

T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**KOMPOZİT REZİN RESTORASYONLARDA  
POLİMERİZASYON SÜRESİNİN, AĞARTMA İŞLEMİNİN VE  
AĞARTMA İŞLEMİ SONRASI YAPILAN POLİSAJİN  
RENKLENMEYE OLAN ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

HAKAN YAŞİN GÖNDER

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Zeynep DERELİ

KONYA,2018

**İÇ KAPAK SAYFASI**

T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

**KOMPOZİT REZİN RESTORASYONLARDA POLİMERİZASYON  
SÜRESİNİN, AĞARTMA İŞLEMİNİN VE AĞARTMA İŞLEMİ  
SONRASI YAPILAN POLİSAJIN RENKLENMEYE OLAN ETKİSİNİN  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

HAKAN YASİN GÖNDER

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Zeynep DERELİ

Bu araştırma Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından **181924003** proje numarası ile desteklenmiştir.

KONYA, 2018

## **TEZ BEYAN SAYFASI**

Bu tezin tamamının kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları kaynaklar listesine aldığımı, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarımı ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Tarih :10.10.2018

Adı Soyadı : Hakan Yasin Gönder

İmzası :



## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, bilgi birikimi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, anlayışı ve samimiyetiyle her zaman yanımda olan değerli hocam Selçuk Üniversitesi Dekanı **Prof. Dr. Nimet ÜNLÜ**'ye,

Tez süresince bilgilerini, desteğini, yardımlarını ve olumlu tavrını benden esirgemeyen ve yol gösteren değerli hocam ve tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Zeynep DERELİ' ye,

Uzmanlık eğitimimi ve tez sürem boyunca destek ve yardımlarını her zaman gösteren ve her zaman anlayışla yaklaşan değerli hocalarım **Dr. Öğr. Üyesi Said KARABEKİROĞLU**' na ve **Dr. Öğr. Üyesi Makbule Tuğba TUNÇDEMİR**' e

Tanımaktan ve birlikte çalışmaktan çok mutlu olduğum, uzmanlık hayatımda hiçbir zaman yardımlarını ve fikirlerini hiçbir zaman esirgemeyen çok sevgili arkadaşlarım **Dr. Öğr. Üyesi Fatma SAĞ GÜNGÖR** ve **Uzm. Dt. Merve GÜRSES**' e

Uzmanlık hayatım boyunca yardımlarını her zaman hissettiğim, güler yüzü ve şen halleriyle kliniğimize neşe katan, okul ve özel hayatında her zaman iyi niyetli olduğundan emin olduğum çok sevgili arkadaşım araştırma görevlisi **Dt. Işın ÇAYIR**'a,

Özellikle tez yazım süresince destek ve yardımlarını eksik etmeyen araştıma görevlisi arkadaşlarım **Dt. Meltem BATTAL**, **Dt. Nurcihan YEŞİLIRMAK** ve **Dt. Muhammet FİDAN**' a,

Uzmanlık hayatımda dahil olmak üzere tüm hayatım boyunca her zaman her türlü desteği veren, ihtiyacım olduğu her zaman nerde olurlarda olsunlar maddi manevi hiçbir yardımı benden esirgemeyen, bir parçası olmaktan dolayı her zaman gurur duyduğum, kendisinden daha çok şey öğreneceğim başta canım babam **Veysel GÖNDER**'e, uzakta bile olsa sevgisini her zaman hissettiğim canım annem **Şükran GÖNDER**' e, ve hayatım boyunca her zaman en büyük destekçilerimden biri olan canım ablam **Nesrin YÜKSEL**' e,

Her zaman yanımda olan, hayatıma girdiği andan itibaren neşe katan, uzmanlığı kazanma sürecim ve uzmanlık sürecim boyunca bana olan desteğini ve sabrını hiç bıkmadan sürdüren, tez çalışmam boyunca bana rehberlik eden, beni anlayışla karşılayıp hayatımı kolaylaştıran ve yardımlarını eksik etmeyen hayat arkadaşım, sevgili eşim **Melike GÖNDER**'e,

Hayatımıza katıldığı andan itibaren hayatımızı güzelleştiren, özellikle tez yazma sürecinde oyunlarımız yarım kalmasına rağmen sabırla tezimin bitmesini bekleyen canım oğlum **Hakan Alp GÖNDER**' e,

*Sonsuz teşekkürlerimi sunarım...*

## ÖZET

T.C.

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

### KOMPOZİT REZİN RESTORASYONLARDA POLİMERİZASYON SÜRESİNİN, AĞARTMA İŞLEMİNİN VE AĞARTMA İŞLEMİ SONRASI YAPILAN POLİSAJIN RENKLENMEYE OLAN ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Hakan Yasin GÖNDER

Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı  
UZMANLIK TEZİ / KONYA-2018

Kompozit rezin restorasyonların en sık yenilenme nedenlerinden biri özellikle anterior bölgede estetiği bozan ve zamanla meydana gelen kompozit renklenmeleridir. Çalışmamızın amacı kompozit rezin restorasyonlarda polimerizasyon süresinin, renklenme sonrası yapılan ağartmanın ve ağartma sonrası yapılan polisajın renklenmeye olan etkisini araştırmaktır.

Çalışmamızda 13 mm çapında ve 1.5 mm kalınlıkta dairesel boşluklara sahip politetrafloroetilen kalıp kullanılmış ve toplamda 80 adet kompozit rezin disk örnek hazırlanmıştır. Kompozit materyali olarak A1 renginde Filtek™ Z550 Nano Hibrit Ünlversal kullanılmıştır. Hazırlanan örnekler 20 sn süre ile polimerize edilen ve sadece renklendirme yapılan grup(kontrol grubu), 40 sn polimerize edilen ve sadece renklendirme yapılan grup, 20 sn süre ile polimerize edilen ve renklendirme sonrası sadece ağartma yapılan grup, 20 sn süre ile polimerize edilen ve renklenme sonrası ağartma+ polisaj yapılan grup olmak üzere 4 gruba ayrıldı (n=20). Örnekler gruplara ayrıldıktan sonra sonra distile suda 37°C sıcaklıkta 24 saat bekletildikten sonra başlangıç renk ölçümleri Lovibond marka spektrofotometre ile yapılmıştır. Ölçümler yapıldıktan sonra örnekler renklendirme solüsyonlarının (distile su, çay, neskafe, kola ve kırmızı şarap) içinde bekletilmiştir. Solüsyonlara daldırılan 4 gruptaki tüm numunelerin renk ölçümleri 1 gün,2 gün,7 gün,21 gün,30 gün süre ile bekletilerek tüm numunelerin her iki yüzeyi de ölçüm cihazı ile 3 kez ölçülmüş ve ölçümlerin ortalaması alınmıştır. Her ölçümden önce örnekler 10 sn boyunca akan su altında yıkanmış ve kağıt havlu ile kurulanmıştır.

30 günlük renklendirme sonrasında grup 3 ve grup 4 te bulunan numunelere Opalescence® Boost Ofis Tipi Beyazlatma( %40 hidrojen peroksit) beyazlatma ajanı ile beyazlatma işlemi 30 dakika süre ile uygulanmış ve renk değişimleri tekrar ölçülmüştür. Ayrıca grup 4 te bulunan numuneler beyazlatma işleminden sonra polisaj diskleri ile polisajlanmış ve polisaj sonrası renk ölçümleri yapılmıştır. Bu işlemler tamamlandıktan sonra grup 3 ve 4'te bulunan örnekler ağartma işleminden sonra yapılan polisajın renklenmeye olan etkisini görebilmek için tekrar renklendirici solüsyonların içine atılmış ve grup 3 için ağartma sonrası, grup 4 için ise ağartma sonrası yapılan polisaj sonrası 1 gün, 2 gün, 7 gün, 21 gün ve 30 gün sonra tekrar renk ölçümleri yapılmıştır.

Grup 1 ve 2 de polimerizasyon süresinin renklenmeye olan etkisini incelemek için 1 gün, 2 gün, 7 gün, 21 gün, 30 gün ve 60 gün süre ile renklendirici solüsyonlarda bekletildikten sonra ölçümleri yapılmıştır.

30 günlük renklenme sonrasında tüm solüsyonlarda renk değişikliği meydana gelmiş ama tüm günlere ve solüsyonlara göre en fazla renk değişimi kırmızı şarapta grlmştir. Yapılan beyazlatma işleminde renk azalması istatistik olarak yine en fazla kırmızı şarapta azalmış diğer solüsyonlarda anlamlı bir sonuç çıkmamıştır. Polimerizasyon süresini arttırmanın renklenme üzerinde azalmaya neden olduğu görülse de istatistiki olarak anlamlı sonuç sadece neskafe solüsyonunun 7. gününde grlmştir. Ağartma ve ağartma+polisaj yapılan gruplar tekrar renklendirilip karşılaştırıldığında ağartma +polisaj yapılan grubun tüm solüsyonlarda ve ölçümlerde sadece ağartma yapılan gruptan daha düşük değerde bulunmuştur.

Sonuç olarak renklendirilen örnekler arasında en fazla renk değişimi kırmızı şarapta grlmştir. Polimerizasyon süresini arttırmanın renklenme üzerinde çok fazla etkisi olmadığı grlmştir. Ağartma işlemi uygulanan renklenmiş kompozit rezin örneklerde en fazla renk değişimi yine kırmızı şarapta görülürken diğer solüsyonlarda renk azalması anlamlı bulunmamıştır. Ağartma işlemi sonrası polisaj yapılması ağartma uygulanan kompozit restorasyonlarda zamanla oluşan renklenmeyi azalttığı grlmştir.

Anahtar Kelimeler: Beyazlatma; kompozit ; polisaj; renklenme.



## **ABSTRACT**

**T. C.**

**NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY**

**FACULTY OF DENTISTRY**

**EVALUATION OF THE EFFECT OF POLYMERIZATION TIME, ON  
BLEACHING PROCESS AND THE EFFECT OF POLISHING OF AFTER  
BLEACHING ON COLORATION IN COMPOSITE RESIN  
RESTORATIONS**

**Hakan Yasin Gönder**

**Department of Restorative Dentistry**

**SPECIALIZATION THESIS / KONYA-2018**

One of the most common reasons for the restoration of composite resin restorations is the composite coloration, which in time breaks the aesthetic in the anterior region and occurs over time. The aim of our study was to investigate the effect of polymerization time on the coloration of the composite resin restorations, bleaching after coloration and polishing after bleaching.

In our study, a polytetrafluoroethylene mold having circular diameters of 13 mm diameter and 1.5 mm thickness was used and a total of 80 composite resin disc samples were prepared. Filtek™ Z550 Nano Hybrid Universal was used as the composite material. Prepared samples were polymerized for 20 seconds and only colored (control group), polymerized for 40 seconds and only colored, polymerized for 20 seconds and only bleached after coloration. post-bleaching + polishing group (n = 20).

After the samples were divided into groups, they were kept in distilled water at 37 °C for 24 hours and then the initial color measurements were done with Lovibond brand spectrophotometer. The color measurements of all samples were kept for 1 day, 2 days, 7 days, 21 days, 30 days, and both surfaces of all samples were measured 3 times with the measuring device and the measurements were averaged. Prior to each measurement, the samples were washed under running water for 10 sec and dried with paper towel.

After 30 days of staining, Opalescence® Boost Office Type Whitening (40% hydrogen peroxide) bleaching agent was applied to the samples in group 3 and group 4 and the bleaching process was applied for 30 minutes and color changes were measured again. After these processes were completed, the samples in groups 3 and 4 were thrown back into colorant solutions to see the effect of polishing on the coloration after bleaching and after bleaching for group 3, and after bleaching for

group 4. After polishing, 1 day, 2 days, 7 days, 21 days and 30 days later, color measurements were done again.

In order to examine the effect of polymerization time on coloration in Group 1 and 2, measurements were made after 1 day, 2 days, 7 days, 21 days, 30 days and 60 days.

After 30 days of coloration, color change occurred in all solutions but the most color change was observed in red wine according to all days and solutions. Reduction of color in the bleaching process was not statistically significant. Reduced coloration in red wine was not a significant result. however, the statistically significant result was seen only on the 7th day of the instant coffee solution. Bleaching and bleaching + polishing groups were found to be lower in bleach + polishing group and in all solutions and measurements than bleaching groups.

As a result, the most color changes were seen in red wine. Increasing the polymerization time did not have much effect on the coloration. The most color change in the stained composite resin samples was observed in red wine and the color decrease in other solutions was not significant. After bleaching, polishing was observed to reduce the coloration in the composite restorations.

Key Words: Bleaching; coloration; composite; polishing.





## İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK SAYFASI .....	II
TEZ BEYAN SAYFASI .....	III
TEŞEKKÜR .....	IV
ÖZET .....	V
ABSTRACT .....	VII
İÇİNDEKİLER .....	IX
TABLolar .....	XI
GRAFİKLER .....	XII
ŞEKİLLER .....	XV
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	XVII
1.GİRİŞ .....	1
2.GENEL BİLGİLER .....	3
2.1.Kompozit Reziner .....	3
2.1.1.Kompozit Rezinerin Kimyasal Yapısı .....	4
2.1.2.Kompozit Rezinerin Sınıflandırılması .....	10
2.2.Renk Stabilitesi .....	21
2.2.1.Dışsal renklenme .....	22
2.2.2.İçsel renklenme .....	23
2.3.Dişhekimliğinde Renk .....	24
2.3.1. Munsell'e Göre Renk Boyutları: .....	26
2.3.2.CIELab Renk Sistemi: .....	28
2.4. Işık ve Renk Terimleri: .....	32
2.5.Renk Ölçüm Yöntemleri: .....	34
2.5.1.Görsel Ölçüm .....	34
2.5.2. Cihaz Kullanılarak Yapılan Ölçüm .....	35
2.6.Beyazlatma .....	36
2.6.1.Tarihçe .....	36
2.6.2.Beyazlatmanın Mekanizması .....	38
2.6.3.Beyazlatma İşleminde Kullanılan Ürünlerin İçerikleri .....	39
2.6.4.Beyazlatma Yöntemleri .....	42
2.6.5.Beyazlatma Tipleri .....	43
2.6.6. Beyazlatmayı Etkileyen Faktörler .....	48
2.6.7. Beyazlatma İşleminin Yan Etkileri .....	49
3.GEREÇ VE YÖNTEM .....	50
3.1.Çalışmada Kullanılan Materyaller .....	51

3.2.Örneklerin Hazırlanması.....	55
3.3.Renk Değerlendirmesi .....	65
3.4.İstatistiksel Analiz.....	67
4.BULGULAR .....	67
5. TARTIŞMA .....	108
6.SONUÇ VE ÖNERİLER .....	123
7.KAYNAKLAR .....	125
8.ÖZGEÇMİŞ .....	132
9.EKLER .....	134
9.1. EK A: Etik Kurul Onayı .....	134
TEZ ONAYI.....	136



## TABLolar

<b>Tablo 1:</b> Örneklerin 30 günlük renklenmelerini gösteren istatistiksel tablo.....	68
<b>Tablo 2:</b> Örneklerin günlere göre renklenmelerinin fark tablosu .....	69
<b>Tablo 3:</b> 20 sn ve 40 sn süreyle polimerize olan örneklerin renklenme tablosu.....	73
<b>Tablo 4:</b> Solüsyonlar ihmal edilerek 20 sn ve 40 sn süreyle polimerize edilen örneklerin renklenme karşılaştırılması .....	73
<b>Tablo 5:</b> 20 sn ve 40 sn süreyle polimerize olmuş örneklerin solüsyonlara ve günlere göre farklılık tablosu.....	74
<b>Tablo 6:</b> 30 gün boyunca renklendirilen ve sonra beyazlatma uygulanan örneklerin günlere ve solüsyonlara göre renklenme değerleri .....	82
<b>Tablo 7:</b> Örneklerin renklenme ortalamalarının beyazlatma sonrası değerle günlere ve solüsyonlara göre farklılık tablosu.....	82
<b>Tablo 8:</b> 30 gün renklendirme yapıldıktan sonra sadece beyazlatma yapıp tekrar 30 gün boyunca renklendirmeye tabi tutulan örneklerin günlere göre renklenme değerleri .....	87
<b>Tablo 9:</b> Sadece beyazlatma yapılan grubun ilk 30 gün ve beyazlatma sonrası 30 gün renk farklılıkları tablosu .....	88
<b>Tablo 10:</b> 30 gün renklendirme yapıldıktan sonra beyazlatma ve sonrasında polisaj uygulayıp tekrar 30 gün boyunca renklendirmeye tabi tutulan örneklerin günlere göre renklenme değerleri .....	93
<b>Tablo 11:</b> Beyazlatma ve sonrasında polisaj yapılan grubun ilk 30 gün ve beyazlatma sonrası 30 gün renk farklılıkları tablosu .....	94
<b>Tablo 12:</b> Sadece beyazlatma yapılan grubun ve beyazlatma yapıldıktan sonra polisaj yapılan grubun renk değerleri .....	98
<b>Tablo 13:</b> Sadece beyazlatma yapılan grupla beyazlatma sonrası polisaj yapılan grubun fark tablosu .....	99
<b>Tablo 14:</b> Solüsyonlar ihmal edildiğinde sadece beyazlatma yapılan örneklerle beyazlatma ve sonrasında polisaj yapılan örneklerin fark tablosu .....	103
<b>Tablo 15:</b> Ağartma veya ağartma + polisaj öncesi ve sonrasında ki günler incelendiğinde elde edilen sonuçların fark tablosu.....	108

## GRAFİKLER

<b>Grafik 1:</b> 30 günlük renklenme sonucunu solüsyonlara göre gösteren grafik.....	68
<b>Grafik 2:</b> 30 günlük renklenme sonucunu günlere göre gösteren grafik.....	68
<b>Grafik 3:</b> Örneklerin günlere göre renklenmelerinin farkını gösteren grafik.....	70
<b>Grafik 4:</b> Örneklerin günlere göre renklenmelerinin farkını solüsyonlara göre gösteren grafik .....	70
<b>Grafik 5:</b> 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen örneklerin su içinde bekletilmeleri meydana gelen renklenmelerini gösteren grafik.....	75
<b>Grafik 6:</b> 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen örneklerin çay içinde bekletilmeleri sonucu meydana gelen renklenmelerini gösteren grafik .....	75
<b>Grafik 7:</b> 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen örneklerin neskafe içinde bekletilmeleri sonucu meydana gelen renklenmelerini gösteren grafik .....	76
<b>Grafik 8:</b> 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen örneklerin kola içinde bekletilmeleri sonucu meydana gelen renklenmelerini gösteren grafik .....	76
<b>Grafik 9:</b> 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen örneklerin şarap içinde bekletilmeleri sonucu meydana gelen renklenmelerini gösteren grafik .....	77
<b>Grafik 10:</b> 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen örneklerin solüsyonlar ihmal edildiğinde günlere göre renklenmelerini gösteren grafik-1 .....	77
<b>Grafik 11:</b> 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen örneklerin solüsyonlar ihmal edildiğinde günlere göre renklenmelerini gösteren grafik-2 .....	78
<b>Grafik 12:</b> 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen tüm örneklerin renklenmelerini gösteren grafik .....	78
<b>Grafik 13:</b> 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen ve su içinde bekletilen örneklerin günlere göre renklenme farkını gösteren grafik.....	79
<b>Grafik 14:</b> 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen ve çay içinde bekletilen örneklerin günlere göre renklenme farkını gösteren grafik.....	79
<b>Grafik 15:</b> 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen ve neskafe içinde bekletilen örneklerin günlere göre renklenme farkını gösteren grafik .....	80
<b>Grafik 16:</b> 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen ve kola içinde bekletilen örneklerin günlere göre renklenme farkını gösteren grafik .....	80
<b>Grafik 17:</b> 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen ve şarap içinde bekletilen örneklerin günlere göre renklenme farkını gösteren grafik .....	81

<b>Grafik 18:</b> 30 gün boyunca su ve kola solüsyonlarında renklendirilen ve ağartma uygulanan örneklerin renklenme ve ağartma farkını gösteren grafik.....	83
<b>Grafik 19:</b> 30 gün boyunca çay ve neskafe solüsyonlarında renklendirilen ve ağartma uygulanan örneklerin renklenme ve ağartma farkını gösteren grafik.....	83
<b>Grafik 20:</b> 30 gün boyunca şarap solüsyonunda renklendirilen ve ağartma uygulanan örneklerin renklenme ve ağartma farkını gösteren grafik.....	84
<b>Grafik 21:</b> 30 gün boyunca farklı solüsyonlarda renklendirilen ve ağartma uygulanan tüm örneklerin renklenme ve ağartma farkını gösteren grafik-1 .....	84
<b>Grafik 22:</b> 30 gün boyunca farklı solüsyonlarda renklendirilen ve ağartma uygulanan tüm örneklerin renklenme ve ağartma farkını gösteren grafik-2 .....	85
<b>Grafik 23:</b> Sadece beyazlatma işlemi uygulanan grubun beyazlatmadan önce ve sonraki renk farkı değerlerini gösteren grafik .....	89
<b>Grafik 24:</b> Sadece ağartma işlemi uygulanan grubun renklenme 1. gün ve ağartma işlemi sonrası 1. gün renk farkı değerlerini gösteren grafik .....	90
<b>Grafik 25:</b> Sadece ağartma işlemi uygulanan grubun renklenme 2. gün ve ağartma işlemi sonrası 2. gün renk farkı değerlerini gösteren grafik .....	90
<b>Grafik 26:</b> Sadece ağartma işlemi uygulanan grubun renklenme 7. gün ve ağartma işlemi sonrası 7. gün renk farkı değerlerini gösteren grafik .....	91
<b>Grafik 27:</b> Sadece ağartma işlemi uygulanan grubun renklenme 21. gün ve ağartma işlemi sonrası 21. gün renk farkı değerlerini gösteren grafik .....	91
<b>Grafik 28:</b> Sadece ağartma işlemi uygulanan grubun renklenme 30. gün ve ağartma işlemi sonrası 30. gün renk farkı değerlerini gösteren grafik .....	92
<b>Grafik 29:</b> Ağartma + polisaj işlemi uygulanan grubun renklenme 1. gün ve ağartma işlemi+polisaj sonrası 1. gün renk farkı değerlerini gösteren grafik .....	95
<b>Grafik 30:</b> Ağartma + polisaj işlemi uygulanan grubun renklenme 2. gün ve ağartma işlemi+polisaj sonrası 2. gün renk farkı değerlerini gösteren grafik .....	95
<b>Grafik 31:</b> Ağartma + polisaj işlemi uygulanan grubun renklenme 7. gün ve ağartma işlemi+polisaj sonrası 7. gün renk farkı değerlerini gösteren grafik .....	96
<b>Grafik 32:</b> Ağartma + polisaj işlemi uygulanan grubun renklenme 21. gün ve ağartma işlemi+polisaj sonrası 21. gün renk farkı değerlerini gösteren grafik .....	96
<b>Grafik 33:</b> Ağartma + polisaj işlemi uygulanan grubun renklenme 30. gün ve ağartma işlemi+polisaj sonrası 30. gün renk farkı değerlerini gösteren grafik .....	97

<b>Grafik 34:</b> Sadece ağartma işlemi uygulanan grupla ağarma + polisaj uygulanan grubun işlemler sonrasında su içinde bekletilmeleri sonucu oluşan renk farklılığını gösteren grafik .....	100
<b>Grafik 35:</b> Sadece ağartma işlemi uygulanan grupla ağarma + polisaj uygulanan grubun işlemler sonrasında çay solüsyonu içinde bekletilmeleri sonucu oluşan renk farklılığını gösteren grafik .....	100
<b>Grafik 36:</b> Sadece ağartma işlemi uygulanan grupla ağarma + polisaj uygulanan grubun işlemler sonrasında neskafe solüsyonu içinde bekletilmeleri sonucu oluşan renk farklılığını gösteren grafik .....	101
<b>Grafik 37:</b> Sadece ağartma işlemi uygulanan grupla ağarma + polisaj uygulanan grubun işlemler sonrasında kola solüsyonu içinde bekletilmeleri sonucu oluşan renk farklılığını gösteren grafik .....	101
<b>Grafik 38:</b> Sadece ağartma işlemi uygulanan grupla ağarma + polisaj uygulanan grubun işlemler sonrasında şarap solüsyonu içinde bekletilmeleri sonucu oluşan renk farklılığını gösteren grafik .....	102
<b>Grafik 39:</b> Solüsyonlar ihmal edildiğinde sadece beyazlatma yapılan örneklerle beyazlatma ve sonrasında polisaj yapılan örneklerin ilk 30 gün renklenmelerini günlere göre gösteren grafik .....	103
<b>Grafik 40:</b> Solüsyonlar ihmal edilip sadece ağartma yapılan ve ağartma +polisaj yapılan grupların ağartma ve polisaj işlemleri sonrasındaki 30 günlük renklenmeleri farkını günlere göre gösteren grafik-1 .....	104
<b>Grafik 41:</b> Solüsyonlar ihmal edilip sadece ağartma yapılan ve ağartma +polisaj yapılan grupların ağartma ve polisaj işlemleri sonrasındaki 30 günlük renklenmeleri farkını günlere göre gösteren grafik-2 .....	104

## ŞEKİLLER

Şekil 1: Munsell Hue Dairesi (Kuehni 2002).....	26
Şekil 2: Munsell Renk Sistemi (Kuehni 2002).....	26
Şekil 3 : 0-10 arasında derecelendirilmiş value skalası (Klaff 2010) .....	27
Şekil 4 : Solda doygunluğu az olandan sağda doygunluğu fazla olana doğru sıralanmış kromatik skala (Klaff 2010).....	28
Şekil 5 : L*a*b kromatisite diagramı (Minolta 2007) .....	29
Şekil 6 : $\Delta E$ değeri hesaplama formülü .....	30
Şekil 7: CIE renk toleransı .....	30
Şekil 8: CIELAB Renk Sistemi.....	31
Şekil 9 : L*c*h renk aralığı (Boscarol 2007) .....	32
Şekil 10: Çalışmada kullanılan materyaller ve üretici firmaları çizelgesi .....	51
Şekil 11: Kullanılan Cihazlar Çizelgesi .....	52
Şekil 12: Filtek™ Z550 Nano Hibrit Üiversal (A1 renk) Kompozit Rezin .....	52
Şekil 13: Kerr Optidisc Polisaj Disk Seti .....	53
Şekil 14: Opalescence® Boost Ofis Tipi Beyazlatma Ajanı(%40 HP).....	53
Şekil 15: 3M Espe Elipar S10 Işık Tabancası .....	54
Şekil 16: Lipton Yellow Label Siyah Çay, Nescafe 3'ü bir arada .....	54
Şekil 17: Kola(Coca-Cola), Kavaklıdere Dikmen Kırmızı Şarap .....	54
Şekil 18: Lovibond RT Series Spektrofotometre .....	55
Şekil 19: Örneklerin hazırlanmasında kullanılan politetrafloroetilen kalıp, siman camı, şeffaf bantlar, ağız spatülü ve A1 renginde Filtek™ Z550 Nano Hibrit Üiversal kompozit .....	56
Şekil 20: 20 sn süre ile polimerize edilen ve sadece renklendirme yapılan grup (kontrol grubu) (başlangıç hali) .....	57
Şekil 21: 40 sn süre ile polimerize edilen ve sadece renklendirme yapılan grup (başlangıç hali).....	57
Şekil 22: 20 sn süre ile polimerize edilen ve renklendirme sonrası sadece ağartma yapılan grup (başlangıç hali) .....	58
Şekil 23: 20 sn süre ile polimerize edilen ve renklendirme sonrası ağartma + polisaj yapılan grup (başlangıç hali) .....	58
Şekil 24: Renklendirme solüsyonlarında bekletilen örnekler .....	60

<b>Şekil 25:</b> 30 gün boyunca distile su, çay, neskafe, kola ve kırmızı şarapta bekletilen 60 adet örnek.....	60
<b>Şekil 26:</b> 20 sn süre ile polimerize edilen ve 60 gün boyunca distile su, çay, nescafe, kola ve kırmızı şarapta bekletilen 20 adet örnek .....	61
<b>Şekil 27:</b> 40 sn süre ile polimerize edilen ve 60 gün boyunca distile su, çay, nescafe, kola ve kırmızı şarapta bekletilen 20 adet örnek .....	61
<b>Şekil 28:</b> 20 sn süre ile polimerize edilen ve 30 gün boyunca distile su, çay, neskafe, kola ve kırmızı şarapta bekletilen 40 adet örneğin beyazlatma işlemi öncesi görüntüsü .....	62
<b>Şekil 29:</b> 20 sn süre ile polimerize edilen ve 30 gün boyunca distile su, çay, neskafe, kola ve kırmızı şarapta bekletilen 40 adet örneğin beyazlatma işlemi sonrası görüntüsü .....	62
<b>Şekil 30:</b> Ağartma işlemi sonrası 30 gün boyunca distile su, çay, neskafe, kola ve kırmızı şarapta bekletilen 20 adet örneğin görüntüsü.....	63
<b>Şekil 31:</b> Ağartma +polisaj işlemi uygulandıktan sonra 30 gün boyunca distile su, çay, neskafe, kola ve kırmızı şarapta bekletilen 20 adet örneğin görüntüsü.....	63
<b>Şekil 32:</b> Şematik Çalışma Planı .....	64
<b>Şekil 33 :</b> CIEDE2000 renk değerlendirme formülü.....	65
<b>Şekil 34:</b> Lovibond RT Series Spektrofotometre ile renk ölçümü yapıışı gösterimi	66



## SİMGELER VE KISALTMALAR

- L\*: Rengin siyah-beyaz eksenindeki yeri  
A\*: Rengin yeşil-kırmızı eksenindeki yeri  
B\*: Rengin sarı-mavi eksenindeki yeri  
Bis-EMA : Bisfenol-A-polietilen glikol dieter metakrilat  
Bis-GMA : Bisfenol-A-glisidil metakrilat  
QTH: Quartz tungsten halogen  
LED: Light emitting diode  
UV: Ultraviole  
λ : Dalgaboyu  
VIS: Görünür ışıklar  
IR: Kızılötesi  
Nd: YAG : Neodymium: yttrium aluminum garnet  
Cr:YSGG: Erbium chromium: yttrium scandium, gallium, garnet, pulsed  
Er:YAG : Erbium: yttrium aluminium garnet  
CO2: Karbondioksit  
mm : Milimetre  
µm : Mikron, mikrometre  
Nm: Nanometre  
Sn: Saniye  
Ort: Ortalama  
n: Örnek sayısı  
dk: Dakika  
mW/cm<sup>2</sup>: Miliwatt/santimetre kare  
IRM: Intermediate restorative material  
CIE: Commission Internationale de l'Éclairage, ve  
UV: Ultraviole ışık  
K: Kelvin  
°C: Santigrat  
°F: Fahreneit  
Rpm: Dakikadaki dönme sayısı  
SP: Sodyum perborat  
HP: Hidrojen peroksit  
EGDMA: Etilen glikol dimetakrilat  
TEGDMA : Trietilen Glikol Dimetakrilat  
UDMA : Üretan Dimetakrilat  
MMA :metil metakrilat  
ΔE: Renkteki toplam değişiklik  
SS: Standart Sapma

## 1.GİRİŞ

Günümüzde pek çok bilimsel ve sanatsal ilke, güzel bir gülümseme yaratmada fayda sağlamaktadır. Bu bağlamda yüz, dudak, diş eti dokuları ve dişlerin değerlendirilmesi önem taşımaktadır (N.C. Davis 2007).Bu faktörler arasında diş rengi güzel bir gülüş için önemli bir yer tutmaktadır (Morley and Eubank 2001). Hastaların estetiğe yönelik artan talepleri ve bunun sonucu olarak doğal diş benzeri optik özelliklere sahip materyaller üretmek için teknolojik gelişmeler gerçekleşmektedir (Nahsan ve ark. 2012). Bu bağlamda üretilen kompozit rezinler; yeterli dayanıklılık, diş dokularına bağlanabilmeleri ve göreceli olarak uygun maliyetleri yanında estetik özellikleri ile de ön plana çıkmaktadır (Lu ve ark. 2005).

Doğal görümlü diş restorasyonlarını elde edebilmek, diş hekimleri için önemli amaçlardan birisidir (Çelik ve ark. 2011). Restorasyonlarda dişin doğal görünümünü taklit edebilmek için, farklı renk ve opasitelerde materyaller, tabakalama teknikleri gereklidir. Yeni geliştirilen materyaller dişin karmaşık anatomisinin ve optik özelliklerinin restorasyonlara uygulanabilmesine olanak vermektedir (Vichi ve ark. 2007).

Kompozit materyallerin dişin renk uyumu ve stabilitesi açısından doğal diş görünümünü taklit etmesi çok önemlidir. Bununla birlikte, kompozit rezin materyallerin ağız içi ortamında zaman içinde renk değiştirme eğilimleri bulunmaktadır (Barutçigil ve Yıldız 2012). Restorasyonlarda zamanla meydana gelen renklemeler sonucu hastalar mevcut restorasyonlarından rahatsızlık duyarlar.

Estetik restorasyonların yenilenmesindeki en önemli nedenlerden biri kompozit rezin restorasyonun renklenmesidir (Deligeorgi, Mjör ve Nairn Hf H 2001). Estetik restoratif materyallerin ağız ortamında uzun dönemde kararlı yapılarını korumaları çok önemlidir (Uchida ve ark. 1998).

Restorasyonun sahip olduğu renk stabilitesi estetik başarı için kritik derecede önemlidir. Kompozit restorasyonların estetik olarak uzun dönem başarısı, kullanılan kompozit materyalin mekanik ve fiziksel özelliklerindeki limitasyonlara ve çay, kahve gibi hastanın alışkanlık olarak tükettiği dışsal faktörlere bağlıdır.

Kompozit rezinler kimyasal yapılarındaki ve doldurucu tiplerindeki gelişmelere rağmen, polimerizasyon sonrası renk değişimi gösterebilmektedir (Çelik ve ark. 2011). Kompozit rezin restorasyonların klinik başarısında kompozit rezinlerin etkili polimerizasyonu büyük önem taşımaktadır. Polimerizasyonun, kompozit rezinlerin aşınma direncini, yüzey sertliğini, biyouyumluluğunu, artık monomer miktarını ve su absorpsiyonunu etkilediği belirtilmektedir (Asmussen 1982; Pearson ve Longman 1989).

Hastanın tükettiği sigara, çay, kahve, kola gibi gazlı içecekler ve hatta su veya florür gibi günlük alışkanlıkları olan dışsal etkenlerde kompozit rezin restorasyonlarda renklenmeye sebep olabilmektedir. Kısaca kompozit rezin restorasyonların sahip olduğu materyal içeriği ve yüzey özelliklerinin yanı sıra hastanın alışkanlıkları sonucu tükettiği içecekler ve sigara da restorasyonların renklenmesinde etkilidir (Spina ve ark. 2015).

