden daha rijittir, bu nedenle dişlerin daha yüksek ankiloz riskine yol açar ve travma sonrası splintleme için tercih edilmez. Fakat UHMWPE Ribbond fleksibilitesi sebebiyle travmatik yaralanmalarda kullanılabilir (59,60).

### 8 - Yer tutucu olarak kullanımı

Cilt / Volume 21 · Sayı / Number 2 · 2020

Yer tutucular erken süt diş kayıplarında var olan yerlerin korunması için, sürekli dişlerin arkta düzgün bir şekilde yerleşebilmelerini sağlamak amacıyla kullanılan apareylerdir (61).

### 9 - Cerrahide kullanımı

FGKR'ler yakın zamanda oral ve maksillofasiyal cerrahide de kullanılmaya başlanmıştır. Bu materyaller, kemik değiştirme ve kemik ankraj implantları için oral implantolojide uygulanabilir (65). Ayrıca, FGKR orbital zemin implantları (66), kraniyoplasti implantları (67) ve kraniyofasiyal kemik rekonstrüksiyonu (68) için maksillofasiyal disiplinde kullanılabilir.

### FGKR Kullanımının Avantajları

FGKR'lerin geleneksel malzemelere göre kullanımının ana avantajları, özellikle dinamik yükleme koşullarında kolay manipülasyonları ve yüksek mekanik özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Birçok FGKR uygulamasında, hiç veya çok az laboratuvar çalışması gerekir ve sıklıkla hasta başında, doğrudan ağız boşluğunda uygulanabilir. Aynı zamanda, FGKR'ler metal takviyeli alternatiflerden daha estetiklerdir. Son olarak, FGKR yapısında metalik parçaların bulunmaması, nikel veya diğer metallerle alerjisi olan hastalarda da kullanımına olanak verir. Başarısızlığı ise geri dönüşümlü ve tamir edilebilirdir (69,70).

### FGKR Kullanımının Dezavantajları

FGKR ile ilgili birçok in vitro çalışma yapılmasına rağmen, uzun süreli klinik performansla ilgili araştırmalar hala yetersizdir. FGKR'nin en önemli zayıflığı, lif ile organik matris arasındaki ara yüzdür. İntraoral hidroliz ve degradasyon bu ara yüzü zayıflatır ve başarısızlık meydana gelebilir. Bu durum kırık ve delaminasyona sebep olabilir, fakat bu gibi olaylar kompozit rezinle kolayca onarılabilir (69,70).

### Sonuç

FGKR'ler hala gelişmekte olan güncel, minimal adeziv sistemlerdir ve diş hekimliğinin her branşında kullanım alanı bulunmaktadır. Çocuk diş hekimliğinde de FGKR'ler yukarıda açıklanan hemen hemen tüm alanlarda kullanılabilirler. Aynı zamanda, süt dişlerinde de kullanılabilir olması büyük bir avantajdır.

Özellikle post sistemlerinde oluşturulan post boşluğunun minimal invaziv olması, dişin

