

T.C.  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HIZLANDIRILMIŞ YAŞLANDIRMADAN SONRA  
IŞIKLA SERTLEŞEN KOMPOZİT VE FİBERLE  
GÜÇLENDİRİLMİŞ KOMPOZİTLERİN RENK  
STABİLİTESİNİN İNCELENMESİ**

**Ali Rıza TUNÇDEMİR**

**DOKTORA TEZİ**

**PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ**

**Danışman  
Prof.Dr. Filiz AYKENT**

**KONYA/2008**

T.C.  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HIZLANDIRILMIŞ YAŞLANDIRMADAN SONRA  
IŞIKLA SERTLEŞEN KOMPOZİT VE FİBERLE  
GÜÇLENDİRİLMİŞ KOMPOZİTLERİN RENK  
STABİLİTESİNİN İNCELENMESİ**

**Ali Rıza TUNÇDEMİR**

**DOKTORA TEZİ**

**PROTETİK DİŞ TEDAVİSİ**

**Danışman  
Prof.Dr. Filiz AYKENT**

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri  
Koordinatörlüğü tarafından 082002011 proje numarası ile desteklenmiştir.

**KONYA/2008**

## İÇİNDEKİLER

1.GİRİŞ .....	1
1.1. Kompozit Sistemleri .....	2
1.1.1. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması .....	3
1.1.1.1. Megafil kompozitler;.....	4
1.1.1.2. Makrofil kompozitler; .....	4
1.1.1.3. Midifil kompozitler;.....	4
1.1.1.4. Minifil kompozitler;.....	4
1.1.1.5. Mikrofil kompozitler;.....	4
1.1.1.6. Hibrit kompozitler;.....	5
1.1.1.7. Nanofil kompozitler; .....	5
1.1.1.8. Posterior kompozitler;.....	5
1.1.2. Fiberle Güçlendirilmiş Kompozitler .....	7
1.1.2.1. Fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin mekaniği .....	8
1.1.2.2. Fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin dişhekimliği dışında kullanıldığı alanlar .....	10
1.1.2.3. Dişhekimliğinde kullanım alanları .....	10
1.1.2.3.1.Fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin dişhekimliğinde kullanım alanlarına göre sınıflandırılması.....	11
1.1.2.4.Fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin endikasyon ve kontrendikasyonları.....	12
1.1.3. Dişhekimliğinde kullanılan fiber tipleri .....	12
1.1.3.1. Karbon fiberler .....	12
1.1.3.2. Aramid fiberler.....	13
1.1.3.3. Polietilen fiberler.....	13
1.1.3.3.1. Ribbond .....	13
1.1.3.4. Cam fiberler .....	16
1.2. Renk .....	16
1.2.1. Rengin algılanması.....	17
1.2.1.1. Işık kaynağı .....	17
1.2.1.2.Cisim .....	18
1.2.1.3.Gözlemci .....	18
1.2.2.Rengin boyutları.....	19
1.2.3.Rengin ölçülmesi.....	19

1.2.3.1.Munsell renk sistemi .....	20
1.2.3.2. CIE (Commission Internationale D' Eclairage ) L*a*b* renk sistemi .....	20
1.2.3.3.RGB renk sistemi .....	22
1.2.4.Renk rehber sistemleri.....	22
1.2.4.1.Spektrofotometre:.....	23
1.2.4.2.Kolorimetre: .....	23
1.3. Yaşlandırma .....	24
1.3.1. Hızlandırılmış Yaşlandırma .....	24
2. GEREÇ VE YÖNTEM .....	25
2.1.Örneklerin hazırlanması:.....	27
2.1.1. Fibersiz kompozit örnekler (Kontrol Grubu).....	29
2.1.2. EverstickNet içeren örneklerin hazırlanması .....	30
2.1.3. Ribbond-THM içeren örneklerin hazırlanması .....	32
2.2. Örneklerin Renk Ölçümü .....	35
2.3. Hızlandırılmış yaşlandırma döngüsü.....	36
2.4. İstatistik Değerlendirme .....	37
3. BULGULAR.....	38
4. TARTIŞMA .....	47
5.SONUÇ .....	56
6.ÖZET .....	57
7.SUMMARY .....	59
8.KAYNAKLAR .....	60
9. ÖZGEÇMİŞ .....	67
10. TEŞEKKÜR.....	68

## 1.GİRİŞ

İnsanların en önemli iletişim araçlarından birisi olan ve kişisel çekiciliği belirleyen gülümsemenin başlıca bileşenleri sağlıklı ve estetik görünümü olan dişler, dudaklar ve diş etleridir (Knispel 1991). Bu bağlamda çağdaş dişhekimliği, hastanın doğal dişsel görünümünü ve fonksiyonunu korumayı ya da geri kazandırmayı amaçlayan, estetiğin özel olarak önem taşıdığı bir bilim dalıdır. Sosyokültürel yapıya ve kişisel seçimlere göre değişmekle birlikte, dişhekimliği estetiğinde asıl amaç doğal dişler, diş etleri, dudaklar ve bir bütün olarak yüz ile uyumlu bir diş dizisi hazırlamaktır. Günümüz teknolojisinin ve malzemelerinin gelişmesi ile şekil, renk ve boyut bakımından diş ve komşusundaki yapıların hemen hemen aynılarının elde edilmesi mümkün olabilmektedir. Bununla birlikte renk eşleştirmesi bugünde diş hekimleri açısından önemli bir sorun olmaya devam etmektedir (Reno ve ark. 2000).

Metal destekli seramik restorasyonlar dişhekimliğinde 40 seneden daha uzun bir süredir kullanılmaktadır ( McLean 1979 ). Metal destekli seramik restorasyonlar dayanıklı restorasyonlar olmalarına rağmen alttaki metal altyapıdan dolayı estetik değillerdir. Korozyona uğramaları, teknisyenlerde ciddi rahatsızlıklara neden olabilmeleri gibi dezavantajları vardır (Moffa ve ark. 1977). Metal yansımaları önlemek için kullanılan opak porseleni estetik değildir. Porselen kırılğan bir materyaldir ve aynı zamanda karşit doğal dişi aşındırabilir (McLean 1991). Metal seramik restorasyonların bu gibi dezavantajları, metal seramik restorasyonlara alternatif restorasyonları gündeme getirmiştir.

Son zamanlarda, gerek materyaller gerekse adeziv tekniklerinde meydana gelen gelişmeler fiber ile güçlendirilmiş kompozit materyallere ilgiyi artırmıştır. Bu materyallerle diş yapısından daha az madde kaldırılarak daha tutucu restorasyonlar yapabilmek mümkün olabilmektedir. Yapılan bir çalışmada fiberle güçlendirilmiş sabit protezlerin dentine bağlanma dayanımının, metal altyapılı protezlerin bağlanma dayanımından 3 kat daha fazla olduğunu göstermiştir (Sadeghi 2005). Yine yapılan diğer bir çalışmada (Fennis ve ark. 2005) fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin daha yüksek esneme dayanımına sahip olduğunu ortaya konmuştur. Bu araştırmalar ve bunlar gibi pek çok araştırma fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin, restorasyonların dayanıklılığını artırdığını ortaya koymuştur. Ancak özellikle sabit parsiyel protezlerde, adeziv restorasyonların yapımında kullanımları gittikçe artan bu materyallerin restorasyonun rengine ve renk stabilitesine olan etkileri konusunda

bilgiler yeterli değildir. Özellikle anterior bölgede yapılan restorasyonların renk stabiliteleleri, restorasyonların uzun dönem klinik başarısı açısından çok önemlidir.

Bu çalışmanın amacı; iki farklı kompozit materyalinin hızlandırılmış yaşlandırma testi sonrası renk stabilitelelerini içerlerine fiber ilave edilmeden ve iki farklı fiber materyali (Ribbond-THM ve EverstickNet) ilave edildikten sonra karşılaştırmaktır. İspatlanmamış hipotezimiz fiberlerinin renk değişikliğine etkilerinin olmayacağı yönündedir.

### **1.1. Kompozit Sistemleri**

Dişhekimliğinde kompozitler ilk kez 1960'lı yılların ortasında ön dişlerde kullanılmaya başlanmıştır. O günden buyana restorasyonların, ömürlerini uzatmak için büyük gelişmeler kaydedilmesine rağmen polimerizasyon büzülmesine uğramaları ve okluzal kuvvetler karşısında aşınma dezavantajları halen devam etmektedir (Peutzfeldt 1997).

Kompozitleri oluşturan üç ana bileşen, rezin matriks (organik matriks), inorganik doldurucu partiküller ve silan bağlayıcılarıdır. Kompozitlerin fiziksel özellikleri dolduruculara ve rezin matrikse bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Dayanıklılık, abrazyona karşı direnç ısısal genleşme katsayısı ve renk stabilitesinin yanısıra, polimerizasyon büzülmesi ve su emilimi gibi özelliklerini, en çok doldurucular ve rezin matriks bileşenlerinin yapısı etkiler (Koray ve Yücel 2002, Ergün 2005).

Rezin matriksi oluşturan yapılar; monomer sistem ve serbest radikal polimerizasyonu için başlatıcı ve stabilize edicilerdir. Bis-GMA ve son yıllarda ise daha iyi adezyon ve renk değişimine direnç sağlayan üretan dimetakrilat (UDMA), polimer matriks olarak kullanılmaktadır. Hem Bis-GMA hem de UDMA monomerleri aşırı derecede visközdür. Bu nedenle trietilen glikol glisidil metakrilat (TEGDMA) monomer, viskoziteyi azaltmak için matrikse ilave edilmektedir. Reaksiyon başlatıcı madde, kimyasal veya fiziksel aktivasyon yoluyla monomerlerin çift bağlarıyla reaksiyona giren enerjice zengin serbest radikallerin oluşmasına ve bu sayede polimer zincirlerinin meydana gelmesine olanak sağlar. Başlatıcı madde olarak kullanılan benzoil peroksit veya kamforokinonun reaksiyon kabiliyeti polimerizasyon derecesini ve çift bağların değişim derecesini etkiler (Peutzfeldt 1997, Koray ve Yücel 2002).

İnorganik doldurucular, matriks içine dağılmış çeşitli şekil ve büyüklükteki cam partiküller, quartz, alüminyumsilikat, lityumsilikat, borosilikat ve hidroksiapatit

gibi partiküllerden oluşur. İnorganik doldurucuların yapısına St, Ba, Zn, Zr ve Si gibi elementler ilave edilerek aşınmaya dirençli radyoopak görüntü veren kompozit rezinler elde edilmiştir. Doldurucular kompozit rezinlerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi, yani sıkışma ve gerilme direncini arttırmak, elastisite modülü değerlerini olumlu yönde geliştirmek ve aynı zamanda ısıl genleşme katsayısını ve su emilimini azaltmak amacıyla ilave edilmişlerdir. Silika yapıyı güçlendirir, ışığı geçirir ve yayar. Böylece kompozit rezine, mineye benzer yarı şeffaf bir görüntü kazandırır. Saf silika, kristalin ve nonkristalin formlarında bulunur. Kristalin formları serttir ve kompozit rezinin bitirme ve polisaj işlemini güçleştirir. Bu nedenle kompozit rezinler günümüzde silikanın nonkristalin formu kullanılarak üretilmektedir (Dayangaç 2000, Koray ve Yücel 2002, Nort 2002).

Kompozitlerin mekanik özelliklerinin istenilen düzeyde olabilmesi için doldurucu partiküllerle rezin matriksin birbirine iyi bağlanması gerekmektedir. Bağlantı, rezin matriks içerisine yerleştirilmiş bağlayıcı ajanlarla oluşturulur. Silanizasyon olarak da adlandırılan bu bağlanma işlemini organosilan bileşikler gerçekleştirir. Silan bağlayıcı ajanlar bir uçlarında hidroksil grupları ile inorganik partiküllere, diğer uçlarında ise metakrilat grupları ile karbon çift bağları oluşturarak rezin matrikse bağlanarak birleştirici olarak görev yaparlar (Nort 2002).

### **1.1.1. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması**

Büyük bir hız ile çeşitli aşamalardan geçerek gelişmekte olan kompozit rezinler için yerleşmiş tek bir sınıflandırmadan söz etmek olanaksızdır. Kompozit rezinler; inorganik doldurucu partiküllerin büyüklüğüne; bu partiküllerin ağırlık ya da hacim olarak yüzdesine ve polimer matrikse ekleniş biçimlerine, polimerizasyon yöntemlerine göre sınıflandırılabilirler. Günümüzde geçerliliğini koruyan Lutz ve Philips'in sınıflandırmasında inorganik doldurucu partiküllerin büyüklüğü ve miktarı esas alınmıştır (Philips 1991). Tablo 1.1 de inorganik doldurucu partikül büyüklük ve yüzdelerine göre kompozit rezinlerin sınıflandırılması gösterilmiştir (Altun 2005).

**Tablo 1.1** Kompozit rezinlerin sınıflandırılması

Kompozit Resin	İnorganik doldurucu partikül büyüklüğü ( $\mu\text{m}$ )	İnorganik doldurucu partikül yüzdesi (%) (ağırlıkça)
Megafil	50-100 $\mu\text{m}$	
Makrofil	10-100 $\mu\text{m}$	%70-80
Midifil	1-10 $\mu\text{m}$	%70-80
Minifil	0.1-1 $\mu\text{m}$	%75-85
Mikrofil	0.01-0.1 $\mu\text{m}$	%35-60
Hibrit	0.04-1 $\mu\text{m}$	%75-80
Nanofil	0.005-0.01 $\mu\text{m}$	

**1.1.1.1. Megafil kompozitler;** doldurucu partiküller genel olarak 50-100  $\mu\text{m}$  büyüklüğündedir. Okluzal değim yüzeylerine ya da çok aşınan bölgelere yerleştirilmesi önerilen cam partiküller de (0,5-2 mm) mega doldurucu partiküller arasında değerlendirilir.

**1.1.1.2. Makrofil kompozitler;** doldurucu partiküller 10-100  $\mu\text{m}$  büyüklüğündedir. İnorganik doldurucuların büyük ve sert olan kuartz partiküllerinden oluşması organik matriksin inorganik partiküllerden daha fazla aşınmasına neden olur ki bu da zaman içinde restorasyonda yüzey pürüzlülüğü ve renklenme oluşturur.

**1.1.1.3. Midifil kompozitler;** doldurucu partiküller genel olarak 1-10  $\mu\text{m}$  büyüklüğündedir (Dayangaç 2000).

**1.1.1.4. Minifil kompozitler;** doldurucu partikül büyüklüğü 0,1-1  $\mu\text{m}$  arasındadır ve partikül miktarı makrofil kompozitlere oranla daha fazladır. İnorganik doldurucu partiküllerin küçük ve çok sayıda olması makrofil kompozite oranla daha düzgün bir yüzey elde edilmesini sağlar. Bu kompozitlerde inorganik doldurucular kuartzdan daha kırılğan, baryum ve stronsiyum gibi ağır metalleri içeren, cam ile yoğunlaştırılmış partiküllerdir (Önal 2004).

**1.1.1.5. Mikrofil kompozitler;** doldurucu partiküller genel olarak 0,01-0,1  $\mu\text{m}$  büyüklüğündedir. İnorganik doldurucular kolloidal silika partikülleridir. Bu tip kompozitlerde doldurucu partiküller, organik matriks ile hemen hemen aynı hızda



aşınır. Bu nedenle bitirme ve polisaj işlemlerinden sonra makrofil kompozitlere oranla daha düzgün bir yüzey elde edilebilmektedir (Dayangaç 2000).

**1.1.1.6. Hibrit kompozitler;** 0,04-1 µm büyüklükteki doldurucu partikülleri içerirler. Partikül büyüklüğü makropartiküllü rezinden daha küçüktür. Mikropartiküllü ve makropartiküllü kompozit rezinlerin özelliklerini birlikte taşır. Hibrit kompozitlerde kolloidal silika ve ağır metaller içeren cam partikülleri harmanlanmış inorganik doldurucu olarak organik matrikse katılmıştır. Buna bağlı olarak doldurucu partikül yüzdesi ağırlıkça yaklaşık % 10-20'si kolloidal silika olmak üzere % 75-80'e ulaşmıştır. Submikron büyüklüğündeki doldurucu partiküller büyük partiküller arasına gelişigüzel serpiştirildiği için yüzey düzgündür. Bu yüzden estetik açıdan önemli olan anterior bölgelerde sınıf III, IV ve V kavitelere, labial veneerlerde kullanımları önerilir (Dayangaç 2000).

**1.1.1.7. Nanofil kompozitler;** doldurucu partikül büyüklüğü 0,005-0,01 µm arasındadır. Doldurucular silika kökenli olmayabilir. Çünkü partiküller görülemeyecek kadar küçüktür. Silika kökenli doldurucuların polimer matriks içinde bir araya toplanmalarına pek rastlanmaz. Çok küçük oldukları için çeşitli polimer zincirleri arasına iyi bir uyum göstererek yerleşebilirler (Dayangaç 2000). Partiküller görünür ışık dalga boyundan daha küçük oldukları için ışık ile abzorbe olmaz ve dağılmazlar (Önal 2004).

Tüm bu kompozit rezinler doldurucu partiküllerde herhangi bir modifikasyon yapılmadığı için homojen kompozitler olarak adlandırılırlar. Bazı kompozit rezinler modifiye doldurucular içerirler. Bu tür kompozitlere de heterojen kompozitler adı verilir (Altun 2005).

Küçük partiküllerin ışık kırma indeksinin mine dokusuna yakın olması, küçük partiküllü rezinlere mine dokusuna benzer bir estetik görünüm sağlar (Dayangaç 2000). Bu yüzden bu kompozitler daha çok anterior bölgede kullanılırlar.

**1.1.1.8. Posterior kompozitler;** Amalgam ve altın alaşımlarına alternatif olarak, diş rengine benzer estetik dolgu maddelerini posterior dişlerde uygulama girişimleri, 1980'li yıllarda posterior kompozitlerin geliştirilmesine yol açmıştır. Kompozit rezinlerin geliştirilmesinde en büyük çaba çığneme yüzeyleri için sarf edilmiştir. Aşınma dirençleri giderek arttırılmıştır. Daha önceleri kullanılan kompozit materyallerin, yıllık aşınma direnci ortalama 25-30 mm iken, günümüzde 10 mm altında aşınma oranlarına ulaşılmıştır. Doldurucu partiküllerin modifikasyonunda yeni jenerasyon kompozitlerin gelişimini hızlandırmaktadır (Dayangaç 2000). Kullanım

alanları, hala sınırlı olan posterior kompozitlerin bazı olumlu özellikleri vardır. Bunlar; diş rengindedirler, civa içermedikleri için toksik değildirler, ısı iletkenlikleri düşüktür, diş dokularına bağlanabilme yetenekleri vardır, kenar sızıntıları azalmıştır. Konservatif kavite preperasyonu için uygundur, çürük temizlendikten sonra geriye kalan diş dokularını desteklerler, restorasyon tek seansta bitirilebilir, porselen ve altın restorasyonlara oranla daha ekonomiktirler (Chung 1990). Bunun yanı sıra olumsuz özellikleri de mevcuttur. Posterior kompozitlerin bu olumlu özelliklerinin uygulanışları kolay değildir, özel bir yetenek ve deneyim gerektirirler, ısıl genleşme katsayıları yüksektir, elastisite modülleri düşüktür, biyolojik uyumlulukları tartışmalıdır. Polimerizasyona bağlı büzülme görülür, streslerin yoğun olduğu bölgelerde aşınmaya karşı dirençleri düşüktür, restorasyon ömrü sınırlıdır (Chung 1990). Posterior restorasyonlarda uygulanan kompozitlerin klinik olarak değerlendirildiği araştırmalarda başarısızlık 10 yılın sonunda % 40-50 olarak bildirilmiştir (Raskin ve ark. 1999). Başarısızlık nedenleri, genellikle restorasyonların aşınması ve kontak kaybı olarak izlenmiştir. Aşınmaya karşı direnç posterior restorasyonun ömrü açısından önemli olup aşınma direnci ile ilgili başarısızlıklara, restorasyonun lokalizasyonu, kavitenin tipi, klinik uygulama hataları ve izolasyon metotları etki etmektedir (Gil ve ark. 1999).

### **Polimerizasyon yöntemlerine göre kompozit rezinler;**

- 1- Kimyasal olarak polimerize olan kompozit rezinler
- 2- Işık ile polimerize olan kompozit rezinler
- 3- Hem kimyasal hem de ışık ile polimerize olan kompozit rezinler diye sınıflandırılabilir.

**Kimyasal olarak polimerize olan kompozit rezinler;** firmalar tarafından çift pat sisteminde üretilmiştir. Polimerizasyon iki patın karıştırılması ile kimyasal yolla başlatıldığından kimyasal olarak aktive olan rezinler diye adlandırılır. Patlardan her biri hacimsel olarak yarı yarıya organik monomer ve doldurucu içerir. Patlardan birinde polimerizasyonu başlatan benzoil peroksit, diğerinde polimerizasyonu hızlandıran organik amin bulunur. İçerdikleri tersiyer aromatik aminlerin ağız ortamında kimyasal değişikliğe uğraması ile amin renklenmesi görülür (Külünk 2006).

**Işıkla sertleşen kompozitler;** Tek pat şeklinde üretilmiştir ve polimerizasyon ışık ile başlatıldığı için ışık ile aktive olan rezinler diye de adlandırılır. Işınlama

süresi kompozit tipine ve restorasyon derinliğine göre değişmektedir. Süre, 2 mm lik restorasyonlar için 20 ila 60 saniye arasında değişmektedir. Mikrodolduruculu kompozitler küçük partikül içerdiklerinden ve küçük partiküller ışığı daha fazla yansıtırları için mikrohibrit kompozitlere göre daha fazla polimerizasyon süresine sahiptirler. Koyu ve daha opak kompozitler ise açık renkli ve ışığı daha fazla geçiren kompozitlere göre daha uzun polimerizasyon süresine sahiptir (Robert ve Powers 2002).

**Hem kimyasal hem de ışıkla polimerize olan kompozitler;** kimyasal olarak polimerizasyon hızı yavaştır, ancak fotokimyasal olarak rezine ilave bir polimerizasyon sağlanmıştır. Kimyasal başlatıcılar ve ışık aktivatörleri içerir. Bu yüzden polimerizasyon ışıkla başlatılıp, daha sonra polimerizasyon kendiliğinden devam edebilir. Polimerizasyonun tam olarak gerçekleşmesinden endişe edildiği durumlarda uygulanabilir (Külünk 2006).