Ancak diş dokusunda daha fazla madde kaybına yol açmasının ve zaman kaybına neden olmasının yanı sıra ekonomik olarak renklenmenin giderilmesi için restorasyonun yenilenmesi çok tercih edilir bir yöntem değildir. Fiziksel ve kimyasal etkenlerin kompozit rezin materyaller üzerindeki olası etkilerinin bilinmesi ile bu etkiler engellenebilir ve restorasyonların kullanım ömrü uzatılabilir (Genç ve Toz 2017).

Renklenmenin giderilmesi için yapılan restoratif uygulamaların dışında uygulanan diş beyazlatma işlemleri, dış kaynaklı veya iç kaynaklı renklenmelerin giderilmesinde kullanılabilir.

Diş hekimi tarafından uygulanan; ışık, ısı ve kimyasal yollarla hızlı beyazlatma sağlayan yüksek konsantrasyonlu yöntemlerin yanı sıra hastanın kendisine gece plağı ile uygulayabildiği daha az duyarlılığa neden olan düşük konsantrasyonlu ev tipi beyazlatma sistemleri bulunmaktadır (de A Silva ve ark. 2006).

Yapılan farklı çalışmalarda, kompozit rezin restorasyonlarda meydana gelen renklenmeden sonra uygulanan yeniden cilalama işlemi ve beyazlatma yöntemleri ile tüm kompozit rezin örneklerin renk değişimlerinde azalma olduğu (Garoushi ve ark. 2012) ve kompozit rezin restorasyonlarda çay ve kahve gibi nedenlerle meydana gelen renklenmelerin beyazlatma işlemleri ve tekrar yapılan cilalama yöntemleri ile uzaklaştırılabildiği bildirilmiştir. Beyazlatma işlemleri ve tekrar

yapılan cilalama yöntemlerinin oluşan renklenmeleri uzaklaştırmada etkili olduğu belirtilirken, ofis tipi beyazlatma işlemi tekrar cilalama yöntemiyle kıyaslandığında ofis tipi beyazlatma işleminin daha etkili bir yöntem olduğu bildirilmiştir (Türkün ve Türkün 2004).

Bu çalışmada, kompozit rezin restorasyonlarda polimerizasyon süresinin, ağartma işleminin ve ağartma sonrası yapılan polisajın renklenmeye olan etkilerinin in vitro olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

## **2.GENEL BİLGİLER**

### **2.1.Kompozit Reziner**

Günümüz diş hekimliğinde restorasyon yapılan diş dokusunda en az madde kaybı ile estetik ve fonksiyonun mümkün olduğunca en üst düzeyde olması amaçlanır. Kompozit restorasyonlar neredeyse amalgamın yerini tamamen almış, popüler güvenilir ve güncel estetik restorasyonlardır. Kompozit rezin materyaller translüsent olup diş rengindedirler.

Kompozit kelimesinin terminolojik olarak anlamı, farklı yapı ve özellik gösteren en az iki farklı materyalin, belirgin fazlar oluşturacak şekilde birleştirilmesi ile meydana gelen ürünler anlamına gelmektedir (Dayangaç B. 2011; McCabe ve ark. 1998).

Güncel dişhekimliğinde en az iki farklı materyalin üç boyutlu karışımı olarak kompozit materyalini tanımlamak mümkündür. Böylece değişik yapı ve özelliğe sahip iki veya daha fazla materyal birleştirilerek tek başlarına sahip olamadıkları özelliklere sahip yeni bir materyal geliştirmek amaçlanır (Dayangaç B. 2011; McCabe 1998).

İlk olarak 1955 yılında Buonocore tarafından mine yüzeyine %85'lik fosforik asit ile 30 saniye asit uygulanması sonucu mine yüzeyine akrilik rezinlerin daha iyi bağlandığının bildirilmesi (Buonocore 1955) ile başlayan süreçte kompozit rezinler, 1962 yılında Dr. Ray Bowen tarafından tanımlandıklarından (Bowen 1965) bugüne kadar büyük gelişmeler göstermiştir.

### **2.1.1.Kompozit Rezinlerin Kimyasal Yapısı**

Kompozit rezin materyalinin yapısal içeriği materyalin fiziksel, mekanik ve estetik özelliklerini etkiler (Hervás-García ve ark. 2006).

Kompozit materyali esas olarak rezin bir matriksten ve bu matriksin içerisinde bulunan inorganik doldurucu partiküllerden oluşur (Roberson, T.M ve ark. 2006).

Kompozit rezinleri, organik matriks fazı (continuous phase), ara faz (coupling phase) ve inorganik faz (dispersed phase) olmak üzere üç ana bileşen oluşturmaktadır. (Roulet and Degrange 2000; Summitt 2006; Dayangaç B. 2000). Bu komponentlere bağlı olarak kompozit rezin materyallerin özellikleri farklılık göstermektedir. Ayrıca kompozit rezin içinde materyalin mekanik, fiziksel ve optik özelliklerini sağlayacak olan aktivatör, UV stabilizatörler, pigmentler, inhibitörler de bulunmaktadır (Anusavice 2003).

#### **Organik Matriks Fazı (Continuous Phase)**

Organik matriks fazı içinde monomer sistem (monomer ve komonomerler), polimerizasyon başlatıcılar (initiatör/akseleratör), inhibitörler ve ultraviyole stabilizatörler bulunmaktadır.

#### **Monomer ve Komonomerler**

Kompozit rezin sistemin esas temel yapısı monomer sistemdir (Hervás-García ve ark. 2006). Organik rezin matriks monomerlerin birbirine bağlanarak oluşturduğu polimer zincirlerinden oluşan polimerik bir yapıdadır. Monomerler, polimerize olmamış kompozit rezinin akışkan özelliğini sağlayan yapılardır (Roberson, T.M ve ark. 2006). Organik matriks temel olarak Bis-GMA (bisfenol A glisidil metakrilat), Bis-EMA (bisfenol A etoksile dimetakrilat) ve UDMA (üretan dimetakrilat) monomerlerinden oluşur (Cramer, Stansbury ve Bowman 2010). Organik matriksin büyük bir bölümünü oluşturan ve kompozit materyaller içinde en fazla kullanılan monomer, metil metakrilat yapılı Bis-GMA'dır (Dayangaç B. 2000; Summitt 2006). Bis-GMA, bisfenol-A ile glisidil metakrilat reaksiyonunun

sonucu olarak meydana gelir (Roberson, T.M ve ark. 2006). Bis-GMA yüksek viskoziteye, düşük polimerizasyon büzülmesine, hızlı polimerizasyona ve sert yüzey özelliklerine sahiptir. Viskozitesinin yüksek olmasından dolayı Bis-GMA sıklıkla diğerk monomerler ile birlikte kullanılır (Ferracane 2011; Zimmerli ve ark. 2010). retan dimetakrilat (UDMA) polimer matris olarak daha iyi adezyon sağlar ve renk değişimine daha dirençli bir monomerdır. Bis-GMA'dan daha az viskz olmakla birlikte molekül ağrılıkları arasında fark bulunmamaktadır. TEGDMA (trietilen glikol dimetakrilat), EGDMA (etilen glikol dimetakrilat) ve MMA (metil metakrilat) gibi düşük viskoziteye sahip komonomerler UDMA ve Bis-GMA içeren kompozitlere eklenerek rezinin viskzitesini azaltırlar (Roberson, T.M ve ark. 2006). Organik matriksin yüksek miktarda olması polimerizasyon büzülmesini arttırır. Ayrıca organik matriks kompozit rezinin viskozitesini, mekanik özelliklerini, su emilimini belirler (Moszner ve Salz 2001).

Yapısında, bisfenol-A-polietilen glikol dieter dimetakrilat (Bis-EMA) veya oksibismetakrilat monomerleri bulunan kompozit rezinlerde hacimsel büzülmenin azaldığı ve manplasyonunun kolaylaştığı bildirilmiştir (Summitt 2006).

### **Polimerizasyon Başlatıcılar (İnitiatr/Akseleratör)**

Kompozit rezinlerde polimerizasyonu başlatan etkenler olarak ışık ve kimyasal maddeler kullanılır. Bu alandaki ışık en çok  $\alpha$ -diketone photoinitiator (kamforokinon) tarafından absorbe edilir. Kamforokinon en sık kullanılan initatrdr ve 460 nanometre dalga boylu mavi ışık etkisi ile serbest kökler vermek üzere ayrışır. Fotonları absorbe ederek polimerizasyon enerjisine dönüştürür (Dayangaç B. 2000). Kamforokinon, alifatik bir tersiyer amin (4-n,n-dimetilamino-feniletanol, DMAPE) ile reaksiyona girer ve serbest radikaller meydana getirir (Ferracane ve ark. 2011; Hervás-García ve ark. 2006; Chen, M-H. 2010). Kamforokinondan başka PPD (1-fenil-1,2-propandion), Lucirin TPO (monoasilfosfin oksit), Irgacure 819 (bisasilfosfin oksit) ve OPPI (p-oktiloksi-fenil-fenil iodoniyum heksafloroantimonat) gibi farklı initatrler de polimerizasyon başlatıcı olarak kullanılabilir (Ferracane ve ark. 2011).

Işıkla sertleşen kompozitlerin estetik özellikleri mükemmel olsa da fiziksel ve kimyasal özellikleri konversiyon derecesi ile doğrudan alakalıdır. Bu nedenle iyi bir klinik performans için yeterli polimerizasyon sağlanmalıdır (Luiz ve ark. 2007).

Otopolimerizan kompozit materyallerde ise dibenzol peroksit initiator olarak kullanılır ve aromatik bir tersiyer amin (n,n-dihidroksietil-p-toluidin) akseleratör olarak kullanılır (Hervás-García ve ark. 2006; Roberson, T.M ve ark. 2006).

## **İnhibitörler**

Kompozit rezin restorasyonların spontan bir şekilde ışık, ısı ve diğer nedenlerle polimerize olmasının önüne geçmek ve kullanım süresini uzatabilmek için organik matriks içerisine fenol türevi olan hidrokinon monometil eter ya da 4-metoksifenol ve 2, 4, 6-tertiyer bütifenol gibi materyalle eklenmektedir. Ağırlıkça %0,1 konsantrasyonda bulunurlar (Hervás-García ve ark. 2006).

## **UV Stabilizatörler**

Otopolimerizan kompozitlerde polimerizasyondan sonra reaksiyona girmeyen ve polimerize olmayan artık ürünler, ultraviyole ışık etkisiyle parçalanarak amin renklenmesi denilen kahverengi renklenmeye neden olabilir.

Kompozit rezinin renk stabilitesini sağlamak ve ultraviyole ışığın amin bileşikler üzerindeki olumsuz etkilerini engelleyip, bu renklenmelerin önüne geçebilmek için 350 nm altında dalga boyuna sahip UV ışığını absorbe eden 2-hidroksi-4-metoksibenzofenon gibi ultraviyole stabilizatörler kompozit rezinlerin organik matriksi içine eklenir (Hervás-García ve ark. 2006).

## **Ara Faz (Coupling Agent)**

Kompozit rezinlerin iyi mekanik özelliklere sahip olabilmesi, inorganik doldurucu ve organik polimer matriks arasına su girişinin engellenerek hidrolitik stabilitesinin sağlanabilmesi, çözünürlüğünün ve su emiliminin azaltılması için organik polimer fazı ile inorganik doldurucu arasında sıkı bir bağlanma gereklidir.

Bu bağlanma genellikle silan olarak adlandırılan ara faz (3-metakriloksi propil trimetoksi silan-MPTS) ile sağlanır. Silan, inorganik doldurucular ve rezin matriks arasındaki bağlanmayı güçlendirir (Samuel ve ark. 2009). Ara faz organik silisyum bileşiği olan silanlardan oluşur. Kimyasal olarak dayanıklı ve inert olan bu bileşiklerin, sıvı hali ve katı hali gibi pek çok hali bulunabilir. Doldurucu partiküllerin rezin matrikse bağlanması daha esnek olan rezin matriksin stresleri daha rijid olan doldurucu partiküllerine aktarabilmesi ile oluşur (Bowen 1963).

Modern kompozit rezinlerde, silika partiküllerinin yüzeyi silan bağlama ajanları ile önceden kaplanmış ve silika partikülleri yüzeyinde tek moleküllü ve çift fonksiyonlu çok ince bir katman oluşturulmuştur. Bu ince katmandaki moleküllerin bir ucu silika partiküllerinin yüzeyinde olan hidroksil grupları ile diğer ucu organik matriksteki polimer ile bağlanmıştır (Dayangaç B. 2000).

Materyalin özelliklerini özellikle de aşınma direncini organik matriks ve inorganik doldurucular arasında bulunan bağın güçlü olması etkiler. Kompozit materyalin dayanıklılığı inorganik doldurucuların organik matriksle silanizasyonuna bağlıdır (Zimmerli ve ark. 2010).

Silan bağlanma ajanları, inorganik fazın özellikle silika partiküllerinde olumlu sonuçlar vermiştir. Bu nedenle kompozit rezinlerin büyük bir çoğunluğunda silika içerikli inorganik doldurucular kullanılmıştır (Dayangaç B. 2000).

### **İnorganik Faz (Dispersed Phase)**

Organik matriks içerisine materyalin yapısını daha güçlü hale getirmek, mekanik özelliklerini ve fiziksel özelliklerini geliştirmek ayrıca kompozit materyali gelen kuvvetler karşısında dayanıklılığını arttırmak için inorganik dolduruculu partiküller ilave edilir. İnorganik doldurucuların rezin içindeki oranının artması kompozit kalitesini olumlu yönde etkiler.

İnorganik faz, organik matriks içine dağılmış olan çeşitli şekil ve büyüklükteki kuartz, koloidal silika, borosilikat cam, lityum alüminyum silikat, stronsiyum, baryum, zirkonyum, çinko ve yitriyum cam, baryum alüminyum silikat, stronsiyum alüminyum silikat gibi inorganik doldurucu partiküllerden oluşur (Dayangaç B. 2000).



Bu inorganik doldurucu partiküller kompozitin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirler ve kompozit rezinlere bazı özellikler kazandırır. İnorganik doldurucunun yapısı, elde edilmiş şekli ve kompozit rezin içerisine miktar olarak hangi oranda eklendiği kompozitin mekanik özelliklerini belirler. Bu parçacıklar yapının translusens özelliklerini artırır ve ısıl genişleme katsayısını da düşürür. Ayrıca polimerizasyon büzülmesini azaltarak kompozit rezini daha sert, yoğun ve aşınmaya dirençli hale getirir (Summitt 2006).

Doldurucular radyoopasiteye neden olur ayrıca kompozitin kıvamını arttırarak uygulama kolaylığı sağlar ve estetik özelliklerini artırır (Cramer, Stansbury ve Bowman 2010; Hervás-García ve ark. 2006; Labellave ark. 1999).

İnorganik doldurucuların kimyasal içerikleri morfolojileri ve boyutları farklı olabilirler. Silikondioksit, borosilikat ve lityum alüminyum silikat kompozit rezinlerde en çok kullanılan inorganik doldurucu partiküllerdir. Pekçok kompozit rezin materyali içinde kuartzın yerine baryum, stronsiyum, çinko, alüminyum ya da zirkonyum gibi radyopak ağır metaller kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde, cam partikülleri yerine sertliği daha az olan kalsiyum metafosfat gibi materyallerin kullanımıyla ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Bu materyallerin karşıt dişte daha az aşınmaya neden olacağı düşünülmektedir (H. H. Xu 1999).

Doldurucu partikül şekli, organik rezin matrikse, mekanik retansiyonun sağlanması ve daha iyi mekanik özelliklerin elde edilmesi amacıyla eklenen düzensiz şekiller halindedir. Ancak düzensiz şekilli inorganik doldurucu partiküller, özellikle partikülün açılı durduğu bölgelerde stress konsantrasyonunun artışına sebep olurken, küresel yuvarlak şekilli partiküller stresi daha uniform olarak dağıtırlar (Barbucci 2007).

**Doldurucu partikül boyutları:** Kompozit rezinlerin doldurucu partikül boyutları farklıdır. Megafil kompozitlerde partikül boyutu 50-100 µm iken nanofil kompozitlerde ise 0.005-0.01 µm arasındadır. Kompozit rezinlerde inorganik doldurucu partikül büyüklüğü ile yüzey pürüzlülüğü doğrudan bağlantılıdır. Küçük partiküllü doldurucular ile yüzey alanı arttırılır ve iyi bir cilalama sağlanır (Fortin ve Vargas 2000).

**Doldurucu partikül hacimsel oranı:** Kompozit rezinlerde inorganik doldurucu konsantrasyonu ağırlık olarak %33 ile %78 arasında değişir. Daha fazla inorganik doldurucu partiküllerin varlığı kırılma direncini artırırken, kompozit rezinlerin sertliğini de artırır. Özetle materyalin mekanik özelliklerini geliştirdiği söylenebilir. Doldurucu partikül içeriğinin artması, Young's modülü ve deformasyona karşı direncin artışına neden olabilir (Lloyd ve Iannetta 1982; White ve Yu 1993).

**Doldurucu partikül kompozisyonu:** Organik polimer matriks içerisine dağılmış olan inorganik doldurucu partiküller, çeşitli şekil ve büyüklükteki quartz (kristalin silika), silika ve baryum alüminyum silikat cam, zirkonyum silikat cam, lityum alüminyum silikat cam, stronsiyum, baryum, çinko ve itriyum cam v.b silika bazlı camlardır. Cam doldurucular kompozit rezin polimerizasyonu sırasında, kompozit rezin ile diş arasında termal ekspansiyon katsayısı uyumsuzluğundan dolayı oluşan polimerizasyon büzülmesini azaltırlar (Dayangaç B. 2000 ; Hin 2004; Fortin ve Vargas 2000).

### **Su Absorbsiyonu**

Su emilimi kompozit rezinlerin dayanıklılığını olumsuz yönde etkilediği için rezinin hidrofobik özelliklerinin geliştirilmiş olması gerekir. Organik matriks içeriğindeki Bis-GMA hidrofilik yapıda olduğu için matriks içerisine hidrofobik özellik sağlayan Bis-EMA eklenmiştir. Kompozit rezinlerin su absorpsiyonu 0,3-0,9 mg/cm<sup>2</sup>'dir. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki, UDMA içeren rezinlerin Bis-GMA içeren rezinlere oranla su emilim derecesi daha azdır, TEGDMA monomerlerin ise yapısındaki eter bağlar nedeniyle suya olan afiniteleri daha fazladır (Dayangaç B. 2000).

### **Çözünürlük**

Kompozit rezinlerin suda çözünürlükleri önemsenmeyecek kadar azdır (0,01-0,06 mg/cm<sup>2</sup>). Çözünürlük, polimerizasyon sonrası geride kalan artık monomer miktarına bağlıdır. Polimerize olmayan artık monomer dışarıya çıktıktan sonra

çözünürlükte önemli oranda azalma görülür. Kompozit rezin restorasyonlarda polimerizasyonun yetersiz yapılması sonucu, kompozitte su emilimi gerçekleşir, çözünürlük artar, aşınma direnci düşer ve erken dönemde renk değişimi meydana gelir (Attar, N. ve ark. 2010).

### **Radyoopasite**

Kompozit rezinlerin inorganik fazında bulunan kuartz, lityum alüminyum cam ve silika gibi partiküller radyopak özellik taşımadıkları için baryum, stronsiyum ve yitrium, zirkonyum gibi elementler ilave edilir ve radyopak özellik gösteren kompozit rezinler üretilir. Ancak radyopak partiküller kompozit rezinde ısıl genişlemeyi arttırmaları ve silan bağlanma ajanlarını hidrolize ederler. Bu nedenle sınırlı miktarda ilave edilirler (Dayangaç B. 2011; Attar N. ve ark. 2011; Drummond J.L. 2008).

### **Optik Özellikler**

Renk (colour), şeffaflık (translucency) ve düzgünlük (uniformity) optik özelliklerdir. Restorasyonların estetik görünmeleri için, renk açısından doğal dişlerle uyumlu olmaları gerekir. Mine ve tüm estetik dolgu maddeleri belli bir ölçüde şeffaftır. Şeffaflık düzeyi, diş ya da restorasyonun ışığı yansıtma öncesindeki ışık penetrasyon derinliğine bağlıdır. Restorasyon yüzeyinin düzgün olması da restorasyonun estetiğini artırır (Dayangaç B. 2011).

### **2.1.2. Kompozit Resinlerin Sınıflandırılması**

Kompozit resinlerin sınıflandırması günümüze kadar pek çok farklı şekilde yapılmıştır. Yapılan ilk sınıflandırma günümüzde hala kullanılan ve geçerliliğini koruyan doldurucu boyutlarına göre yapılan sınıflandırmadır (Lutz ve Phillips 1983).

Kompozit resinler;

-inorganik doldurucu partiküllerin büyüklüğüne,

-polimerizasyon yöntemlerine,

- viskozitelerine göre sınıflandırılabilirler (Dayangaç B. 2011).

### **İnorganik doldurucu partikül büyüklüğüne göre:**

Kompozit rezin türü	Partikül büyüklüğü	Partikül yüzdesi
1) Megafil	50-100µm	
2) Makrofil	10-100µm	%70-80
3) Midifil	1-10µm	%70-80
4) Minifil	0.1-1µm	%75-85
5) Mikrofil	0.01-0.1µm	%35-60
6) Hibrit	0.04-1µm	%75-80
7) Nanofil	0.005-0.01µm	

#### **2.1.2.1. Kompozit Resinlerin İnorganik Doldurucu Partikül Büyüklüklerine Göre Sınıflandırılması**

Kompozit resinlerin içerisine eklenen inorganik partiküller ile materyalin mekanik ve fiziksel özelliklerini iyileştirerek materyalin gelen kuvvetlere karşı daha dayanıklı hale gelmesini sağlar. İnorganik doldurucular sadece kompozit materyalin mekanik özelliklerini belirlemekle kalmaz aynı zamanda monomer içeriğini azaltır ve polimerizasyon büzülmesini azaltır ve kompozit materyalin aşınma, radyoopasite, yüzey pürüzlülüğü, polisajlanabilirlik ve estetik özelliklerinin optimum seviyede olmasını sağlar (Özel E. 2003).

Kompozit resinlerin içindeki bu doldurucu partiküllerin oranı ağırlık yüzdesi ya da hacim yüzdesi ile tanımlanır (Bayne S.C. 2006).

#### **Homojen Dolduruculu Kompozitler:**

Yapısında sadece polimerize olmamış organik matriks ve doldurucular bulunan kompozitler için bu isim kullanılmaktadır.

#### **Megafil kompozitler**

İnorganik doldurucu partiküllerinin büyüklüğü 50-100 µm olan kompozitlere megafil kompozitler denir. Özellikle okluzal temas alanı olan bölgelerde ve kuvvet nedeniyle aşınma gösteren bölgelerde kullanımları uygundur.

## **Makrofil kompozitler**

İnorganik doldurucu partiküllerinin büyüklüğü 10-100 µm olan kompozitlere makrofil kompozitler denir. İnorganik doldurucular kuartz ve ağır metal cam partikülleridir. En önemli dezavantajları kompozitlerin bitirme ve polisaj işlemleri oldukça güçtür ve aşınma direnci düşüktür. Bu nedenle arka dişlerde kullanılmaları uygun değildir. Yüzey pürüzlülüğü fazla olduğu için uygulandıktan kısa süre sonra renk değişikliğine uğrar (Ferracane J.L. 2011; Dayangaç B. 2011; Zimmerli B. 2010).

## **Midifil kompozitler**

İnorganik doldurucu partikül büyüklüğü 1-10 µm olan kompozitlerdir. Makrofill dolduruculu kompozitlerin kötü özelliklerini yenebilmek için daha küçük doldurucu büyüklüğünde üretilmiş kompozitlerdir. Makrofil ve midifil kompozitler geleneksel kompozitler olarak da adlandırılır. Makrofill dolduruculara göre avantajlı olsalar da benzer dezavantajları nedeniyle günümüzde tercih edilmemektedirler. Midifil kompozitlerde organik polimer matriks içerisinde dağılmış olarak bulunan inorganik doldurucu partiküllerin yüzdesi ağırlıkça yaklaşık %70-80'dir.

## **Minifil kompozitler ya da küçük partiküllü kompozitler**

İnorganik doldurucu partikül büyüklüğü 0,1-1 µm olan kompozitler minifil kompozitler olarak ifade edilir. İçinde bulunan partikül miktarı makrofil kompozitlere kıyasla fazladır. Partiküllerin organik polimer matriks içerisinde serbestçe dağılabilir olması partikül miktarını arttırmış ve partikül yüzdesi ağırlıkça %75-85'e ulaşmıştır. Makrofill ve midifill kompozitlere göre estetik üstünlükleri fazladır. Küçük ve çok sayıda olan inorganik doldurucu partiküllere sahip olduğu için, bu kompozitler iyi cilalanabilirlik ve düzgün yüzey özellikleri gösterirler.

## **Mikrofil kompozitler**

İnorganik doldurucu partikül büyüklüğü 0,01-0,1 µm arasında olan kompozitler mikrofil kompozitler ifade edilir. İnorganik doldurucular koloidal silika partikülleridir ve partikül yüzdesi yaklaşık %35-60'dır. İnorganik partikül oranındaki azalmayla bağlantılı olarak monomer oranındaki artış nedeniyle su emilimi ve ısıl genişleme katsayısı artmış, elastisite modülü ise azalmıştır. Bitirme cila işlemlerinin istenilen düzeyde tamamlanmasını sağlarlar. Bu nedenle bu gruptaki diğer kompozitlere göre oldukça estetiklerdir. Fakat çiğneme kuvvetlerine karşı dirençli değildirler bu nedenle sadece ön bölgedeki dişlerin restorasyonunda kullanılabilirler.

## **Hibrit Dolduruculu Kompozitler:**

Farklı büyüklükte doldurucu partiküllere sahip iki farklı kompozit rezin materyalin karışımına hibrit kompozit denir. "Hibrit" terimi submikron boyuttaki (0,04 µm) inorganik doldurucu partiküller ile küçük partiküllerin (1 µm-4 µm) karışımını ifade etmektedir. Hibrit kompozitler her iki kompozit rezinin özelliklerini de taşırlar ancak hibrit türünün adının belirlenmesinde yüzdesi en fazla olan partiküllerin adı kullanılır.%75-80 inorganik doldurucu partikül yüzdesine sahiptir (Dayangaç B. 2011).

Hibrit kompozitler geleneksel hibrit, mikrohibrit ve nanohibrit kompozitleri içermektedir. Doldurucu teknolojisindeki gelişmelerin sonucunda submikron boyuttaki (0,4 µm) partiküller ve daha küçük partiküllerin (0,1 µm-1 µm) bileşimi ile "**mikrohibrit**" kompozitler oluşturulmuştur. Mikrohibrit kompozitlere daha küçük partiküllerin ilave edilmesi onları geleneksel hibrit kompozitlerden ayırmaktadır. Mikrohibrit kompozitlerin polisajlanabilirliği iyi ve uygulaması kolaydır. Mikrohibrit kompozitlerin fiziksel özellikleri geleneksel mikrofil kompozitlerden üstün olmasına rağmen polisajlanabilirlikleri daha iyi değildir.

Hibrit kompozit grubundaki diğer bir kompozit ise nanodoldurucu teknolojisi ile geliştirilen "**nanohibrit**" kompozit rezinlerdir. Nanohibrit kompozit rezinler nanometre boyutunda doldurucu partiküller (0,005-0,01 µm) ile geleneksel tipteki doldurucu partiküllerin kombinasyonunu içermektedir. Nanohibritler

mikrofil kompozitlerin uygulama ve polisajlanabilirlik özellikleri ile geleneksel hibrit kompozitlerin fiziksel güçleri ve aşınma dirençlerini birleştiren hem ön hem arka dişlerde kullanılabilen kompozit rezinlerdir (Ilie and Hickel 2011; Chen 2010).

## **Nanoteknoloji ve Nanokompozitler**

Nanoteknoloji, bilimin pek çok alanında yaygın olarak kullanılmaya başlanılmıştır. Nanoteknolojinin bulunması ve geliştirilmesi diş hekimliğini birçok yönden etkilemiştir (Ure ve Harris 2003).

"Nano" kelimesi yunanca kökenli olup milyarda biri, nanometre kelimesi ise metrenin milyarda birini (1 nanometre =  $10^{-9}$  metre) (Ure and Harris 2003) yani mikrometrenin ise binde birini ( $10^{-3}$   $\mu\text{m}$ ) ifade eder. Nano doldurucuların üretilmesi ile hibrit kompozitlerle mikrodoldurucu kompozitlerin avantajları birleştirilmiş ve yeni restoratif materyaller üretilmiştir (Jung, Eichelberger, ve Klimek 2007). Son dönemde, kompozit rezinlerin yapısına da nanometrik boyutta doldurucu partiküller katılmaktadır (N. Davis 2003).

Nano partiküllerin üretimi diğer geleneksel partiküllerin üretim şekline göre farklılıklar göstermektedir. Geleneksel doldurucu partiküller, büyük kütlelerin öğütülerek küçük partiküllerin elde edilmesi yöntemi ile üretilir. Nanopartiküller ise atom ve molekül seviyesindeki parçacıkların birbirlerine ilave edilmesiyle oluşturulur (Mitra, Wu ve Holmes 2003).

Kompozit rezinlere eklenen inorganik doldurucuların nano boyutlarda olması bu kompozitlerin nanokompozit olarak ifade edilmesine neden olur. Nanokompozitlere eklenen doldurucuların boyutları çok küçük olduğu için nanokompozitlerin yapısında yer alan inorganik doldurucu partiküllerin miktarı oldukça fazladır. Bu durum doldurucu partiküllerin yüzdesinin ağırlıkça yaklaşık %90-95 olmasına sebep olur. Kompozitlerdeki polimerizasyon büzülmesi organik matriks miktarı ile ilgilidir. Nanokompozitlerde inorganik doldurucu miktarının artmasıyla beraber organik matriks miktarı azalır ve sonuç olarak polimerizasyon büzülmesi daha az görülür (Chen 2010).

Nanokompozitler geleneksel hibrit kompozitlerle kıyaslandıklarında mekanik özellikleri daha fazla başarı göstermektedir. Nanokompozitler ön bölge restorasyonlar için gerekli estetiği sağlamanın yanında arka bölge restorasyonları

için gerekli olan stres-kırıcı mekanik özellikleri de taşırlar (Jung, Eichelberger ve Klimek 2007). Hem ön hem arka bölgede kullanılabilen nanokompozitlerin, sıkışma ve bükülme tipi kuvvetlere ve aşınmaya karşı dirençleri hibrit kompozitlerle benzer bulunmuştur. Ancak, nanokompozitlerin yüzeylerinin daha pürüzsüz olması ve translusent görünmesi estetik olarak daha başarılı olduklarını göstermektedir (Xu ve ark. 2009; Mitra, Wu ve Holmes 2003). Ayrıca partiküllerin çok küçük boyutlarda ve fazla miktarda olması polimerizasyon büzülmesinin ve kaspal defleksiyonun azalmasına, mine duvarlarındaki mikrofissürlerin kapatılarak mikrosızıntının önlenmesine ve böylece bakteri penetrasyonuna, renk değişikliğine ve post operatif hassasiyete engel olur. Partikül boyutunun küçük olmasının dezavantajı ise, ışığı yeterince yansıtıyor olmalarıdır. Bu nedenle daha büyük boyuttaki (yaklaşık 1 µm) partiküller ile kombine edilerek bu dezavantaj giderilmeye çalışılır (Hervás-García ve ark. 2006).

Organik polimer matriksleri açısından karşılaştırıldığında geleneksel, hibrit ve nanopartiküllü kompozit rezinler benzer yapılar içermektedirler.

Nanokompozitlerin inorganik doldurucu kısmı ise nanomer ve nanomer grupları içeren 2 bölümden oluşur (N. Davis 2003). Nanomerler kompozit materyalin organik yapısında kümeleşmeyen, tek tek bulunan ve 5–75 nm boyutlarında olan silika partiküllerini ifade etmektedir. Nano doldurucuların daha küçük hacimli olmaları ve organik yapı ile temas eden yüzey alanının artması ve ayrıca sayıca artan partikül oranı sonucu inorganik faz-organik faz bağlantısı daha kuvvetli olmaktadır. Bu amaçla nanomerlere ayrıca ön hazırlık işlemleri uygulanmaktadır (Ure ve Harris 2003).

Kompozitin organik yapısına katılan nanomer grupları (nanocluster) ise iki farklı doldurucu tipine sahiptir; birincisi zirkonyum ve silika partikülleridir, primer partikül boyutları 2-20 nm'dir ve nanomer gruplarının ortalama partikül boyutu 0,6 µm'dir. İkincisi ise primer partikül boyutu 75 nm olan silika partikülleridir. Bu nanomer grupları restorasyona gelen kuvvetler karşısında tek bir büyük partikül şeklinde direnç gösterirken, restorasyon yüzeyine etki eden aşındırıcı kuvvetler karşısında nanomerik düzeyde kopmalar meydana gelmektedir (Mitra, Wu ve Holmes 2003).



Nanoteknolojinin nano boyutlu doldurucu partiküllerin sentezini olanaklı kılmasının yanında kompozit matrisinin kimyasal stabilitesine de olumlu etkileri olduğu düşünülmektedir (Mitra, Wu, and Holmes 2003). Nanomer gruplarının bu özelliği nano-kompozitlerin bir taraftan aşınma dirençlerinin ve mekanik özelliklerinin yüksek olmasına, diğer taraftan yüzey özelliklerinin uzun süre devam edebilmesine imkan vermektedir (Duke 2003). Bu veri nano dolduruculu kompozitlerin düşük aşınma değerleriyle örtüşmektedir (Turssi, Ferracane ve Serra 2005; Yap, Tan ve Chung 2004; H. H. K. Xu, Quinn ve Giuseppetti 2004).

Nanomer ve nanomer grupları, yapı içerisinde birlikte yer alarak ağırlıkça %72-87 oranında doldurucu içeren kompozit rezinler üretilebilir. Bu sayede hem estetik hem de klinik açıdan başarılı performans elde edilmesi amaçlanmıştır (Ure ve Harris 2003; N. Davis 2003; Mitra, Wu ve Holmes 2003).

#### **Nanokompozitlerin avantajları aşağıdaki gibi özetlenebilir:**

-Nanomer içeren kompozitler, geleneksel kompozit rezinlere oranla yüzey pürüzlülüğü ve parlaklık açısından daha üstün bir performans sağlar.

-Materyalin mekanik ve aşınma dirençlerinin hibrit kompozitler kadar iyi olduğu bildirilmektedir. Bu sayede hem anterior hem de posterior alanda kullanılabilirler (Mitra, Wu ve Holmes 2003).

-Nanokompozitlerde polimerizasyon büzülmesi streslerinin daha az olduğu bildirilmektedir. Nanokompozitlerde doldurucu oranının artmasıyla beraber organik polimer matrisinin kapladığı alan hacimce azalmaktadır. Bununla polimerizasyon büzülmesi sorununun azaltılması amaçlanmış olup ayrıca su emiliminin azalması ile alınan boyayıcı maddelerin yapıya penetrasyonu zorlaşmakta ve klinik olarak estetik performansın daha uzun ömürlü olması sağlanmaktadır ve sonuç olarak polimerizasyon büzülme oranı da azalmaktadır. Bu oran % 1.5 civarına kadar inmiştir.