zayıflatılmasının önüne geçilmesi, olası bir başarısızlık durumunda (desimantasyon) ise tedavinin tekrarlanabilmesi ya da değiştirilebilmesi gibi özellikleri çocuk diş hekimliğinde kullanımını anlamlı kılmaktadır. Bununla birlikte, hasta başında klinik uygulama kolaylığı, madde kaybı fazla dişlerde kavite içerisine direkt uygulanarak restorasyonu güçlendirmesi, yer tutucu gibi uygulamalarda laboratuvar aşamasını kaldırması da çocuk diş hekimliği için avantaj oluşturmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Freilich MA, Karmaker AC, Burstone CJ, Goldberg AJ. Development and clinical applications of a light-polymerized fiber-reinforced composite. *J Prosthet Dent.* 1998; 80: 311-318.
- Freilich MA, Meiers JC, Duncan JP, Goldberg AJ. Fiber-Reinforced Composites in clinical dentistry. Quintessence Publishing Co., 2000, 9-22.
- Brown D. Fibre-reinforced materials. *Dent Update.* 2000;27:442-448.
- Butterworth C, Ellekwa AE, Shortall A. Fibre-reinforced composites in restorative dentistry. *Dent Update.* 2003;30(6): 300-308.
- Arhun N, Restoratif Tedavide Fiber Uygulamaları. *Türkiye Klinikleri Journal of Restorative Dentistry-Special Topics*;2017; 3(2) 93-103.
- Nagaş IÇ, Uzun G. Fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin protetik uygulamalardaki yeri. *Hacettepe Diş Hek Fak Derg* 2009;33:49-60.
- Gürbulak AG, Çölgeçen Ö, Kesim B. Fiberle güçlendirilmiş adeziv köprüler. *Dicle Diş Hek Derg.* 2009;10:55-62.
- Jagger DC, Harrison A, Jandt KD. The reinforcement of dentures. *J Oral Rehabil.* 1999;26:185-194.
- Karaağaçlıoğlu O, Yeşil Duymuş Z. Fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin sabit bölümlü protez yapımında kullanımları. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2008;18:70-7
- Vallittu PK. Review of methods used to reinforce polymethylmethacrylate resin. *J Prosthodont* 1995;4:183-7
- Vallittu PK. A review of fiber-reinforced denture base resins. *J Prosthodont.* 1996;5:270-276.
- Keyf F, Uzun G, Mutlu M. The effects of HEMA monomer and air atmosphere treatment of glass fibre on the transverse strength of a provisional fixed partial denture resin. *J Oral Rehabil.* 2003;30:1142-1148.
- Vallittu PK., Ruyter IE., Ekstrand K., Effect of water storage on the flexural properties of E-Glass and silica fiber acrylic resin composite, *Int J Prosthodont.* 1998;11(4): 340-350
- Koutayas SO, Kern M, Feraresso F, Strub JR. Influence of design and mode of loading on the fracture strength all-ceramic resin-bonded fixed partial dentures: an in vitro study in a dual-axis chewing simulator. *J Prosthet Dent.* 2000;83:540-547
- Vallittu PK. Compositional and weave pattern analyses of glass fibers in dental polymer fiber composites. *J Prosthodont .* 1998;7:170-176.
- Volf, Milos B. Technical approach to glass. New York: Elsevier, 1990.
- Bateman G, Ricketts DN, Saunders WP. Fibre-based post systems: a review. *Br Dent J.* 2003;195:43-48.
- Harrison A., Constantinidis V., Vowles R. The effect of surface treated UHMWPE beads on some properties of acrylic denture base material. *Eur J Prosthodont Restor Dent .* 1997;5:39-42.
- Bae JM, Kim KN, Hattori M, Hasegawa K, Yoshinari M, Kawada E. The flexural properties of fiber-reinforced composite with lightpolymerizedpolymer matrix. *The Int J Prosthodont.* 2001;14(1):33-39.
- Cho L, Song H, Koak J, Heo S. Marginal accuracy and fracture strength of ceromer/ fiber-reinforced composite crowns: Effect of variations in preparation design. *J Prosthet Dent.* 2002;88: 388-395.
- Pfeiffer P., Grube L., In Vitro Resistance of Interim Fixed Partial Dentures, *J Prosthet Dent* 2003;89:170-174.