### **1.1.2. Fiberle Güçlendirilmiş Kompozitler**

Dişhekimliğinde kullanılan kompozitlerde kuartz ve cam partikülleri rezin matrisi destekler. Fiber ile güçlendirilmiş kompozitlerde ise rezin matrisi fiberleri destekler (Önal 2004). Fiber ile güçlendirilmiş kompozitler, birçok yapısal ve estetik problemi ortadan kaldırma potansiyeline sahip, popüleritesi yüksek ancak uzun dönem klinik kullanımlarına yönelik bilgileri az olan materyallerdir (Freilich ve ark. 2000).

Fiberle güçlendirilmiş kompozitler, dişhekimliğinde 35 yıldan daha uzun bir süredir kullanılmaktadır. 1960'lı ve 1970'li yıllarda araştırmacılar polimetil metakrilatı önce cam (Smith 1962) ve daha sonrada karbon fiberle (Manley ve ark. 1979) güçlendirmişlerdir. 1980'li yıllarda benzer çalışmalar tekrarlanmıştır (Deboer ve ark. 1984, Grave ve ark. 1985) ve implantlar için fiberle güçlendirilmiş prostodontik altyapılar, sabit protezler, ortodontik retainerlar ve splintler için bu yıllarda ilk adım atılmıştır. Bu materyallerin, mekanik özellikleri güçlendirdiği gözlemlenmiştir fakat bu güçlendirme özelliklerinin daha fazla geliştirilememesi ve klinikte uygulamalarının zor olması bunları başarısız kılmıştır. Yine 80'li yıllarda araştırmacılar, rezin ile fiberi birleştirdiler ve dişhekimliğine uygun metotlar geliştirmeye başladılar.

Asitle pürüzlendirilmiş sabit protezler için camla güçlendirilmiş polikarbonat denenmeye başlanmış (Altieri ve ark. 1994) ve adeziv teknik kullanılarak anterior ve posterior restorasyonlar yapılmıştır. Ancak bunların tamamı başarısız olmuştur. Bu

başarısızlıklar fiberle güçlendirilmiş altyapıdan değil, diş-restorasyon arasındaki açıklıktan kaynaklanmıştır. Klinik başarısızlıklar adeziv-diş aralığında, adeziv-fiber kompozit aralığında görülmüştür. Yine aynı çalışmada (Altieri ve ark. 1994), fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin prostodontik uygulamalar için yeterli mekanik özellikte olduğunu, fakat termoplastik rezin matriksin manüplasyonunun ve diş bağlantısının kötü olduğu ortaya konmuştur. Bu problemler, fiberle güçlendirilmiş kompozitlerde matriks olarak Bis-GMA'nın kullanılmasıyla çözülmüştür (Karmaker ve ark. 1997, Freilich ve ark. 1998) Dört yıllık klinik çalışmalar karbon fiberle güçlendirilmiş polimetil metakrilatın, prostodontik uygulamalar için uygun olduğunu göstermiştir (Bergendal ve ark. 1995). Geçici restorasyonlar (soğuk akrilik) üzerinde yapılan çalışmalar woven polietilen fiber ( Samadzadeh ve ark. 1997 ) ve cam fiberle (Valittu 1998a) yapılan güçlendirmeler, restorasyonun kırılma direncini artırdığını göstermiştir. Daha sonra çalışmalar devam etmiş ve camla güçlendirilmiş Bis-GMA sistemi fiberle birleştirilmiş ve dişhekimliğinde kullanıma sunulmuştur.

Önceden gömülmüş veya sonradan elle gömülerek elde edilen fiberle güçlendirilmiş parçalar, çeşitli uzunluklarda ışık geçirmeyen paketlerde saklanırlar. Prefabrike yani önceden gömülmüş veya sonradan elle gömülmüş stripler, dişhekimleri veya teknisyen tarafından uygulanacak bölgeye göre şekillendirilirler ve sonra polimerize edilirler. Fiberle güçlendirilmiş kompozitler için direk ya da indirek uygulama metotları kullanılabilir. Splint uygulamalarında daha çok direk metot tercih edilir ve ışıkla polimerize edilirler. Sabit restorasyonlarda ise klinikteki süreyi kısaltmak, optimum estetik ve mekanik özellikler elde etmek için laboratuvarda yapım yani indirek yöntem tercih edilir (Freilich ve ark. 2000).

Fiberle güçlendirilmiş kompozitler, protetik uygulamalarda daha çok adeziv veya inley sabit protez yapımında kullanılmışlardır (Jain ve Cobb 2002). Günümüzde sabit protezlerin yapımında en sık kullanılan fiberle güçlendirilmiş kompozitler, Fiber Kor-Sculpture (cam fiber-restoratif kompozit) (Jeneric Pentron, Wallingford, CT) ve Adora-Vectris (cam fiber-restoratif kompozit) (Ivoclar Amherst, NY) sistemleridir (Goldberg ve Burstone 1992).

#### **1.1.2.1. Fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin mekaniği**

Fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin (FGK) mekanik özelliklerini etkileyen önemli faktörler arasında fiber ve polimer matriksin materyal özellikleri, rezinle doyurulması, polimer matriksle adezyonu, miktarları, yönleri, pozisyonları ve fiberle güçlendirilmiş kompozit matriksin su emilimi sayılabilir. Fiberle güçlendirilmiş

kompozitlerin geleneksel kompozitlerle karşılaştırıldığında gelişmiş mekanik özellikleri, yüksek doldurucu içerikleri ve optimum polimerizasyon üstünlükleri vardır (Cho ve ark. 2002).

Dişhekimliğinde sıklıkla kullanılan seramik ve kompozit rezinler, mekanik ve fiziksel özellikleri her yönde aynı olan izotropik materyallerdir. Ancak fiberle güçlendirilen materyaller anizotropik materyallerdir yani mekanik ve fiziksel özellikleri matris yapısı içindeki fiberlerin yerleşimine göre farklılık gösterir (Nielsen 1974, Valittu 1998b).

FGK materyallerinin diğer kompozit materyallerine göre mekanik özelliklerinin daha üstün olmasını etkileyen faktörler şunlardır ( Behr ve ark. 2000):

- Fiberlerin formu yönü,
- Matris içindeki fiberlerin oranı,
- Fiberlerin yapısı,
- Fiberlerin oryantasyonu,
- Fiberlerin polimer matrisle yerleşimi,
- Fiberlerin karışım oranı.

Fiberle güçlendirilmiş kompozitler eğilme dayanımlarının yüksek olması nedeniyle protez altyapı materyali olarak uygun mekanik özelliklere sahiptirler (Freilich ve ark. 2000). Bu kompozitlerin geliştirilmesiyle, molar ve premolar dişlerde doku uyumlu metal desteksiz protezlerin yapımı mümkün olabilmektedir (Aydın ve ark. 1998).

Protetik uygulamalarda fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin en önemli iki mekanik özelliği, dayanıklılık ve sertliğidir. Materyalin sertliği ya da sağlamlığı elastik modülüsü olarak adlandırılır. Fiberler daha kırılğan restoratif kompoziti destekledikleri için, modülüslerinin yüksek olması gerekir. Bu durum metal destekli porselen restorasyonlar ile benzerlik gösterir (Freilich ve ark. 2000).

İdeal tek yönlü fiberle güçlendirilmiş kompozitlerde fiberdeki dayanımda olduğu gibi modülüs, fiberin ve resin matrisin bireysel ve hacimsel özellikleriyle orantılıdır. Bu ilişki karışım kuralı olarak bilinir (Agarwal ve ark. 1980).

Tek yönlü fiber kompozitlerin sertlik ve dayanıklılıkları fiber hacmine bağlıdır. Bu yüzden yüksek dayanıklılık istenen durumlarda (postlarda, köprü gövdeleri vs.) tek yönlü fiberler kullanılmalıdır. Estetik önemli değil ise karbon fiberler tercih edilebilir. Yüksek mekanik özelliklerle birlikte, translusenside istenirse cam fiberler kullanılabilir (Freilich ve ark. 2000).

Bütün fiberler rezinle ıslatılır ve fiber hacmi, matriks hacminin % 50 den daha az tutulur. Tipik olarak tek yönlü önceden gömülmüş fiberlerde, yaklaşık olarak % 45 oranında cam fiberin kompozite ilave edilmesiyle esneme katsayısı 28 - 34 GPa ve esneme kuvveti ise 600 - 1000 MPa çıkmaktadır. Bu değerler rezinin fibersiz kullanıldıklarından 10 kat daha fazladır. Fiberlere gelen kuvvetler uzun süre paralel yönde gelmiyorsa kompozitin mekanik özelliği azalır (Kacir ve ark. 1977).

### **1.1.2.2. Fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin dişhekimliği dışında kullanıldığı alanlar**

Fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin dişhekimliğinde kullanımı yenidir. Fakat birçok özelliklerinden dolayı endüstriyel alanda daha önceden beri kullanılmaktadırlar. Gemilerde (bayrak direği, dümen), otobüs gövdelerinde, modern yel değirmenlerinde kullanılırlar. Uçak, helikopter, uzay teknolojinin yanı sıra sanayi tipi eldiven ve kasklarda hatta müzik aletlerinde de fiberle güçlendirilmiş kompozitler kullanılmaktadır (Ünlü 2007).

Fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin, mekanik özellikleri oldukça iyidir ve kuvvet/ağırlık oranları birçok metal alaşımından daha üstündür. Metallerle kıyaslandığında, korozyona neden olmamaları, translusent ve radyolusent olmaları, iyi bağlama özellikleri ve tamirlerinin kolay olması, bu materyallerin üstünlükleridir (Freilich ve ark. 2000).

### **1.1.2.3. Dişhekimliğinde kullanım alanları**

Dişhekimleri, kompozit rezinleri pek çok restoratif işlemden kullanırlar. Restoratif kompozitler, quartz veya cam rezin matriks partikülleri içerirler. Diş hekimleri bu kompozitleri, dişlerdeki defektleri restore etmek için ve doğal dişlerde veya protezlerde veneer materyali olarak kullanılırlar. Fiberle güçlendirilmiş kompozitler, rezin matriksle birlikte fiber materyallerinden oluşurlar. Esneme kuvvetlerinin ve diğer mekanik kuvvetlerinin iyi olmasından dolayı protez altyapı materyali olarak kullanılırlar (Freilich ve ark. 1997). Bazı fiberle güçlendirilmiş kompozit altyapı materyalleri, veneer kompozit ile direk kimyasal bondinglemeye izin veren yapışkan, oksijen inhibe eden yüzey tabakasına sahiptirler. Bu özellikleri metal altyapılarda gereksinim duyulan mekanik retansiyon ihtiyacını ortadan kaldırır. (Freilich ve ark. 2000)

Fiberle güçlendirilmiş kompozitler dişhekimliğinde :

- 1- Anterior ve posterior tek tam kronlar,
- 2- Laminante veneerler,
- 3- Parsiyel kronlar (inlay,onlay),
- 4- Teleskopik kronlar,
- 5- Anterior ve posterior ekstrakoronal köprüler,
- 6- Anterior ve posterior intrakoronal köprüler,
- 7- İmmediat köprüler,
- 8- Periodontal splintleme,
- 9- Ortodontik tutucular,
- 10- İmplant destekli sabit ve hareketli köprüler,
- 11- Overdenture altyapısı,
- 12- Akrilik protezlerin güçlendirilmesi
- 13- Post- kor uygulamalarında kullanılırlar (Valittu ve Sevelins 2000, Edelhoff ve ark 2001).

Sabit parsiyel protezlerde kullanılan fiberle güçlendirilmiş kompozit altyapılar, kompozit materyaline sertlik ve dayanıklılık sağlarlar. Fiberle güçlendirilmiş kompozitler dayanıklılık ve sertliklerini fiberlerden, direnç ve estetik özelliklerini ise kompozitlerden alırlar. Fiberle güçlendirilmiş kompozitler, klinikte birçok alanda kullanılabilirler, fakat dişhekimleri bunların özelliklerini bilip, vakaya göre uygun olanı seçmelidir. Splint, kron ve köprü yapımında, dayanıklı altyapılar hazırlamak amacıyla fiberle güçlendirilmiş kompozitler için uygun diş preparasyonu hazırlanmalıdır. Klinisyen altyapı dizaynını çok iyi yapmalıdır, çünkü fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin başarısı veya başarısızlığı bunlara bağlıdır (Freilich ve ark. 2000).

#### **1.1.2.3.1. Fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin dişhekimliğinde kullanım alanlarına göre sınıflandırılması**

Fiberle güçlendirilmiş sabit parsiyel protezler ilk defa Vallittu (1996) tarafından sınıflandırılmıştır. Buna göre fiberle güçlendirilmiş kompozit ile yapılan sabit parsiyel protezler 4 gruba ayrılmaktadır.

1. Dalgalı veya tek yönlü cam fiber ile hazırlanan tam kronlar,
2. Fiber altyapı ile yüzey tutuculu rezin bağlı Maryland tarzı sabit parsiyel protezler,
3. Fiber altyapılı inley tutuculu sabit parsiyel protezler,

4. Fiber altyapı ile inley tutuculu ve tam kron tutuculu sabit parsiyel protezlerin kombine kullanıldığı hibrit sabit parsiyel protezler.

Fiber altyapı materyalleri, metallere göre daha uygun estetik ve işleme özellikleri göstermektedir. Bu sistemlerle metal altyapılardaki estetik problemler büyük ölçüde ortadan kalkmaktadır. FGK'ler polimerik yapıda olduğu için diş yapısına adeziv tekniklerle bağlanabilmektedir. İlaveten fiber altyapı materyalinin metalsiz olması allerjik reaksiyon riskini de oldukça azaltmaktadır (Vallittu 2004).

#### **1.1.2.4. Fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin endikasyon ve ontrendikasyonları**

Fiberle güçlendirilmiş bir protezin seçimi için gerekli endikasyonlar şunlardır;

1. Estetik görünümü üst düzeyde bir restorasyon gereksinimi
2. Karşıt okluzyonun aşınma miktarının azaltılması gereksinimi
3. Protez tutucusunun destek dişe yapıştırılma gereksinimi
4. Metal alerjisi olan hastalarda metalsiz protez gereksinimi

Fiberle güçlendirilmiş bir protezin kontrendikasyonları şunlardır;

1. Sıvı kontrolünü sağlamada yetersizlik (kronik veya akut gingival enflamasyonu olan hastalar veya kavite kenarlarının dişeti sulkusu içerisinde derin bir şekilde konumlandığı durumlar),

2. İki veya daha fazla pontik içeren sabit protetik restorasyonlar,
3. Bruksizm veya diğer parafonksiyonel alışkanlığı olan hastalar,
4. Aşırı alkol kullanan hastalar (Valittu 1996, Monaco 2005).

#### **1.1.3. Dişhekimliğinde kullanılan fiber tipleri**

Dört grup altında incelenebilirler:

1. Karbon fiberler,
2. Aramid fiberler,
3. Polietilen fiberler,
4. Cam fiberler (Ergün 2005, Monaco 2005).

##### **1.1.3.1. Karbon fiberler**

Karbon fiberler 19.yüzyılın sonlarına doğru Edison tarafından bambu çubuklarının karbonizasyonu ile elde edilmiş organik yapılardır (Jagger ve Harrison 1998). Sentetik olarak poliakrilonitrilden elde edilirler (Yazdanie ve Mahood



1985). 1971 yılında ilk kez Schreiber tarafından akrilik rezinleri güçlendirmek amacıyla kullanılan karbon fiberlerin kırılma dayanıklılığını % 50 oranında artırdığı belirtilmiştir (Scheiber 1971).

Karbon fiberlerde tıbbi aramid fiberler gibi estetik değildir. Siyah renkte olduğu için protezlerin posterior ve lingual kısımlarında kullanılabilir (Scheiber 1971). Günümüzde karbon ve aramid fiberler artan estetik beklentilerden dolayı hemen hemen hiç kullanılmamaktadırlar.

#### **1.1.3.2. Aramid fiberler**

Çekme direnci 104 MPa, elastik modülüs değeri 50-130 GPa ve yoğunluğu 1,4 gr/cm<sup>3</sup> olan aramid fiberler, mekanik özellikleri yüksek olup, toksik özellik göstermeyen materyallerdir.

Bu fiberler sarı renkte oldukları için estetik sakınca yaratmayacak şekilde üst çene tam protezlerin palatal ve posterior bölgeleri ile alt çene tam protezlerin lingual kısımlarında kullanılmalıdır (Galan ve Lynch 1990).

#### **1.1.3.3. Polietilen fiberler**

Polietilen doğal polimer yapısıyla 0,97 g/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda ve 3x10<sup>6</sup> ile 6x10<sup>6</sup> aralığında molekül ağırlığına sahip çizgisel homopolimer etilendir. Aşınmaya karşı dayanıklıdır (Ellakwa ve ark 2002).

Kristalin yapıda dayanıklı, biyouyumlu ve translusens olması, düşük yoğunluğa sahip olması, inert olması ve kırılman olamaması en önemli özellikleridir. Elastik modülüsü 60 GPa değerindedir (Jagger ve ark. 1999).

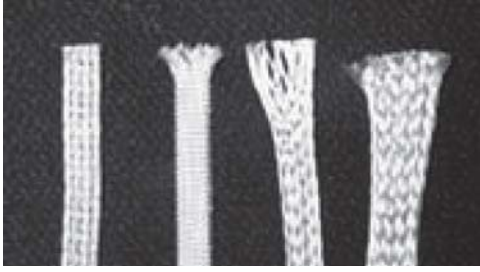
Dokuma formunda hazırlanıp yüzeyi soğuk gaz-plazma uygulamasıyla modifiye edilmiş Dyneema (Holland), Spectra sistem (USA), Connect (USA) ve Ribbond (Ribbond, Inc. Seattle, Wash) gibi polietilen fiber sistemleri bulunmaktadır (Rudo ve Karbhari 1999). Yumuşak, kolay kırılmayan ve renksiz ürünlerdir. Sıkıştırma altında düşük direncinden ötürü periodontal desteği zayıflamış dişlerde kullanılabilirler (Cho ve ark. 2002, Ellakwa ve ark 2002). Bu fiberlerin en çok bilinen ve kullanılanları arasında Ribbond gelir.

##### **1.1.3.3.1. Ribbond**

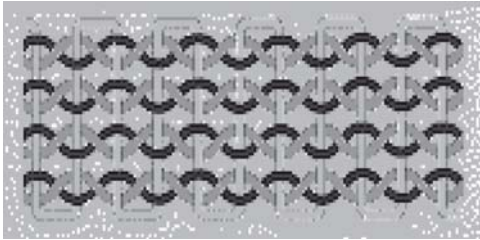
Ribbond dental rezinlere emdirilebilen ve oldukça güçlü, yapışabilen, estetik, kolayca uygulanabilen bir materyaldir. Kesilirken ve uygulanırken şekil ve boyut

olarak değişiklik göstermeyen bu örgü şeritin kalınlığı 0,4 mm'dir ve değişik boyutlarda bulunmaktadır (Resim 1.1) (Keyf ve Uzun 2007).

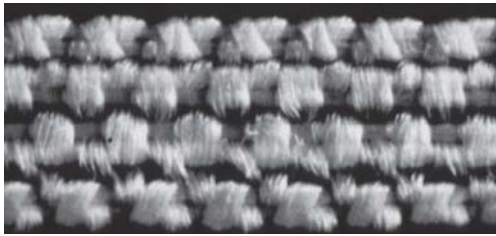
Bu materyal, örgü yapısında, oldukça ince polietilen liflerinden oluşmuştur (Resim 1.2) ve kilit şeklinde örgü yapıdadır (Resim 1.3) (Keyf ve Uzun 2007). Geliştirilmiş modellerinde, polietilen fibrilleri kimyasal olarak değiştirmek amacı ile bu yapılara gaz-plazma uygulaması yapılmıştır. Plazma işleminin dental rezinler ve örgü şerit arasında yüksek düzeyde interfasiyal bağlanma sağladığı belirtilmiştir. Kimyasal adezivlerle ve kompozit rezinlerle kullanılan bu materyalin kırılmaya karşı direnç istenen restorasyonlarda, alternatif bir tedavi olarak kullanılabileceği ortaya konmuştur (Alptekin ve ark. 1999).



**Resim 1.1.** Farklı genişliklerde Ribbond örgü şeritler



**Resim 1.2.** Ribbond'un örgü yapısının şematik şekli



**Resim 1.3.** Ribbond'un kilitli ve kafes şeklindeki dokusunun görünümü

### **Ribbon'd'un özellikleri:**

- 1) Şekil verilebilirler
- 2) Şekil verilirken veya kesildiğinde açılmazlar
- 3) Dayanıklılırlar
- 4) Fiber ağları içerisine stresleri iyi bir şekilde transfer ederler

Bunlara ilaveten estetik özellikleride oldukça iyidir. Ribbon'd translusent olup kompozit veya akrilik içinde kaybolur. Biyolojik olarak zararlı değildirler (Arı ve Belli 1999).

Ribbon'd ile güçlendirilmiş kompozitleri, diğer güçlendirilmiş kompozitlerden ayıran özelliği, çaprazlama kilitli ilmek tarzında leno dalgası şekilde olmasından kaynaklanmaktadır. Bu yapıdan dolayı, gelen kuvvetler yapının içerisinde ilerler ve tekrar rezin içerisine transfer edilmezler. Buda gelen kuvvetlere karşı dayanıklılığı oldukça artırır. Ribbon'd, dişin dış kısmına uygulanabilir. Ribbon'd'un bu yapısı kolay şekil verilebilmesinde sağlar (Ganesh ve Tandon 2006).

### **Ribbon'd Çeşitleri;**

#### **1) Ribbon'd-THM ( thinner higher modülüs ):**

1992 de Ribbon'd, dişhekimleri tarafından kullanılmaya başlandıktan bir müddet sonra, daha ince Ribbon'd'lara gereksinim duyulmuştur. Bu yüzden Ribbon'd-THM geliştirilmiştir. Bu Ribbon'd, normaline göre daha fazla kırılma direncine sahiptir ve sadece 0,18 mm kalınlığındadır (Ganesh ve Tandon 2006).

#### **2) Ribbon'd:**

Orjinal Ribbon'd, daha çok kırılma dayanımının artırılmasının gerektiği durumlarda, komponentlerin güçlendirilmesi için üretilmiştir (Miller 1993).