-Nano partiküllü kompozitlerin partikül boyutları görünür ışığın dalga boyundan daha küçüktür. Bu sebeple restorasyonun optik özellikleri ve estetik performansı artar ve geniş renk spektrumu sergilemelerinden dolayı anterior bölge restorasyonlarında rahatlıkla kullanılabilir (Bertolotti 1992).

-Nanokompozitler polimerizasyonun son evresine (son sertliğine) kısa sürede ve iç gerilim oluşturmadan ulaşmaktadır (Yap ve ark. 2004; Mitra, Wu ve Holmes

2003; Condon ve Ferracane 2002; Pagniano ve Johnston 1996; Martin ve Jedynakiewicz 1998; Ortengren ve ark. 2001).

### **Heterojen Dolduruculu Kompozitler:**

Heterojen dolduruculu kompozitlerin yapısına önceden polimerize olan kompozit rezin parçacıkları veya farklı doldurucular eklenmiştir. Ön grup ve arka grup dişlerin restorasyonu için kullanılabilirler. Fiziksel özellikleri diğer kompozitlere kıyasla daha üstün niteliktedir. Daha iyi ve sağlıklı polimerizasyon, daha az artık monomer kalması ve kontrollü büzölmeye sahip olabildiklerinden avantajlıdır. Dezavantajı homojen bir yapı oluşturamazlar. Diğer kompozit türlerinde olduğu gibi, midifill, minifill, microfill ve nanofill olarak üretilebilmektedirler.

### **2.1.2.2. Kompozit Rezinlerin Polimerizasyon Yöntemlerine Göre Sınıflandırılması**

- 1- Kimyasal olarak polimerize olan kompozitler
- 2- Işık ile polimerize olan kompozitler
- 3- Hem kimyasal hem de ışık ile polimerize olan kompozitler

olarak sınıflandırılır ( Attar N. ve ark. 2010;Dayangaç B. 2000; Drummond 2008).

### **Kimyasal Olarak Polimerize Olan Kompozitler(Otopolimerizan)**

Bu sistem iki pattan oluşur. Kullanılan bu patlardan ilki polimerizasyonu başlatan benzoil peroksit içerirken, diğer pat ise polimerizasyonu aktive eden organik amin içerir. İlk üretilen sistemlerde organik amin olarak DMPT (N-dimethyl-p-toluidin) kullanılmıştır. Yakın dönemde ise renk stabilizasyonu açısından kabul edilebilir olan DHEPT (Dihidroksietil- p- toluidin) kullanılmaktadır. Katalizör ve bazdan oluşan bu sistemde, pat-pat, pat-likit, toz-likit komponentlerinin karıştırılmasıyla polimerizasyon başlar. Sistem komponentleri karıştırıldığında amin ile benzoil peroksit reaksiyona girer ve serbest radikallerin oluşması ile polimerizasyon başlar (Lee, Um ve Lee 2006).

İnitiyatör (başlatıcı) ve akseleratör (hızlandırıcı) içeren iki patın üretici firmanın önerdiği süre içinde karıştırılmasıyla polimerizasyon başlar. Karıştırılmasından kaviteye yerleştirilmesi için geçen süreye “uygulama süresi” denir. Kaviteye yerleştirilmesinden sertleşinceye kadar geçen süreye “bağlanma zamanı” denir.

Havanın inhibe ettiği dış katman hariç, kompozit kitlesi uniform bir sertleşme gösterdiği için polimerizasyon büzülmesine ve polimerizasyon büzülmesi de marjinlerde stress birikimine neden olur. Kompozitin yapısında bulunan organik amin, ağız ortamında kimyasal değişikliğe uğrayarak renklenmeye neden olabilir (Dayangaç B. 2011). Bu kompozit iki komponentin karıştırılarak hazırlanması sonucu oluştuğu için, karışımın içinde hava kabarcığı kalma ve buna bağlı olarak kompozit restorasyonun içinde pörözite oluşma olasılığı oldukça fazladır. Çalışma süresi, polimerizasyon süresi ile sınırlıdır. Bu nedenle sertleşme reaksiyonu tamamlanmadan önce yeterli şekillendirme yapılamadığı takdirde bitirme ve polisaj işlemlerinin süresi uzayabilir. Bu tip kompozitlerde polimerizasyon büzülmesi materyalin merkezine doğru gerçekleşir (Roberson T.M. 2006). Otopolimerizan kompozitlerde polimerizasyonlarının ardından reaksiyona girmeyen artık ürünler dış etkililerle kahverengi renklenmelere neden olabilirler. Bu durum amin renklenmesi olarak ifade edilir.

### **Işık ile Polimerize Olan Kompozitler**

1972 yılında geliştirilen kompozit rezinlerde başlangıçta UV ışık ile serbest radikal oluşumu sağlanmıştır. UV ışık kullanımı, kompozit rezinlerde yeterli polimerizasyon derinliğini sağlayamaması ve retina ve yumuşak dokuya zararlı olması gibi iki önemli dezavantaja sahip olması nedeniyle terk edilmiştir (Craig ve Powers 2002).

Bu kompozitler tek pat şeklinde hazırlanmışlardır. Polimerizasyon için ışık aktivasyonu gerekmektedir. Polimerizasyon reaksiyonunu başlatan görünür mavi ışık ortalama 420-470 nm dalga boyundadır ve 400 mW/cm<sup>2</sup> ışık gücüne sahiptir. Bu amaçla tungsten halojen ışık kaynakları kullanılabilir.

Işık ile polimerize olan kompozit rezinlerin yapısında ışığı absorbe eden kamforokinon ve hızlandırıcı olarak da alifatik amin bulunur. Işığın etkisiyle kamforokinon amin ile reaksiyona girer ve oluşan serbest radikaller polimerizasyonu başlatır (Dayangaç 2011). Kullanılan yardımcı fotobaşlatıcılar normalde ışık absorbe etmezler, sadece aktive olan fotobaşlatıcı ile reaksiyona girerek polimerizasyona yardımcı olurlar (Barbucci 2007).

Polimerizasyon için kullanılan ışık kaynakları yumuşak dokulara zarar vermese de retinaya zarar verebileceği için koruyucu önlemler almak ve gözlük kullanmak sağlık açısından gereklidir.

Işık ile polimerize olan kompozitlerde polimerizasyon büzülmesi ışık kaynağına doğru gerçekleşir. Bu nedenle kompozitin kavite tabanından özellikle gingival duvardan ayrılması nedeniyle kenar uyumunda sorunlarla karşılaşılabilir. Bu sorunun önüne geçebilmek için ışığın geliş yönü ayarlanabilir. Işık önce vestibül ve/veya lingual yüzden daha sonra okluzal yüzden verilmelidir.

Polimerizasyon için 420-470 nm dalga boyunda ve 400 mW/cm<sup>2</sup> ışık gücüne sahip görünür ışık, 2 mm kalınlıktaki rezin tabakasını polimerize edebilir. Bu nedenle kompozit rezinin 2 mm kalınlığında ya da 2 mm' den daha ince katmanlar halinde uygulanması gerekmektedir.

Bu kompozitlerde çalışma zamanı hekimin kontrolü altındadır. Karıştırma işlemi olmadığından restorasyonun içinde hava kabarcığı kalma ve buna bağlı olarak pörözite oluşma olasılığı oldukça düşüktür. Bu kompozitlerde renklenmeye az rastlanır. Polimerizasyon reaksiyonu başlatılmadan önce yeterli şekillendirme yapılabildiği için bitirme ve polisaj işlemlerine gereksinim daha azdır (Roberson T.M. 2006).

### **Hem Kimyasal Hem de Işık ile Polimerize Olan Kompozitler (Dual-Cure Kompozitler)**

Bu kompozitler iki pat halinde hazırlanmışlardır. Karıştırma işlemi tamamlandıktan sonra, ilk olarak ışık ile polimerizasyon başlatılır. Işığın ulaşamadığı alanlarda ve polimerize olmayan diğer yüzeylerde ise polimerizasyon 8-24 saat içinde kimyasal olarak tamamlanır (Attar N. ve ark. 2010). Kimyasal

olarak meydana gelen polimerizasyonun hızı ışıkla meydana gelen polimerizasyonun hızından daha yavaştır.

Tam bir polimerizasyonun sağlanamayacağı düşünülen durumlarda özellikle çok derin kavitelere, 2 mm' den daha kalın kompozit rezin uygulamalarında, girişin ve ışık almanın zor olduğu interproksimal alanlarda kullanmak için başarılı bir materyaldir (Dayangaç B. 2011). Bu kompozitler akışkan özelliğe sahip oldukları için daha çok yapıştırma materyali olarak kullanılırlar.

### **2.1.2.3. Viskozitelerine göre kompozitler:**

- a) Kondanse edilebilen kompozitler
- b) Akışkan kompozitler

#### **Kondanse Edilebilen Kompozit Rezinler**

Kondanse edilebilen kompozit rezinlerde inorganik doldurucu partikül miktarı oldukça yüksektir. Aşırı basınca maruz kalan posterior kavitelere amalgama benzer nitelikte uygulanırlar ve kondanse edilebilirler. Yüksek oranda doldurucu içermesi yüksek fiziksel - mekanik özellikler göstermesine neden olup hibrit kompozitlerden daha iyidir. Kaviteye daha kolay uygulanır ve el ile işleme özelliği geliştirilmiştir. Fakat inorganik doldurucu partikülleri hibrit kompozitlerle kıyaslandığında daha büyük olduğundan yapılan polisaj sonrası yüzey pürüzlülüğü daha fazladır (Jackson ve Morgan 2000). Anterior bölgede kullanımları estetik olarak zayıf oldukları için uygun görülmemektedir. Sınıf II kavitelere ise kondanse olabilme özelliğinden dolayı başarıyla uygulanabilmektedir (Hervás-García ve ark. 2006).

#### **Akışkan Kompozit Rezinler**

Akışkan kompozit rezinlerin geleneksel kompozit rezinlere göre daha akıcı olmalarının nedeni düşük viskoziteli olmalarıdır. Bu sebeple kavite duvarlarına olan uyumları iyidir. Kavite preperasyonunun ideal koşullarda olmadığı, kavite

geometrisinin düzgün bir şekilde sağlanamadığı durumlarda meydana gelecek olan polimerizasyon büzülmesini engellemek ve aynı zamanda stress kırıcı bir bariyer oluşturmak için akışkan kompozitler geliştirilmişlerdir. İnorganik doldurucu partikül miktarı düşük olduğu için aşınmaya karşı dirençleri zayıftır. Akıcı oldukları için uygulama işlemleri zordur. Polimerizasyon büzülmeleri oldukça yüksektir (Hervás-García ve ark. 2006; Attar, Tam ve McComb 2003; Turgut M. ve ark. 2003 ).

Akışkan kompozitler dentin duyarlılığının giderilmesinde, sınıf II posterior restorasyonların başarısızlıklarının en büyük nedeni olan mikro-sızıntının engellenmesinde, pit ve fissür örtücü olarak, mikro kaviteelerde, kenar kırıklarının onarımında, girişin zor olduğu kaviteelerde, tünel kaviteelerin restorasyonlarında, amalgam kenar tamirinde, kompozit tamirinde, düşük elastisite modülü sayesinde servikal abfraksiyon lezyonlarının restorasyonunda, mine defektlerinde, özellikle proksimal kaviteelerde kondanse edilebilen kompozit rezinlerin altında stres kırıcı olarak restorasyon yüzeyinde olmak üzere çok geniş bir alanda kullanılmaktadır (Manhart ve ark. 2000; Attar, Tam ve McComb 2003; Turgut M. ve ark. 2003; Attar N. ve ark. 2010 ).

## **2.2.Renk Stabilitesi**

Günümüz diş hekimliğinde kompozit rezinlerin hem fiziksel hem de estetik özelliklerinin geliştirilip güçlendirilmesi çok yaygın olarak kullanılmasına neden olmuştur. Estetik restoratif materyaller doğal diş görünümünü taklit edebilmelidir ve bu durum materyalin renk uyumu ve renk stabilitesi ile doğrudan ilişkilidir (Fontes ve ark 2009).

Kompozit rezinlerin en önemli dezavantajı zaman içinde kompozit rezinlerde meydana gelen renklenmelerdir. Özellikle anterior bölgede bulunan estetik kompozit rezin restorasyonların yenilenmesinin en önemli nedeni, zaman içinde restorasyonlarda meydana gelen renk değişikliğidir ( Lazetti G, 2000; Asmussen E.1983; Ferracane JL. Ve ark.1985; Gurdal P. ve ark. 2002; Hosoya Y. 1999)

Hastalarda ideal bir gülüş ve hasta memnuniyeti sağlamak için kullanılan restoratif materyaller içsel renk stabilitesine sahip olmalı ve zaman içinde meydana gelecek yüzey renklenmelerine karşı dirençli olmalıdır (Bagheri R. ve ark. 2005).

Kompozit rezinlerde renk stabilitesinin rezin matriks, doldurucu partiküllerin büyüklüğü, polimerizasyon derinliği ve renklendirici ajanların tipi ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Ergücü ve ark 2008).

Satou ve ark. (1989), hidrofilik çözeltilerde kompozit rezinlerin renklenme sürecinin su emilimi ve hidrojen bağlanması ile ilişkili olduğunu açıklamıştır. Hidrofobik boyayıcı çözeltilerde ise rezin yüzeyi ile olan kontakt açısı renklenmede etkin bir rol oynamaktadır.

Kompozit rezinlerin renk değişim derecesi polimerizasyonun yetersiz olması, su emilimi, diyet, oral hijyenin kötü olması ve restorasyonun yüzey pürüzlülüğü gibi bir çok faktörden etkilenebilmektedir (Nasim ve ark 2010)

Kompozit rezinlerin renklenmesi iki gruba ayrılmaktadır:

- Dışsal (external) renklenme
- İçsel (internal) renklenme

### **2.2.1.Dışsal renklenme**

Kişinin alışkanlıklarına bağlı olarak kompozit rezin restorasyonların yüzeyinde zaman içinde biriken plak ve renk pigmentlerinin meydana getirdiği renklenmelere dışsal renklenmeler denir (Mitra SB. ve ark. 2003; Craig RG. 1986; Dietchi D. ve ark. 1994). Dışsal renklenme, rezinin kan ya da tükürük ile kontamine olması, yetersiz polimerizasyonu, kötü ağız hijyeni, sigara ve kişinin alışkanlıklarına bağlı olarak tükettiği yiyecek, içecek gibi boyayıcı maddelerin kompozit yüzeyi ile sıkça temas etmesi sonucu absorpsiyonu ve yüzey üzerinde birikimiyle gerçekleşir (Um CM. ve Ruyter IE. 1991).

Dışsal renklenmenin oluşmasında ayrıca kompozit rezin restorasyonun yüzey pürüzlülüğü ve hatalı uygulanan bitirme ve polisaj işlemleri de etkilidir (Craig RG. 1986; Hachiya Y. ve ark. 1984). Yapılan bazı çalışmalar kompozit rezin restorasyonlardaki yüzey pürüzlülüğünün renklenme ile doğrudan ilişkisi olduğunu belirtmektedir (Dietchi D. ve ark. 1994; Hachiya Y. ve ark. 1984). Kompozit rezin yüzeyinin kimyasal olarak çözünmesiyle yüzeye renklendirici etkenlerin yerleşmesi de renklenmeye neden olabilir (Dayangaç B. 2011; Asmussen E. 1983; Reis FA. ve ark. 2003.).

Kompozit rezinlerin renk stabilitelerini incelemek için farklı içeceklerin (kahve, çay, şarap, kola, meyve suyu vb) ve ağız çalkalama solüsyonlarının kullanıldığı birçok çalışmada, kullanılan solüsyonların zaman içerisinde kompozit rezin restorasyonlarda çeşitli derecelerde renklenmeye neden olduğu belirtilmiştir (Patel ve ark 2004, Türkün ve Türkün 2004, Guler ve ark 2005, Ertas ve ark 2006). Bu içeceklerin ve solüsyonların renklendirme potansiyellerinin de kompozit rezinlerin bileşimlerine ve özelliklerine bağlı olarak değişebileceği bildirilmiştir (Ertas ve ark 2006).

### 2.2.2.İçsel renklenme

Kompozit rezinin kendi yapısından kaynaklanan, kompozit rezinin rengine bağlı olarak kendiliğinden oluşan fiziko-kimyasal bir reaksiyondur. Işıkla sertleşen kompozit rezinlerde başlatıcı olarak tersiyer aromatik amin kullanıldığında, hue değerinin beyazdan sarı renge dönüşümü sonucu renklenme ortaya çıkmaktadır. İç kaynaklı renklenmeler rezin matriks içeriği, doldurucu partikül büyüklüğü ve oranı, ışığa duyarlı başlatıcı türü, bağlayıcı ajan rengi gibi bir çok faktörden etkilenir (Xu HHK. ve ark. 2004; Gurdal P. 2002; Shintani H. ve ark. 1985).

İçeriğinde UDMA bulunan kompozit rezinlerin viskozitesinin daha düşük ve su emiliminin daha az olması sonucu bu kompozitlerde renklenme daha az oranda gerçekleşmektedir (Xu HHK. ve ark. 2004; Gurdal P. 2002; Shintani H. ve ark. 1985)

Rezin kompozitlerin renkleşmeye yatkınlıkları rezin matriksin su emilimi ve hidrofilik yapısına bağlıdır. Eğer matriks su emiyorsa başka renklendirici sıvıların da emilimi gerçekleşir. Bu durum kompozit rezin restorasyonlarda renklenmeye yol açar (Bagheri ve ark 2005).

Su emilimi temel olarak rezin matrikse doğrudan absorpsiyon ile gerçekleşir. Cam doldurucu partiküller su absorbe etmez; bu nedenle su emilimi miktarı, kompozitin içerdiği rezin miktarına ilaveten rezin ve doldurucu arasındaki bağlantıya da bağlıdır (Bagheri ve ark 2005).

Su emilimi artışıyla beraber kompozit rezin restorasyonların genişlemesine ve kompozit rezinin plastik bir karakter kazanmasına neden olurken, kompozit rezin restorasyonun kullanım ömrünü ise kısaltır. Silanın hidrolize olmasıyla birlikte mikro



çatlaklar belirir ve boyayıcı maddelerin penetrasyonu sonucu kompozit rezin restorasyonda renklenmeye neden olur (Mair LH. 1991).

Kompozit rezin restorasyonlarda kullanılan materyalin rengi ne kadar koyuysa renklenmesi o kadar az olur. A3 rengine sahip kompozit materyal, A1, A2 rengine sahip kompozit materyale göre daha az renk değişimine uğrar (Uchida H. ve ark. 1998; Leibrock A. ve ark. 1997).

### **2.3.Dışhekimliğinde Renk**

Işık, dalga boylarından oluşan elektromanyetik radyasyondur ve kırıldığında bir spektrum oluşturur. Bu spektrumun bir ucunda gama ışınları, diğer ucunda ise radyo dalgaları bulunmaktadır. İnsan gözü; mor ötesi ve kırmızı ötesi ışık spektrumu arasındaki görünür ışık tayfında 400-700 nm dalga boyları arasındaki alana duyarlıdır. Newton'a göre ışık renk içermez. Renk ışığın nesne ile etkileşimi sonrasında oluşur (Westland 2003; Ahmad 2006). Renk temel olarak, bir maddeden geçen ve geriye yansıyan ışık dalgalarının görülebilir etkisidir

Rengin algılanmasında 3 ana faktör vardır; ışık kaynağı, nesne ve gözlemci (Brewer ve ark 2004)

**Işık Kaynağı:** Işık kaynağından yayılan dalgalar ancak nesne ile etkileşime girdiği takdirde gözlemci tarafından renk olarak algılanabilir. Farklı dalga boylarındaki ışık yoğunluğu, farklı renkler olarak ortaya çıkar. Bu durum ışık spektrumunu oluşturur (O'Brien 2002). Farklı ışık kaynaklarından yayılan ışığın dalga boyları ve yoğunluğu farklı olduğu için nesnelere aydınlatan ışık kaynağı rengin algılanmasını etkiler (Brewer ve ark 2004).

**Cisim:** Herhangi bir nesnenin renk özellikleri ışık ile etkileşime girmesi sonucu ortaya çıkar. Bir cismin rengi, ışık geçirgenliği, ışık absorbe etme miktarı ve yansıtma miktarı ile birlikte belirlenir (O'Brien 2002).

**Gözlemci:** Rengin algılanmasındaki son faktör gözlemci, yani insan gözüdür. Işık kaynağından çıkan ve cisim tarafından yansıtılan ışık, gözün kornea tabakasından geçerek retinaya düşer ve burada ışığa duyarlı olan çubuk ve koni hücreleri tarafından algılanır. Çubuk hücreleri rengi siyah-beyaz olarak algılayarak, koni hücreleri kırmızı, mavi veya yeşil olarak değerlendirir. Bu iki hücreden alınan uyarıların birlikte değerlendirilmesi sonucunda beyinde renkli bir görüntü oluşur (Ahmad 2006).

Görünür ışık tayfı mor ile kırmızı ışık arasındaki renk demetini içerir. Görünür spektrum; kırmızı, yeşil ve mavi olmak üzere üç ana banda ayrılır ve ışığın renk kalitesi bu ışınların yüzdesi ile ifade edilir (Craig RG. 2002; Anusavice K.J. 2003).

Diş hekimliğinde renk, materyalin yüzeyine uygulanan ya da materyal içerisine karıştırılan pigmentler veya boyalar olarak düşünülür.

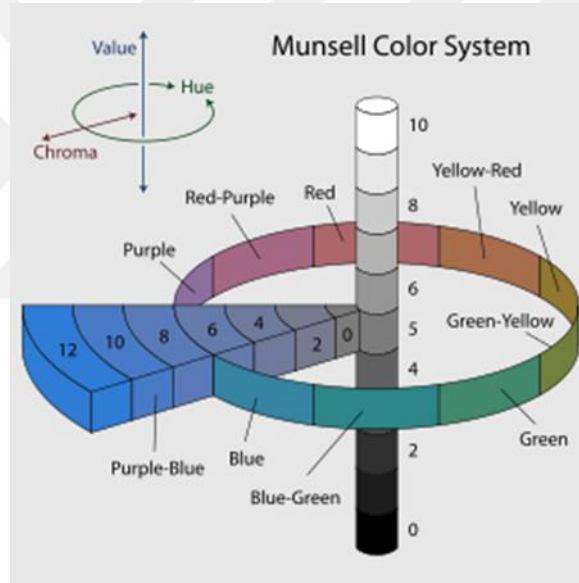
Işık kaynaklarının renk kalitesi, sağladıkları ışığın renk sıcaklık derecesi ile ifade edilir. Renk sıcaklık derecesinin birimi Kelvin'dir. Kelvin derecesi, mutlak sıfırdan başlayarak sıcaklığın santigrad birimine göre ölçü derecesidir. Gün ışığının renk sıcaklığı, mavi bir gökyüzünde, 1000°K den 20.000°K 'e kadar değişim gösterebilir (Chung KH. 1994).

Günümüzde pek çok renk ayırma ve belirleme sistemi mevcuttur. İlk olarak 1905'de Amerikalı ressam A.H. Munsell tarafından bulunan sistem geliştirilerek uzun süre kullanılmıştır. Güvenilirliği, esnekliği ve uygulama kolaylığı sayesinde Munsell renk belirleme sistemi diş hekimliğinde renk seçimi için uygun bir sistemdir (Mair LH. 1991; Sproull RC. 2001). Munsell ilk defa renkleri üç boyutlu bir alanda birbirinden bağımsız boyutlarda göstermiştir (Kuehni 2002).

Munsell sistemi renklerin üç boyutlu olarak organizasyonunu göstermektedir. Munsell renk şablonu, küre veya silindire benzetilebilir. Farklı renklerin birbiriyle ilişkisi, 3 boyutlu şablonun içindeki renk dağılımı anlaşıldığında daha kolay açıklanır. Renksiz ve akromatik ışınlar, silindirin merkezinde yoğunlaşır. Dikey ekseninde beyaz en üstte, siyah ise en altta yer alır. Hue ana rengi (hue), value açıklığı (lightness) ve chroma doygunluğu (saturation) temsil etmektedir. Siyahtan beyaza değişen gri tonları eşit basamaklarla diğer üyelerle birleşir. Renk çeşitleri (hue) bu doğrultuda sıralanmıştır. Her renk kendi içinde aydınlık ve koyuluk değerlerine (value) göre sıralanmıştır. Ana rengin yoğunluğu ve gücü (chroma) de burada ifade edilmektedir (Okubo SR. ve ark. 1998). Munsell'in sistemi uzun süre kullanılmasına rağmen CIELAB (L\*a\*b\*) ve CIECAM02 gibi diğer üst modelleri günümüzde geniş bir kullanım alanına sahiptir (Landa ve Fairchild 2005)



Şekil 1: Munsell Hue Dairesi (Kuehni 2002)



Şekil 2: Munsell Renk Sistemi (Kuehni 2002)

### 2.3.1. Munsell'e Göre Renk Boyutları:

#### Hue (Ana Renk) :

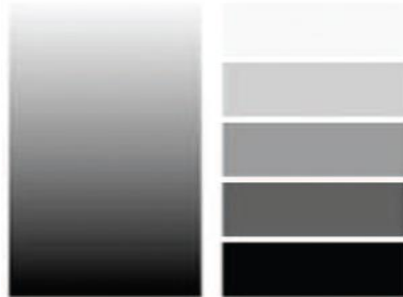
Ana renk veya renk çeşidi anlamına gelir. Spesifik bir dalga boyundaki ışığın retina üzerindeki etkisi ile algılanan renktir. Mavi, yeşil, kırmızı gibi. Munsell'in deyimiyile hue, "bir renk grubunu diğerinden ayırt etmemizi sağlayan karakterdir;

sarıdan kırmızıya, mavi-mordan yesile". Munsell renk sisteminde 5 ana renk (kırmızı, sarı, yeşil, mavi, mor) vardır. Bunların arasında ise 5 yardımcı renk (sarı-kırmızı, yeşil-sarı, mavi-yeşil, mor-mavi, kırmızı-mor) vardır (O'Brien 2002). Diş hekimliğinde ana renk A, B, C, D harfleriyle Vita klasik renk skalasında temsil edilmektedir (Fondriest 2003).

Munsell sisteminde hue'yu belirlemede bazı basit harfler kullanılır. Bu 10 çeşit renk; kırmızı=R, sarı-kırmızı=YR, sarı=Y, yeşil=G, yeşil-sarı=GY, mavi=B, mavi-yeşil=BG, mor-mavi=PB, mor=P, kırmızı-mor=RP şeklinde adlandırılır (Şekil 1) (Craig RG. 2002; Wee AG. ve ark. 2002; Türker SB. ve Biskin T. 2003; Monaghan P. ve ark. 1992).

### **Value (Açıklık) :**

Value rengin açıklığını veya parlaklığını gösterir yani bir cismin parlaklık veya matlık derecesini ifade eder. Parlaklıktaki değişiklikler bir rengin siyah veya beyaz içeriğinin miktarının değişimiyle oluşur. Munsell'e göre value siyah beyaz bir skalada gösterilmiştir. Açık renk cisimler daha az griye sahiptir; koyu renk cisimler ise daha fazla griye sahiptir (Keyf ve ark 2009). Value değerlerinde siyah 0, beyaz ise 10 ile ifade edilir. 0 ile 10 arasında değişen değerler ile gri tonları, siyahtan beyaza doğru farklı value' lar oluşturur. Munsell sisteminde sadece 9 value değeri kullanılmıştır. Saf siyah ve saf beyaz ulaşılmaz dereceler olarak kabul edilmiştir. Düşük value koyu renkleri, yüksek value açık renkleri ifade eder (Şekil 3) (Türker ve Biskin 2002; Wee ve ark 2002).



**Şekil 3 :** 0-10 arasında derecelendirilmiş value skalası (Klaff 2010)

### **Kroma (Doygunluk) :**

Bir rengin saflığını veya doygunluğunu belirtir. Birim alandaki renk miktarını ifade eder. Kroma ve value ters orantılıdır. Kroma arttığı zaman value azalır (Keyf ve ark 2009). Düşük kroması olan renkler zayıf olarak adlandırılır; yüksek kroması olan renkler ise doymuş veya güçlü olarak adlandırılır (Klaff 2010). Örneğin bazı dişler aynı renk çeşidine (hue) sahip olmasına rağmen daha sarı görünebilir (Craig RG., 2002; Wee AG. ve ark. 2002). Aynı sarı renk olmasına rağmen miktarı fazla olduğu için daha baskın bir görünüm oluşur. (Şekil 4) (Wee AG. ve ark. 2002; Turker SB. ve Biskin T. 2003; Monaghan P. ve ark. 1992).



**Şekil 4 :** Solda doygunluğu az olandan sağda doygunluğu fazla olana doğru sıralanmış kromatik skala (Klaff 2010)

Herhangi bir renk, yukarıda belirtilen üç değer kullanılarak açıklanabilir. Hue, value ve kroma kaliteleri, rengin sayısal olarak açıklanabilmesini sağlar. Bu numaralandırma sistemine 'Munsell Notasyonu' denir. Bu sisteme göre bir rengin belirtilmesi hue, value/kroma ya da H V/C olarak tanımlanır (Chung KH. 1994).

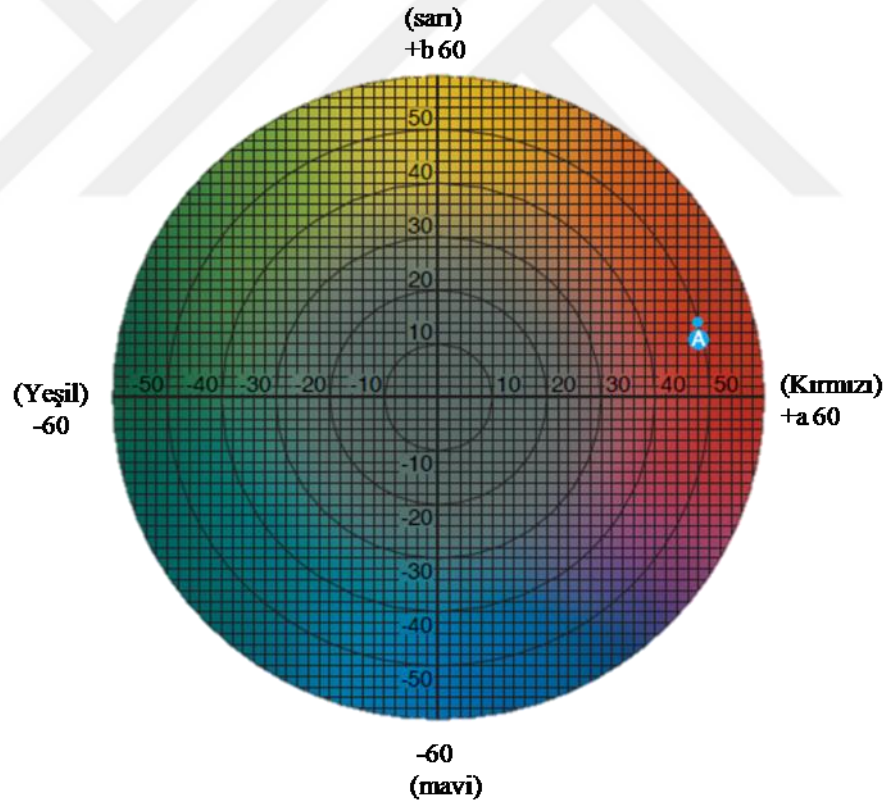
#### **2.3.2.CIELab Renk Sistemi:**

Munsell'den sonra ışık ve renk üzerine araştırmalar yapan uluslararası bir kuruluş olan Commission de l' Eclairage (CIE), renk ölçümü sırasında ışık kaynağının sebep olduğu farklılıkları ortadan kaldırmak amacıyla 1931 yılında CIE (Commission Internationale de l'Eclairage-Uluslararası ışık kaynağı komisyonu) standart ışık kaynağı kullanılmasını önermiş ve XYZ tristimulus değerleri tanımlanmıştır. Bu değerler insan gözünün retinasında bulunan temel 3 renge duyarlı

(X=kırmızı, Y=yesil, Z=mavi) sensörlerle yapılan sistemdir. 1976 yılında ise bugün yaygın olarak kullanılan CIELab renk sistemi oluşturulmuştur (Mair LH. ,1991; Sproull RC. , 2001; Derbabian K. ve ark. 2001; Sproull RC., 2001).

Çoğu zaman sıcaklık birimi olan Kelvin ile ifade edilen ışığın sıcaklık derecesi gün ışığı için yaklaşık 1000 K-20000 K arasında değişir. Renk ölçümü için önerilen standart, 6500 K' lik renk sıcaklığı olarak belirlenmiştir ve D65 olarak tanımlanır (Russell ve ark 2000, Ahmad 2006). Bu sisteme göre rengin 3 farklı boyutu bulunmaktadır. Tüm renkler, 3 eksende kesişerek, merkezini oluşturduğu bir küre içerisinde yer alır.

Şekil 5 'te  $a^*$  ve  $b^*$  kromasite diagramı görülmektedir. Bu eksenler; "L" dikey eksen, beyaz(+)-siyah(-) arasında açıklık veya koyuluk miktarını belirtir. "a" yatay eksen, kırmızı(+)-yeşil(-) arasındaki kroma koordinatlarını gösterir. "b" yatay eksen ise sarı(+)-mavi(-) koordinatları belirtir. Merkez renksiz bölgedir;  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri arttıkça nokta merkezden uzaklaşır ve renk doygunluğu artar (Joiner 2004).



Şekil 5 : L\*a\*b kromatisite diagramı (Minolta 2007)

Bu 3 koordinat değerleri bir rengin sayısal değerlerini verir. Bu sistem tek bir değerle renk değişimini tanımlayabilir. Bu değer  $\Delta E$  değeridir ve aşağıdaki formülle 2 ölçüm arasındaki renk farkı belirlenir (Şekil 6) (Craig RG. 2002; Monaghan P. ve ark. 1992; Hasegawa A. 2000; Fay RM. ve ark. 1999; Seghi RR. ve ark. 1986) :

$$\Delta E_{2-1} = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2} = [(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2]^{1/2}$$

**Şekil 6 :**  $\Delta E$  değeri hesaplama formülü

$\Delta E$  değerlerinin 1'den küçük olması renk değişiminin görsel olarak fark edilemeyeceği, 1 ve 2 arasında olması kısmen farkedilebileceği, 2'den fazla olması görsel olarak da fark edilebileceği anlamına gelmektedir (Greenwall L. 2005).  $\Delta E$  değerinin 3.3 olmasının kritik bir değer ve sınır olarak kabul eden araştırmacılar bulunmaktadır (Reis FA. 2003; Lee YK. ve ark. 2000; Schulze AK. ve ark. 2003; Stober T. ve ark. 2001; Vargas MA. ve ark. 2001). Bazı araştırmacılar ise kritik eşik değerin 3.7'den büyük olması ile klinik olarak gözle görülebilir değişikliğin olduğunu belirtmiştir (Gurdal P. ve ark. 2002).