- Levent H, Karaağaçlıoğlu L. Protez kaide rezinlerinin güçlendirilmesi. *Gazi Üniv Dişhek Fak Derg.* 2004;21:135-142.
- Cogswell FN. Thermoplastic aromatic polymer composites. Oxford: Butterworth- Heinemann 1992.
- Uzun G., Keyf F. Geleneksel post-core sistemlerine bir alternatif: polietilen fiber post. *Hacettepe Dişhek Fak Derg.*2007;31(2):43-48.
- Ganesh M, Tandon S. Versatility of ribbon in contemporary dental practice trends. *Biomater Artif Organs* 2006;20:53-58.
- Candan Ü., Eronat N. Fiberle Güçlendirilmiş Rezın Kompozitler. *Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi* 2008;29 (1):1-12.
- Garoushi SK, Lassila LVJ, Vallittu PK. Short fiber reinforced composite: the effect of fiber length and volume fraction. *J Contemp Dent Pract.* 2006;7:1-9.
- Mosharrar R, Torkan S. Fracture resistance of composite fixed partial dentures reinforced with pre-impregnated and non-impregnated fiber. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospect.* 2012;6:12-16
- Quinn GD. Fractography of ceramics and glasses. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology; 2007.
- Vallittu PK. Experiences of using glass fibers with multiphase acrylic resin systems. Theoretical background and clinical examples. in: Vallittu PK, editor. The first international symposium on fiber-reinforced plastics in dentistry, Turku, Finland, 1998.
- Alp Y. Cam fiberle güçlendirilmiş PMMA (polimetilmetakrilat) kaide reçinelerinin mukavemetlerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2002.
- Freilich MA, Meiers JC, Duncan JP, Eckrote KA, Goldberg AJ. Clinical evaluation of fiber-reinforced fixed bridges. *J Am Dent Assoc.* 2002;133(11):1524-1534.
- Uzun G, Hersek N, Tinçer T. Effect of five woven fiber reinforcements on the impact and transverse strength of a denture base resin. *J Prosthet Dent.* 1999;81:616-620.
- Keyf F, Uzun G. The effects of glass fiber reinforcement at different concentrations on the transverse strength, deflection and modulus of elasticity of a provisional fixed partial denture resin. *J Biomater Appl.* 2001;16:149-156.
- Vallittu PK. Glass fiber reinforcement in repaired acrylic resin removable dentures: preliminary results of a clinical study. *Quintessence Int.* 1997;28:39-44.
- Vallittu PK. Use of woven glass fibres to reinforce a composite veneer. A fracture resistance and acoustic emission study. *J Oral Rehabil.* 2002;29:423-429.
- Behr M, Rosentritt M, Lang R, Handel G. Glass fiber-reinforced abutments for dental implants. A pilot study. *Clin Oral Implants Res.* 2001;12:174-178.
- Freilich MA, Duncan JP, Alarcon EK, Eckrote KA, Goldberg AJ. The design and fabrication of fiber-reinforced implant prostheses. *J Prosthet Dent.* 2002;88:449-454.
- Fennis WM, Tezvergil A, Kuijs RH, Lassila LV, Kreulen CM, Creugers NH, Vallittu PK. In vitro fracture resistance of fiber reinforced cusp-replacing composite restorations. *Dent Mater.* 2005;21:565-572.
- Al-harbi F, Nathanson D. In vitro assessment of retention of four esthetic dowels to resin core foundation and teeth. *J Prosthet Dent.* 2003;90:547-555.
- Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E, Gotfredsen K. Bond strength of resin cement to dentin and to surface-treated posts of titanium alloy, glass fiber, and zirconia. *J Adhes Dent.* 2003;5:153-162.
- Freilich MA, Meiers JC. Fiber-reinforced composite prostheses. *Dent Clin North Am.* 2004;48:545-562.
- Sadek FT, Goracci C, Monticelli F, Grandini S, Cury AH, Tayf F, Ferrari M. Immediate and 24 hour evaluation of the