#### **3) Ribbon'd-Triaksiyal**

Bu Ribbon'd diğer Ribbon'd tiplerinde farklıdır. Tek yönlü ve saç örgüsü formunda iki tabakalı triaksiyal hibrit bir Ribbon'd'tur. Bu dizayn, daha yüksek elastik modülüs ve çok yönlü kırılma dayanımı sağlar (Miller 1993).

Connect, dişhekimliğinde kullanılan diğer bir polietilen fiber markasıdır. Ribbon'd ve Connect önceden rezinle doyurulmamış, çalışılabilmesi için rezinle doyurulmaları gereken polietilen fiberlerdir (Freilich ve ark. 1998).

#### 1.1.3.4. Cam fiberler

Dışhekimliğinde kullanılan fiberlerin ana maddesi silikat camdır. İçerik olarak % 56 SiO<sub>2</sub> % 22 CaO, % 14 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve % 6 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ten oluşurlar. Cam fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin % 99 u e-glass fiberlerden oluşur. E-glass' lar beyaz ve hafif olmaları, yüksek mekanik özelliklere sahip olmaları, ucuz ve kolay bulunabilmeleri nedeniyle yaygın olarak kullanılırlar. Ancak suyun polimer matriks içine difüze olması ile e-glass fiber yüzeyinde korozyon meydana gelebilir ve mekanik özellikler zayıflar (Waltimo ve ark. 1999). Cilt ve gözle temas halinde iritasyon yapabilirler ve yüzeye çıktıklarında doku iritasyonu, yoğun plak birikimi ve mukozada yaralanmaya neden olabilirler (Marei 1999).

Stick tek yönlü sürekli paralel uygulanmadan önce işlem gerektiren bir cam fiberdir. Fiber demeti 15 µm çapında ve 4000 fiber içerir (Tezvergil 2004).

EverstickNet (Stick Tech, Turku, Finland) ise bir çeşit dokuma cam fiberdir. Kullanıma hazır olarak üretilmiştir. İki yönlü cam fiber ve polimer/rezin jel matriksten oluşmuştur. Dişe kolaylıkla yapışmasını sağlamak için esnek ve yapışkandır. Isı ile polimerize olan akrilik rezinin transvers dayanıklılığı 76 MPa iken, EverstickNet ilavesinde 99 MPa' a yükselmektedir (Valittu 1999). Yoğunluğu 2.54 g/cm<sup>3</sup> kalınlığı 60 µm dir. (Resim 1.4)



**Resim 1.4** EverstickNet

#### 1.2. Renk

Gözlemcinin subjektif bir deneyimi olan renk, bir cisim ile ışık enerjisinin fiziksel etkileşimine verilen psiko-fiziksel bir yanıt olarak tanımlanmaktadır (Brewer ve ark. 2004)

### 1.2.1. Rengin algılanması

Rengin algılanmasını sağlayan 3 ana faktör ışık kaynağı, gözlenen cisim ve gözlemcidir (Wozniak ve Moser 1981, Knispel 1991).

#### 1.2.1.1. Işık kaynağı

Elektromanyetik spektrumun 380 nm den 770 nm ye kadar olan aralığı, görünen spektrumdur. Renkler, bu spektrumdaki ışığın değişik dalga boylarıyla eşleştirilmiştir; örneğin mavi kısa, yeşil orta, kırmızı ise uzun dalga boylarıyla tanımlanmıştır. Her ışık kaynağı, bu spektrum içerisindeki ışığın farklı miktardaki dalga boylarını içerdiğinden, cismi aydınlatan ışık kaynağı rengin algılanmasını etkilemektedir (Brewer ve ark. 2004).

Restorasyonların farklı aydınlatma ortamlarına rağmen doğal dişle mükemmel bir uyum göstermesi, aydınlatma koşullarının klinikte ve laboratuarda standart olmasına bağlıdır. İdeal bir ışık kaynağı tüm renkleri kapsamalı, oda ışığının etkisini örtecek kadar yoğun olmalı, dışteki baskın renkleri olduğu kadar solgun renkleri de gösterebilmeli, rengin doğru olarak ve rahat bir şekilde algılanmasını sağlayacak kadar yumuşak olmalı, gündün güne veya mevsimden mevsime niteliği ve niceliği değişmemeli standart olmalıdır (Russell ve ark. 2000).

Bazı fazları renk değerlendirmesi için gerekli temel özelliklere sahip olan gün ışığı, nicelik ve nitelik olarak değişkendir (Wozniak ve Moser 1981). Buna rağmen havanın açık olduğu bir günde 21 Haziranda, Washington D.C’de öğle sıralarındaki gün ışığı dişhekimliğinde renk tayini için standart olarak kabul edilmiştir (McCaslin ve ark. 1999). Standart aydınlatıcı, 6500 K ışığa karşılık gelen D65 (daylight 65) tir (Russell ve ark. 2000) ve dişhekimliği kliniklerinde buna benzer olan bir ışık kaynağının örneğin yumuşak beyaz floresan ışığının kullanılması önerilmektedir (Lee ve ark. 2002b). Uygun olmayan aydınlatma yoğunluğu, şiddetli adaptasyon güçlüğü yaratarak gözün renk ayırt edici duyarlılığını azaltabilir.

Çevresel faktörler ve aydınlatma durumu renk seçiminde önemli rol oynamaktadır (Culpepper 1970, Paul ve ark. 2004). Belli bir ışık altında aynı renkte gibi görünen cisimler başka ışık altında farklı görülebilir Bu olay “metamerizm” olarak adlandırılır (Zaimoğlu ve Can 1993). Bu nedenle renk seçimi bir güneş ışığı altında olmak üzere en az üç-dört değişik ışık altında yapılmalıdır. Ayrıca, klinik ve laboratuvar arasında bir aydınlatma standardizasyonu sağlanmalıdır. Aydınlatmanın standardizasyonunun sağlanması, metamerizm etkilerini azaltır. İdeal durum

objelerin aynı renk yansıma eğrisine sahip olmalarıdır. Renk tespiti için en uygun zaman 12.00-15.00 saatleri arasındadır. Gün içindeki zaman, değişik mevsimler ve hava şartları gün ışığının rengini etkiler, yani standart bir gün ışığı mevcut değildir. Sabahın erken saatleri ve akşam, gün ışığı daha kırmızıdır.

Işık kaynağı değiştiğinde, cisimden yansıyan ışık değişecek ve renk farklılığı algılanacaktır. Renk ısısı, spektral reflektans eğrisi ve Color Rendering Index (CRI) gibi parametreler standart bir gün ışığı elde etmek amacıyla kullanılmaktadırlar. Renk seçiminde 90'nın üzerindeki CRI tavsiye edilmektedir (Dykemia ve ark. 1986).

### **1.2.1.2. Cisim**

Bir cismin ışığı yansıtma veya soğurma miktarı, onun renk özelliklerini belirlemede önemlidir. Bu özellikleri bir eğri şeklinde grafiksel olarak göstermek ve böylece rengi sayısal değerlerle ifade etmek mümkündür (Wozniak ve Moser 1981).

### **1.2.1.3. Gözlemci**

Gözlemciye ilişkin faktörler, rengin belirlenmesindeki son bileşendir. Bilindiği gibi, gözün ışık- renk dalgalarındaki titreşimleri retina üzerindeki reseptörlerle algılaması ve bu uyarıları renk sinirleri aracılığıyla beyne göndermesi sonucunda renk kavramı oluşmaktadır. Yansıyan ışık retina üzerine geldiğinde, ışığa duyarlı sinir hücreleri olan çubuk ve koni hücreleri tarafından algılanır. Çubuk hücreleri, bakılan nesnenin biçimini siyah-beyaz olarak algılamak, koni hücreleri yalnızca kırmızı, mavi veya yeşil ışığa duyarlı olan 3 tür hücreden meydana gelir ve nesnenin renklerini oluştururlar. Bu iki hücreden alınan uyarıların birlikte değerlendirilmesi sonucunda beyinde renkli bir görüntü oluşur (Knispel 1991).

Renk algılamasının doğruluğu ışık tarafından uyarılan retinal alanın büyüklüğünde bağlıdır. Işığın yoğunluğu gözbebeğinin daralıp genişleme miktarını kontrol ederek, retinanın ışıkla karşılaşan alanını belirlemektedir. Yaşlanma, ilaç kullanımı veya hastalıklar nedeniyle gözbebeğinin bu fonksiyonunda değişiklik olması nedeniyle rengin algılanmasında değiştirmektedir (Wozniak ve Moser 1981).

Rengin hatalı algılanmasına neden olan bir diğer faktör, gözlemciye renk görme bozukluklarıdır. Genetik renk görme bozukluğu koni hücrelerinin bazılarının olmaması ve renk farklılık uyarılarının kaybolması ile ortaya çıkar. Edinsel renk görme bozuklukları ise duygusal değişiklikler, sigara içilen ve lazer kullanılan ortamlarda ya da güneşte uzun süre kalma sonucunda görülebilen ancak kalıcı olmayan düzensizliklerdir (Çal ve ark. 2005).

### 1.2.2. Rengin boyutları

Rengin algılanmasına etki eden bileşenler, rengin fiziksel boyutlarıdır. Munsell'e göre rengin 3 boyutu vardır (Russell ve ark. 2000). Bunlar; hue (ton, renk), value (parlaklık) ve chroma (doygunluk) olarak adlandırılmıştır (Ubassy 1995). Munsell'in renk analizinde translusensiden bahsedilmemiştir. Ancak estetik bir restorasyon için translusens özellik çok önemlidir (Chu ve ark. 2004, Gürel 2004).

Üç boyut aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

**Hue (ton):** Rengin diğer renk gruplarından ayrılabilmesini sağlayan özelliğidir. Diş veya dental restorasyonların pigmentlerini tanımlamada kullanılır (kırmızılar, maviler v.b) (Chu ve ark. 2004).

**Value (parlaklık):** Saf siyahtan saf beyazlığa olan aralıkta rengin açıklığını/koyuluğunu ifade eder ve hiçbir ton içermez. Parlaklık olarak tanımlanabilen bu özellik sadece beyazlık ve siyahlığın derecesi olarak kabul edilir. Beyaz yüksek değer, siyah düşük değerdir. Beyaz 10, siyah ise 0 olarak kabul edilir (Bayındır ve Alwin 2006).

Aydınlık değeri yüksek olan bir restorasyon ilk bakışta yapaylığı göze çarpan açık ve tebeşirimsi bir görüntü verirken, düşük aydınlık değerine sahip bir diş ise gri ve cansız görünür. Bir rengin aydınlık değerini yükseltmek için beyaz, düşürmek için ise gri veya siyah eklenir. Ayrıca tamamlayıcı renkler eşit miktarda karıştırıldığında ve renge eklendiğinde de value değeri azalmaktadır (Rosenstiel ve ark. 1989, Chu ve ark. 2004).

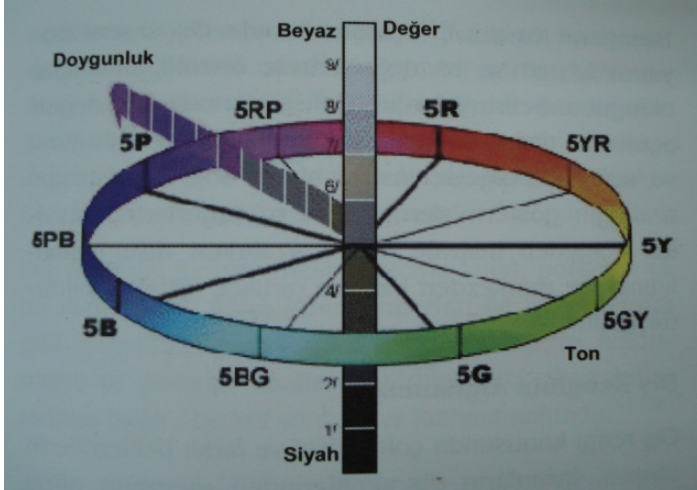
**Chroma (doygunluk):** Rengin derecesini, diğer bir deyişle tonun saflık miktarını gösterir ve yoğunluğunu ya da canlılığını anlatır (Joiner 2004). Bir cismin tam rengini yani kırmızı mı, mavi mi yoksa yeşil mi kısaca spektral dağılım da baskın dalga boylarını gösterir.

### 1.2.3. Rengin ölçülmesi

Rengin yalnızca algılanmasında değil, başkalarına anlatmaya çalışılmasında da büyük sorunlar yaşanmaktadır (Seghi 1990). Bu karmaşanın çözümü ve rengin standart, sayısal değerlerle tanımlanabilmesi için geliştirilen çeşitli renk ölçekleri arasında Munsell ve CIE Lab (Commission Internationale de L'Eclairage) en çok kullanılan ölçeklerdir (O'Brein ve ark. 1990). Günümüzde

bilgisayar sistemleriyle sayısal görüntülerin kliniklerden laboratuarlara direk olarak iletilebilmesi nedeniyle, bu sistemlerde kullanılan RGB (Red, Green, Blue) gibi renk ölçekleride dolaylı olarak dişhekimliği uygulamalarında yer almaktadır.

### 1.2.3.1.Munsell renk sistemi



Şekil 1.1 Munsell renk diagramı

Munsell renk sistemi 1905 yılında Albert H. Munsell tarafından geliştirilmiştir. Bu sistemdeki üç değişken Munsell Hue (ton), Munsell Value (parlaklık) ve Munsell Chroma (doygunluk)'dır (Şekil 1.1) (Altunsoy 2001).

Rengin belirlenmesinde ilk olarak Value (parlaklık) belirlenir. İkinci adım rengin doygunluğunun (chroma'nın) belirlenmesidir. Rengin doygunluğu ise rengin bulunduğu yer ile parlaklığı birbirine bağlayan bölgedir. Bu sistemde en son tonlar belirlenir. Rengin parlaklığı merkezi dikey eksendir. (Şekil 1.1) (Altunsoy 2001). Rengi üç boyutlu olarak tanımlamak amacıyla kullanılan Munsell sisteminde tonlar 5 temel (kırmızı, sarı, yeşil, mavi ve erguvani) ve 10 ara renge ayrılır. Value, beyazdan siyaha doğru 11 derecede tanımlanırken, doygunluk ise 15 seviyede gösterilmektedir (Dennison ve ark. 1978).

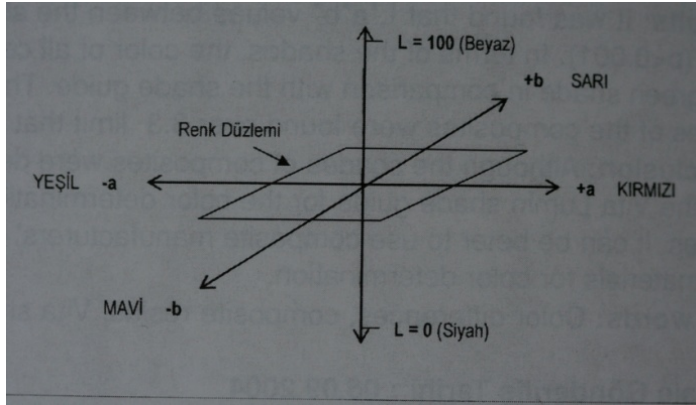
### 1.2.3.2.CIE (Commission Internationale D' Eclairage ) L\*a\*b\* renk sistemi

CIE tarafından 1931 yılında renk ölçmek için geliştirilmiştir (Russell ve ark. 2000). Bu renk sisteminde rengin değerlendirilmesi insan gözünün renk algılamasının fizyolojik özellikleri ile ilişkilidir. Renk uzayındaki eşit mesafeleri hemen hemen eşit algılanan dereceler şeklinde temsil edilir. CIE L\*a\*b\* renk



sistemi bu nedenle Munsell renk sistemine göre daha avantajlıdır. Çünkü bu dereceler Munsell renk sisteminde keyfidir (O' Brein ve ark. 1991, Swift ve ark. 1994).

CIE renk sisteminde ise  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  olmak üzere üç parametre kullanılır (Şekil 1.2) (Saraç ve ark. 2005).



**Şekil 1.2** CIE diagramı

L: Aydınlık (Saf siyah sıfır L değerine sahipken, saf beyazın değeri ise 100 dür)

+ $a^*$  : kırmızı yön

- $a^*$  : yeşil yön

+ $b^*$ : sarı yön

- $b^*$ : mavi yönü tanımlar (Saraç ve ark. 2005).

İki renk arasındaki renk farklılığını belirlemede aşağıdaki formülden yararlanılır (Berns ve ark. 2000)

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

$$\Delta E = ([L_1^* - L_2^*]^2 + [a_1^* - a_2^*]^2 + [b_1^* - b_2^*]^2)^{1/2}$$

$L_1^*$ ,  $a_1^*$ ,  $b_1^*$  test öncesi ilk renk değerleri,  $L_2^*$ ,  $a_2^*$ ,  $b_2^*$  ise test sonrası renk değerleridir ( Heydecke ve ark. 2001).

$\Delta E$  renk farklılığı,  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  ve  $\Delta b^*$  iki örneğin CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  renk değişkenleri arasındaki farklardır.  $\Delta E$  değerleri farklı örneklerin veya aynı örneklerin zaman içindeki  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  koordinatlarındaki değişikliklerin miktarını matematiksel olarak ifade eder. İnsan gözü bu renk farklılıklarını gözleme açısından sınırlıdır ve 1 in altındaki  $\Delta E$  değerlerini algılayamamaktadır (Büyükyılmaz ve Ruyter 1994). 1 ile 3,3 arasındaki  $\Delta E$  değerleri, renk farklılıklarının klinik olarak algılanabilir ve kabul edilebilir aralığını temsil etmektedir. Klinik koşullar altında 3,3 ve bundan daha büyük  $\Delta E$  değerlerinin ise kabul edilemeyeceği rapor edilmiştir (Ruyter ve ark.

1987). O'Brien (2002) 'a göre klinik renk toleransı aşağıdaki Tablo 1.2 de verilmiştir.

**Tablo 1.2 CIE renk toleransı**

Renk farklılığı değeri	Klinik renk uyumu
<b>0</b>	<b>kusursuz</b>
<b>0.5-1</b>	<b>mükemmel</b>
<b>1-2</b>	<b>iyi</b>
<b>2-3.5</b>	<b>kabul edilebilir</b>
<b>&gt;3.5</b>	<b>uyumsuz</b>

#### **1.2.3.3. RGB renk sistemi**

RGB modeli (Red, Green, Blue) doğada mevcut tüm renkleri elde edebilmek için kırmızı, yeşil ve mavi rengi karıştıran bir sistemdir. Her renk % 100 oranında karıştırıldığında beyaz, % 0 oranında karıştırıldığında ise siyah elde edilir. Bu sistem genelde bilgisayar ekranlarından doğrudan emilimle çalışan cihazlarda kullanılmaktadır ( Sato ve ark. 1994).

#### **1.2.4. Renk rehber sistemleri**

Dişhekimleri restorasyonun renk tonunu seçerken bazen hata yapabilirler. Çünkü renk tonu seçiminde zorluk yaşarlar. Buna ilaveten dişhekiminin kullandığı renk tonu rehberlerinin farklılık gösterdiği bildirilmiştir (O'Brein ve ark. 1991) ve bazı renk tonu rehberlerinin doğal diş renkleri ile uyumlu olmadığı bulunmuştur (Schwabacter ve Goodkind 1990).

Dişhekimliğinde renk analizi; görsel ve aletsel renk analizi şeklinde iki kategoriye ayrılır (Goodkind ve ark. 1985). Görsel renk analizi, test edilen örneğin renk standartlarıyla karşılaştırılmasıdır. Görsel renk analizi gözlemcinin radyant enerji stimülasyonuna karşı oluşan psikolojik ve fizyolojik cevaplarına bağlıdır. Yorgunluk, yaşlanma, duygular, aydınlatma şartları, gözün önceki tecrübeleri, cisim ile aydınlatmanın pozisyonu ve metamerizm gibi birçok kontrolsüz etken yanlış renk seçimine neden olmaktadır (Berns ve ark. 2000). Renk farklılıklarını saptamada

gözle yapılan incelemeler hassas değildir. Sonuçlar kişiden kişiye, gözlem koşullarına bağlı olarak değişebilir (Johnston ve Kao 1989).

Aletsel renk analizi ise optik aletlerle test edilen örnekten yansıyan ışığın analiz edilmesiyle yapılır. Aletsel renk analizinde spektrofotometreler ve kolorimetreler kullanılmaktadır (Paravina ve Powers 2004).

**1.2.4.1.Spektrofotometre:** Rengin geçirgenliğini, yansımısını ve gerçek emilimini ölçmek için kullanılan fotometrik bir ayardır. Bu cihazlar devamlı bir renk çizgisi oluşturmak için yapılarında prizma veya dağıtıcı parçalar içerirler (Yavuzylmaz ve ark. 2003). Spektrofotometrik renk ölçümleri, ölçüm moduna ve kullanılan ışık kaynağına bağlı olarak değişebilir.

Bazı spektrofotometreler, Specular Component Included (SCI) ve Excluded (SCE) olmak üzere iki farklı ölçüm moduna göre kullanılabilirler. Standart ışık kaynağının birçok türünde dental materyallerin renk ölçümlerinde kullanılırlar (CIE publication 1981).

**1.2.4.2.Kolorimetre:** Standart bir renk kalibrasyonuna dayanarak rengi tespit edilecek objedeki renk verilerini analiz eden cihazdır. Dışhekimliğinde, renk değerlendirme amacıyla dizayn edilen ilk cihaz 1980'li yılların başlarında Cromascan ticari isminde takdim edilmiştir. Fakat sınırlı hassasiyeti ve kullanım zorluğu nedeniyle çok başarılı olamamıştır (Paravina ve ark. 2004).

Kolorimetre translusent materyalleri okumada yetersiz olduğundan kolorimetre ile toplanan veriler belirli bir şekilde değişebilir. Bu nedenle renk ölçümünde standart bir arka plan kullanılmalıdır (Okubo ve ark. 1998)

Bu cihazlar üç uyarınlı x, y, z değerlerini veya CIE L\*, a\*, b\* değerlerini verirler. Bu değerlerler matematiksel olarak analiz edilebilir ve farklı objelerin renk parametreleri karşılaştırılabilir (CIE publication 1986). Bu cihazlara örnek olarak, IDL Color-Eye (Instrument development laboratories), Chromoscan (standart+corpl ve Minolta Chroma-meter Minolta corp.), Vita easy shade, ShadeScan (Courtesy Cyynovad, Montreal, Canada), Shade- Vision (Courtesy X-rite, Grandville, Mich.), Shade- Eye NCC (Natural Color Consept) ( (Shofu Dental Corporation San Marcos, CA) verilebilir (Paravina ve ark. 2004).