Paravina ve arkadaşlarının (2005) yaptıkları bir çalışmada, klinik olarak başarısız kabul edilen renklenme değerlerini, CIE L\*a\*b sistemi için  $\Delta E_{ab}$ 'nin 3.7'den büyük olduğu değerler ve CIEDE 2000 sistemi için ise  $\Delta E_{00}$  değerinin 3.1'den büyük olduğu değerler şeklinde belirlemişlerdir.

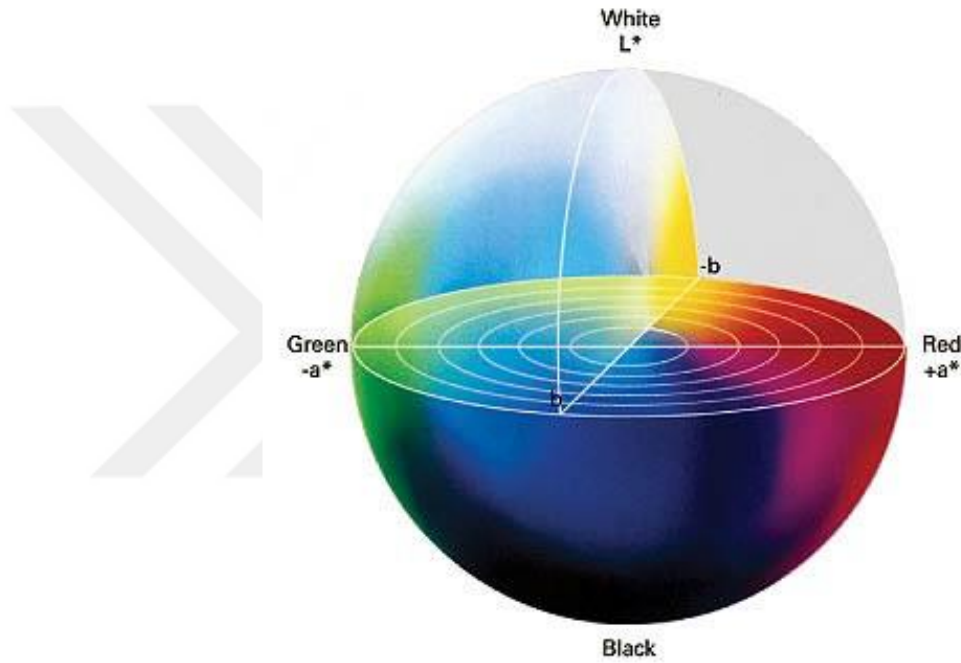
<b>Renk farklılığı değeri</b>	<b>Klinik renk uyumu</b>
0	Kusursuz
0.5-1	Mükemmel
1-2	İyi
2-3.5	Kabul edilebilir
>3.5	Uyumsuz

**Şekil 7:** CIE renk toleransı

Delwin ve ark. (2007) bilgisayarla simüle edilmiş dişlerdeki CIELAB renk farklılıklarının algılanabilirliğini ve kabul edilebilirliğini test etmiştir. Gerçek

materyaller ile yapılan çalışmalar ile uyumlu sonuçlar ortaya çıkmıştır (Lindsey DT. ve Wee AG. 2007)

Lee (2005), CIELAB  $\Delta E$  ve CIEDE2000 formüllerini karşılaştırmıştır. Rezin kompozitlerin polimerizasyon ve termosiklus sonrası renk değerlerinde oluşan farklılıkları incelenmiş ve 2 sisteminde yüksek derecede korelasyon gösterdiğini belirtmiştir. Çalışma iki formülün de kullanılabileceğini göstermekle beraber kroma, hue veya aydınlık miktarı gibi parametreler ayrı ayrı incelenmek istendiğinde CIEDE2000 formülünü önermektedir (Lee Y. ve ark. 2005).

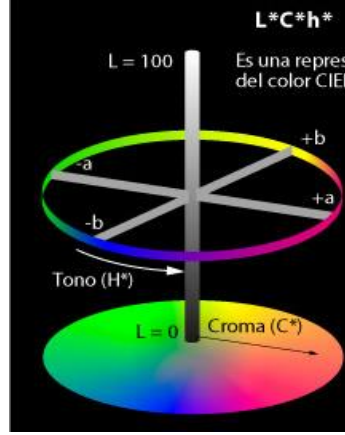


Şekil 8: CIELAB Renk Sistemi

### L\*c\*h renk aralığı

L\*c\*h renk aralığı L\*a\*b ile aynı şekli fakat dikdörtgen koordinatlar yerine silindirik koordinatlar kullanılmaktadır. Bu renk aralığında L\*, L\*a\*b renk aralığındaki gibi rengin açıklık veya koyuluk miktarını temsil eder; c\* kromayı ve h ise hue açısını gösterir. Chroma c\*'nin değeri merkezde 0'dır ve merkezden uzaklığa göre artış gösterir. Hue açısı h, +a\* düzleminden başlar ve derece olarak tanımlanır. 0° +a\* (kırmızı) iken, 90° +b\* (sarı)'dır, 180° -a\* (yeşil) iken, 270° -b\* (mavi)'dir (Joiner 2004) (Şekil 9).





Şekil 9 : L\*a\*b\* renk aralığı (Boscarol 2007)

## 2.4. Işık ve Renk Terimleri:

### Pigmentasyon:

Rengi meydana getiren küçük partiküllere pigment adı verilir ve bir materyale yapılan renklendirme işlemine de pigmentasyon denir. Rengi meydana getiren bu pigmentler metal dışında materyalin içinde bulunur. Örneğin, mercuric sulfide veya vermilion maddesi kırmızı pigmenttir ancak içeriği kırmızı dışında farklı oranlarda tüm renkleri bulundurur. Tüm bu renklerin birleşimi kırmızı rengi oluşturur. Başka bir örnek verirse; yeşil rengi, içindeki mavi ve mor renkteki cadmium sulfide pigmentleri ile kırmızı, turuncu ve sarı renkteki ultramarine pigmentlerin karışımı oluşturur (Craig RG. 2002; Anusavice K.J. 2003).

### Metamerizm :

Aynı cismin farklı ışık kaynakları altında farklı renklerde algılanması metamerizm olarak adlandırılır. Metamerizm çevresel faktörler ve ışık kaynağından etkilenir (Russell ve ark 2000). Bu durum, spektral yansıma eğrilerinin farklı

olmasından kaynaklanmaktadır (Lee YK. 2005). Işığın cinsi ve yoğunluğu rengin algılanmasında önemli rol oynamaktadır (Craig RG. 2002; Anusavice K.J. 2003).

### **Opasite**

Bir materyalin ışığı geçirmesini engelleme özelliğidir. Gün ışığından gelen bütün ışığı yansıtan cisimler beyaz renkte görünürken, gelen ışığı tamamen absorbe eden ve yansıtmayan cisimler siyah renkte görünür. Opak bir materyal gelen ışığın bir kısmını absorbe eder ve kalanını yansıtmaktadır. Işığı kendi içerisinde geçirmez (Craig RG. 2002; Anusavice K.J. 2003; Lee YK. 2005).

### **Kırılma ve Yansıtma (Refraction, Reflection)**

Işık; hava, su veya cam gibi saydam bir tabakaya geçerken kırılma meydana gelir. Kırılma; ışın demetinin saydam tabaka içerisinde farklı hızlarda oblik olarak geçerek ayrışmasıdır. Işık hiçbir zaman saydam veya yarı saydam bir tabakadan tamamen geçmez, ışığın bir bölümü cismin yüzeyinden yansır (Lee YK. 2005).

### **Yarı Saydamlık (Translucency)**

Bir cismin ne kadar yarı saydam olduğu, içerisinde geçen ve yansıtılan ışık miktarı ile bağlantılıdır. Yarı saydamlık opasite kavramının tam tersini ifade eder (O'Brien WJ. 2002).

### **Saydamlık (Transparency)**

Işık bir materyalin içinden tamamen geçebiliyorsa materyalin bu özelliğine saydamlık denir. Saydam materyallerde materyalin arkasındaki cisim net olarak görünebilir (Craig RG. 2002; Anusavice K.J. 2003; O'Brien WJ. 2002).

## **Işıma (Fluorescence)**

Ultraviyole veya X-ışınları gibi yüksek enerjili ışığın bir cisme tutulması sonucu cismin etrafına ışık yaymasına ışıma denir. Bir materyalin alabileceği ışık enerjisinden daha fazlasını alması sonucu ışıma oluşur. Örneğin, insan dişine 365 nm dalga boyundaki ultraviyole ışık uygulanması sonucu ışıma görülebilir. Bu nedenle anterior dolgu materyalleri ve porselen materyallerine estetik olarak diş ile uyumlu olması için ışıma yapabilen bileşenler eklenir. Bu amaçla eser toprak materyalleri olan lantanitler (lanthanides) eklenmektedir (Anusavice K.J. 2003; O'Brien WJ. 2002).

## **2.5. Renk Ölçüm Yöntemleri:**

### **2.5.1. Görsel Ölçüm**

Belirli sayıda seçilmiş kişinin görme duyusu kullanılarak yapılan ölçüm yöntemine görsel ölçüm denir. Ölçüm yapan kişiler, örneğin Munsell renk sistemine göre değerlendirirken sırasıyla;

- "value" değeri beyaz=10/, siyah=0/ arasında,
- "kroma" değeri akromatik veya gri=0/, yüksek oranda doymuş renk=/18 arasında, en son "hue" değeri standart skala yardımıyla temel 10 çeşit renk içinde seçilerek ölçüm yapılır.

Görsel ölçüm için daha farklı daha basit yöntemler de vardır. Örneğin ölçüm yapan kişi, örnekleri birbirleriyle karşılaştırarak, birbirine göre pigment renk tonu veya miktarı açısından sıralama yapılabilir (Sproull RC. 2001; Sproull RC. 2001; Johnston WM. ve Kao EC. 1989). Diğer bir yöntem de kişinin belli bir renk skalası yardımıyla karşılaştırarak ölçüm yapmasıdır (Derbabian K. ve ark. 2001; Sproull RC. 2001; Johnston WM. ve Kao EC. 1989; Miller L. 1994; Paravina RD. ve ark. 2001).

Görsel ölçümde ortam koşulları yani ölçüm yapılan ortamın aydınlatma tipi, ağız ortamının kuru olması veya çok ıslak olması, karşılaştırma yapılan skalanın güvenilirliği, ölçüm yapan kişinin psikolojik durumu, yaşı , görme kusurları, göze

bağlı renk ayırt etme kusurları görsel ölçüm yapılırken hataya sebep olabilecek etkenler arasındadır (Wee AG. ve ark. 2002).

### **2.5.2. Cihaz Kullanılarak Yapılan Ölçüm**

Dental materyallerin renk ölçümü görsel olarak yapılabildiği gibi kolorimetre ya da spektrofotometre gibi cihazlarla daha güvenilir ve detaylı bir şekilde ölçülebilir (Okubo SR. 1998).

Bu amaçla kullanılan cihazlar:

- 1) Kolorimetreler
- 2) Spektroradyometreler
- 3) Spektrofotometreler
- 4) Dijital fotoğraf makineleri

#### **Kolorimetreler:**

Kolorimetreler, belirli bir görme açısı ve sabit ışık kaynağı kullanarak renk ölçümü yapabilen, sadece tristimulus değerlerini ölçebilen sistemlerdir. İnsan gözü retinasındaki gibi 3 farklı sensör içerirler. Kullanım kolaylığı ve maliyeti yönünden karşılaştırıldığında spektrofotometre ve spektroradyometreye oranla daha avantajlı cihazlardır. Özel başlık ve uçlar cihaza takılarak ağız içerisinde kullanılabilir (Joiner A. 2006). Tek bir açıyla ve ışık kaynağı altında ölçüm yaptıkları ve zamanla ölçüm tekrarlanabilirlik özelliklerini kaybetmeleri ise dezavantajlarıdır (Paravina RD. ve ark. 2004).

#### **Spektroradyometreler:**

Spektroradyometreler radyometrik değerlerin ölçümünde kullanılırlar. Bu cihazlar ölçüm sonuçlarını gerçek görüş şartlarında gerçekleştirebilirler. Ancak ölçüm açısındaki ufak değişiklikler bile sonuçlarda büyük sapmalara neden olmaktadır ve kullanım hassasiyeti bu aletlerin dezavantajlarıdır (Paravina RD. ve ark. 2004).

## **Spektrofotometreler:**

Spektrofotometreler 'çoklu sensör' adı verilen bir sistemle çalışan, materyalin yüzey renginin ölçülmesinde en yaygın olarak kullanılan cihazlardır. Çok sayıda dalga boyunda detaylı ölçüm yapabilecek sensör içerir. Spektrofotometre ölçüm yapılan örnekten yansıyan ışığın, beyaz bir yüzeyden yansıyan ışığa olan oranını ölçerek çalışır. Spektrofotometreler insan gözünün ayırt edemediği farklılıkları bile tespit edebilen çok sayıda sensör içermektedir. Farklı ışık kaynağı ayarları ile ölçüm yapabildikleri için metamerizmi de belirleyebilirler. Spektrofotometrelerin uzun dönemde, tekrar edilebilen doğru ve ayrıntılı sonuçlar verebilmeleri renk ölçümlerinde tercih edilmelerini sağlamaktadır (Paravina RD. ve ark. 2004; Wee AG. ve ark. 2005).

## **Dijital Fotoğraf Makineleri:**

Dijital makinelerin gelişmesi ve klinikte kullanımlarının artması ile birlikte renk ölçülmesinde dijital kameraların kullanımı yaygınlaşmaktadır. Cisim üzerindeki bir nokta veya bölgenin değil de tüm cismin renginin ölçülmesi bu sistemin en olumlu özelliğidir. Bu sistemde dişlerin görüntüleri standardize edilmiş şartlar altında dijital fotoğraf makinesi ile elde edilmekte, sonuçlar bilgisayar programları yardımıyla "CIELAB" değerleri cinsinden değerlendirilmektedir (Schemehorn B. ve ark. 2004). Sistem dijital fotoğraf makinesi, bilgisayar, görüntüyü yakalayan bir sürücü, bilgisayar programı ve renk sensöründen oluşmaktadır ( Paravina RD. ve ark. 2004).

Cihaz kullanılarak renk ölçümü yaparken hataya sebep olmamak için cihazın kalibrasyonu doğru bir şekilde yapılmalı ve cihaz doğru şekilde kullanılmalıdır (Wee AG. ve ark. 2002).

## **2.6.Beyazlatma**

### **2.6.1.Tarihçe**

1800 'lü yıllardan bu yana beyazlatma konusu diş hekimliğinde artan bir ilgiyle araştırılmaya devam etmektedir (Teixeira ve ark. 2004 ; Haywood V.B. 1992).

Dişlerde meydana gelen renklemelerin çözümü için diş hekimleri 200 yılı aşkın bir süredir çok sayıda kimyasal ve yöntemle farklı renklenme tiplerindeki renklemeleri gidermeye çalışmaktadırlar (Greenwall 2001).

Pulpası nekroz olmuş ve renklenmiş dişlerin beyazlatılmasına yönelik ilk girişim 1848 yılında gümüş klorit ile yapılmıştır. Truman adlı araştırmacı 1864 yılında klorit, sodyum hipoklorit, sodyum perborat ve hidrojen peroksitin tek başına veya kombine şekilde kullanılması, ısıyla veya ısı olmadan aktive edilmesi gibi yöntemlerden bahsetmiştir. Truman kalsiyum hidroksit ve asetik asit çözeltisindeki klorinin kullanılmasıyla cansız dişlerin beyazlatılmasında başarılı sonuçlar elde etmiştir (Greenwall 2001).

Vital dişlerin beyazlatılması ile ilgili yayınlanan ilk araştırma 1877 'de Chapple'in diş beyazlatmasında oksalik asit kullanımını önerdiği makaledir (Chapple JA.). 1890'ların başında ise %3'lük pirozon gargara olarak kullanılmış ve çürükleri azaltıp, dişleri beyazlattığı bulunmuştur. % 5'lik solüsyon güvenli ve etkili iken %25'lik solüsyonların kostik etkisi olduğu bildirilmiştir. Diş beyazlatmasının estetik tedavi seçeneği olarak sunulması 1898 'de gerçekleşmiştir (Turker ve Biskin 2003).

1910'larda hidrojen peroksitin ışık ve ısıyla aktive edildiği günümüz tekniği sunulmuş, sonraki yıllarda ajanlarda farklılıklar oluşmuştur. 1918 yılında Abbot ilk defa %37'lik hidrojen peroksit ile yaptığı beyazlatma sırasında ısı ve ışık uygulayarak son dönemde kullanılan tekniklerin temelini oluşturmuştur (Dunitz M. 1999).

1940'lara gelindiğinde hidrojen peroksit vital dişler için kullanılırken 1950'ler de eterperoksit (pyrozone) ve sodyum perborat devital dişler için kullanılır olmuştur. Günümüzde kullanılan özel hazırlanmış kaşık içerisine yerleştirilen %10 karbamid peroksit ile ev tipi beyazlatma ilk defa 1960 'lı yılların sonlarında Klusmier adlı bir ortodontistin gingivitis tedavisinde içine antiseptik konulan bir plak yapması, aynı plağın içine %10'luk karbamid peroksit konularak beyazlatma tedavisinde kullanılabileceğini düşündürmüştür. Bu ev tipi beyazlatmanın temelini oluşturan ve son 20 yılda gelişimini sağlayan ilk adım olarak kabul edilebilmektedir (Haywood ve Heymann 1989). Ancak 1989 yılında Haywood tarafından yayınlanana kadar bu yöntem yaygınlaşmamıştır. 1989 yılında Haywood ve Heymann gece koruyucusuna benzer bir aparey içerisindeki %10'luk karbamid peroksit ile hastanın kendi dişlerini

beyazlatabildiği bir sistemi tanıtarak bu yöntemi “Gece Koruyuculu Vital Diş Beyazlatma Tekniği” olarak adlandırmışlardır (Schwartz RS. ve ark. 2006; Kihn ve ark. 2000; Matis ve ark. 1999).

Bu adımdan sonra diş beyazlatma işlemi üzerine sayısız teknik ve ürünler tanıtılmaya başlanmıştır (Haywood 1991).

## **2.6.2.Beyazlatmanın Mekanizması**

Beyazlatmanın mekanizması da çoğu zaman tedavinin kendisi kadar merak edilmektedir. Solüsyonun içinde ya da yüzeyde renk oluşturan materyaller, birbirini takip eden tek ve çift bağlardan oluşan uzun zincirlere sahip organik bileşiklerdir. Bu bileşikler heteroatomlar, karbonil ve fenil halkaları içerirler ve sıklıkla “kromofor” olarak adlandırılırlar. Kromofor molekülleri kimyasal olarak bir veya birden fazla karbon-karbon ikili bağına sahip oldukları için renkli olarak görünürler. Kromoforun beyazlatılması ya da renksizleştirilmesi ancak zincirdeki çift bağların açılarak zincirin kırılması ya da diğer kimyasal fonksiyonel grupların oksidasyonu ile mümkün olur (Joiner 2006; Greenwall 2001).

Beyazlatma reaksiyonu sırasında peroksitler, peroksit radikalleri olarak ayrışırlar. Tekil ve eşleşmemiş elektronlara sahip olan peroksit radikalleri elektronik yük taşımayan molekül parçalarıdır. Aşırı derecede reaktif olan bu radikaller, ikili bağlara karşı yüksek derecede afiniteye sahiptirler. Peroksit radikalleri kromoforun ikili bağlarına saldırarak, karbon-karbon ikili bağlarını ayırırlar. İkili bağlar tekli bağ haline dönüşürler veya tamamen parçalanırlar. Böylece renksiz moleküller oluşur ve dişlerin daha beyaz görünmesine neden olurlar (Dahl ve Pallesen 2003; Joiner 2006).

Hidrojen peroksit organik ve inorganik bileşiklerin büyük bir kısmını okside eder. Diş dokularına uygulanan peroksit, mine-dentin birleşimine ve dentin içine penetre olarak renkli organik moleküllere ulaşır. Meydana gelen oksidasyon sonucu pigment molekülleri daha küçük moleküllere dönüşürler. Bu moleküller gelen ışığı yansıtamadıkları için dişler daha açık renkli görünür ve sonuç olarak diş renginde beyazlama meydana gelir (Marshall ve ark. 2010; Joiner 2006; Joiner 2004; Goldstein ve Garber 1995).

%10'luk karbamid peroksit yaklaşık olarak %3'lük hidrojen peroksitle ayrışır. Beyazlatmada aktif olan kısım hidrojen peroksittir. Üre pH arttırıcı özelliği ile antiseptiktir ve pH' ın aşırı düşmesini engelleyerek demineralizasyonu önler. Üre de

amonyak ve karbondioksite ayrışır (Çakır, F.Y. ve ark. 2011; Turkun, M. ve Turkun, L.S. 2004).

### **2.6.3.Beyazlatma İşleminde Kullanılan Ürünlerin İçerikleri**

Beyazlatıcı ajanların içeriklerinde; ağartıcı ajan olarak karbamid peroksit veya hidrojen peroksit kullanılır. Bunun yanı sıra karbopol (O<sub>2</sub> salınımını yavaşlatır, viskozite artırır), trolamin (nötürleştirici ajan), gliserin (diş dokularına tutunmayı kolaylaştırır), hassasiyet giderici (potasyum nitrat, florür) ve tatlandırıcı gibi maddeler de beyazlatıcı ajanların içerisinde yer almaktadır (Greenwall 2001; Topcu ve ark. 2017).

Diş hekimliğinde beyazlatma amacıyla daha çok hidrojen peroksit ve türevlerini içeren ürünler kullanılmaktadır (Attin ve ark. 2004; Goldstein ve Garber 1995). Hidrojen peroksit ya direkt olarak dişler üzerine uygulanmakta ya da sodyum perborat veya karbamid peroksitten kimyasal salınım sonucu açığa çıkmaktadır (Dahl ve Pallesen 2003). Bu maddeler bağımsız olarak ya da birlikte kullanılabilirler (Frank A. 1980). Hidrojen peroksit ve karbamid peroksit daha çok dışsal beyazlatmada, sodyum perborat ise içsel beyazlatmada tercih edilmektedir (Yıldırım S. 2005).

### **Hidrojen Peroksit**

Hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) suda yüksek oranda çözünerek asidik bir solüsyon oluşturan acı ve renksiz bir sıvıdır. Diş hekimliği dışında endüstri ve tekstil alanlarında kullanımının yanı sıra doğada su yüzeyinde, yağmurda, havada, insan ve bitki dokularında, yiyecek ve içeceklerde ve bakterilerde düşük konsantrasyonlarda bulunmaktadır (Scientific Committee on toxicity, e.a.t.e.c. 24 April 2001). Hidrojen peroksit hem ev tipi hem ofis tipi beyazlatma ürünlerinin içinde bulunmaktadır. Ev tipi beyazlatma ürünleri %3, %7,5, %9,5, %14 hidrojen peroksit içerirken, ofis tipi beyazlatma ürünleri %35, %37, %38 ve %40 hidrojen peroksit içermektedirler.

Hidrojen peroksit parçalanarak iyonize olduğunda su ve oksijene ayrılır. Açığa çıkan oksijen molekülleri diş dokularına penetre olarak büyük pigment moleküllerini parçalar ve daha küçük moleküller oluşur. Bu moleküller diş yüzeyinden uzaklaşır ve böylece beyazlatma gerçekleşir (Greenwall 2001).



Hidrojen peroksitin beyazlatıcı bir ajan olarak etkili olabilmesi için iyonize olması gerekir. Bu reaktif moleküller uzun zincirli, koyu renkli kromofor moleküllerini etkileyerek, daha küçük moleküllere parçalayarak daha az renkli ve daha difüzyona elverişli moleküller haline getirirler. Ortamın asidik ya da bazik olmasına veya ortamda enzimlerin bulunmasına göre farklı şekilde parçalanır. Asidik ortamda açığa çıkan kuvvetli serbest radikal oranı daha düşüktür. Bazik ortamda ise kuvvetli serbest radikal oranı yüksektir. Ancak ph'ın düşük olması raf ömrünü uzatır (Attin ve ark. 2004; Dahl ve Pallesen 2003). Hidrojen peroksitin iyonizasyonunu inhibe eden ve bu yolla vücudu oksijenin toksik etkisine karşı koruyan enzimlerin bazıları ağızda bulunur (Munrove ark. 2006). Bu enzimlerin iyonizasyonu engellememesi için beyazlatma işlemi sırasında dişler kuru ve temiz olmalıdır (Munrove ark. 2006; Carlsson 1987).

### **Karbamid Peroksit**

Karbamid peroksit ( $CH_4N_2OH_2O_2$ ) bilinen diğer bir beyazlatma ajanıdır. Genellikle ev tipi beyazlatma ürünlerinin büyük bir kısmında karbamid peroksit bulunur (Chng ve ark. 2004). %10, %15, %16, %20, %22 ve %35 karbamid peroksit içeren beyazlatma ürünleri piyasada bulunmaktadır. %10'luk karbamid peroksit parçalandığında %3,35 hidrojen peroksit ve %6,65 üre oluşur (Josey ve ark. 1996). Üre de karbondioksit ve amonyağa parçalanır. Amonyak kuvvetli bir bazdır ve ortamın ph'sını yükselterek başarılı bir beyazlatma işlemi meydana gelmesini sağlar. Böylece asidik ortama kıyasla daha fazla bir beyazlatma sağlanmış olur. %15'lik karbamid peroksit parçalandığında %5,4 hidrojen peroksit, %20'lik karbamid peroksit parçalandığında %7 hidrojen peroksit oluşur. Oluşan hidrojen peroksit iyonize olarak su ve oksijene ayrışır. Açığa çıkan oksijen molekülleri de beyazlatmayı sağlar. Bu ajanların içinde bulunan karpobol veya gliserin beyazlatma işleminin hızını kontrol eder. Ayrıca peroksidaz gibi ağız ortamı, gıda artığı, bakteri plağında bulunan enzimler serbest radikallerin açığa çıkmasını engeller. Bu sebeple beyazlatma yapılan dişlerin kuru ve temiz olması gerekir (Cavalli 2004; Seghi ve Denry 1992; Sun 2000; Monaghan P. ve ark. 1992; Chapple JA. 1995).

## **Sodyum Perborat**

Sodyum perborat beyaz bir tozdur. Suda çözüldüğünde sodyum metaborat ve HP'e parçalanır. Monohidrat, trihidrat ve tetrahidrat formları bulunmaktadır ve bulunduğu form maddenin açığa çıkardığı serbest oksijen miktarını etkilemektedir (Attin ve ark. 2004).

Hidrojen peroksit içermeyen beyazlatma ürünlerinde aktif bileşen olarak sodyum perborat kullanılır. Bu ürünler yeterli miktarda serbest radikal oluşturarak beyazlatma sağlar (Greenwall 2001). Sodyum perborat distile su ya da %3-30 arasında değişen konsantrasyonlarda hidrojen peroksit ile karıştırılarak beyazlatma işleminde kullanılmaktadır (Teixeira ve ark. 2004; Kuga ve ark. 2012). Sodyum perboratın anhidroz hali antiseptik ve kimyasal olarak stabil yapıda olan beyaz toz şeklindedir. Suyu birleştğinde ise metaborat ve moleküler oksijen oluşturur. Devital dişlerin beyazlatılması için yapılan walking bleach tekniğinde sodyum perborat kullanılmaktadır.

## **Kalınlaştırıcı Ajanlar**

Beyazlatma ürünlerinin içerisinde kalınlaştırıcı ajan olarak bir poliakrilik asit polimeri olan karbopol (karboksipolimetilen) bulunur. Karbopol beyazlatıcı ajanın viskozitesini artırır böylece plağa ve dişlere retansiyonu artır. Artan viskozite tükürüğün hidrojen peroksitin etkinliğini azaltmasına da engel olur. Karbopol ayrıca oksijen salımını yavaşlatır ve beyazlatıcı ajanın daha uzun süre aktif olmasını sağlar (Greenwall 2001).

## **Üre**

Üre, insan vücudunda doğal olarak bulunur ve tükürük bezleri tarafından üretilir. Tükürükte ve dişeti oluğu sıvısında bulunur. Üre, hidrojen peroksiti stabilize eder ve solüsyon pH'sını artırır. Antikaryojenik etkisi vardır. Ayrıca tükürük oluşumunu stimüle eder ve yara iyileşmesi üzerine olumlu etkileri vardır. Tüm bu özellikleri nedeniyle, beyazlatma ajanlarının içine üre ilave edilmektedir (Greenwall 2001).

## **Taşıyıcılar**

Beyazlatma ürünleri gliserin ya da glikol bazlıdır. Gliserin ürünün viskozitesini arttırarak kullanımını kolaylaştırır. Glikol ise anhidroz bir gliserindir (Greenwall 2001).

## **Yüzey nemlendiricileri**

Beyazlatma ürünlerine eklenen yüzey nemlendiricileri, hidrojen peroksitin dış yüzeyine penetrasyonunu kolaylaştırarak ürünün beyazlatıcı etkisini arttırırlar (Greenwall 2001).

## **Koruyucular**

Beyazlatma ürünlerinin tümünde sitroksasin, fosforik asit, sitrik asit veya sodyum stannat gibi koruyucular bulunur. Bu koruyucular sayesinde hidrojen peroksitin parçalanmasını sağlayan demir, bakır, magnezyum gibi metaller beyazlatma jellerini etkileyemez ve jellerin stabilizasyonu sağlanır (Greenwall L. 2001).

## **Tatlandırıcılar**

Beyazlatma ürünlerine eklenen tatlandırıcılar ürün tatlarının hasta tarafından kabul edilebilir olmasını sağlar (Greenwall 2001).

### **2.6.4.Beyazlatma Yöntemleri**

#### **2.6.4.1.Vital Beyazlatma Yöntemleri**

Vital diş beyazlatma uygulamaları, estetik beklentileri karşılayabilmeleri, güvenli olmaları, dişte madde kaybı oluşturmamaları ve alternatif uygulamalara göre daha ekonomik olmaları nedeniyle hastalar ve diş hekimleri tarafından sıklıkla tercih edilmektedir (Abe ve ark. 2011; Vidhya ve ark. 2011; Kimyai ve ark. 2010).

## **Vital Beyazlatma Uygulamasının Endikasyonları;**

Madde kaybı olmayan florozis renklenmesi olan dişlerde, hastanın alışkanlıklarına bağlı uzun süreli çay, kahve, tütün ve benzeri kullanıma bağlı renklenmelerde, yüzeysel olan tetrasiklin renklenmelerinde, travma sonucu renklenmiş vital dişlerde, sararmış dişlerde (yaşlanma nedeniyle ya da doğuştan) ve orta seviyede iç/dış renklenmelerde beyazlatma işlemi uygulanması endikedir.(Cohen S ve Burns RC. 1984).

## **Vital Beyazlatma Uygulamasının Kontrendikasyonları;**

İleri derecede tetrasiklin renklenmelerinde, aşırı mine kayıplarında, geniş restorasyonlu dişlerde, ileri derecede iç/dış renklenmede, peroksit alerjisi olan bireylerde, açık kök yüzeylerinde, hassasiyete neden olabilecek çok geniş pulpalı dişlerde, dış etkenlere duyarlı ve yüzeyinde çatlak bulunan dişlerde, hamile ve emziren bayanlarda, koopere olmayan hastalarda beyazlatma işlemi kontrendikedir (Haywood V.B. 2006; Özel, Y 2007; Rotstein I. 2002; Strassler H.E. 2006).

### **2.6.5.Beyazlatma Tipleri**

Vital dişleri beyazlatmak için farklı konsantrasyonlarda farklı beyazlatma ajanları farklı sürelerde ve farklı yöntemler ile uygulanabilir. Vital diş beyazlatma yöntemleri; ofis tipi beyazlatma, ev tipi beyazlatma ve hekim kontrolü olmadan uygulanan beyazlatma (Over the Counter-OTC) yöntemleridir.

#### **2.6.5.1. Ofis Tipi Beyazlatma İşlemi**

Muayenehanede diş hekimi tarafından uygulanan beyazlatma işlemleridir. Ofis tipi beyazlatmanın en önemli avantajları diş hekiminin gözetiminde olduğu için hastaya bağlı komplikasyonların en aza indirgenmesi ve uygulamadan hemen sonuç alınabilmesidir (Kugel ve Ferreira 2005). Ancak; klinikte geçirilen sürenin uzun ve maliyetin yüksek olması, birden fazla seans gerektirmesi, yüksek konsantrasyondaki

beyazlatıcı ajanın diş etleri, dudaklar ve çevre yumuşak dokularda tahriş edici etki oluşturması, uygulama sonrasında dişlerde duyarlılık gelişmesi ve diş etlerini korumak için kullanılan rubber dam'ın hastalar tarafından tolere edilememesi gibi dezavantajları vardır (Barghi N. 1998; Hakan YB ve Ertaş E. 2000; Haywood, V.B. 1992).

Ofis tipi beyazlatma yöntemlerinde, diş hekimleri tarafından klinikte yüksek konsantrasyondaki beyazlatma ajanları uygulanır. Bu amaçla %15-40'lık hidrojen peroksit (HP) jelleri tek başına veya ısı ve/veya ışıkla aktive edilerek kullanılmaktadır. Isı ve ışık uygulanmayan sistemler ise genellikle %25-40 HP içeren jellerden oluşmaktadır. Bu jellerle başarılı sonuçlar elde edilmiş olmasına rağmen, renklenmenin şiddetine bağlı olarak istenilen beyazlatmanın 1-2 seans sürmesi bu sistemlerin dezavantajıdır. Bu yöntemde işlemin süresini kısaltmak ya da etkisini arttırmak için jeller ısı, ışık ve lazer ile aktive edilmiştir. Sıcaklık artışı beyazlatma işlemini hızlandırır. Sıcaklıktaki her 10 °C'lik artış hidrojen peroksitin serbest radikallere dönüşümünü sağlayan kimyasal reaksiyon hızını iki katına çıkarır (Uzer Çelik ve ark. 2016).

Işık kaynaklarının uygulanması sırasında ışıktan absorbe edilen ısı enerjisi peroksitlere aktarılır. Işık uygulamasının diğer bir faydası ise fotolizis reaksiyonu sayesinde hidrojen peroksitten serbest radikallerin salımını hızlandırmasıdır. Bu amaçla kullanılan ısı ve ışık kaynakları; uv, tungsten halojen, ışık yayan diyotlar (LED), plazma ark ve lazerlerdir. Ancak oluşan ısı pulpa hasarına sebep olabilmekte ve hassasiyete neden olabilmektedir (Uzer Çelik ve ark. 2016).