- interfacial strengths of fiber posts. *J Endod.* 2006; 32: 1174-1177.
44. Sirimal S, Riis DN, Morgano SM. An in vitro study of the fracture resistance and incidence of vertical root fracture of pulpless teeth restored with six post and core systems. *J Prosthet Dent.* 1999;81:262-269.
  45. Bavbek AB, Korkmaz T, Yılmaz C. Mechanical spect of fiber reinforced composite posts. *GÜ Diş Hek Fak Derg.* 2007;24(3):187-192.
  46. Lassila LV, Tanner J, Le Bell AM, Narva K, Vallittu PK. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. *Dent Mater.* 2004;20(1):29-36.
  47. Başaran EG. Geçmişten günümüze post sistemleri. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg.* 2013;7:150-156.
  48. Eskitaşcıoğlu G, Belli S, Kalkan M. Evaluation of two post core systems using two different methods (fracture strength test and a finite elemental stress analysis). *J Endod.* 2002;28(9):629-33.
  49. Soares CJ, Mitsui FH, Neto FH, Marchi GM, Martins LR. Radiodensity evaluation of seven root post systems. *Am J Dent.* 2005;18:57-60.
  50. Erman G. Fiber ile desteklenmiş kompozit rezin postcore restorasyonların, diagonal kuvvetler karşısındaki dayanıklılığının in-vitro incelenmesi, Hacettepe Ü Diş Hek Fak Doktora Tezi, 2001.
  51. Eminkahyagil N. Fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin kullanımı. *Tdbd* 2004; 84: 43-4.
  52. Karna JC. A fiber composite laminate endodontic post and core. *Am J Dent.* 1996;9:230-232.
  53. Miller TE. A new material for periodontal splinting and orthodontic retention. *Compend Cond Educ Dent.* 1993;14:800-812.
  54. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence Int.* 2008;39:117-129.
  55. Breschi L, Mazzoni A, Ferrari M. Adhesion to intra-radicular dentin. In: Ferrari M with Breschi L, Grandini S. Fiber posts and endodontically treated teeth: a compendium of scientific and clinical perspectives. *Wendywood: Modern Dentistry Media*, 2008,p:15–37.
  56. Cagidiaco MC, Goracci C, Garcia-Godoy F, Ferrari M. Clinical studies of fiber posts: a literature review. *Int J Prosthodont.* 2008;21:328-336.
  57. Sewón LA., Ampula L., Vallittu PK. Rehabilitation of a periodontal patient with rapidly progressing marginal alveolar bone loss: 1-year follow-up. *Journal of Clinical Periodontology.* 2000;27(8):615–619.
  58. Özbaş H, Öztürk E, Kocaelli H. Travmatik diş yaralanmalarında splint uygulamaları. *J Istanbul Univ Fac Dent.* 2007;41(4), 45-50.
  59. Mazzoleni S, Meschia G, Cortesi R, et al. In vitro comparison of the flexibility of different splint systems used in dental traumatology. *Dental Traumatol.* 2010;26:30-36
  60. Stellini E, Avesani S, Mazzoleni S, Favero L. Laboratory comparison of a titanium trauma splint with three conventional ones for the treatment of dental trauma. *Eur J Paediatr Dent.* 2005; 6:191-196
  61. Ghafari J. Early Treatment of Dental Arch Problems I. Space Maintenance, Space Gaining. *Quintessence Int.* 1986;17:423-432.
  62. Kırzoğlu Z, Ertürk MS. Success of reinforced fiber material space maintainers. *J Dent Child.* 2004;71:158-162.
  63. Kargül B, Çağlar E, Kabalay U. Glass fiber-reinforced composite resin as fixed space maintainers in children: 12-month clinical follow-up. *J Dent Child.* 2005;72:109-112.
  64. Artun J, Marstrand PB, 1983. Clinical efficacy of two different types of direct bonded space maintainers. *ASDC J Dent Child.* 1983;50:197-204
  65. Vallittu PK, Narhi TO, Hupa L. Fiber glass-bioactive glass composite for bone replacing and bone anchoring implants. *Dent Mater.* 2015;31(4):371-381.
  66. Kuusisto N, Huuonen S, Kotiaho A, Haapea M, Rekola J, Vallittu P. Intensity of artefacts in cone beam CT examinations caused by titanium and glass fibre-reinforced composite implants. *Dentomaxillofac Radiol.* 2019;48:20170471
  67. Piitulainen JM, Mattila R, Moritz N, Vallittu PK. Load-bearing capacity and fracture behavior of glass fiber-reinforced composite cranioplasty implants. *J Appl Biomater Funct Mater.* 2017;15(4):356-351.
  68. Lazar MA, Rotaru H, Bâldea I. Evaluation of the biocompatibility of new fiber-reinforced composite materials for craniofacial bone reconstruction. *J Craniofac Surg.* 2016;27(7): 1694–1699.
  69. Kurt DEÇ, Özdoğan DMS, Yılmaz H. Seromerler ve fiberle güçlendirilmiş kompozitler. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg.* 2006 (2), 52-60.
  70. Sucu Ö. , Köroğlu A. Protetik diş hekimliğinde fiberler. *Dent Med J.* 2021 3(2):1-27.