Renk ölçüm cihazlarının avantajlarının yanı sıra bazı dezavantajlarında bulunmaktadır. Bunlar:

- 1- Cihazların karmaşık ve pahalı olmaları, vital dişlerin renk ölçümlerinde diş minesinin şeffaflık, yanardönerlik gibi optik özelliklerini tam

değerlendirememeleri nedeniyle dişhekimliğinde klinik kullanımları kısıtlıdır (Wee ve ark. 2002).

- 2- Bu cihazlar düzgün yüzeylerde ölçüm yapmak için tasarlanmıştır, oysa dişler çoğunlukla düz yüzeyli değildir ve yüzey anomalilerine sahip olabilirler (Russell ve ark. 2000).
- 3- Küçük okuma aparatı olan kolorimetrelerde belirgin bir kenar kaybı olur ve renk belirlemede hatalar gözlenebilir (Seghi 1990).
- 4- Sistemden kaynaklanan hataların düzeltilmesi zor olduğundan elde edilen sonuçların doğruluğunda tartışmalıdır (Douglas 1997).

Materyallerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin test edilmesinde ve ağız ortamında başarılarının önceden tahmin edilmesinde bazı in vitro testlerden faydalanılır. Bu testlerden biriside yaşlandırma testidir.

### **1.3. Yaşlandırma**

Işık, nem, sıcaklık ve/veya kuvvet uygulayarak, kapalı ortamda veya dışarıda, materyallerin dayanıklılığını ölçmek için uygulanan bir testtir (Hekimoğlu ve ark. 2000).

#### **1.3.1. Hızlandırılmış Yaşlandırma**

1978 den beri hızlandırılmış yaşlandırma testi dental rezinlerin renk stabiliteilerinin tespit edilmesinde kullanılmaktadır (Powers ve ark. 1978). Hızlandırılmış yaşlandırmada örnekler, uzun dönem ultraviyole (dışarıdaki gün ışığının sebep olduğu hasarı taklit etmek için en çok kullanılan lambalardır, spektrumları 280 ile 315 nm arasındadır), ışık, sıcaklık ve nemli ortam değişimlerine maruz kalarak çevre şartları taklit edilmiş olur. Hasarın tipleri rengin solması, renk değişimi, saydamlık kaybı, matlaşma, çatlaklar oluşması, puslu görünüm, su emmesi, direnç kaybı ve oksidasyondur. Üretici firmalara göre 300 saatlik yaşlandırma işlemi ağız ortamında 1 yıla tekabül etmektedir. Hızlandırılmış yaşlandırmada en büyük renk değişimi, işlemlerin ilk 300 saatinde ortaya çıkmıştır (Douglas 2000). Yaşlandırma aleti günde 24 saat haftada 7 gün otomatik olarak çalışabilir.

Bu çalışmanın amacı iki farklı kompozit materyaline (anterior ve posterior kompozitler) EverstickNet ve Ribbond-THM fiberlerin ilave edilmesinin ve edilmemesinin, hızlandırılmış yaşlandırma sonrası renk stabiliteilerine etkisini in vitro olarak araştırmaktır.

## 2. GEREÇ VE YÖNTEM

Fiberle güçlendirilmiş kompozitlerdeki fiberlerin, kompozitlerin renk stabilitesine etkisinin incelendiği bu çalışma Selçuk Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Araştırma Merkezi, Selçuk Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı ve Pakpen Ar-Ge laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada biri anterior (Clearfil Majesty Esthetic) diğeri ise posterior (Clearfil Photo Posterior) olmak üzere iki kompozit sistemi kullanılmıştır (Resim 2.1). Tablo 3.1 de bu kompozit materyallerin içeriği ve üretici firmaları verilmiştir. İki kompozit sisteminde adeziv sistemi Clearfil SE Bond'dur (Resim 2.2). Clearfil SE Bond'un (Kuraray medikal 1621 Sakazu, Kurashiki, Okayama, Japan) primer içeriği (6 ml) metakriloyloksidesil dihidrojen fosfat, hidroksietil metakrilat, hidrofilik dimetakrilat, kamforokinon, N,N-dietanol-p-toluidin ve su dur. Sistemin bonding içeriği ise (5 ml) metakriloyloksidesil dihidrojen fosfat, bis-fenol A diglisidil metakrilat, hidroksietil metakrilat, hidrofobik dimetakrilat, kamforokinon, N,N-dietanol-p-toluidin ve silanlanmış koloidal silikadır.



**Resim 2.1** Kullanılan kompozitler



**Resim 2.2** Adeziv sistem

**Tablo 2.1** Kullanılan kompozitler, içerikleri, üretici firmaları ve kod numaraları

<b>Kompozit</b>	<b>İçeriği</b>	<b>Üretici firma</b>	<b>Kod no</b>
Clearfil Majesty Esthetic	1-Silanlanmış baryum cam tozu 2-Organik doldurucu 3-Bisphenol-A diglycidylmethacrylate, (Bis-GMA) 4-Hidroforbik aromatik dimetakrilat 5-Kamforokinon	Kuraray medikal 1621 Sakazu, Kurashiki,Okayama 710-0801, Japan	A1-002CA A2-010BA
Clearfil Photo Posterior	1- Silanlanmamış silika 2-Silanlanmamış baryum cam 3-Silanlanmamış koloidal silika 4-Bisfenol-A diglisidilmetakrilat, ( Bis-GMA) 5-Trietilenglikol dimetakrilat, (TEGDMA) 6-Üretan-tetrametakrilat (UTMA) 7-Kamforokinon.	Kuraray medikal	A1-133EA A2-212AB

Çalışmamızda kullanılan fiberler ise, Ribbond-THM (Seattle WA USA) ve EverstickNet (Stick Tech Ltd Turku, Finland) tir. Ribbond-THM, soğuk gaz plazma ile muamele edilmiş polietilen örgü fiberdir. EverstickNet ise ışıkla polimerize resin Bis-GMA, PMMA dır (Resim 2.3 ve Resim 2.4).



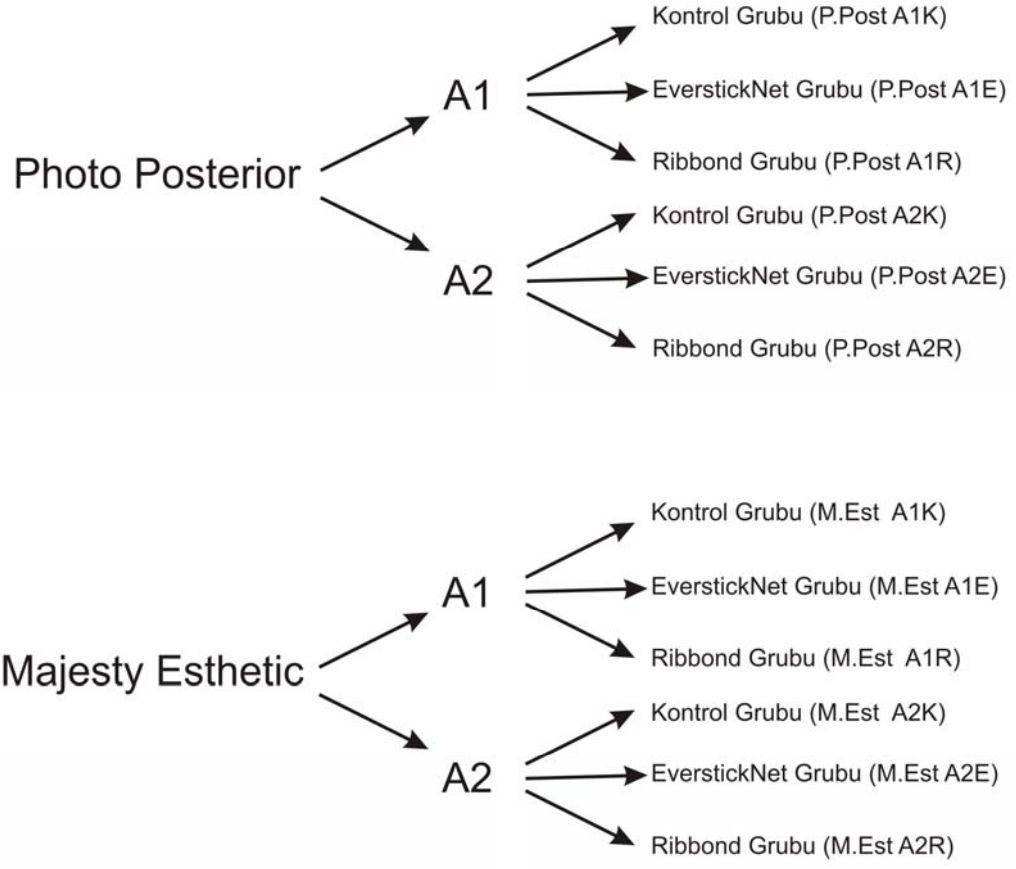
**Resim 2.3** Ribbond-THM



**Resim 2.4** EverstickNet

### 2.1. Örneklerin hazırlanması:

Çalışmada kullanılan anterior ve posterior kompozit sistemlerinin A1 ve A2 renklerinden ayrı ayrı olmak üzere 3 deney grubu oluşturulmuştur. Birinci gruplar fibersiz (kontrol grubu), ikinci gruplar Ribbond-THM içeren, üçüncü ise EverstickNet grupları olarak hazırlanmıştır. Herbir grupta 12'şer adet örnek hazırlanmıştır. Deney grupları Şekil 2.1 de şematize edilmiştir.



**Şekil 2.1.** *Deney grupları*



### 2.1.1. Fibersiz kompozit örnekler (Kontrol Grubu)

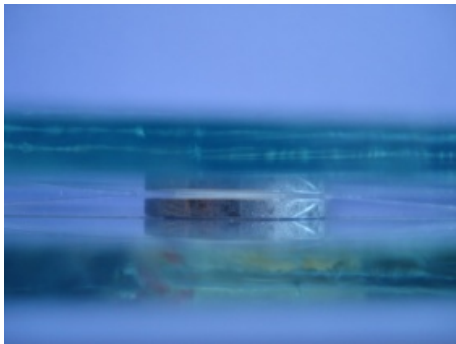
Kompozit örneklerin standart hazırlanabilmesi için 10 mm çapında ve 2 mm derinliğinde hazırlanan politetrafloroetilen kalıptan faydalanılmıştır. Özel olarak torna cihazında hazırlatılan bu kalıp, örneklerin polimerizasyonundan sonra kolay ayrılması için iki parça şeklinde ve bu parçaları birleştiren metal halkadan ibarettir (Resim 2.5 ve 2.6). Kontrol grubunda kompozit örnekler hazırlanırken, bir cam plaka, onun üzerine cama yapışmasını önlemek amacıyla şeffaf band konuldu. Politetrafloroetilen kalıp içerisine kompozit konularak kondanse edildi, üzerine şeffaf band ve cam plaka yerleştirildi (Resim 2.7). Örneklerin yüzeyinin düzgün olması amacıyla bu düzeneğe cam, kalıba değene kadar üstten parmak basıncı uygulandı ve taşan kompozitler uzaklaştırıldı. Cam plakalar kaldırıldıktan sonra alttan ve üstten 20 şer saniye olmak üzere toplam 40 saniye, ışık tabancasının<sup>♥</sup> ucu örneklerle en yakın şekilde konumlandırılarak polimerize edildi (Resim 2.8). Örneklerin tamamının polimerizasyonunda aynı ışık cihazı kullanıldı ve her gruptan sonra ışık cihazının gücü radyotometre<sup>♠</sup> ile kontrol edildi ve cihazın gücünün 800 mW/cm<sup>2</sup> olmasına dikkat edildi.



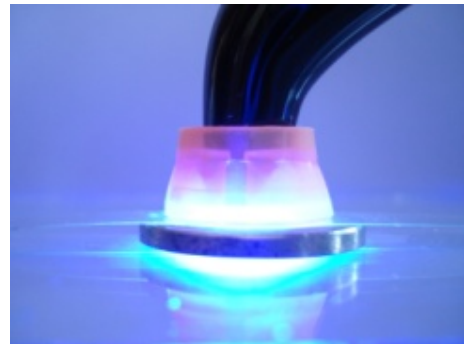
**Resim 2.5** İki parça halindeki teflon kalıp



**Resim 2.6** Metal halkalı kalıp



**Resim 2.7** Şeffaf band ve cam plaka



**Resim 2.8** Polimerizasyon işlemi

<sup>♥</sup> Bluephase Ivoclar Vivadent Schaan, Liechtenstein

<sup>♠</sup> Kerr L.E.D Radiometer by Demetron 79301165 USA

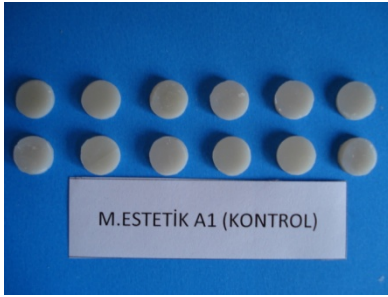
Polimerizasyon işleminden sonra metal halka çıkartılıp teflon kalıplar açılmak suretiyle örnek elde edilmiş ve bu işlem her gruptan 12 şer adet örnek elde edilecek şekilde tekrarlandı (Resim 2.9, 2.10, 2.11 ve 2.12).



**Resim 2.9** *P.Post A1 kontrol grubu*



**Resim 2.10** *P.Post A2 kontrol grubu*



**Resim 2.11** *M.Est A1 kontrol grubu*



**Resim 2.12** *M.Est A2 kontrol grubu*

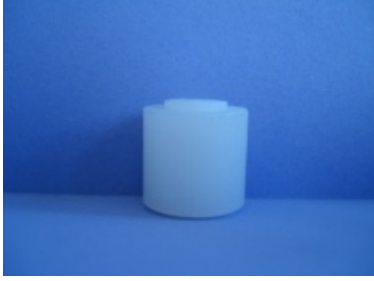
### 2.1.2. EverstickNet içeren örneklerin hazırlanması

EverstickNet içeren kompozit örnekleri hazırlamak için, 2 mm kalınlığındaki örneklerin ortasına kalıp derinliğinin ilk 1mm' sine fiberi yerleştirebilmek amacıyla özel olarak hazırlatılan çapı 10 mm, kalınlığı 1 mm olan ikinci bir teflon kalıptan faydalanıldı (Resim 2.13). Bu 1 mm yüksekliğindeki kalıp çevresi metal olup yine teflon olan asıl 2 mm lik kalıp içerisine yerleştirildiğinde geriye 1 mm lik yükseklik kalmaktadır. Bu işlem gerçekleştirildikten sonra kalan bu boşluğa 1 mm kalınlığında kompozit kondanse edildi (Resim 2.14, 2.15 ve 2.16). Bunun üzerine 4x6 mm boyutlarında EverstickNet kesilerek (Resim 2.17) kompozit örneklerin merkezine gelecek şekilde fiber taşıyıcı el aletiyle<sup>€</sup> konuldu (Resim 2.18).

---

<sup>€</sup> StickTech Ltd Turku, Finland

Daha sonra kalınlığı 1 mm olan kalıp çıkartılıp kalan 1 mm ye kompozit yerleştirildi sonra alt ve üst taraftan 20 şer saniye olmak üzere toplam ile 40 saniye aynı ışık cihazı ile ışın tutularak polimerizasyon sağlandı.



**Resim 2.13** *Teflon kalıp*



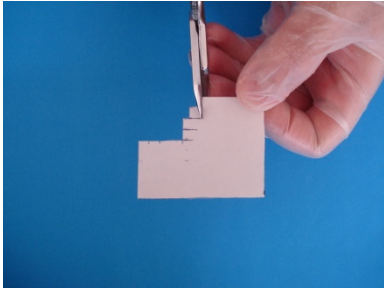
**Resim 2.14** *Teflon kalıbın önden görünümü*



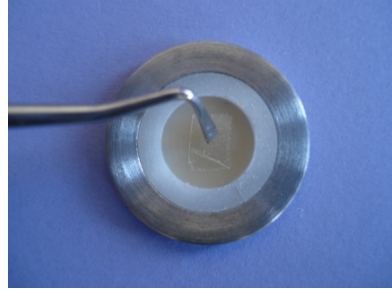
**Resim 2.15** *Teflon kalıbın üstten görünümü*



**Resim 2.16** *1mm lik kompozit*



**Resim 2.17** *Fiberin Kesilmesi*

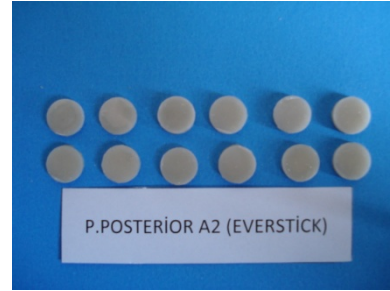


**Resim 2.18** *Fiberin yerleştirilmesi*

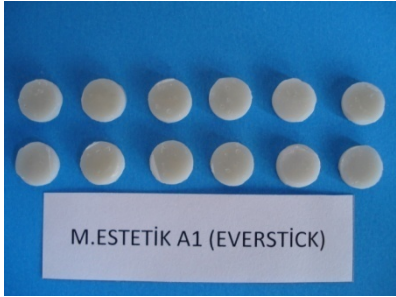
Elde edilen EverstickNet örnekler Resim 2.19, 2.20, 2.21 ve 2.22 de gösterilmiştir.



**Resim 2.19** *P.Post A1 EverstickNet*



**Resim 2.20** *P.Post A2 EverstickNet*



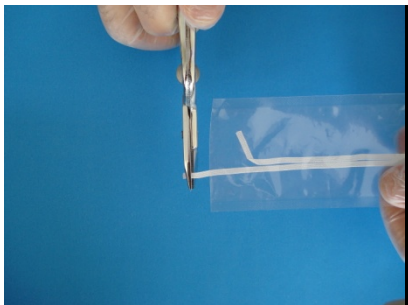
**Resim 2.21** *M.Est A1 EverstickNet*



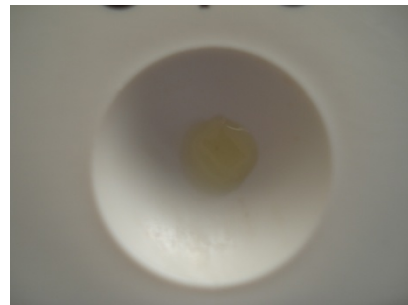
**Resim 2.22** *M.Est A2 EverstickNet*

### 2.1.3. Ribbond-THM içeren örneklerin hazırlanması

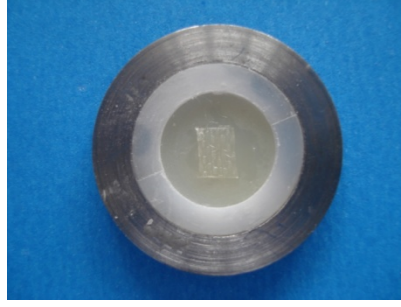
Ribbon-THM içeren kompozit örnekleri hazırlamak içinde EverstickNet örneklerin hazırlanmasında kullanılan aynı kalıptan faydalandı. Bu kalıp kullanılarak önce 1 mm kalınlığında kompozit kondanse edildi. Bunun üzerine 4x6 mm boyutlarında kesilen Ribbond (Resim 2.23) bonding emdirildikten sonra (Resim 2.24) kompozit örneklerin ortasına gelecek şekilde yerleştirildi (Resim 2.25).



**Resim 2.23** *Ribbon'un kesilmesi*



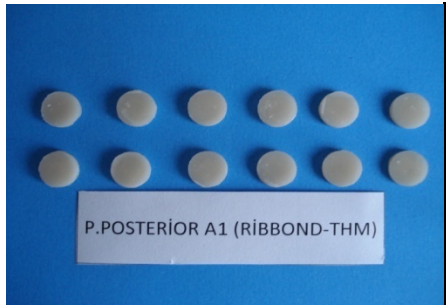
**Resim 2.24** *Bonding emdirilmesi*



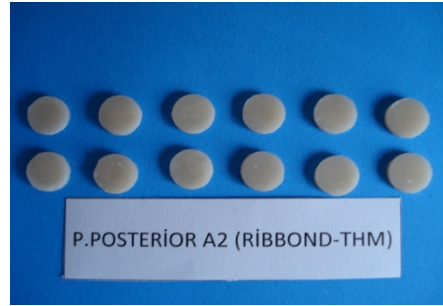
**Resim 2.25** *Ribbond'un yerleştirilmesi*

Daha sonra kalınlığı 1 mm olan kalıp çıkartılıp kalan 1 mm ye kompozit yerleştirildi alt ve üst taraftan 20 şer saniye olmak üzere toplam 40 saniye aynı LED ışık kaynağı ile polimerize edildi.

Elde edilen Ribbond-THM örnekler Resim 2.26, 2.27, 2.28, 2.29'da gösterilmiştir.



**Resim 2.26** *P.Post A1 Ribbond*



**Resim 2.27** *P.Post A2 Ribbond*



**Resim 2.28** *M.Est A1 Ribbond*

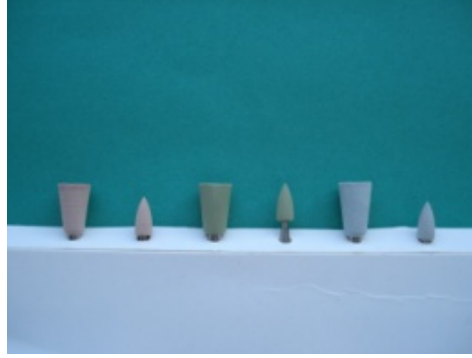


**Resim 2.29** *M.Est A2 Ribbond*

Örneklerin polimerizasyonu esnasında ışık cihazının optik gözünün yere paralel ve ışın cihazının ucunun örneklere dik olacak şekilde yerleşmesine dikkat edildi. Polimerizasyon işlemleri tamamlandıktan sonra, politetrafloroetilen kalıplardan çıkartılan örneklerin bir yüzü ıslak ortamda kalın grenliden ince grenliye

doğru (gri, yeşil, pembe) kompozit polisaj seti\* (Resim 2.30) kullanılarak renk ölçümleri yapılmadan önce 10.000 rpm devrinde NSK mikromotor<sup>♦</sup> ve angruldurva<sup>#</sup> kullanılarak polisajları tamamlandı (Resim 2.31).

Polisaj işlemleri aynı araştırıcı tarafından her lastik grubunda 10'ar sn olacak şekilde yapılmıştır. Daha sonra örnekler 15 dakika ultrasonik temizleyicide<sup>π</sup> temizlendi ve renk ölçümü yapılana kadar 24 saat karanlık ortamda distile su içinde bekletildi.