Ofis tipi beyazlatma işlemlerinin beyazlatıcı etkisi oldukça yüksek ve hızlıdır. Ancak beyazlatma işlemi sonrasında renk ölçümünün hemen yapılmaması önerilmektedir. Çünkü yumuşak dokuları beyazlatıcı ajanların etkisinden korumak amacıyla yapılan izolasyon dişlerde dehidratasyona neden olmakta ve bu dehidratasyon dişlerin olduğundan daha açık görünmesine neden olmaktadır. 30 dakika ya da daha kısa sürede dehidratasyon gerçekleşebilmektedir. Ancak dişlerin tekrar nemini kazanması için 1 saat kadar geçmesi gerekmektedir. Bu nedenle beyazlatma işleminin hemen ardından yapılan renk değişimi kıyaslamaları yanıltıcı olabilmektedir. Renk değişiminin doğru belirlenebilmesi için beyazlatma işleminden 1 veya 2 hafta sonra yapılması daha uygundur (Marshall ve ark. 2010).

Ofis tipi beyazlatma işleminin ardından genellikle beyazlatıcı ajan içeren apareylerin kullanılması ile beyazlatmaya devam edilir. Bunun için %10-30 karbamid peroksit ya da %10 hidrojen peroksit içeren ajanlar tercih edilmektedir. Bu şekilde ofis tipi beyazlatma işlemini takip eden günlerde de beyazlatma işlemine devam edilerek istenen sonuçlara ulaşmak amaçlanmaktadır (Marshall ve ark. 2010).

### **2.6.5.2. Ev Tipi Beyazlatma İşlemi**

Diş hekiminin kontrolünde evde hasta tarafından uygulanan beyazlatma işlemidir. Beyazlatma işlemi uygulanacak dişlerin ölçüsü alındıktan sonra hastaya özel hazırlanmış taşıyıcı plaklar içerisine beyazlatıcı ajanların yerleştirilmesi ve bu plakların hasta tarafından belirli sürelerde takılması ile beyazlatma sağlanır. Ev tipi beyazlatma işlemi uygulaması kolay, güvenilir, maliyeti düşük ve başarılı sonuçlar veren bir uygulamadır (Haywood V.B. 1992).

Ev tipi beyazlatma uygulamalarında kullanılan beyazlatıcı ajanlar ofis tipi beyazlatma sisteminde kullanılan beyazlatıcı ajanlara göre daha düşük konsantrasyondadır. Bu amaçla kullanılan beyazlatma ajanları sıklıkla karbamid peroksit (%10, %15, %16, %20, %22) ya da hidrojen peroksit (%3, %7,5, %9,5, %14) içermektedir. Ev tipi beyazlatma sistemlerinin başlangıç diş rengine bağlı olarak günde 6-8 saat arasında değişen sürelerde kullanılması önerilir. Beyazlatma işlemi tek seferde değil, üretici firmanın önerdiği şekilde 2-6 hafta arasında düzenli kullanılması önerilmektedir (Yanıkoglu F ve Tağtekin D. 2005; Haywood V.B. 2006; Sulieman ve ark. 2004). Ancak günlük kullanım süresi beyazlatma ajanının konsantrasyonuna göre değişiklik gösterebilmektedir. Yapılan çalışmalar, karbamid peroksit içeren beyazlatma ajanlarının maksimum etkiyi ilk 2 saat içerisinde gösterdiğini, sonrasında etkinin zamanla azaldığını göstermiştir. Bu nedenle ev tipi beyazlatmanın en az 2 saat uygulanması önerilmektedir (Marshall ve ark. 2010; Kugel ve Ferreira 2005).

Ev tipi beyazlatma işleminde kullanılan taşıyıcılar (gece koruyucusu) beyazlatma ajanının dişler üzerinde belirli pozisyonda tutulmasını sağlar. Jelin etkinliğinin tükürük tarafından azaltılmasını engelleyecek şekilde hazırlanmalıdır. Taşıyıcıların hazırlanabilmesi için beyazlatma yapılacak dişlerden ölçü alınır, alçı model elde edilir ve alçı model üzerinde işlem yapılacak dişlerin vestibül yüzeylerine block out işlemi yapılır. Bu işlem sonucunda basınç azaltılmış aynı zamanda

beyazlatma ajanı için yer hazırlanmış olur. Elde edilen alçı model üzerinde vakum altında kalınlığı 0,75-1,5 mm arasında olabilen yumuşak vinil materyal ile taşıyıcılar hazırlanır. Taşıyıcının hasta ağızında uyumu çok iyi olmalıdır. Ardından hastaya taşıyıcıyı nasıl kullanacağı ve beyazlatma ajanını nasıl uygulayacağı konusunda bilgi verilir (Heymann H.O. 2006).

Yapılan klinik çalışmaların sonucunda ev tipi beyazlatma işleminin bireylerin yaklaşık %91’inde başarılı sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Ofis tipi beyazlatma işlemi ile benzer endikasyonları bulunmaktadır ancak maliyetinin daha düşük olması ve yumuşak doku yaralanması ve duyarlılık gibi yan etkilerin daha az görülmesi nedeniyle daha avantajlı bir beyazlatma yöntemidir (Haywood V.B. 1992). En büyük dezavantajı ise hasta uyumu gerektirmesi ve diş hekiminin kontrolünün azalmasıdır (Kihn 2007).

### **2.6.5.3. Hekim Kontrolü Olmadan Uygulanan Beyazlatma İşlemi (Over the Counter-OTC)**

Diş hekiminin kontrolü olmaksızın, hastaların marketlerden ve eczanelerden satın alarak kullandıkları ürünler ile yapılan beyazlatma yöntemidir. Profesyonel diş beyazlatma yöntemlerinin maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle OTC sistemler geliştirilmiştir. Bu amaçla, beyazlatma bantları, diş macunları, diş ipi, gargaralar, sakızlar ve vernikler kullanılmaktadır (Joiner 2010; Demarco ve ark. 2009). Haywood ve Heymann (Haywood ve Heymann 1989) evde kaide ile yapılan vital beyazlatma tekniklerinin düzgün bir şekilde uygulandığında güvenliğinin diğer dental prosedürler gibi olduğunu bildirmişlerdir. Hekimin kontrolü dışında olduğu için bu ürünlerin kullanımı kimi zaman problemlere neden olsa da, bazılarının oldukça etkili olduğu bilinmektedir. Bu sistemlerde kullanılan hidrojen peroksit konsantrasyonu %5,3-6,5 arasında değişmektedir ve 14 gün süresince günde 2 kez kullanımları önerilmektedir (Marshall ve ark. 2010; Joiner 2004; Joiner ve ark. 2008; Yalcin ve Gürkan 2005; Swift ve ark. 2009).

Diş beyazlatıcı özelliği olduğu iddia edilen diş macunları genellikle karbamid peroksit ya da hidrojen peroksit içermektedir. İçeriklerinde yüksek oranda bulunan aşındırıcılar ile yüzeysel renklenmeleri uzaklaştırmaktadırlar. Aktif içerikleri, biyolojik film içinde yer alan organik molekülleri parçalayan enzimlerdir. Ayrıca alümina, dikalsiyum fosfat dihidrat ve silika bulunmaktadır.

Beyazlatıcı gargaralar ise genellikle düşük konsantrasyonda hidrojen peroksit içermektedirler. Bunun yanı sıra diş yüzeyinde yeni renklenmelerin oluşmasını önlemek için bu ürünlere sodyum heksametafosfat da ilave edilmektedir. Beyazlatıcı diş ipinin ise interproksimal alanlardaki renklenmeleri azalttığı iddia edilmektedir. Renklenmeleri uzaklaştırmadaki etkisi, içeriğinde bulunan ve diş ipi ile diş aralarının temizlenmesi esnasında aşındırmaya neden olan silika ile ilişkilendirilmektedir. Dişlerde renklenmeleri önlediği iddia edilen diğer bir OTC ürünü %4-7,5 heksametafosfat içeren sakızlardır. Vernikler ise hidrojen ya da karbamid peroksit içermekte ve fırça yardımıyla diş yüzeyine uygulanmaktadır.

Beyazlatma bantları beyazlatıcı ajan olarak düşük konsantrasyonda (%5-14) hidrojen peroksit içeren adeziv bantlardır ve ön dişlere yapıştırılarak kullanılır. Günde 1 ya da 2 kez 5-60 dakikalık periyotlarda hidrojen peroksit salımı yaparlar (Demarco ve ark. 2009).

#### **2.6.4.2. Devital Beyazlatma Yöntemleri**

Kök kanal tedavisi uygulanmış dişlerde, travma nedeniyle dentinde oluşan kanama sonucu, endodontik tedavi sırasında artık pulpa dokusu kalması veya tedavi sırasında kullanılan restoratif materyaller ve simanlar renk değişimine neden olabilmektedir. Bu dişler, diğer dişlerle renk uyumunun sağlanabilmesi amacıyla kron ile restore edilmektedir. Ancak devital beyazlatma işlemi çok daha konservatif bir yöntemdir. Devital beyazlatma için farklı yöntemler uygulanmaktadır. Termokatalitik yöntemde, %35'lik hidrojen peroksit pulpa odasına yerleştirildikten sonra oksidasyon sürecini hızlandırmak amacıyla bir ısı kaynağı ile ısı uygulanır. Ancak bu yöntemin kök rezorpsiyonuna neden olduğu düşünülmekte ve önerilmemektedir. Daha güncel olan yöntemde ise %30-35 hidrojen peroksit içeren ve ısı gerektirmeyen pat ya da jellerin kullanılmasıdır. Bu yöntem devital dişlerin beyazlatılması için kullanılan ofis tipi yöntemdir. Her iki yöntemde de uygulanacak olan beyazlatma ajanının kök kanallarına penetre olmasını önlemek için açık olan kök kanal dolgusunun üzeri tercihen rezin modifiye cam iyonmer siman ile örtülmelidir. Ayrıca beyazlatma ajanının dişin kron kısmında periodontal ligamentin olduğu seviyeye kadar yerleştirilmesi ve kök kanal boşluğuna geçmemesi tavsiye edilmektedir. Beyazlatıcı ajan içeren pat ya da jel pulpa odasına yerleştirilerek geçici dolgu maddesi ile kapatılır ve üç-beş gün beklenir. İstenilen beyazlatma elde edilene



kadar 1-3 seans aynı işleme devam edilir. Walking bleach adı verilen diğer yöntemde ise dişin kron kısmındaki tüm materyaller uzaklaştırıldıktan sonra kron seviyesinin 1-2 mm altında kalacak şekilde kök-kanal dolgu maddesi de uzaklaştırılır. Ardından kök kanal dolgusunun üzeri rezin modifiye cam iyonomer siman ile örtülür. Yeterli miktarda sodyum perborat bir damla salin ya da steril anestezi solüsyonu ile karıştırılarak pat haline getirilir. Hazırlanan pat kanal ağzına yerleştirildikten sonra geçici dolgu maddesi ile kapatılır. Sodyum perborat haftada bir değiştirilmelidir. Dişte beyazlama sağlandığında pulpa odası yıkanır ve steril salin solüsyonu ile toz kalsiyum hidroksit karıştırılarak hazırlanan pat yerleştirilir. Bu şekilde kök rezorpsiyonunun önlenmesi amaçlanmaktadır. Ardından geçici dolgu maddesi ile kapatılır. İki haftanın sonunda geçici dolgu maddesi uzaklaştırılır. Kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması amacıyla pulpa odası yıkanarak kurutulur ve dişin daimi restorasyonu yapılır (Zimmerli ve ark. 2010; Shinohara ve ark. 2004; Attin ve ark. 2003; Liebenberg 1997; Haywood V.B. 2006).

#### **2.6.6. Beyazlatmayı Etkileyen Faktörler**

Beyazlatma ajanının diş yüzeyi ile maksimum temasa geçebilmesi ve dış kaynaklı renklendirici etkenlerin uzaklaştırılabilmesi için beyazlatma işlemi öncesi diş yüzeyinin temizlenmesi ve polisajlanması gereklidir (Haywood V.B. 2006).

Beyazlatmayı etkileyen diğer bir faktör kullanılan peroksitin konsantrasyonudur. Peroksitin konsantrasyonu arttıkça beyazlatma etkisi artar. Ancak yüksek konsantrasyonda beyazlatma ajanı kullanırken duyarlılık ve diğer yan etkileri göz önünde bulundurmak gerekir (Haywood V.B. 2006).

Beyazlatma işlemi sırasında sıcaklık ne kadar artarsa oksijen salımı o kadar hızlı olur ve reaksiyonun hızı artar. Sıcaklığın 10<sup>0</sup> C artması kimyasal reaksiyonun hızını iki katına çıkarır. Ancak sıcaklıktaki artış dişlerde duyarlılık ve pulpada inflamasyon oluşturabileceği için bu artışın hastanın rahatsızlık duymayacağı bir seviyede olması gerekir (Haywood V.B. 2006).

Beyazlatma işlemi sırasında ışık ile aktivasyonun peroksiti aktive ederek oksidasyon reaksiyonunu hızlandırdığı ve daha kısa sürede daha etkin beyazlatma sağlanacağı bildirilmektedir (Azevedo ve ark. 2011; Tavares ve ark. 2003; Patusco ve ark. 2009). Bu amaçla LED (Light Emitting Diode), plazma ark, argon lazer, karbondioksit lazer, halojen ışık kaynakları kullanılmaktadır. Hidrojen peroksitin raf

ömrünün uzun olabilmesi için asidik pH'ya sahip olması gerekir. Beyazlatma işleminde kullanılan hidrojen peroksitin sahip olması gereken optimum pH 9,5-10,8 arasındadır. 10,8 pH değerine sahip hidrojen peroksit 9,5 pH değerine sahip hidrojen peroksit göre %50 daha fazla beyazlatma sağlamaktadır (Haywood V.B. 2006).

Beyazlatmanın derecesi dişin beyazlatıcı ajana maruz kaldığı süreyle doğrudan ilişkilidir. Süre arttıkça, beyazlatmanın derecesi artar. Ancak bu durumda duyarlılığın da artacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Hidrojen peroksitin diş üzerinde kapalı bir ortama yerleştirilmesi peroksitin etkinliğini artırır (Haywood V.B. 2006).

### **2.6.7. Beyazlatma İşleminin Yan Etkileri**

Beyazlatma uygulamaları ile ilgili en sık görülen yan etki diş duyarlılığıdır (Turkkahraman H. ve ark. 2007). Dişlerde görülen duyarlılığın yanı sıra yumuşak dokularda irritasyon görülebilir. Beyazlatma ajanlarının sistemik bir yan etkisinin olmadığı ve düşük konsantrasyonlardaki peroksitin güvenilir olduğu yapılan çalışmalar sonucunda rapor edilmiştir (Dahl J.E. ve Pallesen U. 2003).

#### **2.6.7.1. Diş Duyarlılığı**

Beyazlatma işlemi sırasında dişlerde duyarlılık oluşmasının iki nedeni vardır. Mine ve dentini geçerek pulpaya ulaşan hidrojen peroksitin reversible pulpitis oluşturması kimyasal, kullanılan taşıyıcı plakların dişlerde baskı yaratması ise mekanik nedenlerdir. Beyazlatma uygulanan dişlerde pulpal cevaplar kişiden kişiye ve dişten dişe farklılık gösterebilir. Beyazlatma ajanı içindeki peroksit pulpaya penetre olur ve duyarlılığa neden olabilir ancak bu durum geçicidir (Kina ve ark. 2010). Yine de beyazlatma uygulaması sırasında dişlerde aşırı derecede bir duyarlılık gelişmemesi için çok dikkatli olunmalıdır. Hastanın beyazlatma uygulaması sırasında gelişebilecek duyarlılığın farkında olabilmesi için işlem öncesi anestezi uygulamaktan kaçınılmalıdır. Ev tipi beyazlatma işlemi uygulanan hastalar az miktarda duyarlılık gelişebileceği konusunda bilgilendirilmelidir. Beyazlatma işlemi nedeniyle gelişen duyarlılığın tedavisi için uygulama sıklığının ve süresinin azaltılması, uygulamaya bir süre ara verilmesi, antiinflamatuvar ilaçların kullanılması,

duyarlılık giderici diş macunlarının kullanılması ve florür ya da potasyum nitrat jellerinin taşıyıcı plaklar ile uygulanmasını içeren kombine yaklaşımlar kullanılabilir (Haywood V.B. 2006).

### **2.6.7.2.Yumuşak Dokularda İrritasyon**

Beyazlatma işleminin en sık görülen yan etkilerinden biri beyazlatma ajanının içerdiği yüksek konsantrasyondaki hidrojen peroksitin, yumuşak dokularda hasar, yanık ve ülserasyonlara neden olması ve taşıyıcı plakların neden olduğu mekanik irritasyondur (Kina et al. 2010; Naik et al. 2006; Haywood V.B. 2006).

Peroksit nedeniyle oluşan irritasyon kısa sürede fark edilir ve peroksit yumuşak dokudan uzaklaştırılırsa hemen düzelmeye gözlenir. Bu gibi durumlarda antiseptik merhemler yumuşak dokularda iyileşmeye yardımcı olur (Haywood V.B. 2006).

## **3.GEREÇ VE YÖNTEM**

Bu çalışmada tek kompozit materyal ile hazırlanan kompozit disklerin farklı renklendirici çözeltilerde bekletilerek, polimerizasyon süresinin, ağartmanın ve ağartma sonrası yapılan polisajın renklenme üzerine olan etkisi değerlendirilmiştir.

Bu tez çalışması 4 aşamadan oluşmaktadır;

1. Estetik kompozit materyalin farklı renklendirici solüsyonlar içinde 30 gün süre ile bekletilerek meydana gelen renk değişikliklerini değerlendirmek,
2. Farklı sürelerde polimerize edilen kompozit materyallerin farklı renklendirici solüsyonlar içerisinde bekletilerek polimerizasyon süresinin renklenme üzerindeki etkisini değerlendirmek,
3. Renklendirilen kompozit materyal örneklere ofis tipi beyazlatma işlemi uygulayarak beyazlatma işleminin renklenen kompozit materyallerin rengi üzerindeki etkisini değerlendirmek,

4. Renklenen kompozit materyallere beyazlatma işlemi uygulandıktan sonra polisaj işlemi uygulayarak ağartma işlemi sonrası polisaj işlemi uygulanmasının renklenme üzerindeki etkisini değerlendirmektir.

### 3.1.Çalışmada Kullanılan Materyaller

Bu tez çalışmasında 1 adet restoratif materyal Filtek™ Z550 Nano Hibrit Üniversal kullanılmıştır (Şekil 12). Dolgu maddesi A1 renginde seçilmiştir. Restoratif materyaller su, çay, neskafe, kola ve kırmızı şarap olmak üzere 5 farklı solüsyon ile renklendirilmiştir. Renklenen kompozit materyalleri beyazlatmak için Opalescence® Boost Ofis Tipi Beyazlatma (%40 HP) kullanılmıştır (Şekil 14). Bu çalışma için kullanılan tüm materyaller ve üretici firmaları Şekil 10'da yer almaktadır. Kullanılan cihazlar ise Şekil 11'de yer almaktadır.

Materyal	Ürün	Üretici Firma
Kompozit Rezin	Filtek™ Z550 Nano Hibrit Üniversal (A1 renk)	3M ESPE, St Paul MN, ABD
Polisaj Diski	Optidisc Polisaj Disk Seti	Sds Kerr Danbury, CT, USA.
Beyazlatma Ajanı	Opalescence® Boost Ofis Tipi Beyazlatma (%40 HP)	Ultradent, Utah, ABD
Renklendirici Çözelti	Yellow Label Siyah Çay	Lipton, Türkiye
Renklendirici Çözelti	Nescafe 3'ü bir arada	Bursa, Türkiye
Renklendirici Çözelti	Kola	The Coca-Cola Company, Türkiye
Renklendirici Çözelti	Kırmızı Şarap	Dikmen, Kavaklıdere, Ankara, Türkiye

Şekil 10: Çalışmada kullanılan materyaller ve üretici firmaları çizelgesi

Cihaz	Marka ve Modeli	Üretici Firma
Işık Aleti	3M Espe Elipar S10	3M ESPE, St Paul MN, ABD
Spektrofotometre	Lovibond RT Series	The Tintometer® Group, Lovibond House, UK

Şekil 11: Kullanılan Cihazlar Çizelgesi



Şekil 12: Filtek™ Z550 Nano Hibrit Ünersal (A1 renk) Kompozit Rezin



Şekil 13: Kerr Optidisc Polısaj Disk Seti



Şekil 14: Opalescence® Boost Ofis Tipi Beyazlatma Ajantı(%40 HP)



Şekil 15: 3M Espe Elipar S10 Işık Tabancası



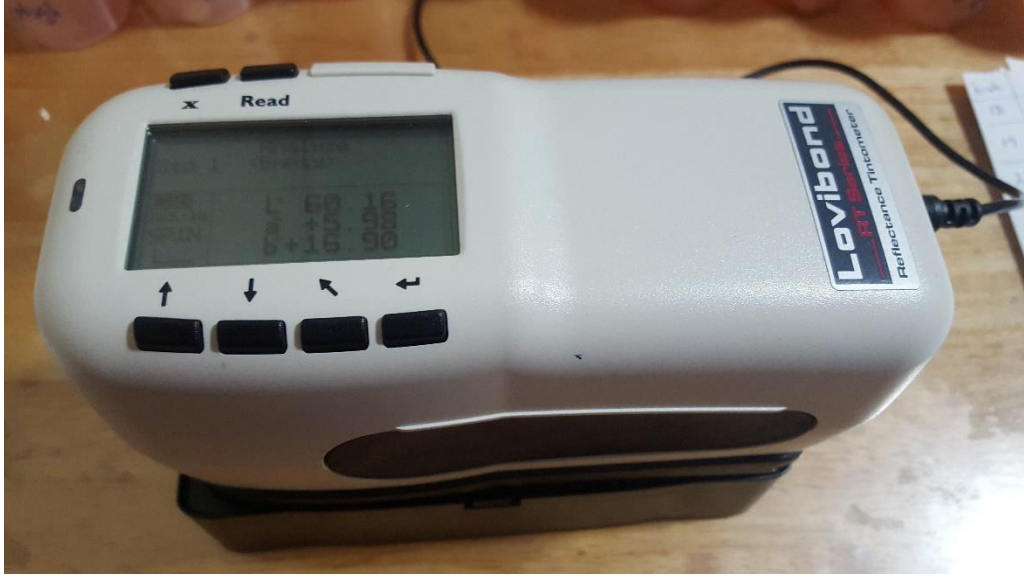
Şekil 16: Lipton Yellow Label Siyah Çay, Nescafe 3'ü bir arada



hepsiburada.com  
Her şey aynı yerde!



Şekil 17: Kola(Coca-Cola), Kavaklıdere Dikmen Kırmızı Şarap

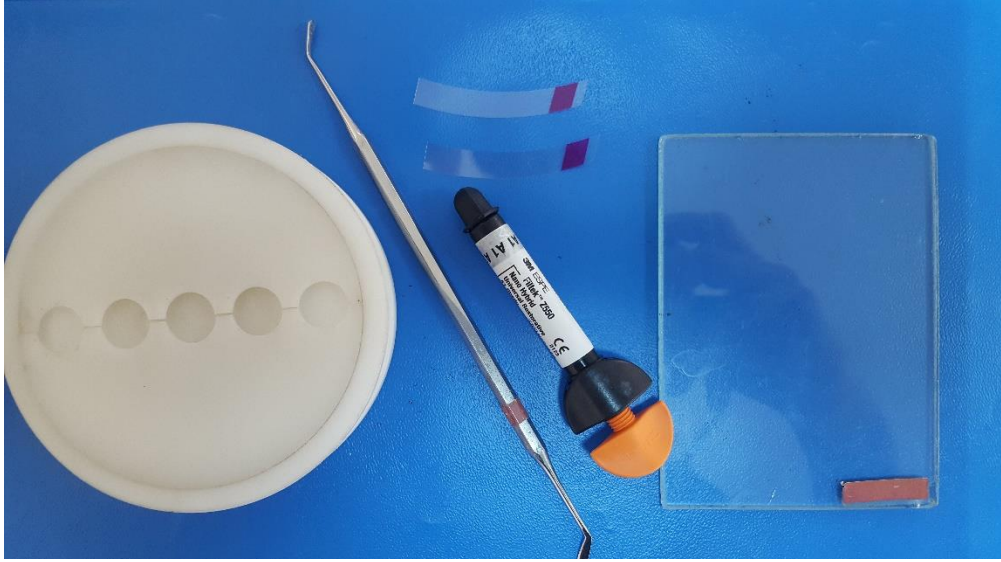


Şekil 18: Lovibond RT Series Spektrofotometre

### 3.2.Örneklerin Hazırlanması

Çalışmamızda 13 mm çapında ve 1,5 mm kalınlıkta dairesel boşluklara sahip bir politetrafloroetilen kalıp kullanılmıştır (Şekil 19). Toplamda 80 adet örnek hazırlanmıştır. Kompozit materyali olarak A1 renginde Filtek™ Z550 Nano Hibrit Üniversal kullanılmıştır. Örnekler hazırlanırken kompozit materyal tek tabaka halinde disk şeklindeki boşluklara uygulanmış ve şeffaf bant ve siman camı yerleştirilmiştir. Hafifçe baskı uygulanarak fazlalık materyalin taşması sağlanmış ve düzgün bir yüzey elde edilmesi sağlanmıştır. Ağız spatülü ile yavaşça artan kompozit alınmış ve sonrasında ışık yoğunluğu 1200 mW/cm<sup>2</sup> olan ışık cihazı ile ( 3M Espe Elipar S10, Diş Ürünleri, St. Paul, MN, ABD) 20 sn (60 adet örnek) ve 40 sn (20 adet örnek) süre boyunca üretici firmanın talimatları doğrultusunda polimerize edilmiştir (Şekil 15). Polimerizasyon tamamlandıktan sonra tüm örneklerin her iki yüzeyi de cila diskleri (Optidisc Polisaj Disk Seti, Sds Kerr Danbury, CT, USA.) ile 60 sn süre ile kuru bir şekilde düşük devirde, hafif basınçla klinik anguldruva ve mikromotor kullanılarak tek bir hekim tarafından polisajı gerçekleştirilmiştir (Şekil 13).





**Şekil 19:** Örneklerin hazırlanmasında kullanılan politetrafloroetilen kalıp, siman camı, şeffaf bantlar, ağız spatülü ve A1 renğinde Filtek™ Z550 Nano Hibrit Üiversal kompozit

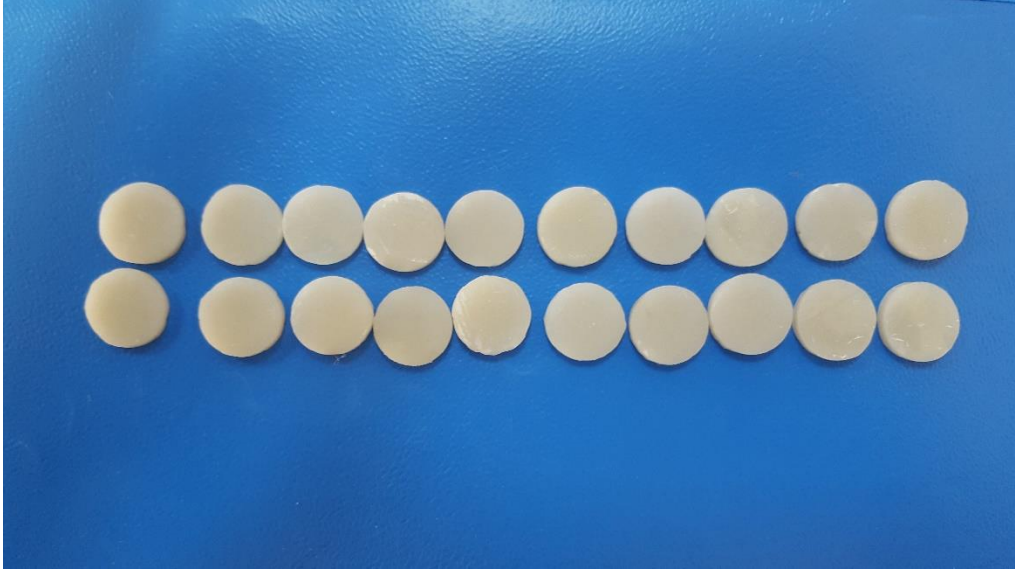
Polimerizasyon süresinin, renklenme sonrası yapılan ağartmanın ve ağartma sonrası yapılan polisajın renklenmeye olan etkisini araştırmak için örnekler 4 gruba ayrılmışlardır (n=20).

1.Grup: 20 sn süre ile polimerize edilen ve sadece renklendirme yapılan grup (kontrol grubu)

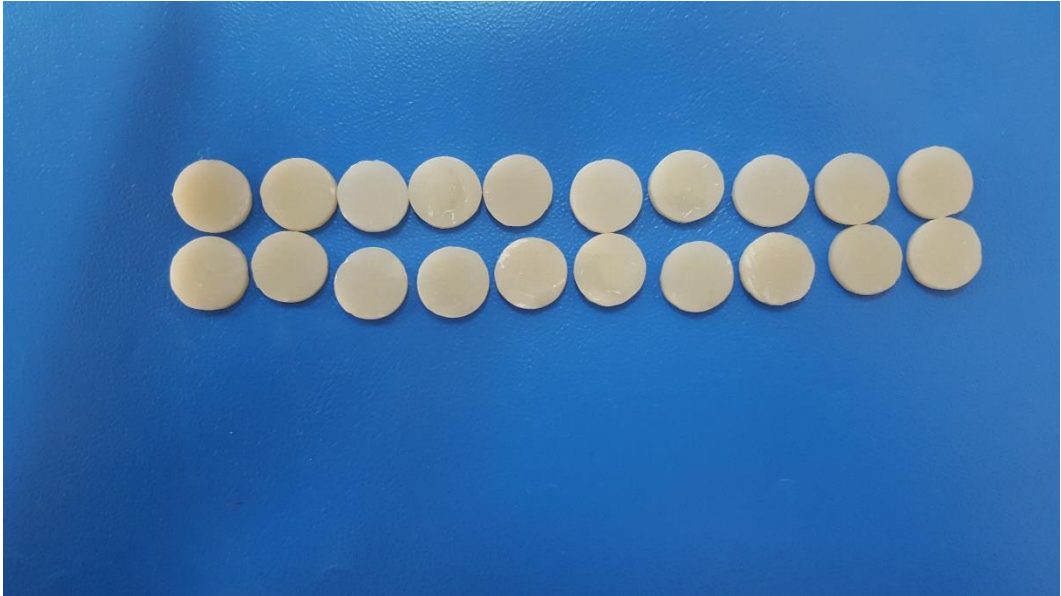
2.Grup: 40 sn polimerize edilen ve sadece renklendirme yapılan grup

3.Grup: 20 sn süre ile polimerize edilen ve renklendirme sonrası ağartma yapılan fakat ağartma sonrası polisaj yapılmayan grup

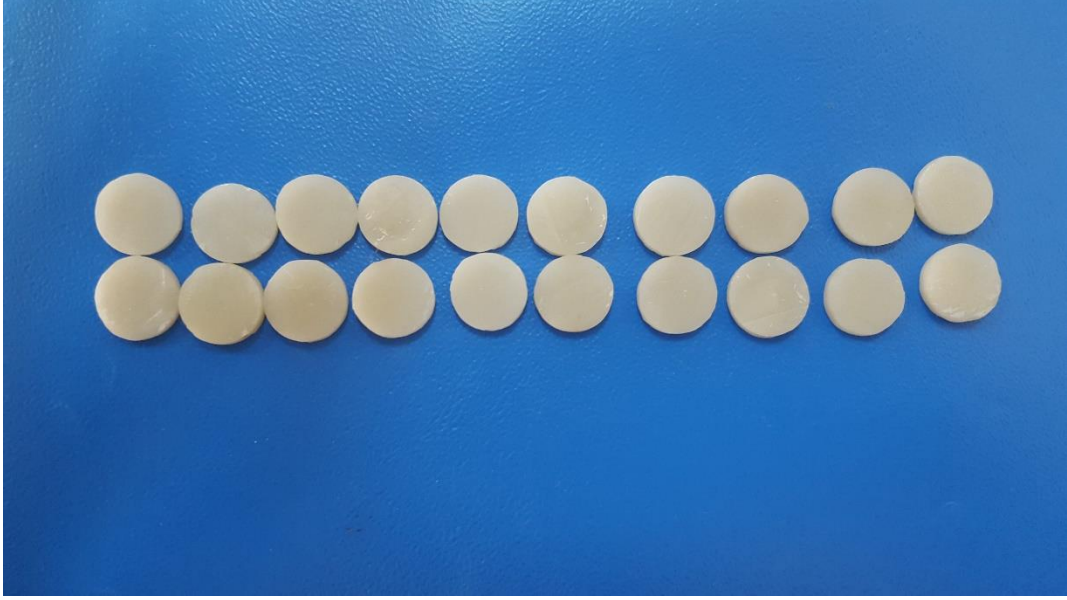
4.Grup: 20 sn süre ile polimerize edilen ve renklenme sonrası ağartma yapılan ve ağartma sonrası polisaj yapılan grup



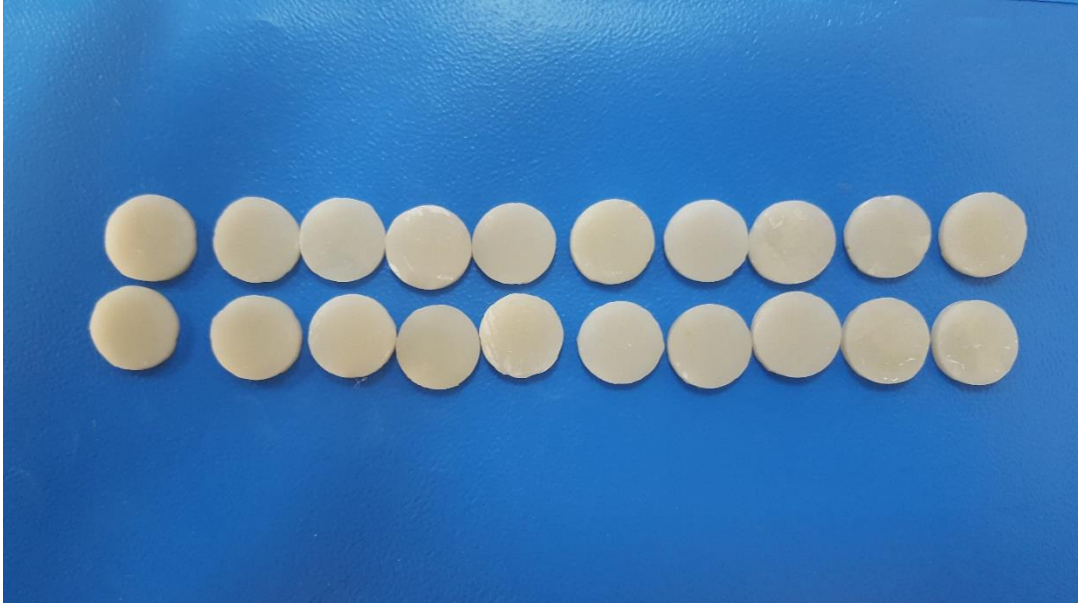
**Şekil 20:** 20 sn süre ile polimerize edilen ve sadece renklendirme yapılan grup (kontrol grubu) (başlangıç hali)



**Şekil 21:** 40 sn süre ile polimerize edilen ve sadece renklendirme yapılan grup (başlangıç hali)



**Şekil 22:** 20 sn süre ile polimerize edilen ve renklendirme sonrası sadece ağartma yapılan grup (başlangıç hali)



**Şekil 23:** 20 sn süre ile polimerize edilen ve renklendirme sonrası ağartma + polisaj yapılan grup (başlangıç hali)

Örnekler gruplara ayrıldıktan sonra distile suda 37°C sıcaklıkta 24 saat bekletildikten sonra başlangıç renk ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler Lovibond marka spektrofotometre (Şekil 18) ile yapılmıştır. Başlangıç ölçümleri yapıldıktan sonra

örnekler renklendirme solüsyonlarının içine konulmuştur. Renklendirme solüsyonu olarak distile su, çay (Yellow Label Çay, Lipton, Türkiye - prefabrik bir çay poşeti 150 ml kaynar su içinde 5 dk bekletildi ve 5 dk soğuması beklendi.), neskafe (Nescafe 3 in 1, Bursa, Türkiye - 3 gr kahve tozu, 150 ml kaynar suyu imalatçının önerisine göre hazırlandı ve 5 dk soğuması beklendi.), kola (The Coca-Cola Company, Türkiye) ve kırmızı şarap (Dikmen, Kavaklıdere, Ankara, Türkiye) olmak üzere 5 farklı renklendirme solüsyonu kullanılmıştır. Restoratif materyalde intrinsik renk değişikliklerini incelemek için ve kontrol olarak distile su kullanılmıştır.

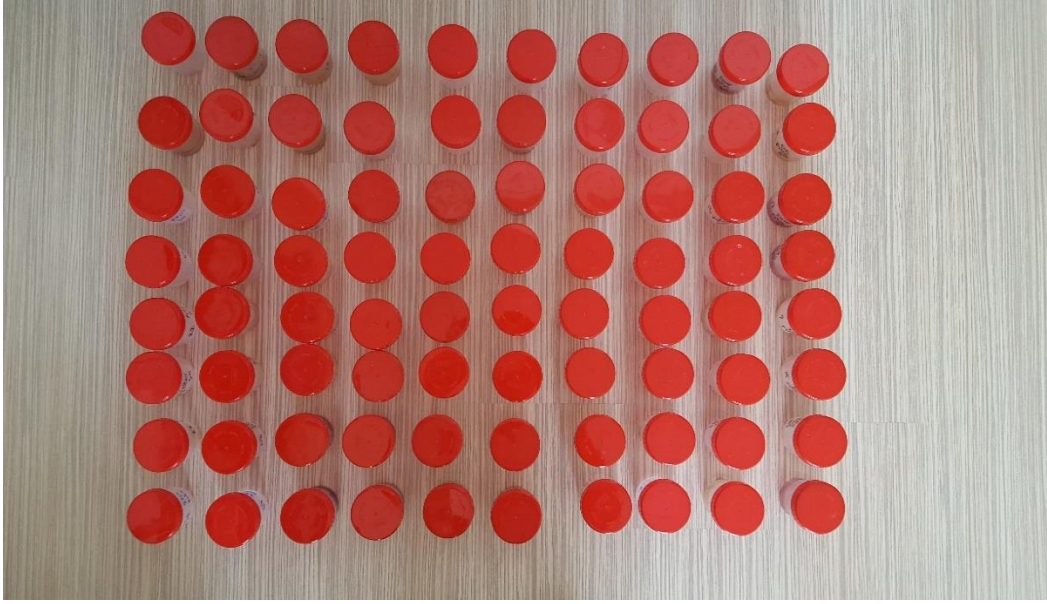
Tüm numuneler 30 gün boyunca 24 saat süre ile solüsyonlar içinde bekletilmiş ve solüsyonlar düzenli olarak değiştirilmiştir. Tüm numunelerin renk ölçümleri 1. gün, 2. gün, 7. gün, 21. gün, 30. günlerde numunelerin her iki yüzeyi de ölçüm cihazı ile 3 kez ölçülmüş ve ölçümlerin ortalaması alınmıştır. Her ölçümden önce örnekler 10 sn boyunca akan su altında yıkanmış ve kağıt havlu ile bastırmadan hafifçe kurulanmıştır.

30 günlük renklendirme sonrasında grup 3 ve grup 4 te bulunan numunelere Opalescence® Boost Ofis Tipi Beyazlatma ( %40 hidrojen peroksit) beyazlatma ajanı 30 dakika süre ile uygulanmış ve renk değişimleri tekrar ölçülmüştür. Ayrıca grup 4'te bulunan numuneler beyazlatma işleminden sonra polisaj diskleri ile polisajlanmış ve polisaj sonrası renk ölçümleri yapılmıştır.

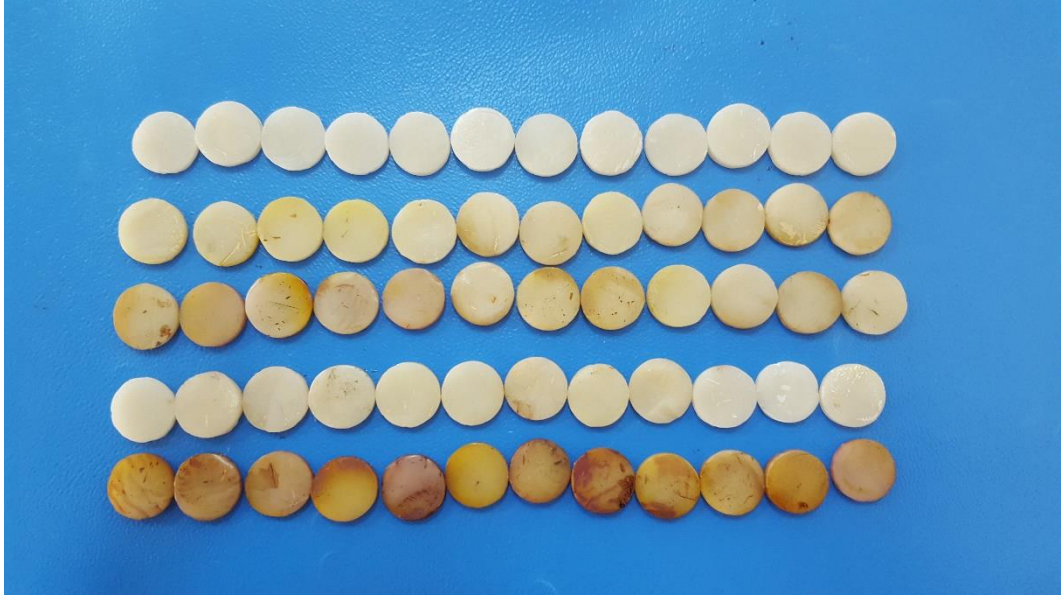
Bu işlemler tamamlandıktan sonra grup 3 ve 4'te bulunan örnekler, ağartma işleminden sonra yüzey pürüzlülüğü olduğu düşünülen kompozit yüzeyine yapılan polisajın renklenmeye olan etkisini görebilmek için grup 3 ağartma sonrası tekrar renklendirici solüsyonların içine atılmış ve ağartma sonrası 1. , 2. , 7. , 21. ve 30. günlerde renk ölçümleri yapılmıştır. Grup 4 te bulunan örneklere ise polisaj sonrası 1. , 2. , 7. , 21. ve 30. günlerde tekrar renk ölçümleri yapılmıştır.

Grup 1 ve 2' de bulunan örnekler ise polimerizasyon süresinin renklenmeye olan etkisini incelemek için kompozit diskler hazırlandıktan sonra 60 gün süre ile renklendirici solüsyonlarda bekletilmiş ve 1. , 2. , 7. , 21. , 30. , ve 60. günlerde renk ölçümleri yapılmıştır.





**Şekil 24:** Renklendirme solüsyonlarında bekletilen örnekler



**Şekil 25:** 30 gün boyunca distile su, çay, neskafe, kola ve kırmızı şarapta bekletilen 60 adet örnek



**Şekil 26:** 20 sn süre ile polimerize edilen ve 60 gün boyunca distile su, çay, nescafe, kola ve kırmızı şarapta bekletilen 20 adet örnek



**Şekil 27:** 40 sn süre ile polimerize edilen ve 60 gün boyunca distile su, çay, nescafe, kola ve kırmızı şarapta bekletilen 20 adet örnek





**Şekil 28:** 20 sn süre ile polimerize edilen ve 30 gün boyunca distile su, çay, neskafe, kola ve kırmızı şarapta bekletilen 40 adet örneğin beyazlatma işlemi öncesi görüntüsü



**Şekil 29:** 20 sn süre ile polimerize edilen ve 30 gün boyunca distile su, çay, neskafe, kola ve kırmızı şarapta bekletilen 40 adet örneğin beyazlatma işlemi sonrası görüntüsü

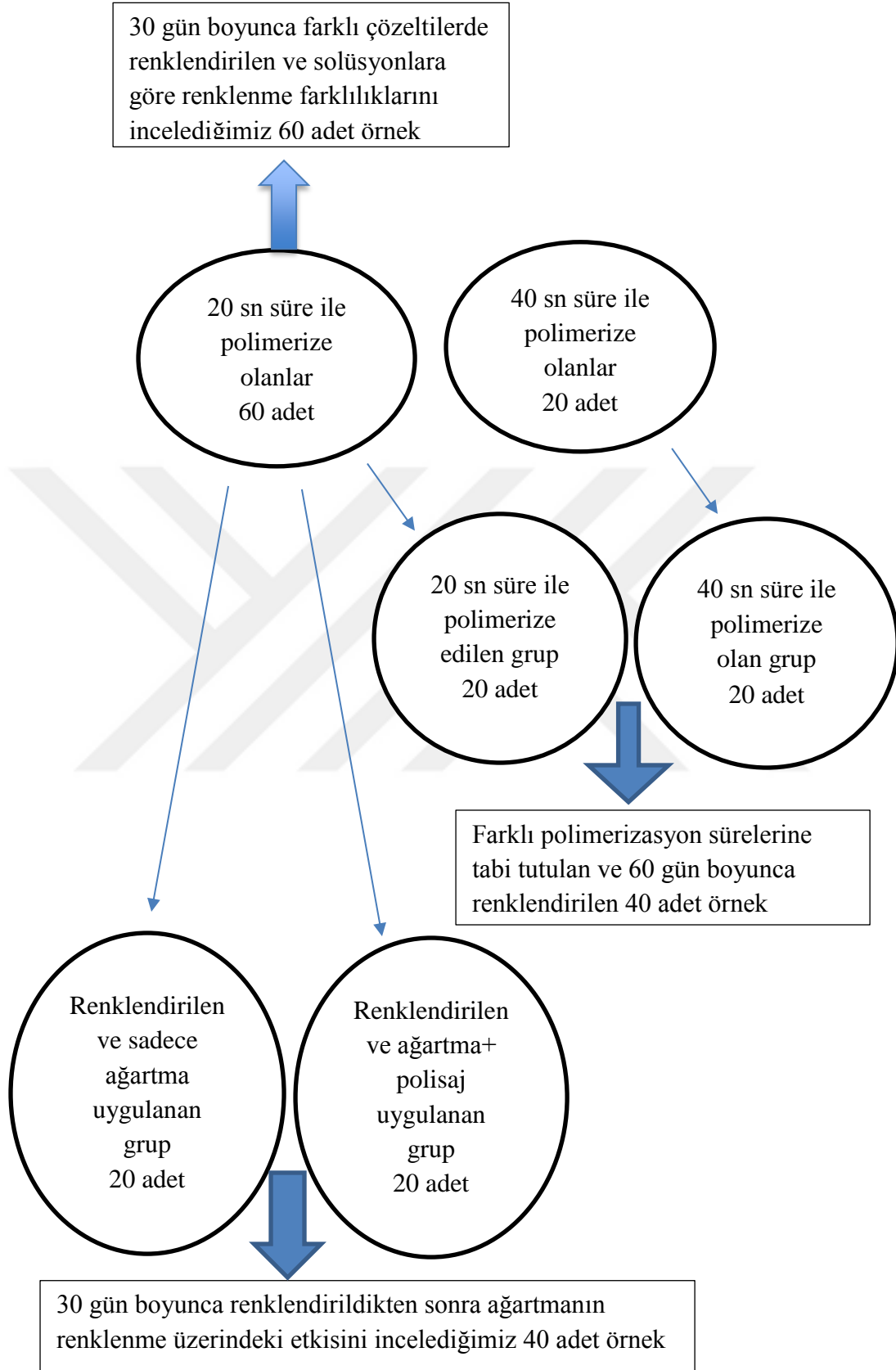


**Şekil 30:** Ağartma işlemi sonrası 30 gün boyunca distile su, çay, neskafe, kola ve kırmızı şarapta bekletilen 20 adet örneğin görüntüsü



**Şekil 31:** Ağartma +polisaj işlemi uygulandıktan sonra 30 gün boyunca distile su, çay, neskafe, kola ve kırmızı şarapta bekletilen 20 adet örneğin görüntüsü





Şekil 32: Şematik Çalışma Planı

### 3.3. Renk Değerlendirmesi

Renk ölçümlerinin yapılmasında spektrofotometre (Lovibond, The Tintometer® Group, Lovibond House, UK) cihazı kullanılmıştır (Şekil 34). Her ölçümden önce cihaz kullanma talimatına uygun bir şekilde kalibre edilmiş ve ölçümler cihazın kendisinde sabit olan standart beyaz zemin üzerinde yapılmıştır. Her örnekten 3 kez ölçüm yapılarak ortalama L, a, b değerleri elde edilmiştir. Kompozit örnekler arasındaki  $\Delta E$  değerleri CIEDE 2000 formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

#### CIEDE2000 Formülü

$$\Delta E_{00}^* = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{k_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H}\right)^2 + R_T \frac{\Delta C'}{k_C S_C} \frac{\Delta H'}{k_H S_H}}$$

$$\Delta L' = L_2^* - L_1^*$$

$$\bar{L} = \frac{L_1^* + L_2^*}{2} \quad \bar{C} = \frac{C_1^* + C_2^*}{2}$$

$$a'_1 = a_1^* + \frac{a_1^*}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{\bar{C}^\tau}{\bar{C}^\tau + 25^\tau}}\right) \quad a'_2 = a_2^* + \frac{a_2^*}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{\bar{C}^\tau}{\bar{C}^\tau + 25^\tau}}\right)$$

$$\bar{C}' = \frac{C_1' + C_2'}{2} \quad \text{and} \quad \Delta C' = C_2' - C_1' \quad \text{where} \quad C_1' = \sqrt{a_1'^2 + b_1'^2} \quad C_2' = \sqrt{a_2'^2 + b_2'^2}$$

$$h'_1 = \text{atan2}(b_1^*, a_1^*) \quad \text{mod} \quad 360^\circ, \quad h'_2 = \text{atan2}(b_2^*, a_2^*) \quad \text{mod} \quad 360^\circ$$

$$\Delta h' = \begin{cases} h'_2 - h'_1 & |h'_1 - h'_2| \leq 180^\circ \\ h'_2 - h'_1 + 360^\circ & |h'_1 - h'_2| > 180^\circ, h'_2 \leq h'_1 \\ h'_2 - h'_1 - 360^\circ & |h'_1 - h'_2| > 180^\circ, h'_2 > h'_1 \end{cases}$$

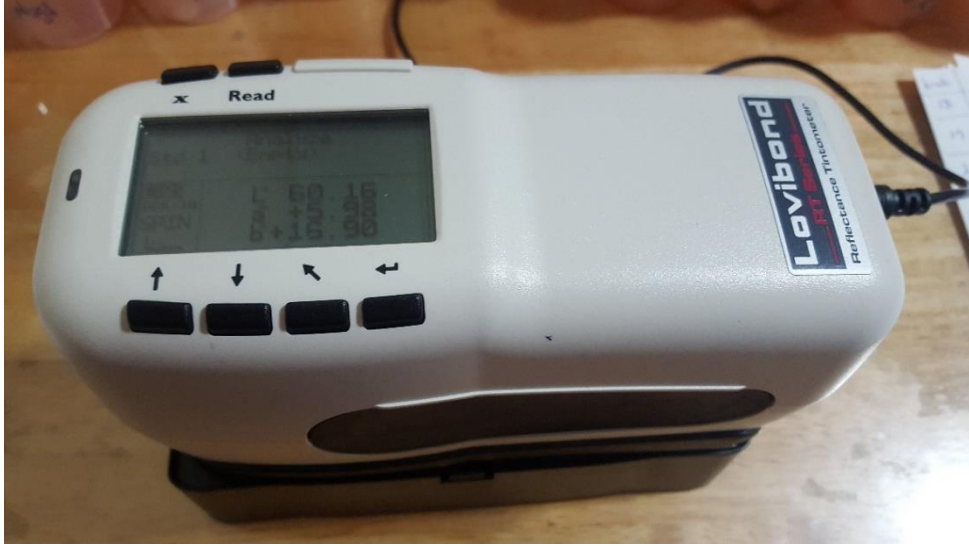
$$\Delta H' = 2\sqrt{C_1' C_2'} \sin(\Delta h'/2), \quad \bar{H}' = \begin{cases} (h'_1 + h'_2 + 360^\circ)/2 & |h'_1 - h'_2| > 180^\circ \\ (h'_1 + h'_2)/2 & |h'_1 - h'_2| \leq 180^\circ \end{cases}$$

$$T = 1 - 0.17 \cos(\bar{H}' - 30^\circ) + 0.24 \cos(2\bar{H}') + 0.32 \cos(3\bar{H}' + 6^\circ) - 0.20 \cos(4\bar{H}' - 63^\circ)$$

$$S_L = 1 + \frac{0.015 (\bar{L} - 50)^2}{\sqrt{20 + (\bar{L} - 50)^2}} \quad S_C = 1 + 0.045 \bar{C}' \quad S_H = 1 + 0.015 \bar{C}' T$$

$$R_T = -2 \sqrt{\frac{\bar{C}'^\tau}{\bar{C}'^\tau + 25^\tau}} \sin \left[ 60^\circ \cdot \exp \left( - \left[ \frac{\bar{H}' - 275^\circ}{25^\circ} \right]^2 \right) \right]$$

Şekil 33 : CIEDE2000 renk değerlendirme formülü



Şekil 34: Lovibond RT Series Spektrofotometre ile renk ölçümü yapılışı gösterimi

### 3.4.İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler için her bir örneklem grubunda öncesi ve sonrası için ortalama, standart sapma ve gerektiğinde ortancalar verilerek yorumlanmıştır. Elde edilen ortalama değerler verilerin normal dağılımı sağladığı durumlar için çoklu gruplarda ANOVA, ikili karşılaştırmalarda Bonferonni testi ile kıyaslanmıştır. Parametrik olmayan durumlar için Kruskall Wallis ve Mann Whitney-U ve öncesi sonrası karşılaştırmaları için ise Wilcoxon işaret testi kullanılmıştır. Analizler %95 güven düzeyinde yorumlanmıştır. Grafikler MS Excel 2017 ile çizdirilmiştir. Analizler SPSS 23.0 paket programında yapılmıştır.

## 4.BULGULAR

Araştırmada örneklerin günlere ve kullanılan solüsyonlara göre farklılıkları incelenmiş ve elde edilen sonuçların istatistiksel özetleri ve gruplar arasındaki farklılıklar Tablo 1’de verilmiştir.

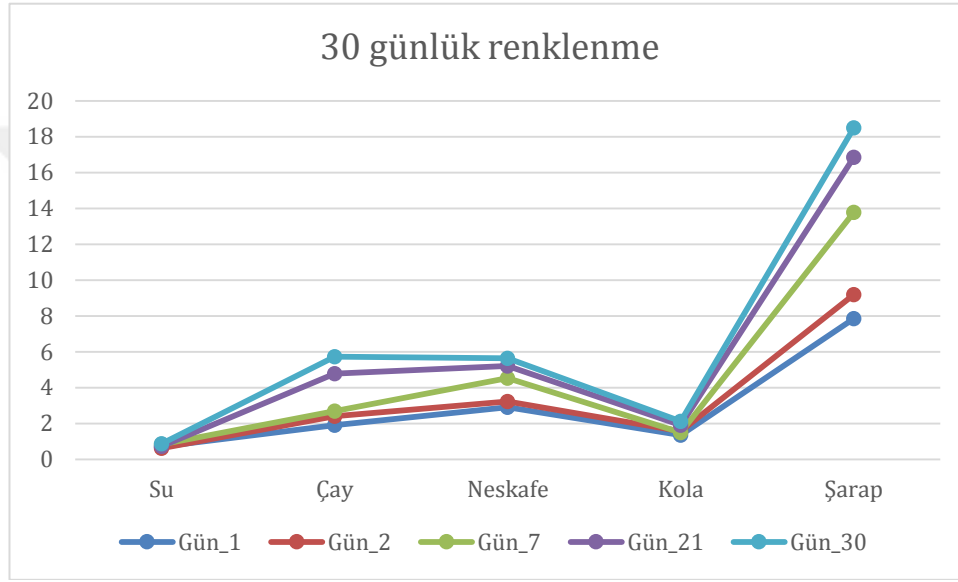
Tablodaki farklılıklar incelendiğinde suyun 1. günden 30. güne kadar renklendirme ölçümleri arasında istatistiksel olarak farklılık elde edilmemiştir ( $p=0,205$ ). Diğer tüm solüsyonlarda renklendirmeler zamanla artmıştır. 30 gün sonunda çay, neskafe, kola ve şarap solüsyonlarında tüm ortalama ölçümler istatistiksel olarak artmıştır ( $p<0,001$ ).

Gün bazlı solüsyon ölçümleri arasındaki farklılıklar incelendiğinde solüsyonlarda her gün ölçümlerinde farklılıklar olduğu gözlenmiştir ( $p<0,001$ ).

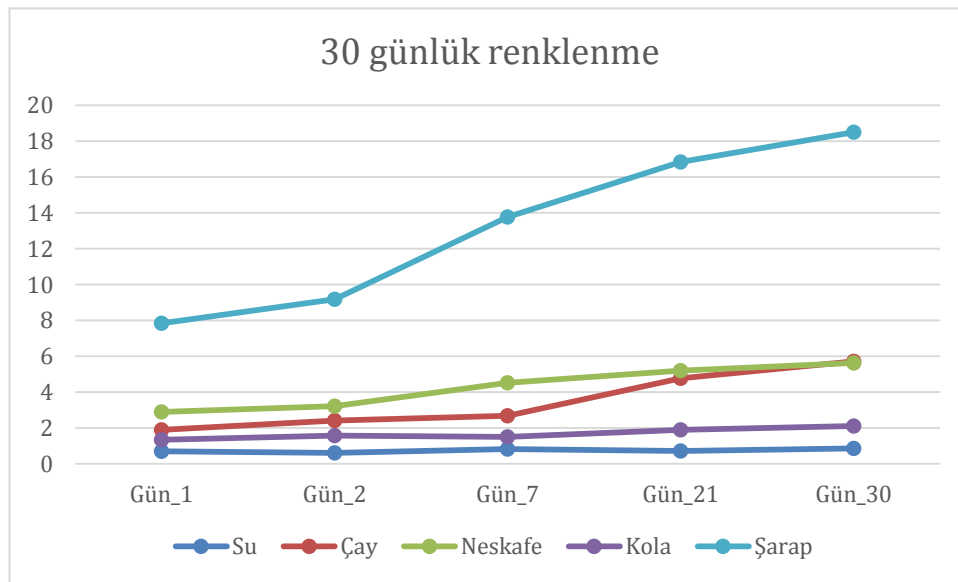
İkili karşılaştırmalar incelendiğinde ise su ve kolanın ortalama olarak birbirlerinden farklı olmadığı ( $p=0,181$ ); neskafe ve çayın ise su ve koladan daha yüksek skorlara sahip ancak birbirlerinden farklı olmadığı ( $p=1,000$ ) ve şarabın ise tüm gün ölçümlerinde istatistiksel olarak diğer solüsyonlardan daha yüksek ortalama değere sahip olduğu görülmüştür ( $p<0,001$ ).

	1.Gün		2.Gün		7.Gün		21.Gün		30.Gün		Test	p
	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.		
Su	0,70	0,40	0,61	0,36	0,83	0,51	0,72	0,57	0,87	0,60	1,633	0,205
Çay	1,90	0,75	2,41	0,66	2,68	0,70	4,78	1,11	5,72	0,94	82,996	<0,001
Neskafe	2,90	1,06	3,22	1,00	4,52	0,81	5,21	1,04	5,64	0,99	71,799	<0,001
Kola	1,34	0,92	1,57	0,86	1,50	0,81	1,90	0,98	2,12	1,01	11,143	<0,001
Şarap	7,85	1,34	9,18	1,93	13,77	2,91	16,85	3,20	18,50	3,41	111,707	<0,001
Test	219,286		226,151		317,901		357,211		396,989			
P	<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001			

**Tablo 1:** Örneklerin 30 günlük renklenmelerini gösteren istatistiksel tablo



**Grafik 1:** 30 günlük renklenme sonucunu solüsyonlara göre gösteren grafik



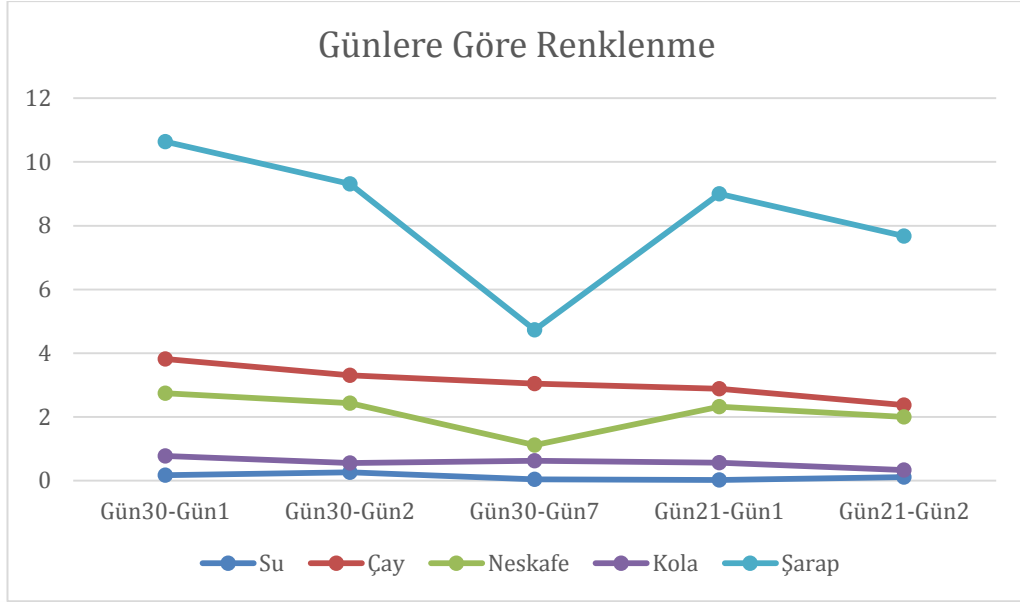
**Grafik 2:** 30 günlük renklenme sonucunu günlere göre gösteren grafik

Grupların son gün ile ilk gün arasındaki ölçümlerinin farklılığı incelendiğinde ise Tablo 2 ve Grafik 3 ve Grafik 4 elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan görülebileceği gibi su ve kolanın son gün ve ilk gün ölçümü aralarında farklılıklar elde edilememişken diğer tüm solüsyonlarda farklılıkların ortalamaları birbirinden farklıdır. En fazla renklendirmeyi şarap, daha sonra çay, sonra kahve yaparken kola ile su arasında farklılık elde edilememiştir.

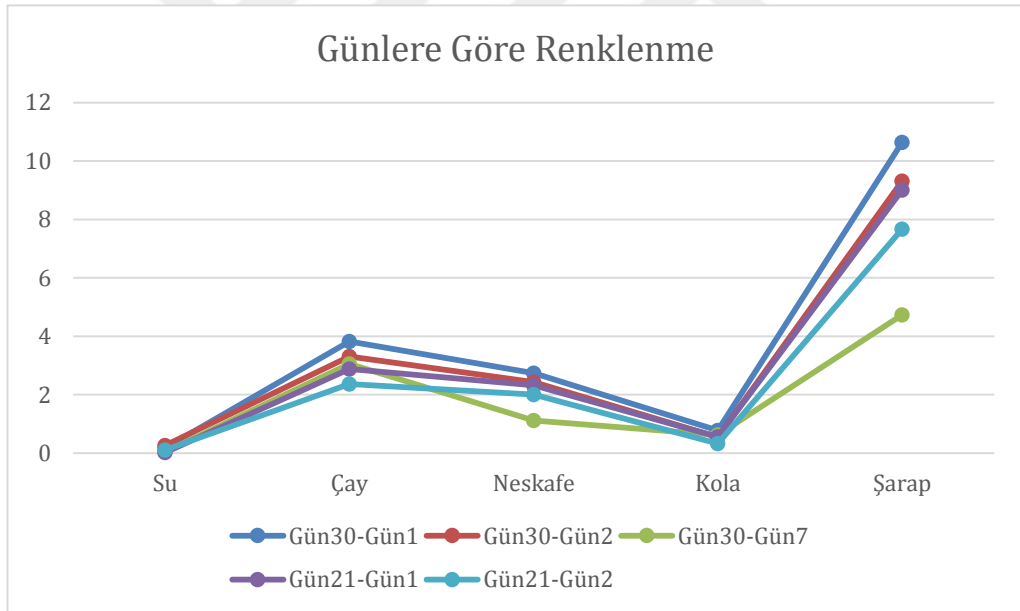
Farklara göre ortalama incelemesi yapıldığında çay ve şarabın 30 gün içinde renklendiği (>3,1) diğerlerinde ise bu farkın istatistiksel olarak elde edilmediği görülmüştür. Aynı şekilde 30 gün ile 2 gün, 30 gün ile 7 gün, 21. gün ile 1. gün ve 21. gün ile 7. gün arasındaki farklılıkların ortalama ölçümlerinde sadece ilk ölçümde 3,1 kesim noktasını çay ve şarap geçerken, diğer tüm ölçümlerde sadece şarapta renklenme yaşanmıştır.

30.Gün-1.Gün, 30.Gün-2.gün, 30.Gün-7.Gün, 21.Gün-1.Gün, 21.Gün-2.Gün Fark Tablosu										
	30.Gün-1.Gün		30.Gün-2.Gün		30.Gün-7.Gün		21.Gün-1.Gün		21.Gün-2.Gün	
	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.
<b>Su</b>	0,17	0,43	0,26	0,69	0,04	0,71	0,02	0,46	0,11	0,62
<b>Çay</b>	<b>3,82</b>	1,13	<b>3,31</b>	1,10	3,05	0,91	2,88	1,07	2,37	0,96
<b>Neskafe</b>	2,74	0,75	2,43	0,91	1,12	0,85	2,32	0,86	2,00	0,96
<b>Kola</b>	0,78	0,63	0,55	0,67	0,62	0,50	0,56	0,71	0,33	0,51
<b>Şarap</b>	<b>10,64</b>	2,36	<b>9,31</b>	2,23	<b>4,73</b>	2,22	<b>9,00</b>	2,28	<b>7,67</b>	2,09

**Tablo 2:** Örneklerin günlere göre renklenmelerinin fark tablosu



**Grafik 3:** Örneklerin günlere göre renklenmelerinin farkını gösteren grafik



**Grafik 4:** Örneklerin günlere göre renklenmelerinin farkını solüsyonlara göre gösteren grafik

Araştırmanın çeşitli solüsyonlar için 1. , 2. , 7. , 21. , 30. ve 60. günlerdeki renk ölçümleri elde edilmiştir. Bu ölçümlerde bir grup 20 saniye polimerizasyona uğramışken diğer grup 40 saniye polimerizasyona uğramıştır.

Ölçümler ve ortalamalar tablo 3 ve Grafik 12' deki gibi elde edilmiştir. Bu çalışmada hem günler arasındaki değişime, hem her bir solüsyonun aynı gün sonuçlarındaki ölçüm değişimlerine, hem her bir solüsyonun belli günü için polimerizasyon durumlarına göre farklılıklarına hem de sadece gün bakımından tüm solüsyonlarda solüsyonlarla ilgilenilmeden polimerizasyon durumuna göre ortalama farklılıkları incelenmiştir. Her gün ölçümünde polimerizasyon süresi fark etmeksizin tüm solüsyon malzemelerine göre renklendirmeler farklıdır ( $p < 0,001$ ). Su ve kolanın değişimlerinde istatistiksel olarak farklılık yokken bu gruba 1. gün çay da dahil olmaktadır. Ama sonraki günlerde su ve kola birlikte hareket ederken (ortalamalar arasında fark bulunamamıştır.) çay ve neskafe aynı ortalama renklenme miktarına sahip, şarap ise ortalama olarak hepsinden daha yüksek ortalamaya sahiptir. Bir önceki çalışmadan farklı sonuç çıkmamıştır.

Ortalama olarak renklenme miktarları incelendiğinde şarap 1. günden itibaren, neskafe 7. günden, çay 21. günden itibaren renklenirken ( $>3,1$ ) kola ve su da renklenme görülmemiştir. Bu durum hem 20 sn hem de 40 sn polimerizasyon durumları için aynıdır.

20 sn ve 40 sn polimerizasyon ölçümleri için günler için ortalama farklılık incelendiğinde su ve kolada günlere göre renklenme görülemediği ( $p > 0,05$ ) ancak diğer tüm solüsyonlarda zaman geçtikçe renklenme oluşmuştur.

Bu süreçteki en önemli inceleme ise solüsyonların aynı günleri için polimerizasyon sürelerine göre olan farklılıklarını incelemektir. Elde edilen her bir  $p$  değeri bir Tablo 5'te verilmiştir. Tek farklılık neskafe'nin 7. gününde elde edilmiş ve 40 sn polimerizasyon uygulanan örneklerin ortalama renklendirme değerleri 20 saniye uygulanan polimerizasyon örneklerinin ortalama değerinden istatistiksel olarak daha düşüktür ( $p = 0,035$ ). Diğer tüm durumlarda 40 saniye polimerizasyon uygulanan örneklerdeki renklenme değerleri çoğunlukla ortalama olarak daha az olsa da istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilememiştir ( $p > 0,05$ ).