**Resim 2.30** Polisaj seti



**Resim 2.31** Örneklerin polisajlanması

---

\* Ivoclar Vivadent Schaan, Liechtenstein

♦ NSK, Nissei Bldg., 1-6-3 Ohsaki, Shinagawa-Ku, Tokyo, 141-8560, Japan

# NSK, Nissei Bldg., 1-6-3 Ohsaki, Shinagawa-Ku, Tokyo, 141-8560, Japan

π Biosonic JR, Whaledent Int. NY, USA

## 2.2. Örneklerin Renk Ölçümü

Tüm gruplardaki örneklerin bir yüzeyine polisaj yapıldıktan sonra ışık geçirmeyen kutulara konuldu. Kutuların karışmaması içinde her birine ayrı ayrı numara verildi. (Resim 2.32, 2.33, 2.34 ve 2.35). Örneklerin renk ölçümü yaşlandırma işleminden önce ve sonra olmak üzere spektrofotometre® (Resim 2.36) ile beyaz zemin üzerinde yapıldı. Ölçümler her örnekten ikişer kez yapıldı ve her örnek için alınan ortalama L, a ve b değerleri kaydedildi. Renk ölçümleri gün ışığını yansıtan D 65 ışık kaynağı \* altında yapılmıştır (Resim 2.37).



Resim 2.32. *P.Posterior A1*



Resim 2.33. *P.Posterior A2*



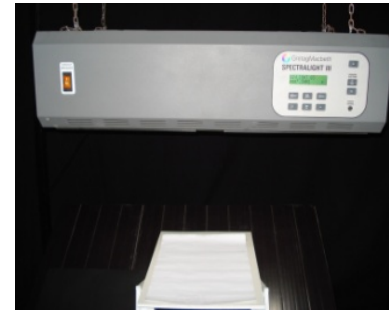
Resim 2.34. *M.Estetik A1*



Resim 2.35. *M.Estetik A2*



Resim 2.36. Spektrofotometre



Resim 2.37. *D65 cihazı*

® *Color Eye XTH CH-8105 Switzerland*

\* *GretagMacbeth Spectrallight III Cheshire*

### 2.3. Hızlandırılmış yaşlandırma döngüsü

Tüm grubların ilk renk ölçümleri 24 saat sonra beyaz zemin üzerinde yapıldıktan sonra ikinci renk ölçümleride hızlandırılmış yaşlandırma işleminden sonra yapıldı. Hızlandırılmış yaşlandırma testi Pakpen Ar-Ge laboratuvarındaki test cihazı<sup>€</sup> kullanılarak yapılmıştır (Resim 2.39).

Örnekler, karışmaması için test cihazının plastik kalıpları üzerine sırasıyla dizilip kuvvetli bir yapıştırıcıyla yapıştırıldılar ve cihazın metal plakalarına yerleştirildi. Örneklerin hepsine, test cihazında ultraviyole ışık ve su püskürtme uygulanması ile 300 saat hızlandırılmış yaşlandırma işlemi yapıldı. Işık kaynağı sürekli olarak, her örneğin tek yüzeyine uygulanmıştır. Örneklerin bağlandığı panel ısısu su püskürtmesi esnasında karanlıkta 38°C ve ışıkta 70°C dir. Nem oranı ışıkta % 50 karanlıkta % 95 tir. Kuru lamba ısısu ışıkta 42°C karanlıkta 38°C dir. Test döngüsünde, 40 dakika sadece ışık, 20 dakika ışık ve su spreyi, 60 dakika sadece ışık ve 60 dakika karanlıkta su spreyi uygulanmıştır. Uygulanan toplam radyant enerji 150 kJ/m<sup>2</sup> dir. Bu siklustaki sıcaklık derecesi, vücut için dokuları nekroz etmeyecek döngüdür.



**Resim 2.39** Yaşlandırma cihazı

Yaşlandırma makinesinde örnekler hızlandırılmış yaşlandırmaya tabi tutulduktan sonra örneklerin renklerine beyaz zemin üzerinde tekrar aynı Spektrofotometre cihazı ile bakıldı. Yine her örneğin L, a ve b değerleri iki kez ölçülüp ortalaması alınıp kaydedildi.

---

<sup>€</sup> Xenotest Alpha Atlas Weather Devices, Cleveland, USA



## 2.4. İstatistik Değerlendirme

Grupların genel olarak karşılaştırılmasında iki yönlü varyans analizi (2x2x3x12 faktöryel deneme planına göre) yapıldı. Grup ortalamaları arasındaki farkın önemli olduğu durumlarda da çoklu karşılaştırma testlerinden Duncan testi yapılmıştır. Varyans analizi Minitab, Duncan testi ise MSTAT C paket programları, grafiklerin çiziminde ise Microsoft Office Excel 2003 programı kullanılmıştır.

### 3. BULGULAR

Her gruptaki örneklerin renk ölçümleri hızlandırılmış yaşlandırmadan önce ve sonra ikişer kez ölçülmüş ve bunların ortalamaları alınmıştır. Elde edilen ortalama değerlere iki yönlü ANOVA testi uygulandı. Her gruba ait 12 adet örneğin yaşlandırma öncesi renk ölçümlerinin ortalama  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri ve standart sapmaları Tablo 3.1 ve 3.2 de verilmiştir.

**Tablo 3.1** Anterior kompozitlerin yaşlandırma öncesi ortalama  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri ve standart sapmaları

Renk	Metot	Ort $L_1 \pm S_x$	Ort $a_1 \pm S_x$	Ort $b_1 \pm S_x$
A <sub>1</sub>	Kontrol	71,66±0,59	-0,97±0,13	9,41±0,50
A <sub>1</sub>	Everstick	71,98±0,46	-0,72±0,08	9,42±0,66
A <sub>1</sub>	Ribbond	71,10±1,06	-0,91±0,19	9,07±1,02
A <sub>2</sub>	Kontrol	69,00±1,04	1,35±0,31	11,75±0,71
A <sub>2</sub>	Everstick	68,10±0,91	1,16±0,37	11,00±0,93
A <sub>2</sub>	Ribbond	71,10±0,45	1,48±0,28	10,87±0,62

n=12                      Ort:Ortalama                      S<sub>x</sub> :Standart sapma

**Tablo 3.2** Posterior kompozitlerin yaşlandırma öncesi ortalama  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri ve standart sapmaları

Renk	Metot	Ort $L_1 \pm S_x$	Ort $a_1 \pm S_x$	Ort $b_1 \pm S_x$
A <sub>1</sub>	Kontrol	70.47±0,90	1,39±0,23	13,97±0,63
A <sub>1</sub>	Everstick	70.59±0,60	1,38±0,22	13,74±0,33
A <sub>1</sub>	Ribbond	70.62±0,39	1,03±0,50	10,02±0,99
A <sub>2</sub>	Kontrol	69,20±0,63	2,37±0,39	15,69±0,96
A <sub>2</sub>	Everstick	69,13±0,99	2,38±0,25	16,02±0,84
A <sub>2</sub>	Ribbond	68,83±1,68	2,21±0,56	14,80±1,22

n=12                      Ort:Ortalama                      S<sub>x</sub> :Standart sapma

Yaşlandırma öncesinde ölçülen  $L_1$ ,  $a_1$  ve  $b_1$  değerlerinin istatistik sonuçları Tablo 3.3, 3.4 ve 3.5 te verilmiştir.

**Tablo 3.3.**  $L_1$ ' in iki yönlü varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F	P
Kompozit	1	11,206	11,206	14,46	0,000
Renk	1	139,535	139,535	180,02	0,000
Metot	2	0,696	0,348	0,45	0,639
Komp * Renk	1	7,549	7,549	9,74	0,002
Komp * Metot	2	0,100	0,050	0,06	0,938
Renk * Metot	2	1,533	0,767	0,99	0,375
Komp * Renk * Metot	2	5,153	2,577	3,32	0,039
Hata (Gruplar İçi)	132	102,314	0,775		
Genel	143	268,086			

**SD:** Serbestlik Derecesi, **KT:** Kareler Toplamı, **KO:** Kareler Ortalaması, **F:** F Değeri, **P:** Önem Seviyesi

Yaşlandırma işleminden önce parlaklık ( $L_1$ ) için yapılan varyans analizi sonucunda, kompozit tipleri (Photo Posterior ve Majesty Esthetic), renkler ve kompozit x renk etkileşimi arasındaki farklar % 1 önem seviyesinde, kompozit x renk x metot arasındaki farklar ise % 5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Ancak metot, kompozit x metot ve renk x metot arasındaki farklar ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $P > 0,05$ ) (Tablo 3.3).

**Tablo 3.4.**  $a_1$ ' in iki yönlü varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F	P
Kompozit	1	87,423	87,423	1051,71	0,000
Renk	1	95,062	95,062	1143,62	0,000
Metot	2	0,265	0,133	1,60	0,207
Komp * Renk	1	11,662	11,662	140,30	0,000
Komp * Metot	2	0,913	0,457	5,49	0,005
Renk * Metot	2	0,751	0,376	4,52	0,013
Komp * Renk * Metot	2	0,334	0,167	2,01	0,138
Hata (Gruplar İçi)	132	10,972	0,083		
Genel	143	207,384			

Yaşlandırma işleminden önce  $a_1$  değerleri için yapılan varyans analizi sonucunda, kompozit tipleri, renkler, kompozit x renk ve kompozit x metot

interaksiyonu arasındaki farklar % 1 önem seviyesinde, renk x metot arasındaki farklar ise % 5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Metot ve kompozit x renk x metot etkileşimi arasındaki farklar ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $P > 0,05$ ) (Tablo 3.4).

**Tablo 3.5.**  $b_1$ ' in iki yönlü varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F	P
Kompozit	1	516,104	516,104	765,79	0,000
Renk	1	209,803	209,803	311,31	0,000
Metot	2	66,398	33,199	49,26	0,000
Komp * Renk	1	9,371	9,371	13,91	0,000
Komp * Metot	2	33,620	16,810	24,94	0,000
Renk * Metot	2	13,642	6,821	10,12	0,000
Komp * Renk * Metot	2	20,004	10,002	14,84	0,000
Hata (Gruplar İçi)	132	88,961	0,674		
Genel	143	957,903			

Yaşlandırma işleminden önce  $b_1$  değerleri için yapılan varyans analizi sonucunda, kompozit tipleri, renkler, metot, kompozit x renk, kompozit x metot, renk x metot ve kompozit x renk x metot interaksiyonu arasındaki farklar % 1 önem seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 3.5).

Her gruba ait 12 adet örneğin yaşlandırma sonrası renk ölçümlerinin ortalama  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri ve standart sapmaları Tablo 3.6 ve 3.7 de verilmiştir.

**Tablo 3.6.** Anterior kompozitlerin yaşlandırma sonrası ortalama  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri ve standart sapmaları

Renk	Metot	Ort $L_2 \pm S_x$	Ort $a_2 \pm S_x$	Ort $b_2 \pm S_x$
A <sub>1</sub>	Kontrol	69,21±0,41	-0,69±0,12	10,83±0,98
A <sub>1</sub>	Everstick	69,86±0,30	-0,83±0,16	11,28±0,61
A <sub>1</sub>	Ribbond	70,14±1,40	-0,80±0,22	11,53±1,02
A <sub>2</sub>	Kontrol	67,62±0,92	1,81±0,24	12,81±0,63
A <sub>2</sub>	Everstick	67,27±0,76	1,68±0,32	12,05±1,44
A <sub>2</sub>	Ribbond	67,36±0,36	1,56±0,22	12,58±0,49

n=12

Ort=Ortalama

$S_x$ =Standart sapma

**Tablo 3.7.** Posterior kompozitlerin yaşlandırma sonrası ortalama  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri ve standart sapmaları

Renk	Metot	Ort $L_2 \pm S_x$	Ort $a_2 \pm S_x$	Ort $b_2 \pm S_x$
A <sub>1</sub>	Kontrol	68,95±0,94	1,60±0,15	14,85±0,71
A <sub>1</sub>	Everstick	69,72±0,49	1,70±0,20	14,32±0,55
A <sub>1</sub>	Ribbond	68,39±0,67	1,15±0,09	11,04±1,85
A <sub>2</sub>	Kontrol	67,78±0,57	2,89±0,13	16,81±0,84
A <sub>2</sub>	Everstick	67,34±1,30	2,66±0,27	15,64±0,87
A <sub>2</sub>	Ribbond	66,47±1,57	2,47±0,37	15,01±1,40

n=12                      Ort=Ortalama                      S<sub>x</sub>=Standart sapma

Yaşlandırma sonrasında ölçülen  $L_2$ ,  $a_2$  ve  $b_2$  değerlerinin istatistik sonuçları Tablo 3.8, 3.9 ve 3.10 da verilmiştir.

**Tablo 3.8.**  $L_2$ ' in iki yönlü varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F	P
Kompozit	1	7,856	7,856	9,60	0,002
Renk	1	154,660	154,660	189,05	0,000
Metot	2	5,173	2,587	3,16	0,046
Komp * Renk	1	2,206	2,206	2,70	0,103
Komp * Metot	2	13,113	6,556	8,01	0,001
Renk * Metot	2	8,659	4,329	5,29	0,006
Komp * Renk * Metot	2	0,677	0,338	0,41	0,662
Hata (Gruplar İçi)	132	107,987	0,818		
Genel	143	300,332			

Yaşlandırma işleminden sonra parlaklık ( $L_1$ ) için yapılan varyans analizi sonucunda, renkler, kompozit x metot etkileşimi arasındaki farklar % 1 önem seviyesinde, kompozit tipleri, metot, renk x metot arasındaki farklar ise % 5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Kompozit x renk, kompozit x renk x metot arasındaki farklar ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $P > 0,05$ ) (Tablo 3.8).

**Tablo 3.9.**  $a_2$ ' nin iki yönlü varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F	P
Kompozit	1	94,981	94,981	1907,35	0,000
Renk	1	119,738	119,738	2404,50	0,000
Metot	2	2,339	1,170	23,49	0,000
Komp * Renk	1	14,472	14,472	290,61	0,000
Komp *Metot	2	0,710	0,355	7,13	0,001
Renk * Metot	2	0,176	0,088	1,76	0,176
Komp * Renk * Metot	2	0,404	0,202	4,06	0,019
Hata (Gruplar İçi)	132	6,573	0,050		
Genel	143	239,393			

Yaşlandırma işleminden sonra  $a_2$  için yapılan varyans analizi sonucunda kompozit tipleri, renkler, metot, kompozit x renk, kompozit x metot etkileşimi arasındaki farklar % 1 önem seviyesinde, kompozit x renk x metot etkileşiminde ise % 5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Renk x metot arasındaki farklar ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $P>0,05$ ) (Tablo 3.9).

**Tablo 3.10**  $b_2$ ' nin iki yönlü varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F	P
Kompozit	1	275,366	275,366	260,13	0,000
Renk	1	121,974	121,974	115,23	0,000
Metot	2	40,003	20,002	18,90	0,000
Komp * Renk	1	12,000	12,000	11,34	0,001
Komp *Metot	2	60,903	30,452	28,77	0,000
Renk * Metot	2	13,278	6,639	6,27	0,003
Komp * Renk * Metot	2	14,537	7,268	6,87	0,001
Hata (Gruplar İçi)	132	139,731	1,059		
Genel	143	677,792			

Yaşlandırma işleminden sonra  $b_2$  için yapılan varyans analizi sonucunda kompozit tipleri, renkler, metot, kompozit x renk, kompozit x metot, kompozit x renk x metot etkileşimi arasındaki farklar % 1 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P=0,001$ ). Renk x metot etkileşimi ise % 5 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ) (Tablo 3.10).

Her gruba ait 12 adet örneğin  $\Delta E$  sonuçlarının ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 3.11 ve 3.12 de verilmiştir.

**Tablo 3.11** *Anterior kompozitlerin  $\Delta E$  değerlerinin ortalama ve standart sapmaları*

Renk	Metot	Ort $\Delta E$	$S_x$
A1	Kontrol	2,02	0,42
A1	Everstick	1,19	0,38
A1	Ribbond	2,59	0,51
A2	Kontrol	2,25	0,57
A2	Everstick	1,97	0,53
A2	Ribbond	2,63	0,63

**Tablo 3.12** *Posterior kompozitlerin  $\Delta E$  değerlerinin ortalama ve standart sapmaları*

Renk	Metot	Ort $\Delta E$	$S_x$
A1	Kontrol	2,94	0,63
A1	Everstick	2,87	0,51
A1	Ribbond	2,98	0,59
A2	Kontrol	2,56	0,59
A2	Everstick	2,49	0,54
A2	Ribbond	2,80	0,41

$\Delta E$  nin iki yönlü varyans analizi sonuçları Tablo 3.13 te verilmiştir.

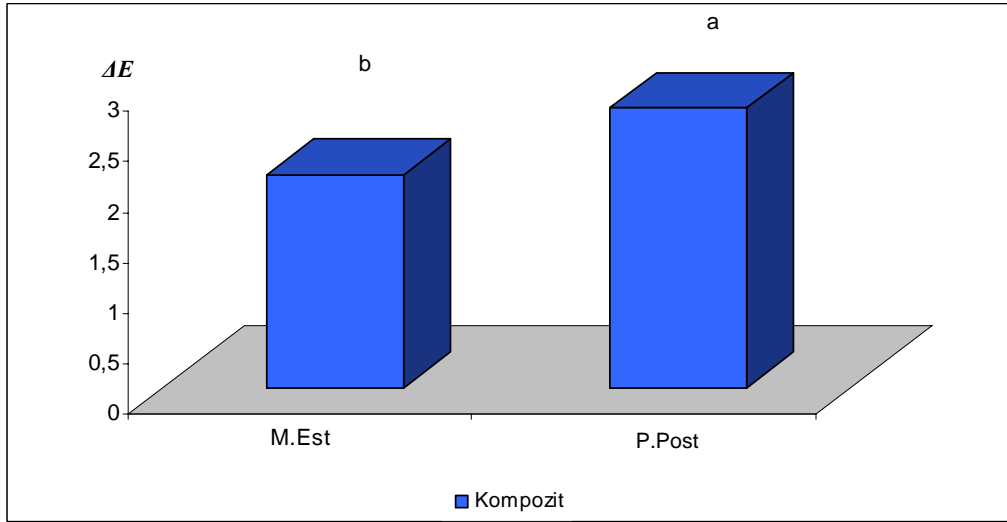
**Tablo 3.13.**  $\Delta E$  nin iki yönlü varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F	P
<b>Kompozit</b>	1	15,8271	15,8271	55,79	0,000
<b>Renk</b>	1	0,0132	0,0132	0,05	0,829
<b>Metot</b>	2	9,0184	4,5092	15,89	0,000
<b>Komp * Renk</b>	1	3,9336	3,9336	13,87	0,000
<b>Komp * Metot</b>	2	4,2339	2,1170	7,46	0,001
<b>Renk * Metot</b>	2	0,5967	0,2984	1,05	0,352
<b>Komp * Renk * Metot</b>	2	1,4581	0,7291	2,57	0,080
<b>Hata (Gruplar İçi)</b>	132	37,4488	0,2837		
<b>Genel</b>	143	72,5300			

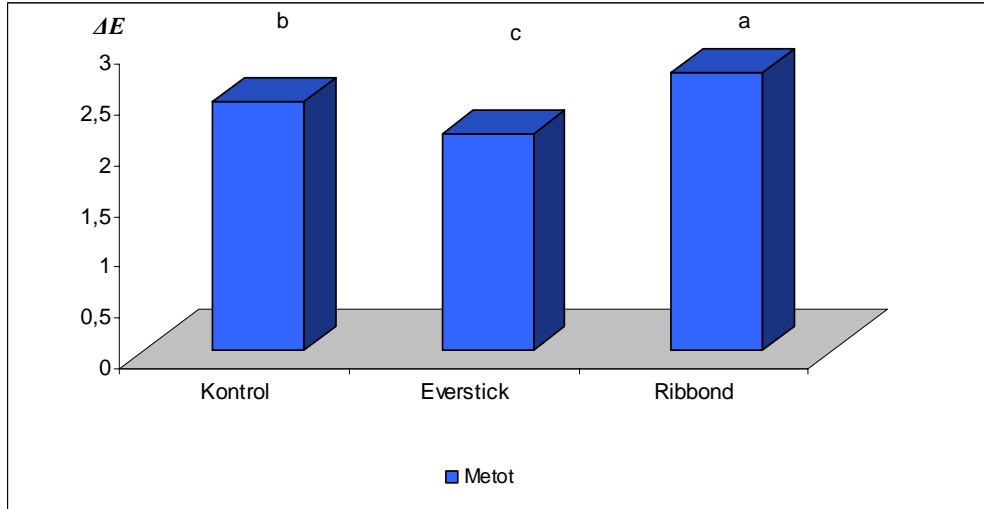
$\Delta E$ 'nin yapılan varyans analizi sonucunda kompozit tipleri, metot, kompozit x renk, kompozit x metot etkileşimi arasındaki farklar % 1 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Renk, renk x metot ve kompozit x renk x metot etkileşimi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $P>0,05$ ) (Tablo 3.13).

Çalışmada incelenen anterior ve posterior kompozitlerin yaşlandırma sonrası renk değişimleri ( $\Delta E$ ) arasında istatistiksel açıdan önemli farklılık tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ) (Şekil 3.1). Yine kontrol grubu (fiber içermeyen), EverstickNet ve Ribbond gruplarının renk değişimi arasındaki farklılık da önemli bulunmuştur ( $P=0,000$ ) (Tablo 3.13) (Şekil 3.2). Duncun gruplamasına göre en fazla renk değişimi Ribbond grubunda olurken bunu kontrol ve EverstickNet grupları izlemiştir. Ancak çalışmada incelenen renkler (A1 ve A2) arasında renk değişimi ( $\Delta E$ ) yönünden fark görülmemiştir ( $p>0,05$ ) (Şekil 3.3.).