Ayrıca örneklerde kullanılan solüsyonlar incelenmeden sadece polimerizasyon süresine göre inceleme yapılmak istendiğinde ortalama ve standart sapma haricinde sapmaların çok fazla olacağı bilindiğinden ortanca değerler alınarak sonuçlar incelendiğinde yine 40 sn ve 20 sn arasında istatistiksel olarak farklılık elde



edilememiştir ( $p>0,05$ ). Sonuçlarla ilgili bilgiler grafiklerden de takip edilebileceği gibi su ve kola renklenme ( $\Delta E$ ) durumunu takip edilen hiçbir günde geçemezken çayın 21. , 30. , 60. ve neskafenin 7. , 21. , 30. , 60. günleri hem 20 saniye hem de 40 saniye süre ile polimerizasyonda  $\Delta E$  değerleri 3,1 değerinden daha yüksek ortalama değere sahiptir. Şaraptaki renklenme ( $\Delta E$ ) ise tüm günlerde her polimerizasyonda ortalama olarak 3,1'den her zaman fazladır.



Polim. 20	1.Gün		2. Gün		7.Gün		21.Gün		30.Gün		60.Gün		Test	p
	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.		
Su	0,48	0,28	0,58	0,33	0,46	0,24	0,48	0,36	0,74	0,32	0,87	0,38	0,806	0,241
Çay	1,16	0,26	2,20	0,40	2,73	0,87	4,22	0,84	5,50	1,05	7,20	1,33	29,409	0,020
Neskafe	2,34	0,99	2,78	1,16	4,62	0,80	4,81	0,85	5,22	0,87	6,23	1,16	34,350	0,016
Kola	1,53	1,45	1,50	1,29	1,51	1,21	1,73	1,38	2,01	1,47	1,85	1,28	11,766	0,069
Şarap	6,95	1,65	7,92	2,71	11,35	3,79	14,50	4,26	15,58	4,23	19,50	4,90	25,975	0,023
Test-p	44,80	<0,001	31,01	<0,001	43,10	<0,001	56,32	<0,001	61,71	<0,001	76,39	<0,001		
Polim. 40	1.Gün		2.Gün		7.Gün		21.Gün		30.Gün		60.Gün		Test	p
	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.		
Su	0,48	0,39	0,61	0,40	0,72	0,36	1,02	0,47	1,05	0,55	1,13	0,54	0,850	0,172
Çay	1,66	1,02	2,41	1,10	2,87	0,87	3,79	1,10	5,32	1,03	6,53	1,21	76,927	0,005
Neskafe	1,96	1,29	2,25	1,08	3,74	1,25	3,87	1,21	4,25	1,15	5,40	2,07	207,700	0,001
Kola	1,51	0,90	1,60	1,06	1,14	0,63	1,26	0,55	1,50	1,05	1,61	0,74	0,858	0,759
Şarap	5,80	2,04	7,64	2,07	9,15	3,36	11,83	3,80	13,60	3,50	16,14	5,15	57,177	0,008
Test-p	21,29	<0,001	37,97	<0,001	32,34	<0,001	43,76	<0,001	63,80	<0,001	44,16	<0,001		

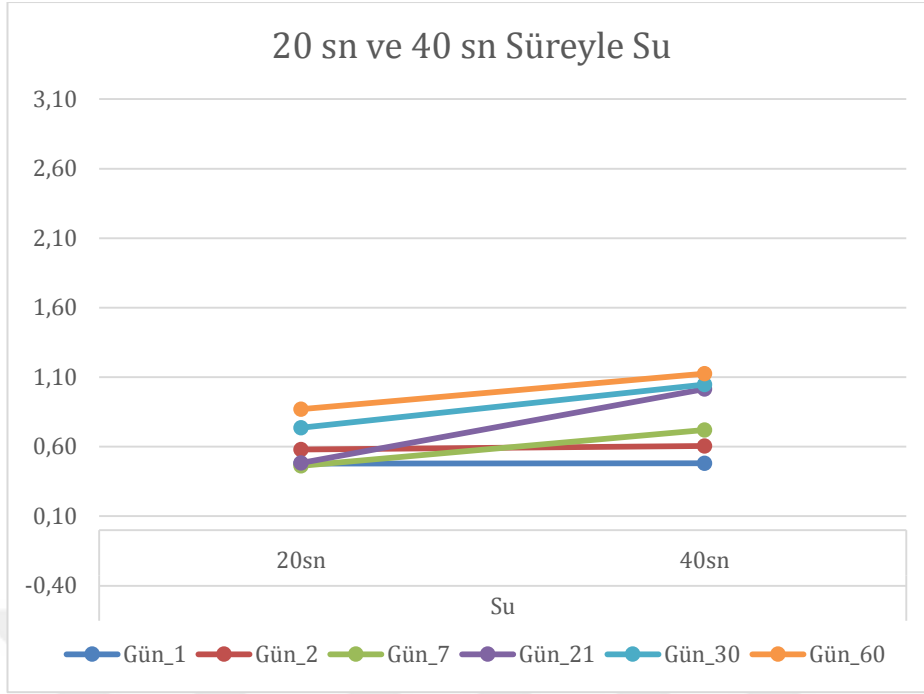
**Tablo 3:** 20 sn ve 40 sn süreyle polimerize olan örneklerin renklenme tablosu

Poli.	1.Gün			2.Gün			7.Gün			21.Gün			30.Gün			60.Gün		
	Ort.	S.S.	Med	Ort.	S.S.	Med	Ort.	S.S.	Med	Ort.	S.S.	Med	Ort.	S.S.	Med	Ort.	S.S.	Med
20sn	2,49	2,56	1,28	3,00	2,95	2,06	4,13	4,29	3,24	5,15	5,37	3,93	5,81	5,64	4,60	7,13	7,11	6,11
40sn	2,28	2,20	1,56	2,90	2,76	1,83	3,52	3,45	2,83	4,35	4,36	2,96	5,14	4,89	3,66	6,16	6,00	4,83
p	0,92			0,88			0,74			0,72			0,66			0,69		

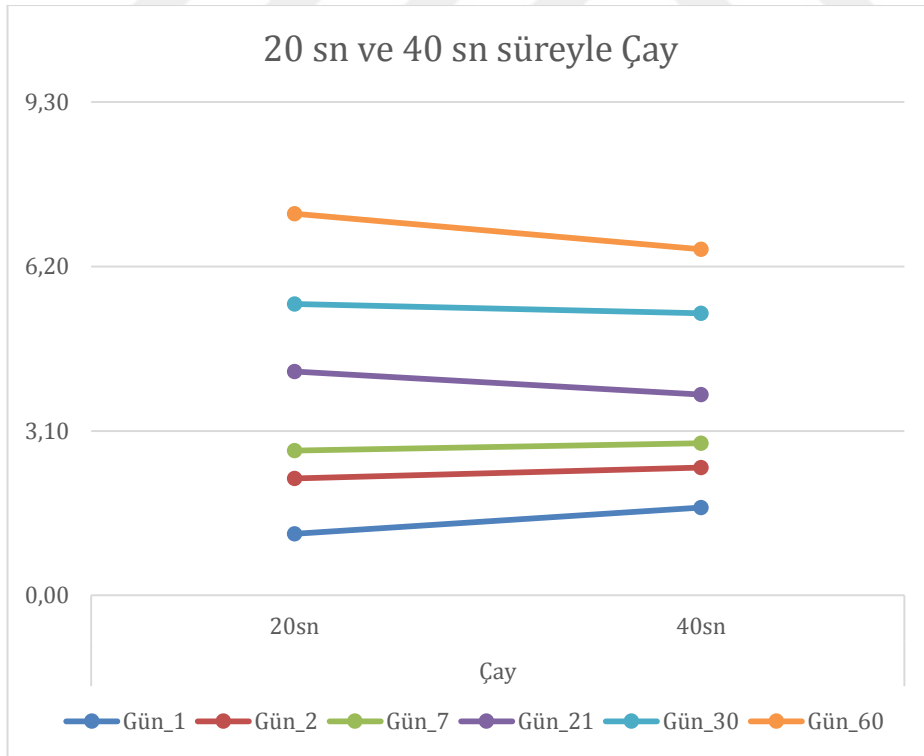
**Tablo 4:** Solüsyonlar ihmal edilerek 20 sn ve 40 sn süreyle polimerize edilen örneklerin renklenme karşılaştırılması

	<b>1.Gün</b>	<b>2.Gün</b>	<b>7.Gün</b>	<b>21.Gün</b>	<b>30.Gün</b>	<b>60.Gün</b>
	<b>p1</b>	<b>p2</b>	<b>p7</b>	<b>p21</b>	<b>p30</b>	<b>p60</b>
<b>Su</b>	0,600	0,916	0,081	0,021	0,294	0,462
<b>Çay</b>	0,248	0,270	0,529	0,462	0,753	0,248
<b>Neskafe</b>	0,401	0,294	0,035	0,115	0,074	0,248
<b>Kola</b>	0,600	0,753	0,753	0,833	0,713	0,916
<b>Şarap</b>	0,293	0,916	0,141	0,345	0,401	0,141

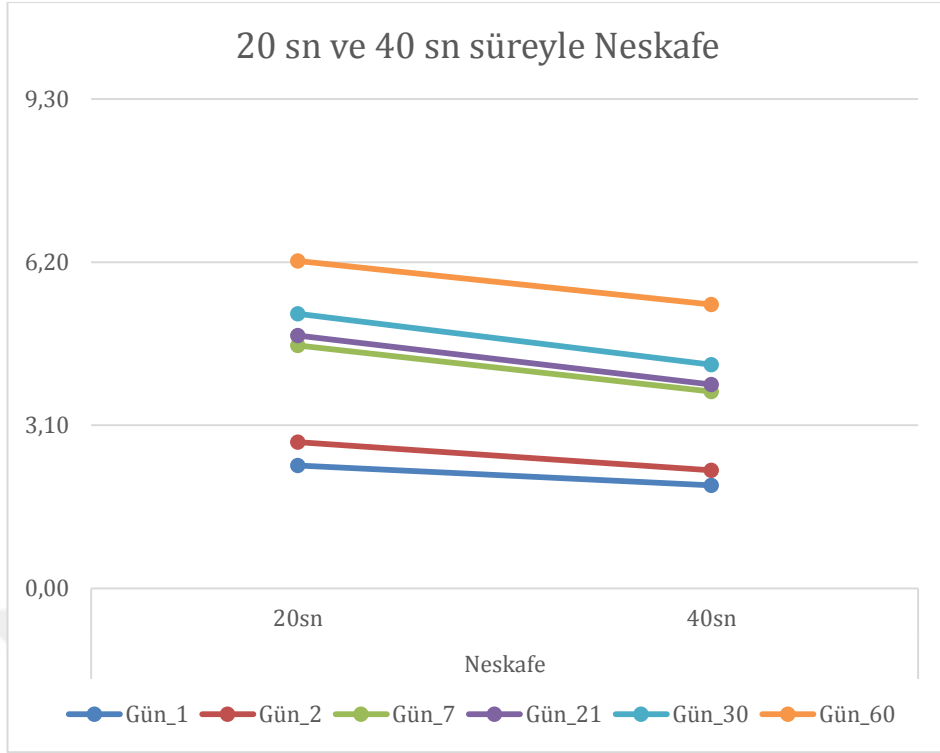
**Tablo 5:** 20 sn ve 40 sn süreyle polimerize olmuş örneklerin solüsyonlara ve günlere göre farklılık tablosu



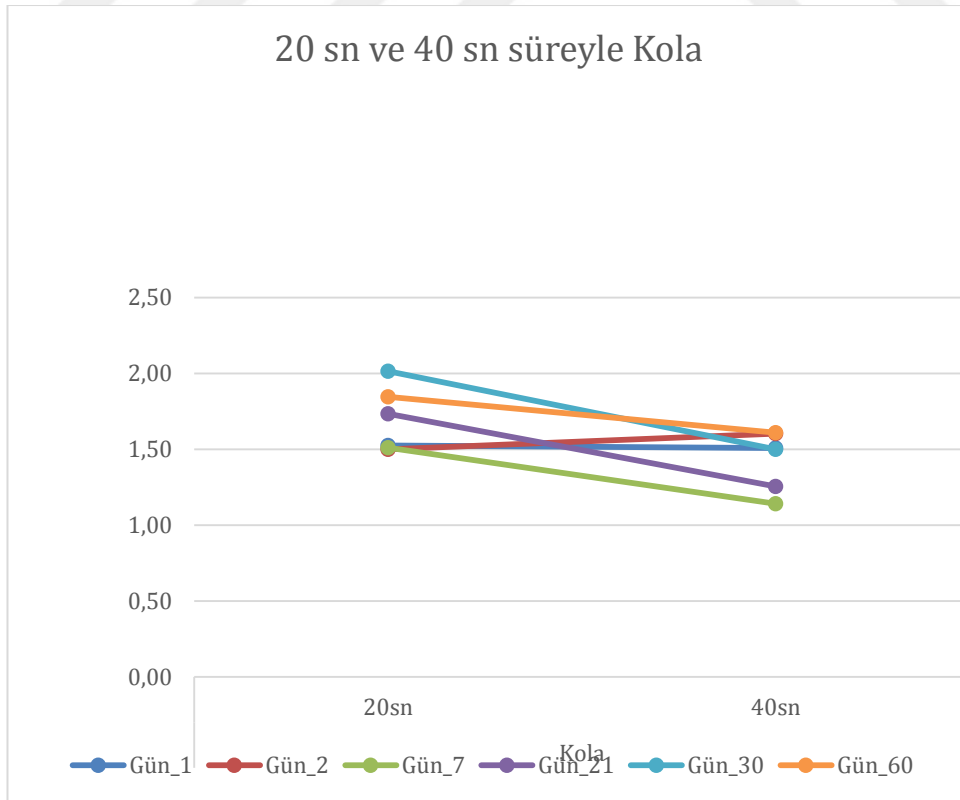
**Grafik 5:** 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen örneklerin su içinde bekletilmeleri meydana gelen renklemelerini gösteren grafik



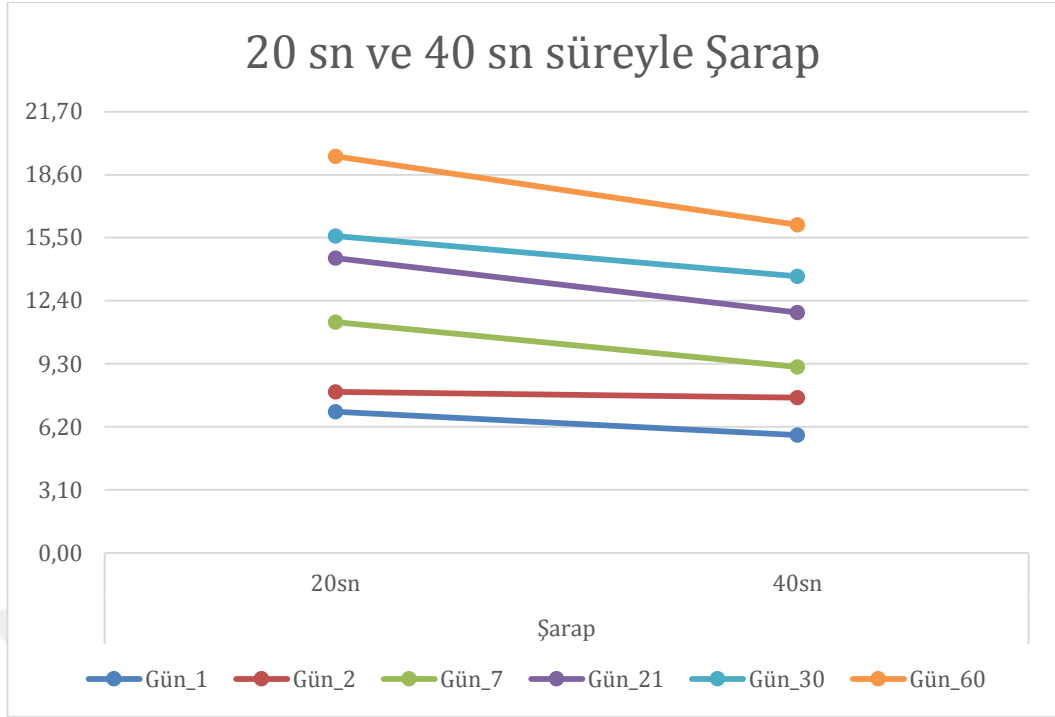
**Grafik 6:** 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen örneklerin çay içinde bekletilmeleri sonucu meydana gelen renklemelerini gösteren grafik



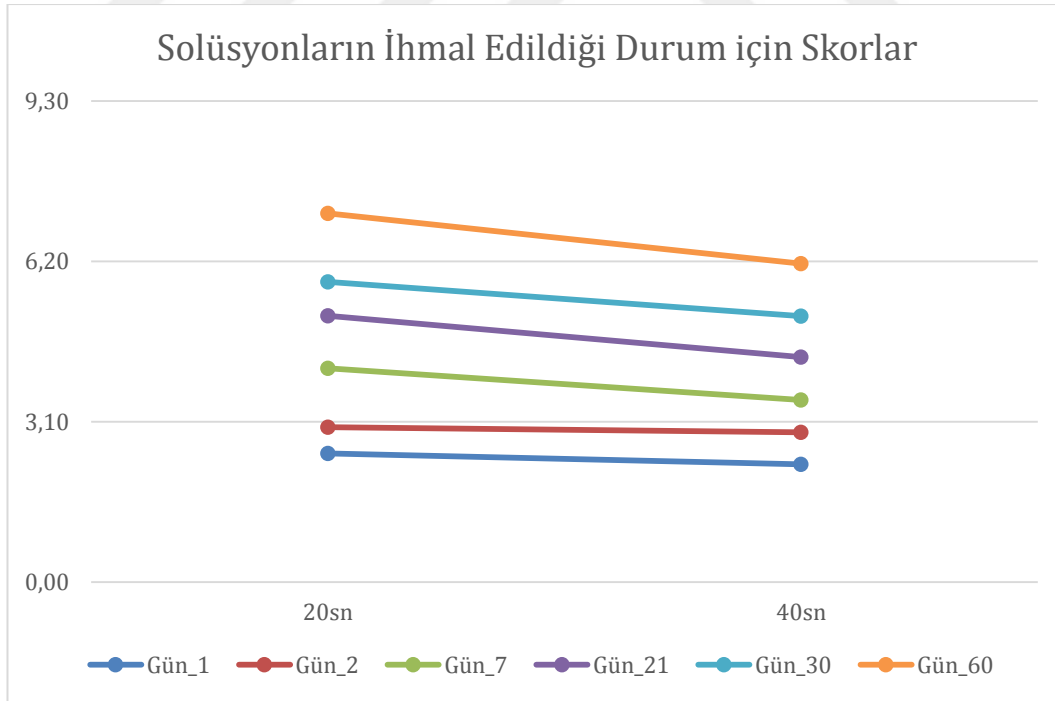
**Grafik 7:** 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen örneklerin neskafe içinde bekletilmeleri sonucu meydana gelen renklenmelerini gösteren grafik



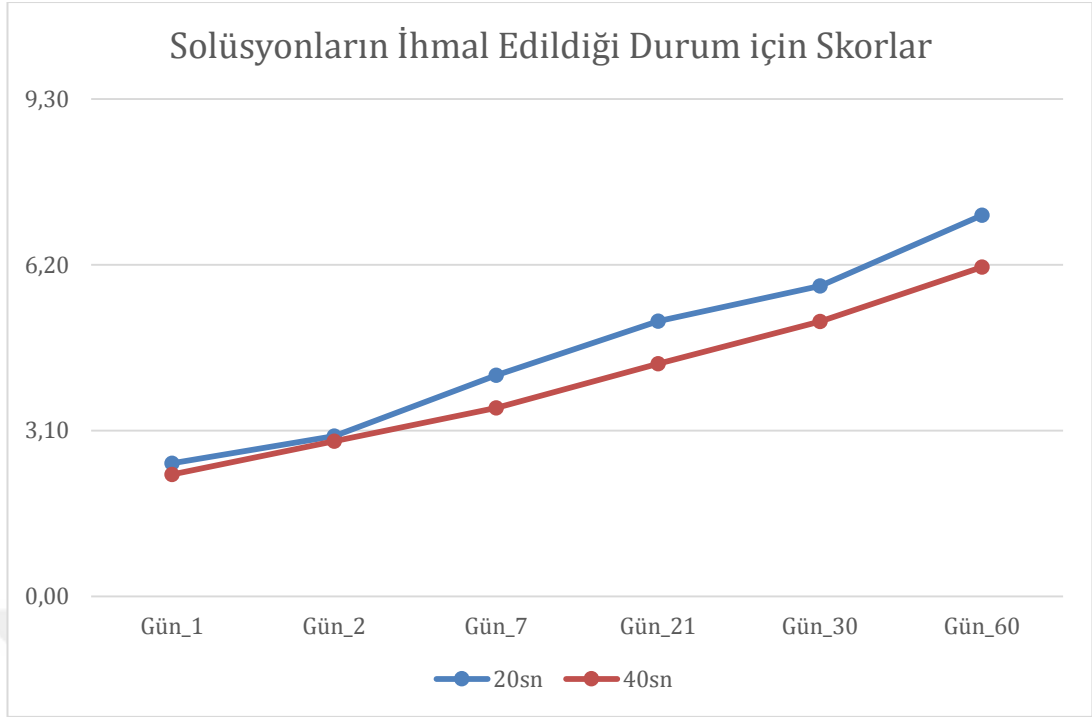
**Grafik 8:** 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen örneklerin kola içinde bekletilmeleri sonucu meydana gelen renklenmelerini gösteren grafik



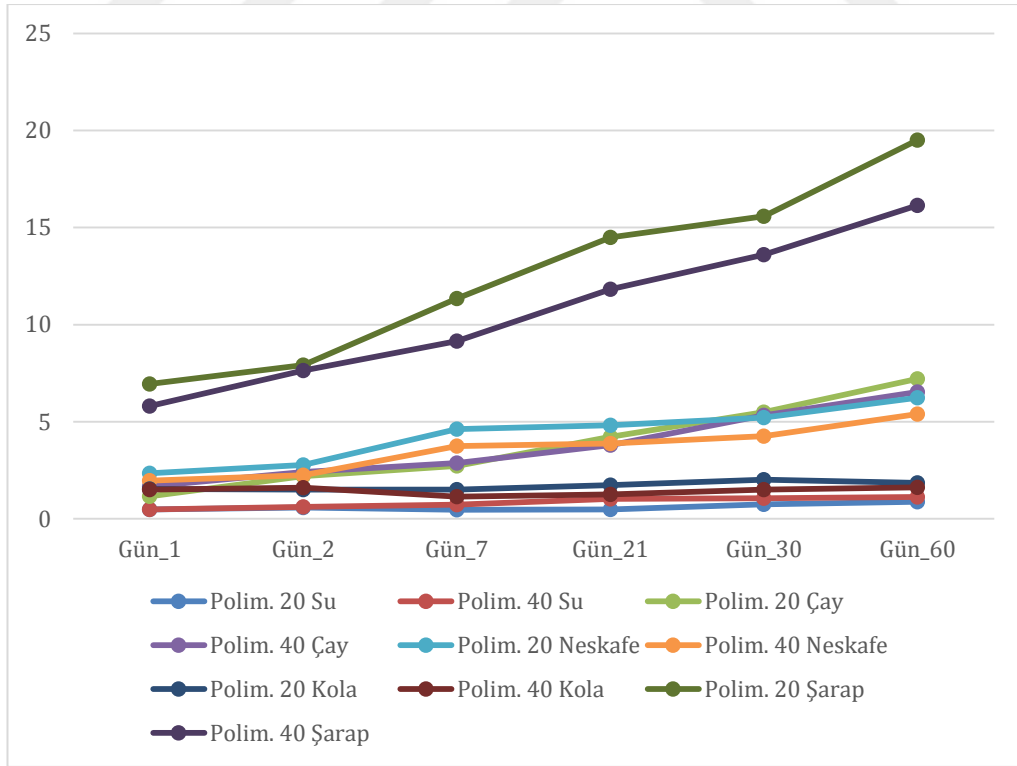
**Grafik 9:** 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen örneklerin şarap içinde bekletilmeleri sonucu meydana gelen renklenmelerini gösteren grafik



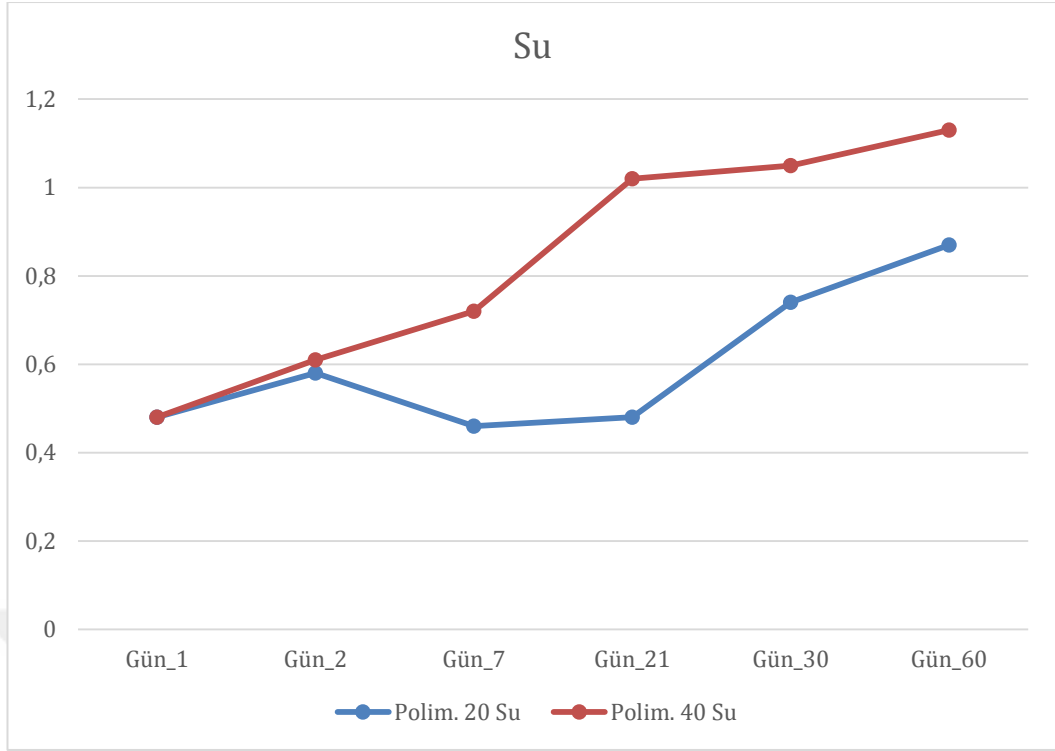
**Grafik 10:** 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen örneklerin solüsyonlar ihmal edildiğinde günlere göre renklenmelerini gösteren grafik-1



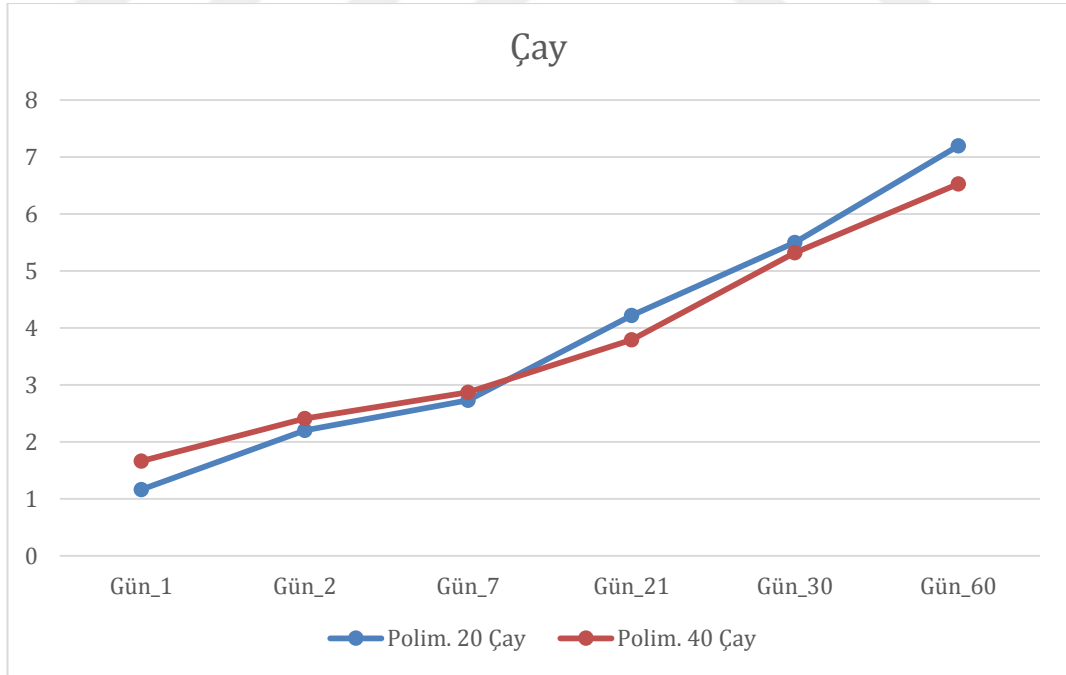
**Grafik 11:** 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen örneklerin solüsyonlar ihmal edildiğinde günlere göre renklemelerini gösteren grafik-2



**Grafik 12:** 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen tüm örneklerin renklemelerini gösteren grafik

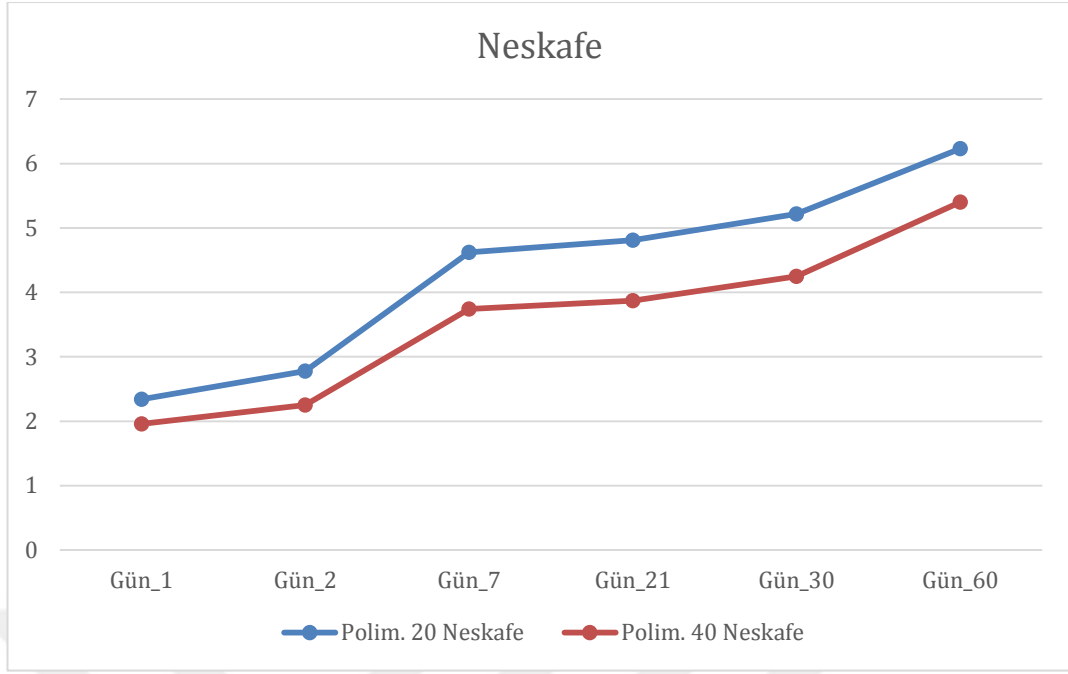


**Grafik 13:** 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen ve su içinde bekletilen örneklerin günlere göre renklenme farkını gösteren grafik

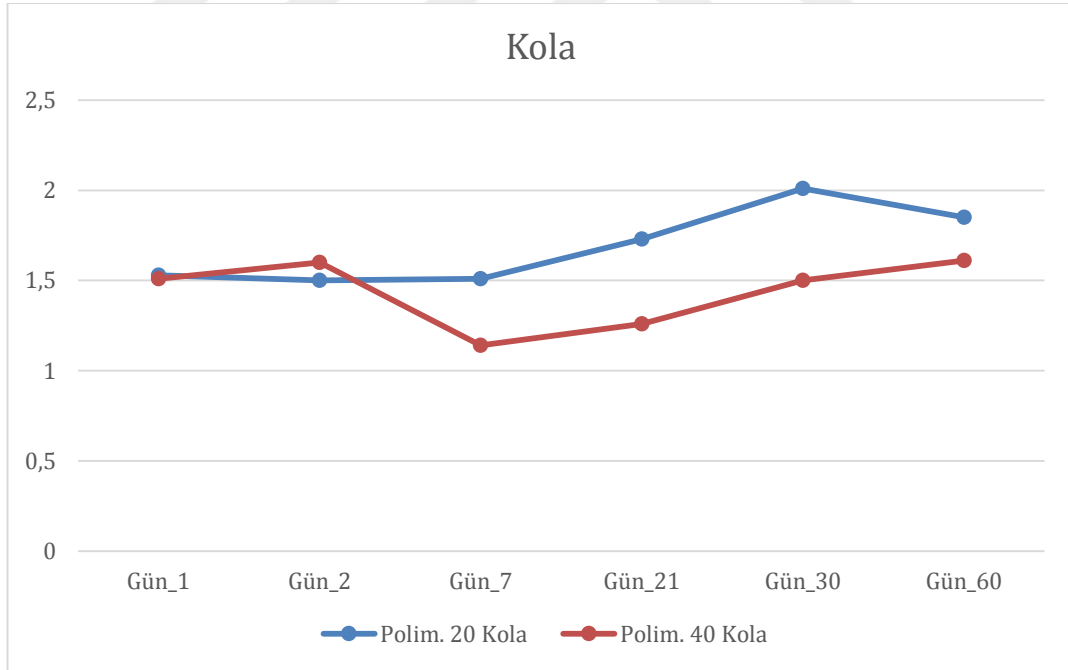


**Grafik 14:** 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen ve çay içinde bekletilen örneklerin günlere göre renklenme farkını gösteren grafik

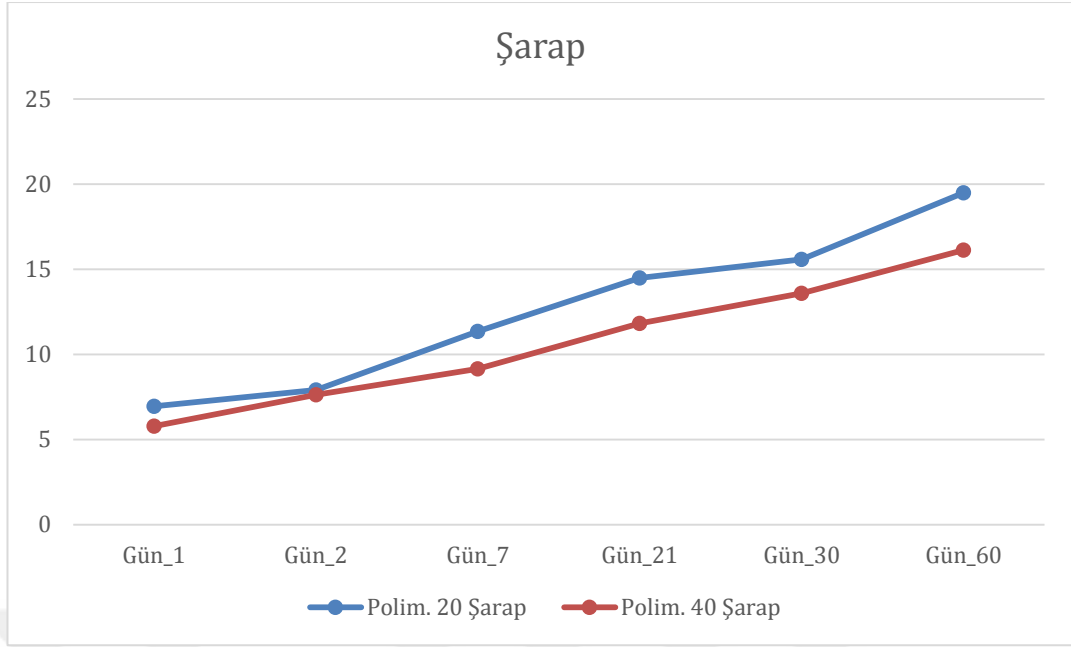




**Grafik 15:** 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen ve neskafe içinde bekletilen örneklerin günlere göre renklenme farkını gösteren grafik



**Grafik 16:** 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen ve kola içinde bekletilen örneklerin günlere göre renklenme farkını gösteren grafik



**Grafik 17:** 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen ve şarap içinde bekletilen örneklerin günlere göre renklenme farkını gösteren grafik

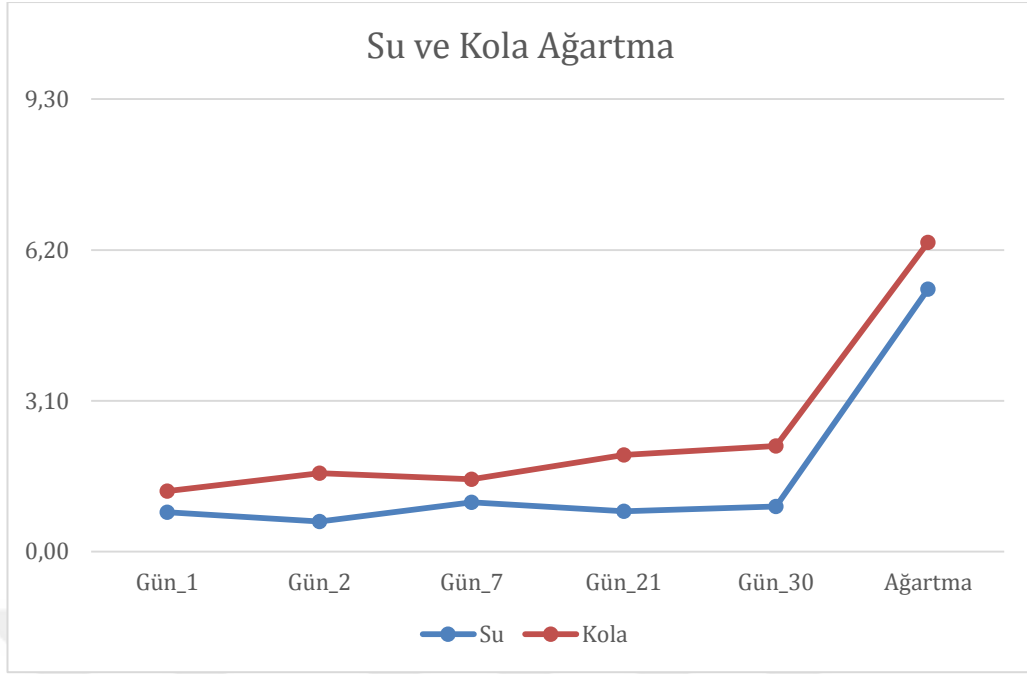
Araştırmada ağartma durumları da incelenmiştir. Elde edilen durumlar için üç farklı durum incelenmiştir. Yine örneklerin renklenme durumları hem zamana göre hem de belli zaman dilimlerinde birbirilerinin arasında incelenmiştir. Farklı olarak ağartma durumları hem tüm zamanlara göre karşılaştırılmış hem de genel olarak karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde ağartma işlemi sonucunda elde edilen ortalama renklendirme değerlerinin tüm solüsyonlarda farklı olduğu görülmüştür. Ağartma işleminde elde edilen ortalama renklendirme miktarları sadece şarapta ortalama olarak düşüş göstermiştir. Diğer solüsyonlarda elde edilen tüm renklendirme ortalama miktarları ağartma işlemi sonucunda elde edilen ortalama miktarından daha küçük değere sahiptir ( $p < 0,05$ ) (Tablo 6). Grafiklerden de ağartma işleminin diğer ölçümlerle olan farklılığını görebilirsiniz .