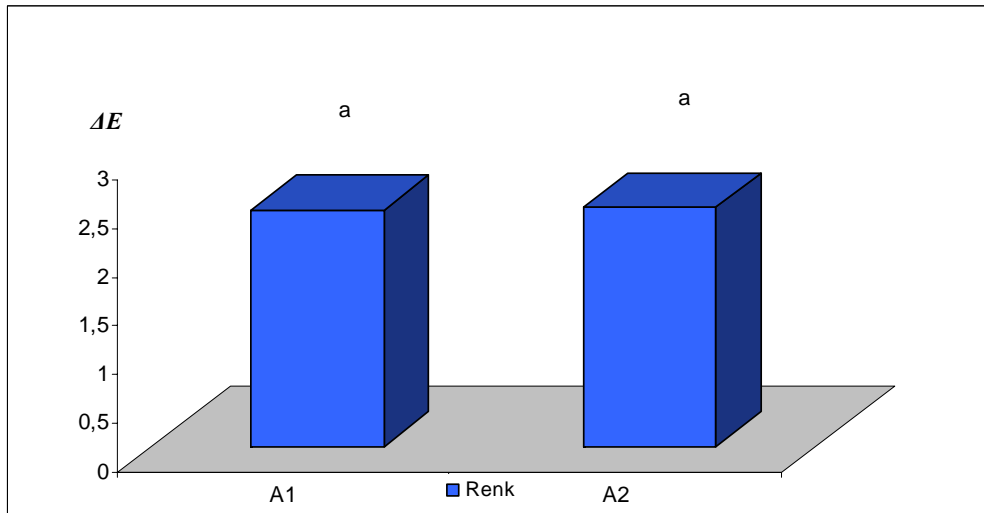




**Şekil 3.1** Kompozit tiplerinin yaşlandırma sonrası renk değişimi

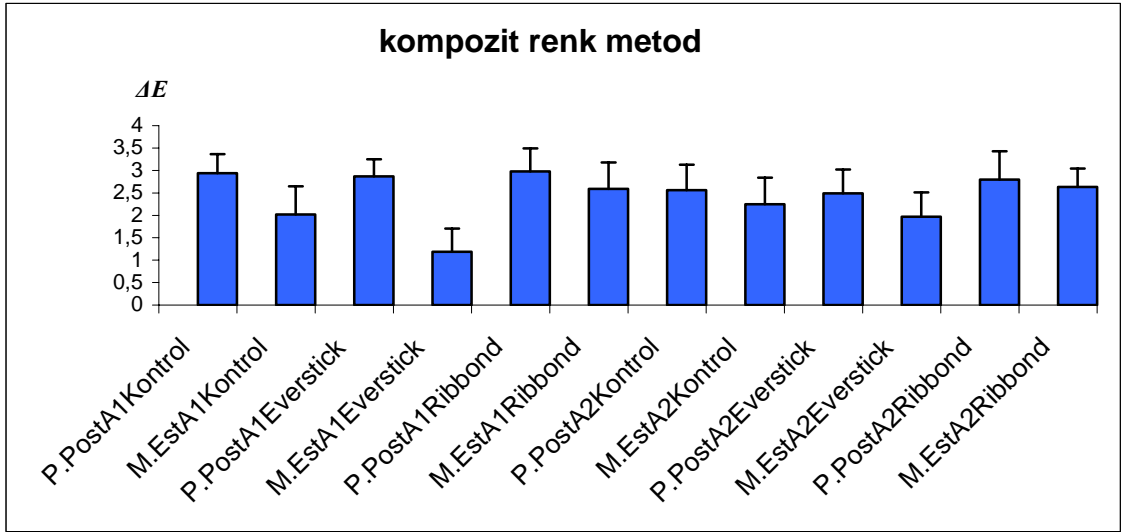


**Şekil 3.2** Çalışma gruplarının renk değişimi



**Şekil 3.3** A1 ve A2 renklerinin yaşlandırma sonrası değişimi

Kompozit tipleri, renk ve fiber gruplarına göre hızlandırılmış yaşlandırma ile renk değişimlerinde Şekil 3.4’de özetlenmiştir.



Şekil 3.4 Çalışma gruplarının hızlandırılmış yaşlandırma ile renk değişimleri

En fazla renk değişimi  $\Delta E=2,98$  ile P.PosteriorA1Ribbond grubunda meydana gelmiştir. Bunu  $\Delta E=2,94$  ile P.PostA1Kontrol ve  $\Delta E=2,87$  P.PostA1Everstick grupları izlemiştir. En az renk değişimi ise  $\Delta E=1,19$  ile M.EstA1Everstick grubunda meydana gelmiştir. (Şekil 3.4). Fakat bu değerler klinik olarak sınır kabul edilen  $\Delta E=3,3$  (Ruyter ve ark. 1987, Kolbeck ve ark. 2006) değerinin altında oldukları için hızlandırılmış yaşlandırma sonrasında meydana gelen renk değişimleri klinik olarak kabul edilebilir ancak 1'in üstünde oldukları içinde gözle fark edilebilir düzeyde olmuştur.

#### 4. TARTIŞMA

Dişhekimliğinde kompozit rezinler, hastaların artan estetik talepleri, ön ve arka bölgelerde kullanılabilmesi, bağlayıcı ajan teknolojilerindeki gelişmeler nedeniyle klinik olarak yaygın bir kullanım alanı bulmaktadır (Gökay ve ark. 1998). Kompozit rezinlerde renk değişikliği en sık karşılaşılan problemlerden biridir ve çeşitli nedenler sonucunda oluşabilir (Schulze ve ark. 2003). Resinin yapısından kaynaklanan renk değişikliklerine iç renklenme, uygulanmasından (overkonturlu olması, bondingleme hataları) kaynaklanan renklenmelere ise dış renklenme adı verilir. Kompozitin inorganik doldurucu oranı ve rezin içeriği iç renklenme üzerine etkilidir. Dış renklenme plak birikimi sonucunda meydana gelebilir. Dış renklenmeye diğer bir nedende hastanın diyet ve sigara içme alışkanlıklarıdır (Schulze ve ark. 2003).

Kompozitlerin renk stabilitesini incelemek için yapılan çalışmalar genellikle kompozitlerin partikül büyüklüklerinin veya çeşitli sıvıların renklenmesine etkisini araştırmak üzerinedir. Ancak kompozitlerin mekanik özelliklerini geliştirmek üzere kompozit rezinlerin içerisine ilave edilen fiberlerin rengi nasıl etkilediği ve özellikle hızlandırılmış yaşlandırma sonucunda fiberlerin renk değişimine bir katkı sağlayıp sağlamadığı konusunda bir bilgi yoktur. Bu nedenle bu çalışmada, iki tip fiberin (Ribbond ve EverstickNet) kompozit rezinlerin renk stabilitesine etkisi araştırılmıştır.

Kompozit rezinlerin renk stabilitesinin araştırıldığı daha önceki pekçok çalışmalarda (Douglas 2000, Lee ve ark. 2000, Schulze ve ark. 2003 ve Saygılı ve ark. 2006) 300 saatlik hızlandırılmış yaşlandırma döngüsünden yararlanılmıştır. Bu çalışmalarda, yaşlandırmanın test döngüsü 40 dakika sadece ışık, 20 dakika ışıkla birlikte önden su spreyi, 60 dakika sadece ışık ve arkadan 60 dakika karanlıkta su spreyi; kuru lamba ısısı ışıkta 70 °C ve karanlıkta ise 38 °C dir. Ortamdaki nem ışıkta % 50, karanlıkta ise % 95 tir. Toplam verilen radyant enerji miktarı 150 kJ/m<sup>2</sup> dir. Araştırmacılar hızlandırılmış yaşlandırma cihazları ile yapılan 300 saatlik yaşlandırmanın 1 yıllık klinik kullanıma eşit olduğunu ve rezin esaslı materyallerin bu sürenin 3 aylık klinik kullanıma denk gelen 77 saatlik kısımda en fazla renk değişimi gösterdiklerini ifade etmişlerdir (Heydecke ve ark. 2001, Lee ve Power 2007). İki tip fiber materyalinin (EverstickNet ve Ribbond) anterior ve posterior kompozitlerin renk stabilitesine etkisini araştırdığımız bu çalışmada hızlandırılmış

yaşlandırma döngüsü yukarıda bahsedilen çalışmalara benzer şekilde 1 yıllık kullanıma denk olan 300 saat yapılmıştır. Yine test döngüsünde önceki bu çalışmalar referans alınarak aynı prosedürlerde uygulanmıştır.

Dışhekimliğinde aletsel renk analizi porselen akrilik ve kompozit rezin materyalleri gibi çeşitli dental materyallerin renk farklılıklarının incelenmesi için kullanılmaktadır (Akaltan ve ark. 1999). Renkteki değişiklikler gözün algılama seviyesinin altına indiğinde bile aletsel renk ölçümleri tekrarlanabilir ve güvenilir sonuçlar elde edilmesine olanak verir (Türkün ve Türkün 2004).

Hasta üzerinde renk seçimi yaparken kolorimetre veya spektrofotometre gibi aletlerin kullanılmasının çeşitli zorlukları vardır. Ancak in vitro çalışmalarda bu zorluklar hissedilmez. Seghi ve ark. (1989) yaptıkları bir çalışma sonucu kolorimetre ve spektrometre ölçümleri arasında belirgin bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca minimal renk değişimlerinin sayısal değerlerini ve farklılıklarını gözle ayırt etmek mümkün değildir. Sonuçlar kişiye göre değişir. İstatistiksel olarak kullanılabilir ve objektif olarak değerlendirilebilen renk sonuçları spektrofotometre gibi renk ölçen cihazlarla elde edilebilir (Kolbeck ve ark. 2006). Bu sebeplerden dolayı çalışmamızda renk değişimlerini hassas bir şekilde ölçebilmek için spektrofotometre kullanılmıştır.

Kompozit rezin veneerlerin rengi, kompozitin yapısı, ışığı absorbe etme, yansıtma özelliği ve kompozitin kalınlığı, materyalin bulunduğu zeminin rengi ve ışığı yansıtma özelliğine ve renk ölçümünün yapıldığı ışık kaynağının tipi gibi pek çok faktörlere bağlıdır (Johnston ve Kao 1989).

Parlak, düz ve beyaz bir zemin üzerinde bulunan translusent bir örneğin üzerine ışık geldiğinde bir miktar ışık geriye yansıyabilir. Bununla birlikte mat ve siyah renkli bir zemin üzerinde bulunan bir örnek üzerine gelen ışığın yansıtma derecesi azalabilir (Lee ve ark. 2002a).

Renk seçme işleminde materyallerin optik özellikleri önemli rol oynar (Brodgelt ve ark. 1980). Kompozitin optik özelliklerden birisi olan ışığı geçirme özelliği, renk seçiminde önemli bir faktördür. Işık geçirgenliğide, zemin rengi ve kompoziti çevreleyen ortamın görünüşünden etkilenecektir. Yapılan bir çalışmada (Lee ve Powers 2007) hızlandırılmış yaşlandırma sonrasında kompozit rezin renk değişimine arka zemin renginin (siyah veya beyaz) etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda zemin renginin renk değişimini önemli ölçüde etkilediğini ortaya

koymuşlardır. Bu nedenle bu çalışma zeminin rengi etkilememesi için ölçümler sadece beyaz zemin üzerinde yapılmıştır.

Bir ışık kaynağı altında iki obje arasındaki renk benzerliği matemarızme bağı olarak farklı bir ışık kaynağında değışebilir. Bu farklılıkların önüne geçilebilmesi için klinik olarak renk belirlenmesinin gün ışığında ve öğle saatlerinde yapılması gerektiğı bilinmektedir (Shillingburg ve ark. 1997). Bu nedenle çalışmalarda renk ölçümünün gün ışığını taklit edebilen cihazlar altında yapılması daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Gün ışığını taklit edebilen aydınlatma cihazı olarak D<sub>65</sub> cihazı, spektrofotometreyle birlikte kullanılmaktadır (Sampath ve Ramachandra 2008). Bizim çalışmamızda da gün ışığını taklit eden D<sub>65</sub> cihazı altında renk ölçümleri yapıldı.

Renk ölçümlerinde aynı materyalin farklı kalınlıklarda olmasıda rengin açıklık ya da koyuluğunu etkileyebilir. Yapılan bir çalışmada, kalınlık ve ışık geçirgenliğinin rengi etkilediğı bulunmuştur (Arikawa ve ark. 1998). Yapılan daha önceki renk çalışmalarında (Doray ve ark. 1997, Ikeda ve ark. 2005, Sampath ve Ramachandra 2008) kompozit örneklerin kalınlığı standart ve 2 mm tutulmuştur. Yine yapılan çalışmalarda araştırmacılar renk ölçümü için örnekleri renk ölçüm cihazının optik ekranına uygun olarak 10 mm (Douglas 2000, Nakamura ve ark. 2002) ve 6 mm (Kolbeck ve ark. 2006) gibi çaplarda hazırlamışlardır. Bizde çalışmamızda kullandığımız spektrofotometrenin renk ölçümü yapan uç kısmı 10 mm çapında olduğundan doğru bir ölçüm için bu uç kısmın örnek tarafından tamamen örtülmesi gerektiğinden örneklerimiz 10 mm çapında ve 2 mm kalınlığında hazırlandı. Kompozit örneklerin kalıplara yapışmaması için özel olarak hazırlatılan politetrafloroetilen kalıplardan faydalanılmıştır. Ayrıca çalışmamızda istatistik verilerinin daha güvenilir olması için her kompozit grubundan 12 şer adet örnek hazırlanmış ve renk ölçümleri aynı araştırmacı tarafından 2 şer kez tekrarlanıp ortalaması alınmıştır.

Yapılan pekçok sayıda çalışma ışıkla polimerize olan kompozitlerin kimyasal polimerize olan kompozitlere göre renk stabiliteilerinin önemli ölçüde daha fazla olduğunu ortaya koymuşlardır (Powers ve ark 1980, Inokoshi ve ark 1996, Schulze ve ark 2003). Çalışmamızda kompozitlerin polimerizasyon şekillerinin renk stabilitesine etkisini ortadan kaldırarak sadece fiberlerin renk stabilitesine etkisini incelemek amaçlandığından kompozitlerin ikisinde aynı şekilde ışıkla polimerize kompozit seçilmiştir.

Restoratif materyallerin ışık geçirgenliğine materyalin kalınlığı, kompozisyonu, kristal yapının miktarı gibi özellikler yanında yüzey pürüzlülüğünde etki etmektedir (Lee ve ark 2002a, Çal ve ark 2006). Bu çalışmada örnekler iki cam arasında sıkıştırılarak ve cama yapışmaması için şeffaf bant kullanarak hazırlandığından yüzeyleri oldukça düzgün elde edilmiştir. Bu durumun bozulmaması içinde sadece kompozit lastiği ile örneklerin ölçüm yüzeylerine 10 saniye olmak üzere aynı araştırmacı tarafından hafif bir basınç altında polisaj yapılmıştır.

Tezvergil ve ark. (2007) yaptıkları çalışmalarında özel kalıp kullanarak hazırladıkları test örneklerinde iki tip fiber materyalini (Everstick ve Stick) ışıkla polimerize olan rezin içine yerleştirdikten sonra bunları dentin ve mine yüzeyine yapıştırıp bağlantılarını test etmeden önce 24 saat karanlık ortamda bekletmişlerdir. Aynı şekilde Powers ve ark. (1980), Lee ve Powers (2007)'da örneklerin polimerizasyonunun tam olarak gerçekleşmesi için örnekleri 24 saat karanlık ortamda bekletmişlerdir. Bu çalışmalara paralel olarak bizim çalışmamızda da örnekler renk ölçümünden önce 24 saat karanlık ortamda oda ısısında bekletilmiştir.

Makropartiküllü ve bisglisidil metakrilat (Bis-GMA) miktarı fazla olan rezinlerde, mikropartiküllü ve ışıkla polimerize olan rezinlere göre daha çok iç renklenmeye rastlandığı, inorganik kısmın fazla rezin içeriğinin az olduğu durumlarda renklenmenin daha az olduğu bildirilmiştir (Dayangaç 2000).

Kompozit rezinlerin partikül boyutu küçüldükçe monomer içeriğinin artması ile su absorpsiyonu ve ısıl genleşme katsayısında artış olmaktadır. Bu nedenle günümüzde hibrit tip kompozitler geleneksel kompozitlere oranla daha sık tercih edilmektedir (Dayangaç 2000). Buna paralel olarak Buchalla ve ark. (2002) mikrofil ve hibrit kompozitleri suda bekleterek yaşlandırmaya tabi tuttukları çalışmalarında, mikrofil kompozitlerin hibrit kompozitlere göre daha çok renklendiğini bulmuşlardır.

Powers ve ark. (1980) de yaptıkları bir araştırmada 3 kimyasal ve 4 mikrodoldurucu kompozit rezini 300 saat hızlandırılmış yaşlandırmaya tabi tutmuşlar ve spektrofotometre ile renk stabilitelelerini değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda genel olarak tüm mikrodoldurucu ve kimyasal kompozitler daha koyu, daha mat ve daha opak bir renk almışlardır. İlâveten kimyasal kompozitler mikrodoldurucu kompozitlere göre daha fazla yüzey erozyonu göstermişlerdir. Mikrodoldurucu kompozitlerde yüzey erozyonu ve renk değişimi daha az gözlenmiştir.

Saygılı ve ark. (2006) araştırmalarında porselen tamiri için kullanılan kompozitlerin renk stabilitesini incelemişlerdir. Çalışmada kompozitler 300 saat hızlandırılmış yaşlandırılmaya tabi tutulmuşlar ve yaşlandırma sonucunda en fazla renk değişiminin mikrodolduruculu ( $\Delta E=6,4$ ) en az renk değişiminin ise hibrit kompozitlerde ( $\Delta E=1,68$ ) meydana geldiğini grmuşlerdir.

Saraç ve ark. (2006) nanohibrit, hibrit ve mikro dolduruculu kompozitleri gıda boyasına yerleştirilerek yaşlandırmaya tabi tutmuşlar ve inorganik doldurucu oranı yüksek olan nanohibrit kompozit rezinin renklenmeye karşı mikrohibrit ve hibrit kompozit rezinlere göre daha dirençli olduğunu bulmuşlardır.

alışmamızdada nceki bu çalışmaların sonuçlarına paralel olarak hibrit (posterior kompozit) kompozit, nano hibrit kompozite (anterior kompozit) göre tüm gruplarında 300 saat yaşlandırma testi sonucunda istatistiksel açıdan önemli ölçüde daha fazla renklenme izlenmiştir.

Vichi ve arkadaşları (2004), 3 farklı kompozitin renk ve opasite değişikliklerini incelemek için örnekleri su içerisinde bekleterek yaşlandırmaya tabi tutmuşlardır. Bu çalışmada yüzey özelliklerine değiştireceği düşüncesiyle örnekler polisajlanmamıştır. Tüm kompozitlerde renk değişimi meydana gelmiş, kompozitlerin en fazla L değerı etkilenirken a değerı hemen hemen hiç etkilenmemiştir,  kompozitinde b değerlerinde çok az bir düşüş meydana gelmiştir. Literatrdende bilindiği üzere rezin esaslı kompozitler matrikse veya matriks-doldurucu arasına suyun penetre olmasına izin verirler (Oysaed ve Ruyter 1986). Renk değişimi rezin matriksin (Bis-GMA, UTDMA vs) içeriğinden kaynaklanabilir. TEGDMA, UTDMA tan daha fazla su emer (Bradán 1984). Ayrıca doldurucuların boyutu ve dağılımı da renklenmeyi etkileyebilir. Yüksek doldurucu içeriğine sahip kompozitler daha fazla su emme potansiyeline sahip olup daha fazla renklenme eğilimindedirler (Vichi ve ark. 2004). Bizim alışmamızda her iki kompozitte de Bis-GMA bulunmaktadır fakat partikül büyüklüğü küçük olan nano dolduruculu kompozitte daha az renklenme meydana gelmiştir. Ayrıca anterior kompozitin yapısında hidrofobik aromatik dimetakrilat içermesi suyu daha az emmesine dolayısıyla da daha az renklenmesine katkıda bulunmuş olabilir.

Setz ve Engel (1997) de kompozitlerin renk stabilizasyonunu inceledikleri in vitro çalışmalarında 24 hastaya iki farklı ışıkla sertleşen kompozit uygulamışlar ve spektrofotometre ile başlangıçta ölçtükleri renk değerlerini birinci ve ikinci sene sonunda yaptıkları renk ölçümleriyle kıyaslamışlardır. alışmalarının sonucunda, b\*

ve  $\Delta E$  değerlerinde artma görülürken  $L^*$  ve  $a^*$  değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik görülmemiştir.

Paravina ve ark. (2004), hızlandırılmış yaşlandırmanın renk stabilitesine ve ışık geçirgenliği üzerine etkisini inceledikleri rezin kompozitlerde a ve b değerinde artışa sebep olurken L değerinde azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir.

Asmusen (1981) yapmış olduğu bir çalışmada ışıkla ve kimyasal sertleşen 15 kompoziti 1 ay boyunca 60 °C suda ve 12 ay boyunca 37 °C suda bekletmiş ve aralarında renk stabilitesi bakımından bir farklılık olup olmadığını araştırmıştır. Araştırmada 2 mm yükseklik ve 15 mm kalınlığında hava geçirmez silindirik pirinç kalıplar kullanılmıştır. Işıklı sertleşen kompozitlere her iki taraftanda ışık uygulanmıştır. Örnekler oda sıcaklığında kalıplardan çıkarılmadan polimerizasyonun tam olarak gerçekleşmesi için 24 saat bekletilmişlerdir. Daha sonra örnekler 37, 50, 60 ve 70 °C demineralize suya konulmuşlar. Oksidasyon sırasında örnekler gün ışığına veya diğer ışık kaynaklarına maruz kalmamışlardır. 1 sene boyunca her ay örnekler sudan çıkarılmış, bakterileri veya mantarları uzaklaştırmak için fırçalanmıştır. Örneklerin renk değişimleri, kurulandıktan sonra  $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$  formülüne göre hesaplanmıştır. Yaşlandırma sonucunda örnekler daha koyu, daha kırmızı ve daha sarı bir renge dönüşmüşlerdir.

Daha önceki bu çalışmalara paralel olarak, bizim çalışmamızda hızlandırılmış yaşlandırmadan sonra iki kompozit rezin tipinde a (kırmızılık) ve b (sarılık) değerlerinde artış L (parlaklık) değerinde ise azalma olduğu görülmüştür.

Lee ve ark.'nın (2000) yaşlandırma sonucu kompozit rezinlerde meydana gelen optik değişimleri incelemek için yaptıkları bir araştırmada, 150 kJ/m<sup>2</sup> yaşlandırmadan sonra rezin kompozitte meydana gelen renk değişimini  $\Delta E$  1,1–3,9 arasında bulmuşlardır. Aynı araştırmacılar, aynı yaşlandırma prosedürü sonrasında, rezin kompozitlerin A1 rengindeki değişimi 2,4-5,8, A2 rengindeki değişimleri ise 1,7-2,9 arasında bulmuşlardır.

Benzer bir diğer çalışmada (Doray ve ark. 1997) açık ( $S_1$ ) ve koyu ( $S_2$ ) tonda olmak üzere 5 akrilik rezin ve 7 kompozit rezin geçici materyalinin hızlandırılmış yaşlandırma sonucu renk stabilitesini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda kompozit rezin materyallerinde açık renk için  $\Delta E$  oranını 0,6-17,8 arasında ve koyu renk içinde 0,5-9,7 arasında bulmuşlardır. Akrilik rezinler için ise açık renklerde  $\Delta E$  oranını 2,8-3 arasında ve koyu renk değişiminide 2-4,5 arasında bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda incelenen renk tonlarının değişimi A1 renk için  $\Delta E=0,7-3,8$  arasında



iken A2 renk için  $\Delta E=1,3-3,8$  arasında olmuştur. Bizim çalışmamızda kompozit renklerdeki değişim oranının Doray ve ark (1997)'nin çalışmalarından daha az olmasının nedeni kullandığımız kompozit çeşidinin onların kullandığı kompozit çeşidinden (7 tane) az olmasından kaynaklanabilir. Çalışmamızda  $\Delta E$  değerinin 0,7 den 3,8'e kadar değişiklik göstermesi bazı kompozitlerde gözle fark edilmeyecek kadar küçük renk değişimleri meydana gelirken, bazılarında ise gözle fark edilecek seviyede renk değişimleri meydana geldiğini göstermektedir. Ancak çalışmamızda incelediğimiz A1 ve A2 renklerinde hızlandırılmış yaşlandırma sonrası renk değişim miktarı istatistiksel açıdan önemli ölçüde birbirinden farklı bulunmamıştır.

Seghi ve ark. (1986), Ruyter ve ark. (1987), Seghi (1990) 'na göre klinik olarak fark edilebilir  $\Delta E$  değerini  $\Delta E = 3,3$  sınır değer olarak kabul etmişlerdir. 1 ve 2 arasındaki  $\Delta E$  değerinin ise hassas bir göz tarafından algılanabildiğini söylemişlerdir. Bu çalışmada da 3,3 değeri sınır değer olarak kabul edilmiştir. Buna görede çalışmamızda en fazla renk değişimi  $\Delta E =2,98$  olarak Ribbond içeren posterior kompozitte olmuştur. Ancak buda restorasyonun klinik olarak değiştirilmesinin uygun görüldüğü  $\Delta E = 3,3$  değerinden düşük olmuştur. Bununla beraber çalışmamızda renk değişimleri 1 değerinin üzerinde olmuş yani kompozit gruplarındaki renk değişimi hassas bir gözle fark edilebilir düzeyde olmuştur.

Sampath ve Ramachandra (2008) konvansiyonel kompozitlerin kırılma olduklarından fiber gibi esnek özelliğe sahip bir altyapı materyali tarafından desteklenmesinde fayda olacağını ileri sürmüşlerdir. Çalışmalarında, cam fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin ışık geçirgenlik özelliklerini, konvansiyonel kompozitler arasındaki renk farklılığını ve ışık geçirgenliğindeki değişimin kompozitin rengini nasıl etkileyeceğini araştırmışlardır. Bunun içinde 10 mm uzunluğunda 3 mm genişliğinde ve 2 mm kalınlığında dikdörtgen şeklinde metal kalıplar hazırlamışlar ve örnekleri 3 gruba ayırmışlardır. İlk grup kontrol grubu (fibersiz), ikinci grubu tek tabaka cam fiberle, üçüncü grubu ise iki tabaka cam fiberle güçlendirilmiş kompozit grup olarak hazırlamışlardır. Örneklerin renklerini spektrofotometre ile ölçüp renk farklılıklarını CIE L\* a\* b\* renk sistemine göre değerlendirmişlerdir. Diğer gruplara göre kontrol grubunun daha açık renkli olduğu görülmüştür. Fiber ilavesi kompozitlerin rengini +a\* (kırmızı) ve +b\* (sarı) bölgelere doğru artış göstermesine yani kırmızı ve sarı yoğunluğunda artışa neden olmuştur. Bu çalışmada fibersiz (kontrol) grup ile fiber içeren gruplar arasındaki renk değişimi açısından fark önemli bulunmuştur. Bizim çalışmamızda fiberin kompozit

rezinin rengini direk olarak nasıl etkilediği değil ancak yaşlandırma sonunda renk değişimine etkisi incelenmiştir. Çalışmamızda Sampath ve Ramachandra (2008) çalışmalarından farklı olarak EverstickNet içeren grup kontrol grubuna göre yaşlandırma öncesi daha açık renkte bulunmuştur. Bunu nedeni bizim çalışmamızda bu çalışmadan farklı olarak kullanılan cam fiberin EverstickNet olmasına bağliyabiliriz. EverstickNet mesh şeklinde ışığı daha iyi geçirebilme özelliğine sahipken Everstick daha kalın bir yapıda olduğu ve arasında boşluk olmadığı için ışığı daha az geçirerek kompozitin renginin daha koyu görünmesine yol açmış olabilir.

Çalışmamızın bir diğer bulgusunda yaşlandırma sonrası fibersiz (kontrol) grup ile fiber içeren grupların renk stabilitesi açısından farklılık göstermesidir. En az renk değişimini EverstickNet ( $\Delta E = 1,19$ ) gösterirken, bunu kontrol ( $\Delta E = 2,02$ ) ve Ribbond grupları izlemiştir ( $\Delta E = 2,59$ ). Bu nedenle çalışmanın başında ortaya atılan, fiberlerin kompozit renginde bir değişiklik oluşturmayacağı hipotezi doğru bulunmamıştır.

Bu çalışmada fiber içeren gruplarla kontrol grupları arasında renk stabilitesi yüzünden anlamlı derecede fark çıkması birden fazla faktörden kaynaklanabilir. Gelen ışığın dağıtılması ve kırılması, bu faktörlerden bazılarıdır. Cam fiberin kırılma indeksi ile onu çevreleyen kompozit matriksin kırılma indeksi farklıdır (Bis-GMA=1.545, TEGDMA=1.457, cam fiber=1.458). Ayrıca bu çalışmada kullanılan fiberlerde çok farklı yapıda ve özelliktedir. EverstickNet mesh şeklinde ve önceden emdirilmiş cam fiberdir. Onunla birlikte kullanılan bonding'de şeffaftır. Bu özelliği ışık geçirgenliğini artırıp polimerizasyonun daha fazla olmasına ve dolayısıyla kontrol ve Ribbond içeren gruplara göre renk stabilitesinin daha iyi olmasının nedeni olabilir. İlave olarak EverstickNet, Ribbond'a göre daha incedir (0,6 mm). Ribbond-THM ise sonradan bonding emdirilmiş olması ve bonding renginin koyu olması ve kalınlığının daha fazla olmasından (0,18 mm) dolayı ışık geçirgenliğinin az olması polimerizasyon miktarını azaltabilir buda diğer gruplara göre renk değişiminin fazla olmasının nedeni olarak düşünülebilir. Ayrıca Ribbond'un yapısı da cam fiber olmayıp polietilen fiber olmasıda ışık geçirgenliğinin azalmasına yol açmış olabilir.

Yapılan bir çalışmada kompozit rezinlerin polimerizasyon derecesinin artmasının kompozitin mekanik özelliklerini artırdığını ortaya koymuştur (Alander ve ark. 2004). Sadece elde ışın tabancası ile yapılan polimerizasyon, fırın tipi ışıkla polimerizasyon sağlayan ünitlere göre kompozit rezinde daha fazla artık monomer ve

daha az çapraz bağ oluşturğunu göstermektedir. Materyalin polimerizasyon derecesinin azalması ile hızlandırılmış yaşlandırma sonucunda mekanik özellikleri ve renk değişiminde artış meydana gelmektedir (Üçtaşlı ve ark 2005).

Modern dişhekimliğinde en fazla karşılaşılan problemlerden biriside diş ve restorasyon arasındaki renk uyumunun bozulmasıdır (Miller 1993). Bu konuda ciddi ilerlemeler kaydedilmesine rağmen renk stabilitesi hala problemdir ve restorasyonların yenilenmesindeki en önemli nedenlerden biri renk değişimleridir (Wilson ve ark 1997).

Ağız içerisindeki birçok faktörün renklenmeden sorumlu olduğu bilinmektedir (Dietschi 1994). Kişinin beslenme alışkanlıkları, sigara kullanıp kullanmaması gibi faktörlerde kompozit restorasyonlarda renk değişimine etkindir. İn vitro çalışmalarda ağız ortamının tam olarak taklit edilememesi ve asitler, alkoller ya da nikotin gibi kimyasalların oluşturacağı renklemelerin yansıtılmaması in vivo çalışmalara olan eksiklikleridir. Restorasyonlar ağız ortamında ısı, ışık değişimlerine bağlı olarak yaşlanmaya maruz kalmaları yanında, aynı zamanda çiğneme kuvvetleri ilede yaşlanmaya maruz kalmaktadır (Hashimoto ve ark 2000).

Kompozit rezinlere kuvvet uygulanarak bir yaşlandırma yapılmaması, ağız ortamında hastaların diet alışkanlıklarına bağlı olarak asitler vs. gibi bazı kimyasalların etkisinin ya da PH değişikliklerinin tam oluşturulamaması ağız ortamını tam yansıtamamıştır. Yani ağız ortamının in vitro çalışmalarda tam olarak oluşturulamaması deneysel çalışmaların eksik tarafıdır.

Bu çalışmada yine pek çok in vitro çalışma gibi ağız ortamı tam olarak yansıtılmamıştır. Bu nedenle bu çalışmanın sonuçlarının klinik bir çalışma ile desteklendiğinde daha değerli olacağı kanısındayız.

## 5. SONUÇ

İki tip fiber materyalinin 300 saatlik hızlandırılmış yaşlandırma sonrasında kompozit rezinin renk stabilitesine etkisini araştırdığımız bu çalışmada şu sonuçlar elde edilmiştir;

1-Anterior ve posterior kompozitler arasında renk değişimi bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. En fazla renk değişimi Photo Posterior (hibrit) kompozitte meydana gelirken, Majesty Esthetic (nanohibrit) kompozitte istatistiksel açıdan önemli ölçüde daha az renk değişimi olmuştur.

2- Bu çalışmada A1 ve A2 renk tonları arasındaki yaşlandırma döngüsünden sonra renk değişimi arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur.

3-Fiberli ve fibersiz (kontrol) grupları arasında en fazla renk değişimi Ribbond-THM de meydana gelmiştir. Bunu kontrol grubu izlemiş ve en az renk değişimide EverstickNet grubunda olmuştur.

4-Yaşlandırma sonrasında L değerinde azalma, a değerinde ve b değerinde artma gözlemlenmiştir. Yani yaşlandırma sonrası kompozitlerin parlaklığı azalırken, kırmızı ve sarılık değerlerinde artma meydana gelmiştir.

5-Tüm gruplarda meydana gelen renk değişimi  $\Delta E=1$ 'in üzerinde ve  $\Delta E=3,3$  değerinde altında olmuştur. Yani meydana gelen renk değişimleri dişhekimleri tarafından fark edilebilir ancak klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içinde olmuştur.

## 6.ÖZET

T.C.  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

### **Hızlandırılmış Yaşlandırmadan Sonra Işıkla Sertleşen Kompozit ve Fiberle Güçlendirilmiş Kompozitlerin Renk Stabilitesinin Değerlendirilmesi**

**Dt. Ali Rıza TUNÇDEMİR**

**Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı**

**DOKTORA TEZİ/ KONYA-2008**

Bu çalışmada bir anterior (Clearfil Majesty Esthetic) birde posterior (Clearfil Photo Posterior) olmak üzere iki farklı kompozit sistemi kullanılarak hızlandırılmış yaşlandırmadan sonra ışıkla sertleşen kompozit ve fiberle güçlendirilmiş kompozitlerin renk stabilitesinin in vitro olarak değerlendirilmesi amaçlandı.

Çalışmada kullanılan anterior ve posterior kompozit sistemlerinin A1 ve A2 renklerinden ayrı ayrı olmak üzere 3 deney grubu oluşturulmuştur. Birinci grup fibersiz (kontrol grubu), ikinci grup EverstickNet içeren, üçüncü ise Ribbond-THM grubu olarak hazırlanmıştır. Herbir grupta 12'şer adet olmak üzere toplam 144 tane örnek hazırlanmıştır. Kompozit örneklerin standart hazırlanabilmesi için 10 mm çapında ve 2 mm derinliğinde hazırlanan politetrafloroetilen kalıptan faydalanılmıştır. Fibersiz kompozit örnekleri (kontrol grubu) hazırlanırken, bir cam plaka, onun üzerine cama yapışmasını önlemek amacıyla şeffaf band konuldu. Politetrafloroetilen kalıp içerisine kompozit konularak kondanse edildi, üzerine şeffaf band ve cam plaka yerleştirildi ve kalıba değene kadar üstten parmak basıncı uygulandı. Cam plakalar kaldırıldıktan sonra alttan ve üstten 20 şer saniye olmak üzere toplam 40 saniye, ışık tabancasının ucu örneklerle en yakın şekilde konumlandırılarak polimerize edildi. Polimerizasyon işleminden sonra metal halka çıkartılıp teflon kalıplar açılmak suretiyle her gruptan 12 şer adet örnek elde edilecek şekilde işlem tekrarlandı. EverstickNet içeren örnekler hazırlanırken, 2 mm kalınlığındaki örneklerin ortasına kalıp derinliğinin ilk 1 mm' sine fiberi yerleştirebilmek amacıyla özel olarak hazırlatılan çapı 10 mm, yüksekliği 1 mm olan ikinci bir teflon kalıptan faydalanıldı. Bu 1 mm yüksekliğindeki kalıp çevresi metal ve içine teflon olan asıl 2 mm lik kalıp yerleştirildiğinde geriye 1 mm lik yükseklik kalmaktadır. Bu işlem gerçekleştirildikten sonra kalan bu boşluğa 1 mm kalınlığında kompozit kondanse edildi. Bunun üzerine EverstickNet kesilerek kompozit örneklerin ortasına gelecek şekilde konuldu. Daha sonra kalınlığı 1 mm olan kalıp çıkartılıp kalan 1 mm ye kompozit yerleştirilmiş ve alt ve üst taraftan 20 şer saniye olmak üzere toplam 40 saniye ışık

tutuldu. Ribbond-THM içeren kompozit örnekleri hazırlamak içinde aynı EverstickNet örneklerin hazırlanmasında uygulanan yöntem kullanıldı.

Polimerizasyon işlemleri tamamlandıktan sonra örneklerin bir yüzü ıslak ortamda kompozit polisaj lastikleri ile polisajları tamamlandı. Örneklerin rengi yaşlandırma işleminden önce ve sonra olmak üzere spektrofotometre ile beyaz zemin üzerinde yapıldı ve her örnek için alınan ortalama L, a ve b değerleri kaydedildi. Hızlandırılmış yaşlandırma testi için Xenontest Alpha Atlas weather cihazı kullanıldı. Örneklerin hepsine, test cihazında ultraviyole ışık ve su püskürtme uygulanması ile 300 saat hızlandırılmış yaşlandırma işlemi yapıldı. Uygulanan toplam radyant enerji  $150 \text{ kJ/m}^2$  dir.

Verilerin değerlendirilmesinde iki yönlü varyans analizi ve Duncun testi kullanılmıştır.

Çalışmamızda 300 saatlik yaşlandırmadan sonra anterior kompozit (Majesty Esthetic), Posterior kompozit'e (Photo Posterior) göre istatistiksel açıdan önemli ölçüde daha az renk değişimi göstermiştir. A1 ve A2 renkleri arasındaki renk değişimi farklı olmamıştır. EverstickNet içeren fiber grubu en az renk değişimini gösterirken Ribbond içeren grup en fazla renk değişimi göstermiştir. Ancak tüm kompozit gruplarındaki renk değişimi  $\Delta E=1$ 'den fazla yani deneyimli bir gözle fark edilecek düzeyde olmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** Kompozit; fiberle güçlendirilmiş kompozit; renk stabilitesi

## 7.SUMMARY

### **Investigation Of The Color Changes Of Light Cured Composites And Fiber Reinforced Composite Materials After Accelerated Aging**

In vitro evaluation of the color changes of light cured composites and fiber reinforced composite materials after accelerated aging with using two different composites systems which are anterior composites (Clearfil Majesty Esthetic) and posterior composites (Clearfil Photo Posterior) is aimed for this research.

Three experimental groups are separately formed from A1 and A2 colors of anterior composite and posterior composite systems. The first group is without fiber (control), the second group is include EverstickNet, the third group is include Ribbond-THM. Each group include 12 samples and totally 144 samples were prepared for this study. 10 mm diameter and 2 mm height polytetrafluoroethylen mould was used for this study to get a standartization. For preparing to without fiber (control) group, a glass and strip band is put on it to prevent adherence to glass. Polytetrafluoroethylen mould was put on this glass and composite was compressed in it, than strip band and glass was put on it than finger press was applied until touch to metal mould. Glasses were removed and 20 minutes above and 20 minutes below, totally 40 minutes polymerized. After the polymerization the metal mould was removed, polytetrafluoroethylen moulds are separate and 12 samples are made for each groups. For preparing to EverstickNet groups, a polytetrafluoroethylen moulds with 10 mm diameter and 1mm heigth were made to put the fiber in the middle of the sample. When this 1mm heigth mould inserted to 2 mm sample, 1mm heigth remains. When this process was done 1 mm composite compressed. EverstickNet was cut and put onto the middle of the composite sample than composite filled on it than 20 minutes above, 20 minutes below, totally 40 minutes polymerized. Ribbond-THM samples were prepared like the EverstickNet samples. One surface of the samples were polished with water with composite disks. The specimens colors were measured on the white surface with spectrophotometer before and after accelerated aging and each specimens L, a, b values were recorded. Color measures were recorded under the D 65 machine which reflects to daylight. Accelerated aging test was made with Xenontest Alpha Atlas weather machine. All the specimens were exposed ultraviole light and water spray during to 300 hours. The total elapsed exposure was 150 kJ/m<sup>2</sup>.

Two-way analysis of variance and Duncun test were used to evaluate the data.

At the end of the 300 hours accelerating process, color change of posterior composites were (Photo Posterior) much more than anterior composites (Majesty Esthetic). The difference between A1 and A2 color chances were not importand. The least color changed group was EverstickNet group and the most color changed group was Ribbond group. Color chances were lower than the  $\Delta E=3,3$  so color changes were little to see eye after accelerated aging.

**Keywords:** Composites; fiber reinforced composites; color stability

## 8. KAYNAKLAR

- 1-**Agarwal BD, Broutman LJ.** Analysis and performance of fiber composites. New York: John Wiley & sons, 1980.
- 2-**Akaltan F, Keskin Y, Özkan Y.** Kompozit rezinlerde görünür ışıkla polimerizasyonun renk değişikliğine etkisi. A. Ü. Dişhek Fak Derg 1999; 26: 281-287.
- 3-**Alander P, Lassila VJ, Tezvergil A, Valittu PK.** Acoustic emission analysis of fiber-reinforced composite in flexural testing. Dent Mater 2004; 20: 305-312.
- 4-**Alptekin NO, Belli S, Özkaya T.** Güçlendirilmiş polietilen fibriler şeritin periodontal splint amaçlı kullanımı. C.Ü Dişhek Fak Derg. 1999; 2(1):10-14
- 5-**Altieri J, Burstone CJ, Goldbergg AJ, Patel A.** Longitudinal clinical evaluation of fiber reinforced composite fixed partial dentures: A pilot study, J Prosthet Dent 1994; 71: 16-22.
- 6-**Altun C.** Kompozit dolgu materyallerinde son gelişmeler. Gül Tıp Ak Derg. 2005; 47 (1) : 77-82.
- 7-**Altunsoy S.** Farklı post-core materyalleri ve siman renkleri kullanılarak, In Ceram ve IPS Empress tam seramik restorasyonlardaki renk değişikliğinin incelenmesi, Doktora Tezi, H.Ü Sağ. Bil. Protetik Diş Tedavisi A.D. 2001, Ankara.
- 8-**Arı H, Belli S.** Endodontik olarak tedavi edilen dişlerde güçlendirilmiş polietilen fiber post-core uygulaması: Olgu Sunumu. C.Ü. Dişhek Fak Derg, 1999; 2: 29-32.
- 9-**Arikawa H, Fuji K, Kanie T, Inoue K.** Light transmittance characteristics of light cured composite resins. Dent Mater 1998; 14: 405-11.
- 10-**Asmussen E.** An accelerated tests for color stability of restorative resins Acta Odontol. Scand. 1981; 39: 329-332.
- 11-**Aydın C, Yılmaz H, Korkmaz T, Atlı Y, Zan T.** Değişik kron köprü veneer materyallerinin sertliklerinin incelenmesi. C.Ü. Diş Hek Fak Der. 1998; 1(2): 93-96.
- 12-**Bayındır F, Alwin G.W.** Diş rengi seçiminde bilgisayar destekli sistemlerin kullanımı. H.Ü. Dişhek Fak Derg. 2006, 30(3) 40-46.
- 13-**Behr M, Rosentritt, M, Handle G.** Flexural properties of fiber reinforced using a vacuum / pressure or a manual adaption manufacturing process. J Dent, 2000; 28: 509-514.
- 14-**Bergendal T, Ekstrand K, Karlson U.** Evaluation of implant supported carbon/graphite fiber reinforced polymethy methacrylate prostheses. Clin Oral Implants Res. 1995; 6: 246-253.
- 15-**Berns RS, Bilmeyer FW, Saltzman M.** Principles of color technology. John Wiley&sons, New York, 1<sup>th</sup> ed. 2000.
- 16-**Bradán M, Clarke RL.** Water absorption characteristics of dental microfine composite filling materials. Biomaterials 1984; 5: 369-372.
- 17-**Brewer JD, Wee A, Seghi R.** Advances in color matching. Dent Clin North Am 2004; 48: 341-358.
- 18-**Brodbelt RHW, O'Brein WJ, Fan PL.** Translucency of dental porcelains. J Dent Res 1980; 59: 70-5.
- 19-**Buchalla W, Attin T, Hilgers RD, Hellwig E.** The effect of water storage and light exposure on the color and translucency of a hybrid and microfilled composite. J Prosthet Dent 2002; 87: 264-270.
- 20-**Büyükyılmaz Ş, Ruyter IE.** Color stability of denture base polymers. Int J Prosthodont 1994; 7: 372-382.



- 21-Campell PM, Johnston WM, O'Brein WJ.** Light scattering and gloss of an experimental quartz-filled composite. *J Dent Res* 1986; 65: 892-4.
- 22-Cho L, Song H, Koak J, Heo S.** Marjinal accuracy and fracture strength of ceromer/fiber reinforced composite crowns: Effect of variations in preparation design. *J Prosthet Dent* 2002; 88: 388-395
- 23-Chu SJ, Devigus A ve Mielezsko A** Fundamentals of color shade matching and communication in esthetic dentistry. 1<sup>th</sup> ed. Quintessence Pub Co Inc, 2004.
- 24-Chung, K.H.** The relationship between composition and properties of posterior resin composites. *J.Dent. Res.* 1990; 69(3): 852-856.
- 25-CIE publication** No. 15 (E.1.3.1) 1971; ASTM E805.81,1981.
- 26-CIE Publication** No. 15.2 Colorimetry. Vienna: Central Bureau of CIE; 1986: 74
- 27-Culpepper WD.** A comparative study of shade matching procedures. *J Prosthet Dent* 1970; 24: 166.173.
- 28-Çal E, Güneri P, Bıçakçı A.** Dişhekimliğinde estetik ikilem: Diş Rengi. *E.Ü. Dişhek Fak Derg.* 2005; 26: 117-125.
- 29- Çal E, Güneri P, Köse T.** Comparison of digital and spectrophotometric measurements of colour shade guides. *J Oral Rehabil,* 2006; 33: 221-228.
- 30-Dayangaç B.** Kompozit rezin restorasyonlar. Güneş Kitapevi, Ankara, 2000: 9-20.
- 31-Deboer J, Vermilyea SG, Brady RE.** The effect of carbon fiber orientation on the fatigue resistance and bending properties of two denture resins. *J Prosthet Dent* 1984; 51: 119-121.
- 32-Dennison JB, Powers JM, Koran A.** Color of dental restorative resins. *J Dent Res* 1978; 57: 557-562.
- 33-Dietschi D, Campanile G, Holz J, Meyer JM.** Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. *Dent Mater* 1994;10: 353-62.
- 34-Doray PG, Wang X, Powers JM, Burgess O.** Accelerated aging affects color stability of provisional restorative materials. *J Prosthodont* 1997; 6: 183-188
- 35-Douglles RD.** Precision of in vivo colorimetric assessments of teeth. *J Prosthet Dent,* 1997; 77: 464-470.
- 36-Douglas RD.** Color Stability of new generation indirect resins for prosthodontic application. *J Prosthet Dent,* 2000; 83,166-170.
- 37-Dykemia RW, Goodacre CJ, Phillips RW.** Johnston's Modern practice in fixed Prosthodontics, 4<sup>th</sup> ed. Pennsylvania: WB Saunders Company, 1986.
- 38-Edelhoff D, Spiekerman H, Yıldırım M.** Metal free inlay-retained fixed partial dentures. *Quintessence Int* 2001; 32: 269-281.
- 39-Ellekwa, A.E, Shortall, A.C., Morquis, P.M.** Influence of fiber type and wetting agent on the flexural properties of an indirect fiber reinforced composites. *J Prosthet Dent,* 2002; 88: 485-490.
- 40-Ergün G.** Restoratif kompozitlerin farklı ışık kaynakları kullanarak cam fiberle güçlendirilmiş kompozit materyaline bağlantı dirençlerinin incelenmesi. Doktora tezi, OM Üniv Sağlık Bil Enst, Samsun, 2005.
- 41-Fennis WMM, Tezvergil A, Kuijs RH, Lassila LVJ, Kreulen CM, Creugers NHJ.** In vitro fracture resistance of fiber reinforced cusp replacing composite restorations. *Dent Mater* 2005; 21: 565-72.
- 42-Freilich MA, Kaemaker AC, Burstone CJ, Goldbergg AJ.** Flexure strength of fiber reinforced composites designed for prosthodontic applications [ abstract 999]. *J Dent Res* 1997; 76: 138.

- 43-Freilich MA, Karmaker AC, Burstone CJ, Goldberg AJ.** Development and clinical applications of a light polymerized fiber reinforced composite. *J Prosthet Dent* 1998; 80: 311-31.
- 44-Freilich MA, Meiers JC, Duncun JP, Goldberg AJ.** Fiber reinforced composites in clinical dentistry; 1<sup>th</sup> ed. Quintessence Pub. Conc, Illinois, 2000.
- 45-Galan D, Lynch E:** The effect of reinforcing fibres in dentures acrylics. *J Irish Dent Assoc.* 1990; 30: 109-113.
- 46-Ganesh M, Tandon S.** Versatility of ribbond in contemporary dental practice trends *Biomater. Artif. Organs*, 2006; 20(1); 53-58.
- 47-Gil, FJ, Espias, A, Sanchez, LA, and Planell, JA.** Comparison of the abrasive wear resistance between amalgams, hybrid composite material and different dental cements. *Int Dent J.* 1999; 49: 337-342.
- 48-Goldberg AJ, Burstone CJ:** The use of continious fiber reinforcement in dentistry. *Dent Mater* 1992; 8: 197-202.
- 49- Goodkind RJ, Keenan KM, Schwabacher WB.** A comparison of chromascan and spectrophotometric color measurement of 100 natural teeth. *J Prosthet Dent* 1985; 53: 105-109.
- 50-Gökay O, Yılmaz B, Akın S, Müjdeci A.** Farklı bitirme tekniklerinin bir hibrid kompozitin renk stabilitesi üzerine etkilerinin değerlendirilmesi. *A. Ü. Dişhek Fak Derg* 1998; 25: 211-220.
- 51-Grave AMH, Chandler HD, Wolfaardt JF.** Denture base acrylic reinforced with high modulus fibre. *Dent Mater* 1985; 1: 185-187.
- 52-Gürel G.** Porselen laminat veneerler bilim ve sanatı. Ertan matbaacılık, Quintessence yayıncılık. 2004; 157-207.
- 53-Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Endo K, Sano H, Oguchi H.** In vivo degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. *J Dent Res* 2000;79: 1385-91.
- 54-Hekimoğlu C, Antl N, Etikan İ.** Effect of accelerated aging on the color stability of cemented laminate veneers. *Int J Prosthodont.* 2000;1 3: 29-33.
- 55-Heydecke G, Zhang F, E.Razzoog M.** In vitro color stability of double layer veneers after accelerated aging. *J Prosthet Dent* 2001; 85: 551-7.
- 56-Ikeda T, Sidhu SK, Omata Y, Fujita M, Sano H.** Colour and translucency of opaque-shades and body-shades of resin composites. *Eur J Oral Sci* 2005; 113: 170-17.
- 57-Inokoshi S, Burrow MF, Kataumi M, Yamada T, Takatsu T.** Opacity and color changes of tooth-colored restorative materials. *Oper Dent.*1996; 21: 73-80.
- 58-Jagger D, Harrison A.** The fractured denture solving the problem. An update for general dental practice. *Primary Dental Care.* 1998;5:159-162.
- 59-Jagger DC, Harrison R. Jandr KD.** The reinforcement of dentures. *J Oral Rehabil.* 1999; 26: 185-194
- 60-Jain P, Cobb D.** Evaluation of a glass fiber reinforced, bonded, inlay supported fixed partial denture. 4 year results. *Compend Contin Educ Dent.* 2002; 23: 779-2.
- 61-Johnston WM, Kao EC.** Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res* 1989; 68: 819-822.
- 62-Joiner A.** Tooth color: a rewiev of the literature. *J Dent* 2004: 32, 3-12.
- 63-Kacir L, Narkis M, Ishai O.** Oriented short glass fiber composites. III. Structure and mechanical properties of molded sheets. *Polym Eng Sci* 1977; 17: 234-241.

- 64-Karmaker AC, Dibenedetto AT, Goldberg AJ.** Extent of conversion and its effect on the mechanical performace of Bis GMA/PEGDMA based resins and their composites with continues glass fibers. *J Mater Sci Mater Med* 1997; 8: 369-374.
- 65-Keyf F, Uzun G.** Geleneksel post core sistemlerine bir alternatif: Polietilen fiber post. *H.Ü. Dişhek Fak Derg.* 2007; 31(2): 43-48.
- 66-Knispel G.** Factors affecting the process of color matching restorative materials to natural teeth. 1<sup>th</sup> ed. *Quintessence Int* 1991; 22: 525-31.
- 67-Kolbeck C, Rosentritt M, Behr M, Lang R, Handel G.** Discoloration of facing and restorative composites by UV irradiation and staining food. *Dent Mater* 2006; 22: 63–68
- 68-Koray F, Yücel T.** Restoratif materyaller ve klinik uygulamaları kompozitin ön dişlerde kullanımı. *Türk Diş Hek Bir Derg* 2002; 71: 16-23
- 69-Külünk T.** Fiberle güçlendirilmiş kompozit ve tam seramiklerde tamir dayancı üzerinde tamir materyallerinin ve ışık kaynaklarının etkilerinin incelenmesi, OM Üniv Sağ Bil Enst, Doktora tezi, 2006; 18-19.
- 70-Lee YK, El Zawahry M, Noaman KM, Powers JM.** Effect of mouthwash and accelareted aging on the color stablity of esthetic restorative materials. *Am J Dent* 2000; 13: 159-161
- 71-Lee YK, Lim BS, Kim CW(a).** Effect of surface conditions on the color of dental resin composites. *J Biomed Mater Res. Apply Biomater* 2002; 63: 657-663
- 72-Lee YK, Yoon TH, Lim Bs, Kim CW, Powers JM(b).** Effect of color measuring mode and light source on the color of shade guides. *J Oral Rehabil* 2002; 29: 1099-1107
- 73-Lee YK and Powers JM.** Influence of background color on the color changes of resin composites after accelerated aging *Am J Dent* 2007; 20: 27-30.
- 74-Manley TR, Bowman AJ, Cook M.** Denture bases reinforced with carbon fibers. *Br Dent J* 1979; 146: 25.
- 75-Marei MK:** Reinforcement of denture base resins with glass fillers. *J Prosthodont* 1999; 8: 18-26.
- 76-McCaslin AJ, Haywood VB, Potter BJ, Dickinson GL, Russell CM.** Assessing dentin color changes from nightguard vital bleaching. *J Am Dent Assoc* 1999;130:1485-1490.
- 77-McLean JW.** The science and art of dental ceramics. Volume 1. The nature of dental ceramics and their clinical use. Chicago. 1<sup>th</sup> ed. Quintessence Publishing Co; P 115-82, 1979.
- 78-McLean JW.** The science and art of dental ceramics. *Oper Dent* 1991; 16: 149-56
- 79-Miller TE** A new material for periodontal splinting and orthodontic retantion. *Compend Cond Educ Dent,* 1993,14: 800-812.
- 80-Moffa JP, Beck WD, Hoke AW.** Allergic response to nickel containing dentak alloys [ abstract 107 ] *J Dent Res* 1977; 56.
- 81-Monaco C.** Clinical and scientific aspect of Inlay Fixed Partial Dentures Phd Thesis Sirona Universty, Siena, Italy, 2005
- 82-Nakamura T, Saito O, Mizuno M, Tanaka Hideaki.** Changes in translucency and color of particulate filler composite resins. *Int J Prosthodont* 2002; 15: 494-499.
- 83-Nielsen LE.** Mechanical properties of polymer and composites 2<sup>nd</sup> ed. New York: Marcel Dekker, Inc. 1974: 431-439

- 84-Nort RV.** Resin Composites. Introduction to Dental Materials, Mosby, 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia, 2002; 2(2): 96-123.
- 85-O' Brein WJ, Groh CL, Boenke KM.** A new, small color difference equation for dental shades. J Dent Res 1990; 69: 1762-1764.
- 86-O' Brein WJ, Boenke KM, Groh CL.** Coverage errors of two shade guides. Int J Prosthodont 1991;4: 45.50
- 87-O'Brien WJ.** Dental materials and their selection, Quintessence Pub Co Inc 1<sup>th</sup> ed. 2002.
- 88-Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S.** Evaluation of visual and instrument shade matching. J Prosthet Dent. 1998; 80: 642-8
- 89-Oysaed H, Ruyter IE.** Water sorption and filler characteristic of composites for use in posterior teeth. J Dent Res 1986; 65: 1315-8.
- 90-Önal B.** Restoratif diş hekimliğinde maddeler ve uygulamaları Ege üniv. Dişhekimliği yayınları. 2004; 101-103.
- 91-Paravina RD, Ontiveros JC, Powers JM.** Accelerated aging effects on color and translucency of bleaching shade composites. J Esthet Restor Dent 2004; 6: 117-127.
- 92-Paravina RD, Powers JM.** Esthetic color training in dentistry. Elsevier Mosby 2004: 165.
- 93-Paul SJ, Peter A, Rodoni L, Pietrobon N.** Conventional visual vs spectrophotometric shade taking for porcelain fused to metal crowns: a clinical comparison. Int J Periodont Rest Dent 2004; 24(3): 222-31.
- 94-Peutzfelt A** Resin composites in dentistry: the monomer systems. Eur J Oral Sci, 1997; 105: 97-116.
- 95-Philipps, R.W.** Scinner's science of dental materials.; 9<sup>th</sup> Ed, Saunders, 1991.
- 96-Powers JM, Dennison JB, Koran A.** Color stability of restorative resins after accelerated aging. J Dent Res 1978; 57: 964-70.
- 97-Powers J.M, Fan P.L, Raptis C.N** Color stability of new composites restorative materials after accelerated aging J Dent Res 1980; 59 (12): 2071-2074.
- 98-Raskin, A, Michotte TB, Vreven J.** Clinical evaluation of posterior composite 10 year report. J Dent, 1999; 27: 13-19
- 99-Reno EA, Sunberg RJ, Block RP, Bush RD.** The influence of lip/gum color on subject perception of tooth color. J Dent Res 2000; 79: 381.
- 100-Robert GC, Powers JM.** Restorative dental materials, 11<sup>th</sup> ed. Mosby, Inc. 2002; 245-246.
- 101-Rosenstiel SF, Porter SS, Johnston WM.** Color measurement of all ceramic crown systems, J Oral Rehabil. 1989; 16, 491-501.
- 102-Rudo DN, Karbhari VM.** Physical behaviours of fiber reinforced composites as applied to tooth stabilization. Dent Clin North Am 1999: 10-35
- 103-Russell MD, Gulfranz M, Moss BW.** In vivo measurement of color changes in natural teeth. J Oral Rehabil 2000; 27: 786-792.
- 104-Ruyter IE, Nilner K, Möller B.** Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. Dent Mater 1987; 3: 246-251.
- 105-Sadeghi M.** Bond strength of glass fiber reinforced composite and base metal frameworks used in resin-bonded fixed partial dentures. Beheshti Univ Dent J 2005; 22: 95-99

- 106-Samadzadeh A, Kugel G, Hurley E, Aboushala A.** Fracture strengths of provisional restorations reinforced with plasma treated woven polyethylene fibers. *J Prosthet Dent* 1997; 78: 447-450.
- 107-Sampath S, Ramachandra GS.** Effects of glass fibers on light transmittance and color of fiber reinforced composites. *Dent Mater* 2008; 24: 211-215
- 108-Saraç D, Saraç YŞ, Külünk Ş, Ural Ç, Külünk T.** Farklı inorganik doldurucu içerikli kompozit rezinlerin renk sabitliği üzerine polisaj yöntemlerinin ve yüzey verniği uygulamanın etkisi GÜ Diş Hek Fak Derg 2006; 23 (3): 169-175.
- 109-Saraç D, Saraç YŞ, Yüzbaşıoğlu E.** Farklı kompozitlerle bir renk skalası arasındaki renk farklılıkları GÜ Diş Hek Fak Derg 2005; 22(2): 77-82.
- 110-Saygılı G, Şahmalı S, Demirel F.** Color stability of porcelain repair materials with accelerated ageing. *J Oral Rehabil* 2006; 33; 387-392.
- 111-Sato RR, Shiraishi A, Ishibashi K.** Using a computer color matching system. A newly developed spectrophotometer designed for clinical application. *Int J Prosthodont* 1994; 7: 50-58.
- 112-Setz J, Engel E.** In vivo color stability of resin veneered telescopic dentures: A double blind pilot study *J Prosthet Dent* 1997; 77: 486-91
- 113-Scheiber CK:** Polymethyl methacrylate reinforced with carbon fibers. *Br Dent J* 1971; 130: 29.30.
- 114-Schulze KA, Marshall SJ, Gansky SA, Marshall GW.** Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. *Dent Mater* 2003; 19: 612-619
- 115- Schwabacter WB, Goodkind RJ.** Three dimensional color coordinates of natural teeth compared with three shade guides. *J Prosthet Dent.* 1990; 64: 425-31.
- 116-Seghi RR, Johnston WT, O'Brein WT.** Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *J Prosthet Dent*, 1986; 56: 35-40
- 117-Seghi RR, Hewlett ER, Kim J.** Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain *J Dent Res.* 1989; 68 (12), 1760-1764
- 118-Seghi RR.** Effects of instrume measuring geometry on colorimetric assesments of dental porcelains. *J Dent Res* 1990; 69: 1180-1183.
- 119-Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett SE.** Fundamentals of fixed prosthodontics, 3<sup>th</sup> ed. Quintessence Publishing Co, Inc, Chicago, Illinois, 1997.
- 120-Smith DC.** Recent developments and prospects in dental polymer. *J Proshet Dent* 1962; 12: 1066.
- 121-Tezvergil A.** Farklı yönlerde ve yapıdaki cam fiber ile güçlendirilen kompozit materyallerinin mine ve dentin bağlantılarının değerlendirilmesi GÜ Sağ Bil Enst Doktora tezi 2004: 62.
- 122-Tezvergil A, Lassila L.VJ, Valittu PK.** Degree of conversion of dual-cure luting resins light-polymerized through various materials *A Odont Scand*, 2007; 65: 201-205.
- 123-Swift EJ Jr, Hamel SA, Lund PS.** Colorimetric evaluation of Vita shade resin composites. *Int J Prosthodont* 1994; 7: 356-361.
- 124-Türkün LS, Türkün M.** The effect of one step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Oper Dent* 2004; 29: 203-211.
- 125-Ubassy G.** Shape and Color, The key to successful ceramic restorations. 1995: 17-30.

- 126-Uctasli S, Tezvergil A, Lassila LVJ, Valittu PK.** The degree of conversion of fiber-reinforced composites polymerized using different light curing sources. *Dent Mater* 2005; 21: 469-475.
- 127-Ünlü N.** Diş hekimliğinde fiberle güçlendirilmiş kompozitler ve kullanım alanları *Vestiyer yayınları Diş Hek Derg.* 2007; 77(5): 38-44.
- 128-Vallittu PK.** A review of fiber reinforced denture base resins. *J Prosthodontics* 1996; 5: 270-76.
- 129-Valittu PK (a).** The effect of glass fibers reinforcement on the fracture resistance of a provisional fixed partial denture. *J Prosthet Dent* 1998; 79: 125-130
- 130-Valittu PK (b)** The first international symposium on fiber-reinforced plastics in dentistry. A special symposium on the annual meeting of EPA 26-27 August 1998, Turku, Finland.
- 131-Valittu PK.** Flexural properties of acrylic resin polymers reinforcement with unidirectional and woven glass fibers. *J Prosthet Dent* 1999; 81: 318-26.
- 132-Valittu PK, Sevelins C.** Resin bonded, fiber reinforced composite fixed partial dentures: A clinical study. *J Prosthet Dent* 2000; 84: 413-418.
- 133-Vallittu PK.** Survival rates of resin bonded, glass fiber reinforced composite fixed partial dentures with a mean follow up of 42 months: a pilot study. *J Prosthet Dent.* 2004; 91: 241-6.
- 134-Vichi A, Ferrari M, Davidson CL.** Color and opacity variations in three different resin based composite products after water aging. *Dent Mater* 2004; 20: 530-534.
- 135-Yavuzylmaz H, Ulusoy M, Kedici S, Kansu G** Protetik Diş Tedavisi terimleri sözlüğü Türk Prostodonti ve İmplantoloji Derneği Ankara şubesi derneği yayınları, Ankara 2003.
- 136-Yazdanie N, Mahood M:** Carbon fiber acrylic resin composite: An investigation trasverse strength *J Prosthet Dent* 1985;54:543-47.
- 137-Waltimo T, Tanner J, Vallittu PK, Haapasalo M.** Adherence of candida albicans to the surface of polymethylmethacrylate. E glass fiber composite used in dentures. *Int J Prosthodont* 1999; 12: 83-86.
- 138-Wee AG, Monaghan P, Johnston WM.** Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain. *J Prosthet Dent* 2002; 87: 657-66.
- 139-Wilson NH, Burke FJ, Mjor IA.** Reasons for placement and replacement of restorations of direct restorative materials by a selected group of practitioners in the United Kingdom. *Quintessence Int* 1997; 28(4): 245-8.
- 140-Wozniak WT, Moser JB.** How to improve shade matching in the dental operator. Council on Dental Materials, Instruments and Equipment. *J Am Dent Assoc* 1981; 102: 209-210.
- 141-Zaimoğlu A, Can G.** Diş hekimliğinde maddeler bilgisi. 2<sup>nd</sup> ed. Ankara Üniversitesi basım evi, 2004.

## **9. ÖZGEÇMİŞ**

01/01/1980'de Karamanda doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Karamanda tamamladıktan sonra Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesine girdi. 2004 yılında Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesini bitirerek Dişhekimliği ünvanını aldı. 2004 yılında Selçuk Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi anabilim dalına doktora öğrencisi olarak girdi. Halen bu bölümde doktora eğitimine devam etmektedir. Yabancı dili İngilizcedir.

## 10. TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince ve tezimin hazırlanmasında benden destek ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen çok değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Filiz AYKENT'e, istatistik konusunda yardımlarından dolayı sayın Yard.Doç.Dr. İsmail KESKİN, Doç.Dr. Nilgün ÖZTÜRK ve Doç.Dr. Bora ÖZTÜRK'e, doktora eğitimim süresince bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan ve yardımlarını hiç esirgemeyen anabilim dalımız değerli öğretim üyelerine ve Endodonti kürsüsü bölüm başkanı sayın Prof.Dr. Sema BELLİ'ye, her zaman yanımda olan ve varlıklarıyla bana güç veren anneme, babama teşekkürlerimi sunarım.