	1.Gün		2.Gün		7.Gün		21.Gün		30.Gün		p	Beyazlatma		
	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.		Ort.	S.S.	p
<b>Su</b>	0,81	0,41	0,62	0,38	1,01	0,52	0,83	0,63	0,93	0,70	0,067	5,40	1,87	<0,001
<b>Çay</b>	2,27	0,63	2,52	0,74	2,65	0,63	5,06	1,14	5,84	0,89	<0,001	5,02	1,12	<0,001
<b>Neskafe</b>	3,18	1,01	3,44	0,87	4,47	0,83	5,42	1,09	5,85	1,00	<0,001	7,10	1,36	<0,001
<b>Kola</b>	1,24	0,55	1,61	0,59	1,49	0,58	1,99	0,74	2,17	0,73	0,001	6,36	1,34	<0,001
<b>Şarap</b>	8,31	0,91	9,81	1,02	14,97	1,26	18,03	1,67	19,95	1,62	<0,001	11,75	1,62	<0,001
	270,184	<0,001	371,256	<0,001	813,654	<0,001	605,127	<0,001	849,580	<0,001		53,631	<0,001	

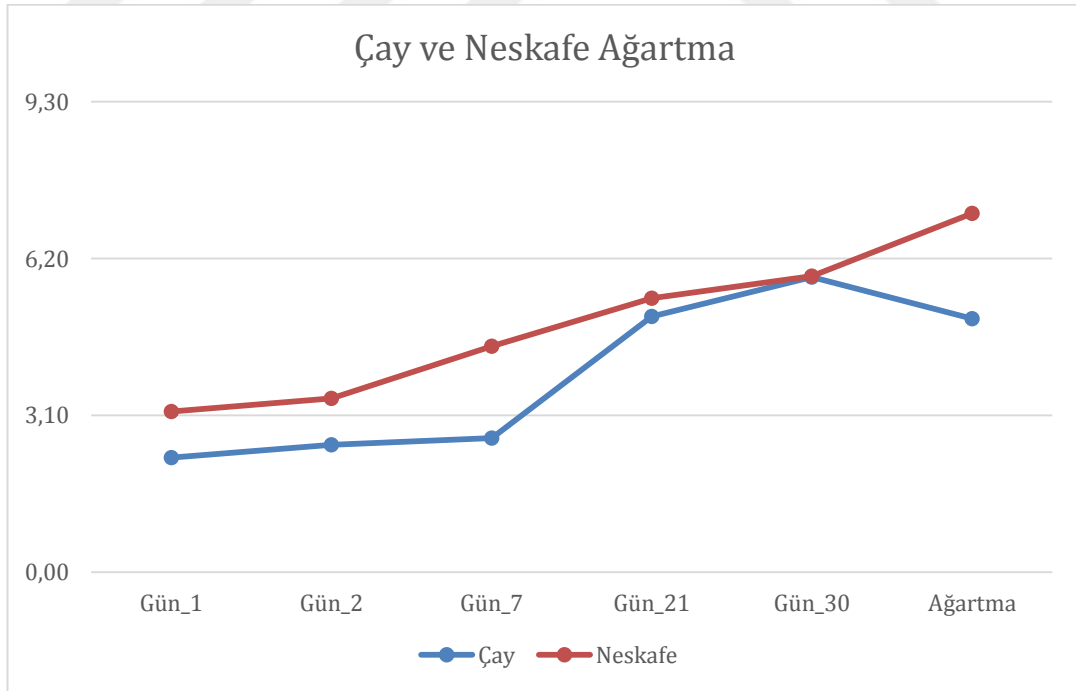
**Tablo 6:** 30 gün boyunca renklendirilen ve sonra beyazlatma uygulanan örneklerin günlere ve solüsyonlara göre renklenme değerleri

p(Beyazlatma)	1.Gün	2.Gün	7.Gün	21.Gün	30.Gün
<b>Su</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>Çay</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>Neskafe</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>Kola</b>	<0,001	<0,001	0,006	<0,001	<0,001
<b>Şarap</b>	<0,001	0,008	0,023	<0,001	<0,001

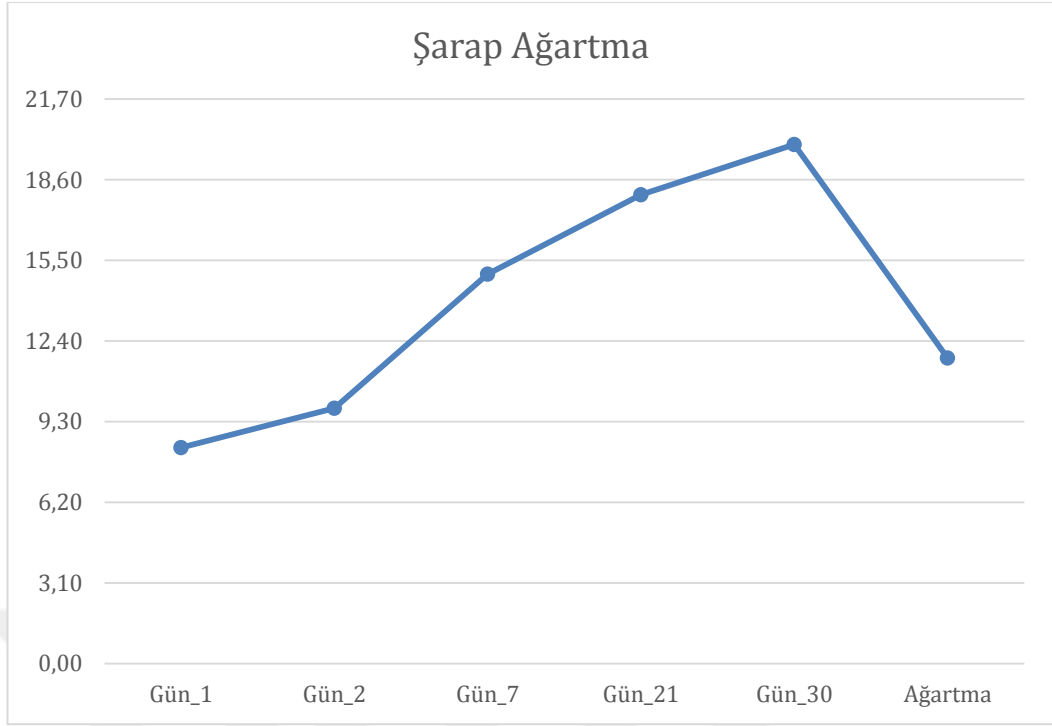
**Tablo 7:** Örneklerin renklenme ortalamalarının beyazlatma sonrası değerle günlere ve solüsyonlara göre farklılık tablosu



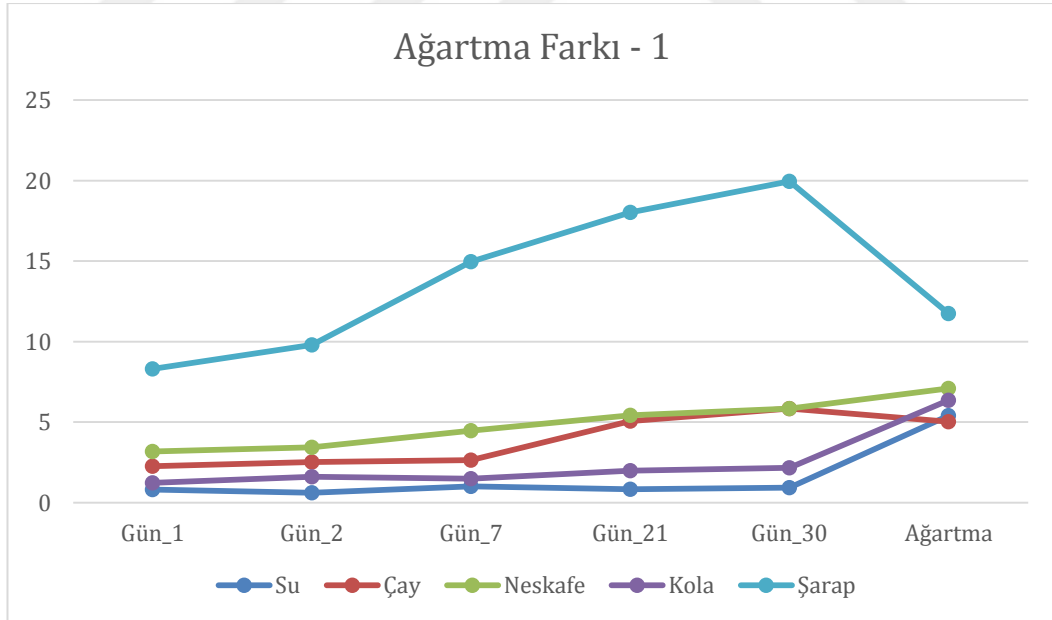
**Grafik 18:** 30 gün boyunca su ve kola solüsyonlarında renklendirilen ve ağartma uygulanan örneklerin renklenme ve ağartma farkını gösteren grafik



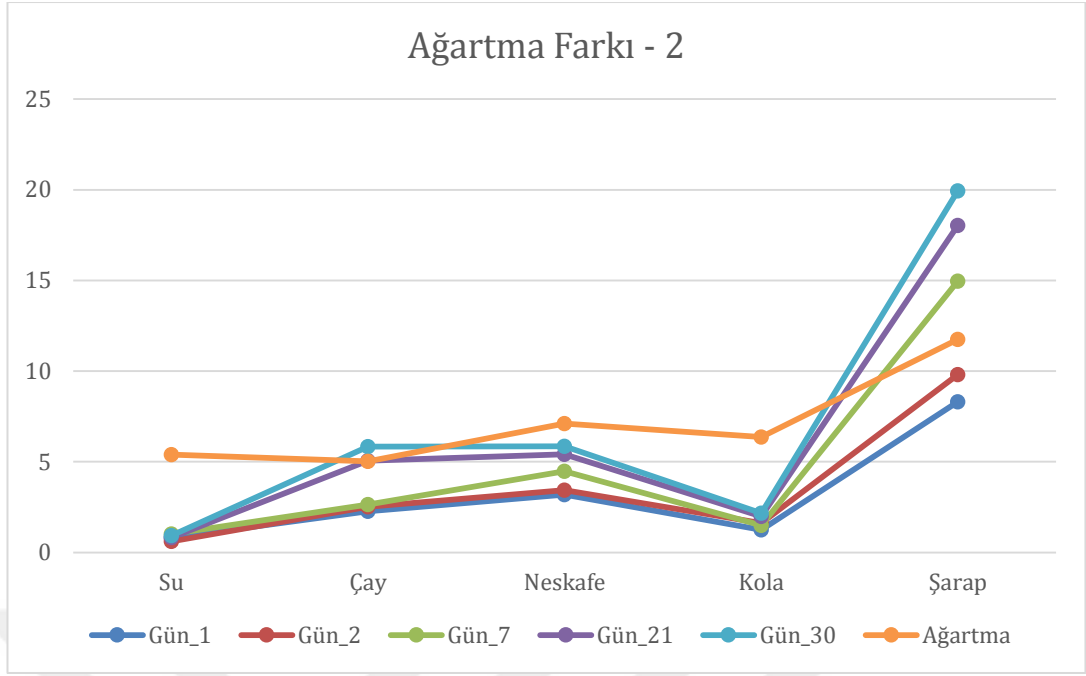
**Grafik 19:** 30 gün boyunca çay ve neskafe solüsyonlarında renklendirilen ve ağartma uygulanan örneklerin renklenme ve ağartma farkını gösteren grafik



**Grafik 20:** 30 gün boyunca şarap solüsyonunda renklendirilen ve ağartma uygulanan örneklerin renklenme ve ağartma farkını gösteren grafik



**Grafik 21:** 30 gün boyunca farklı solüsyonlarda renklendirilen ve ağartma uygulanan tüm örneklerin renklenme ve ağartma farkını gösteren grafik-1



**Grafik 22:** 30 gün boyunca farklı solüsyonlarda renklendirilen ve ağartma uygulanan tüm örneklerin renklenme ve ağartma farkını gösteren grafik-2

Araştırmada ağartma ve ağartma işlemi sonrası uygulanan polisaj durumları da incelenmiştir. Bir gruba ağartma işlemi sonrası hiçbir işlem yapılmazken diğer gruba ağartma sonrası polisaj işlemi uygulanmıştır (ağartma + polisaj). Elde edilen durumlar için karşılaştırmalar farklı şekilde yapılmıştır. Öncelikle her bir grubun içindeki farklılık incelenmiştir. Sonra solüsyonlar için ayrı ayrı günler için incelemeler yapılmıştır. Solüsyonlar arası farklar diğer çalışmalardaki gibi incelenmiştir. Daha sonra ağartma işlemi uygulanmadan önce, ağartma ve ağartma ile birlikte polisaj uygulanmış gruplar ayrı ayrı incelenerek farklılıklar yorumlanmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre ağartma uygulanmadan önceki ölçümlerde solüsyonlar yine benzer sonuçlar vermiştir. Su ve kola birlikte; çay ve neskafe birlikte ve şarap da hepsinden daha yüksek ortalama renklenme değerine sahip olacak şekilde tek başına hareket etmiştir. Su ve kola solüsyonunun zaman içinde renklenme durumu değişmezken diğer tüm durumlar zaman içerisinde renklendirmeleri ortalama olarak artmıştır.

Sadece ağartma uygulandığı durumda tüm gün ölçümlerinde ağartma yapıldıktan sonraki renklendirme değeri ile ağartma yapılmamış durumun renklendirmelerinin ortalama değerleri istatistiksel olarak çoğunda farklıdır ( $p < 0,05$ ). Sadece üç durumda farklılık görülmemiştir. İlki, ağartma yapılmış olanlarda 21. Gün

şarap renklendirme ölçümü ile hiçbir işlem uygulanmamış durumdaki 21. Gün şarap renklendirmesi istatistiksel olarak farklı değildir ( $p= 0,833$ ). İkincisi, ağartma yapılmış olanlarda 30. Gün şarap renklendirme ölçümü ile hiçbir işlem uygulanmamış durumdaki 30. Gün şarap renklendirmesi istatistiksel olarak farklı değildir ( $p= 0,093$ ). Sonuncusu ise ağartma yapılmış olanlarda 30. Gün çay renklendirme ölçümü ile hiçbir işlem uygulanmamış durumdaki 30. Gün çay renklendirmesi istatistiksel olarak farklı değildir ( $p= 0,063$ ). Diğer tüm durumlarda elde edilen değerler istatistiksel olarak ağartmanın yapıldığı renklendirmelerde daha yüksektir. (Tablo 9)

Ağartma ile birlikte polisaj uygulandığı durumda tüm gün ölçümlerinde ağartma ve polisaj durumundaki renklendirme değeri ile ağartma ve polisaj yapılmamış durumun renklendirmelerinin ortalama değerleri istatistiksel olarak çoğunda farklıdır ( $p<0,05$ ). Sadece iki durumda farklılık görülmemiştir. İlki, ağartma ve polisaj yapılmış olanlarda 21. Gün kola renklendirme ölçümü ile hiçbir işlem uygulanmamış durumdaki 21. Gün kola renklendirmesi istatistiksel olarak farklı değildir ( $p= 0,779$ ). İkincisi, ağartma ve polisaj yapılmış olanlarda 30. Gün kola renklendirme ölçümü ile hiçbir işlem uygulanmamış durumdaki 30. Gün kola renklendirmesi istatistiksel olarak farklı değildir ( $p= 0,483$ ). Diğer tüm durumlarda elde edilen değerlerde 21. Güne kadar tüm solüsyonlarda ağartma ve polisaj işlemindeki renklendirme değerleri ortalama olarak daha yüksekken 21. Gün ve sonrasında ağartma ve polisaj işlemi görmüş olan materyallerdeki ortalama renklenme değerleri daha düşüktür. (Tablo 11)

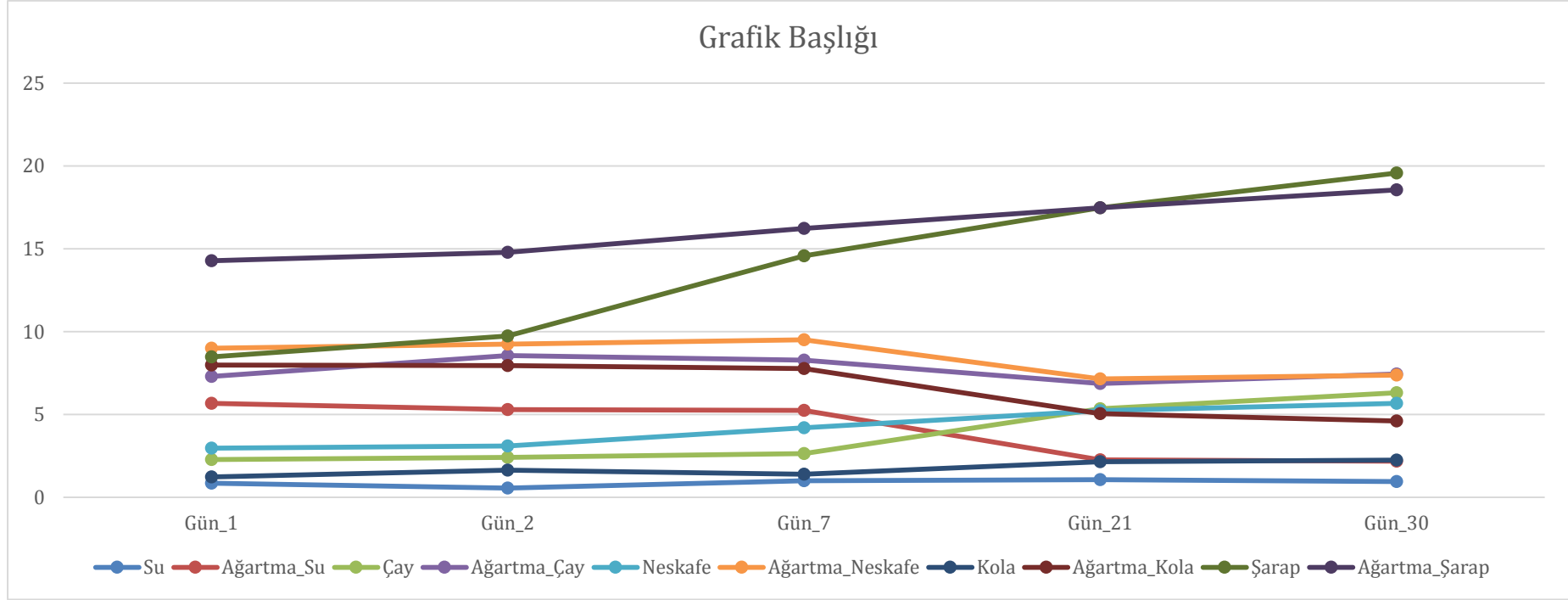
	1.Gün		2.Gün		7.Gün		21.Gün		30.Gün		Beyazlatma	
	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.
<b>Su</b>	0,85	0,33	0,55	0,30	1,00	0,62	1,06	0,79	0,94	0,65	5,87	2,12
<b>Çay</b>	2,28	0,84	2,40	0,56	2,64	0,45	5,34	1,23	6,30	0,89	5,40	1,00
<b>Neskafe</b>	2,96	0,27	3,09	0,68	4,19	0,30	5,22	0,96	5,67	0,81	7,23	1,13
<b>Kola</b>	1,23	0,33	1,63	0,45	1,39	0,46	2,15	0,68	2,24	0,51	6,67	1,67
<b>Şarap</b>	8,48	0,74	9,74	0,98	14,58	1,04	17,47	1,89	19,58	1,63	11,53	2,15
	<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001	
	Beyazlatma S. 1.Gün		Beyazlatma S. 2.Gün		Beyazlatma S. 7.Gün		Beyazlatma S. 21.Gün		Beyazlatma S. 30.Gün			
	Ort	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.		
<b>Su</b>	5,67	0,71	5,29	0,71	5,24	0,61	2,25	1,08	2,17	0,71		
<b>Çay</b>	7,29	0,91	8,55	2,51	8,27	0,92	6,87	0,77	7,44	1,13		
<b>Neskafe</b>	8,99	0,87	9,25	0,65	9,50	0,73	7,15	0,80	7,37	0,60		
<b>Kola</b>	7,98	1,56	7,95	1,68	7,77	1,51	5,04	1,59	4,60	1,55		
<b>Şarap</b>	14,27	1,80	14,79	1,85	16,23	2,01	17,48	2,21	18,56	2,23		
	<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001			

**Tablo 8:** 30 gün renklendirme yapıldıktan sonra sadece beyazlatma yapıp tekrar 30 gün boyunca renklendirmeye tabi tutulan örneklerin günlere göre renklenme değerleri

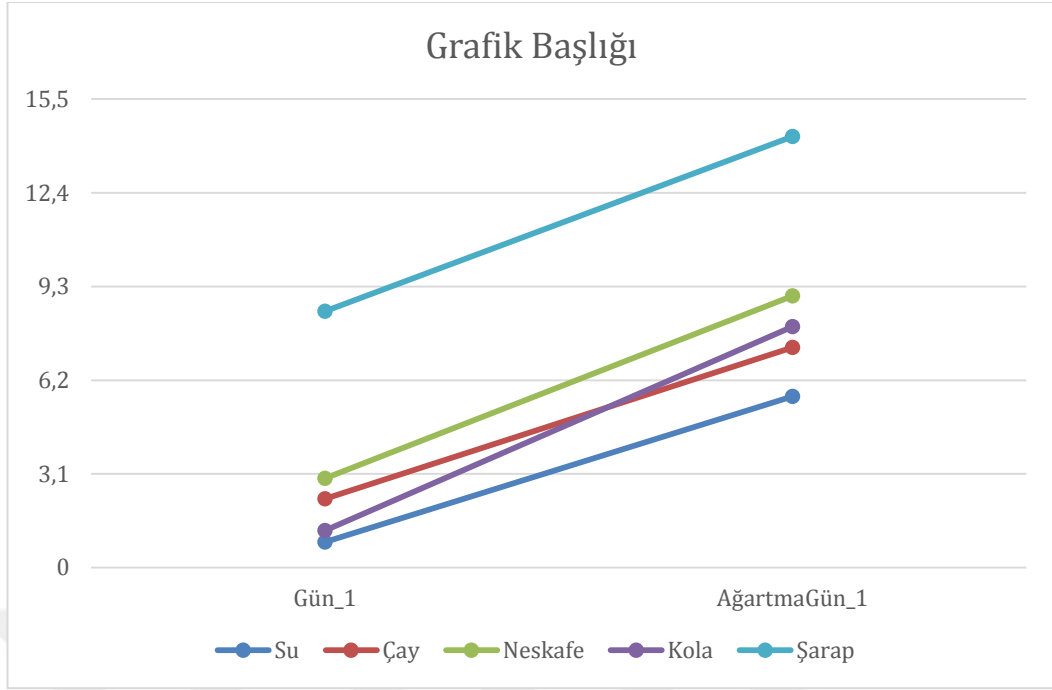


<b>p(Beyazlatma)</b>	<b>1.Gün</b>	<b>2.Gün</b>	<b>7.Gün</b>	<b>21.Gün</b>	<b>30.Gün</b>
<b>Su</b>	0,012	0,012	0,012	0,036	0,017
<b>Çay</b>	0,012	0,012	0,012	0,025	0,069
<b>Neskafe</b>	0,012	0,012	0,012	0,035	0,017
<b>Kola</b>	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
<b>Şarap</b>	0,012	0,012	0,036	0,833	0,093

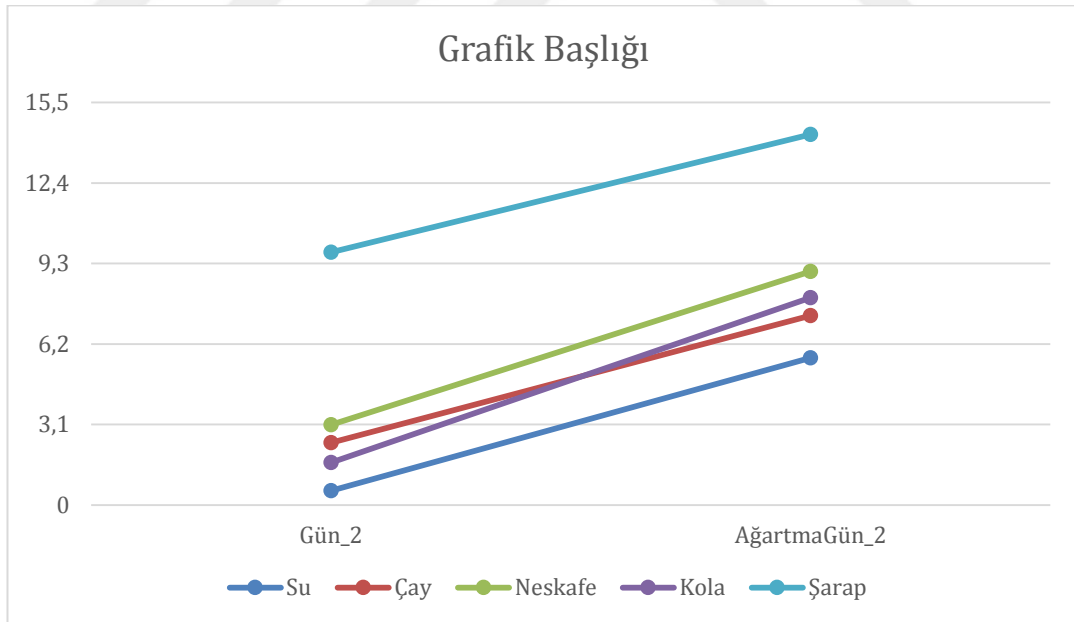
**Tablo 9:** Sadece beyazlatma yapılan grubun ilk 30 gün ve beyazlatma sonrası 30 gün renk farklılıkları tablosu



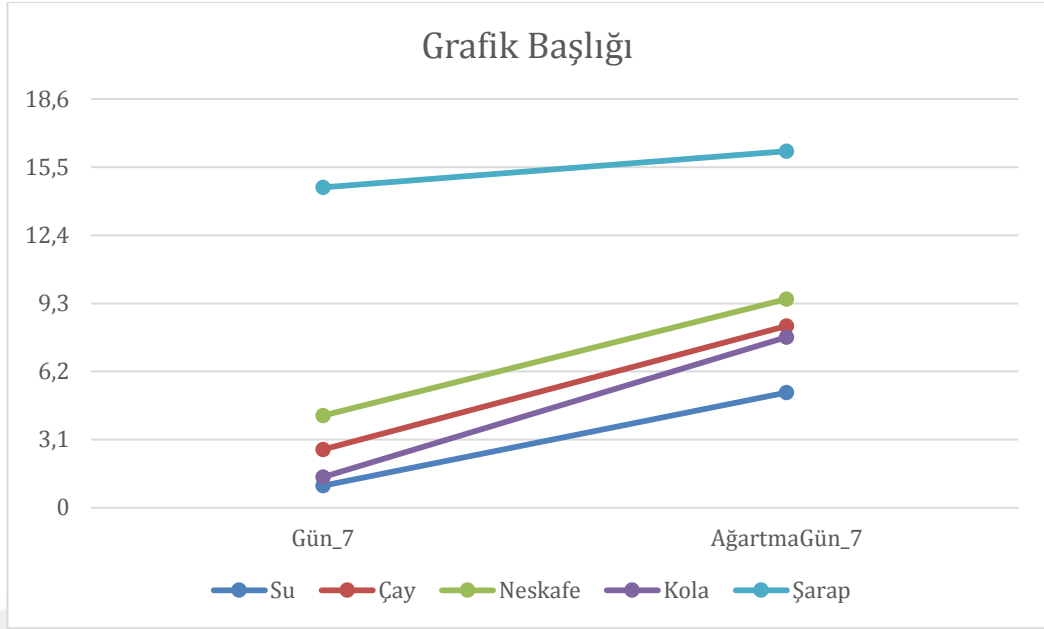
**Grafik 23:** Sadece beyazlatma işlemi uygulanan grubun beyazlatmadan önce ve sonraki renk farkı değerlerini gösteren grafik



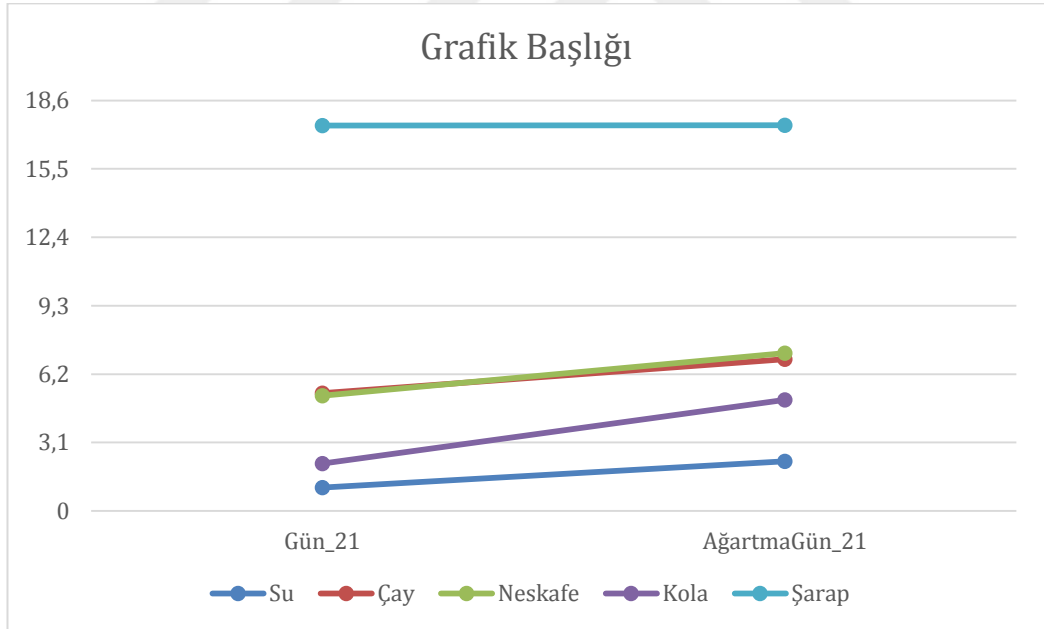
**Grafik 24:** Sadece ağartma işlemi uygulanan grubun renklenme 1. gün ve ağartma işlemi sonrası 1. gün renk farkı değerlerini gösteren grafik



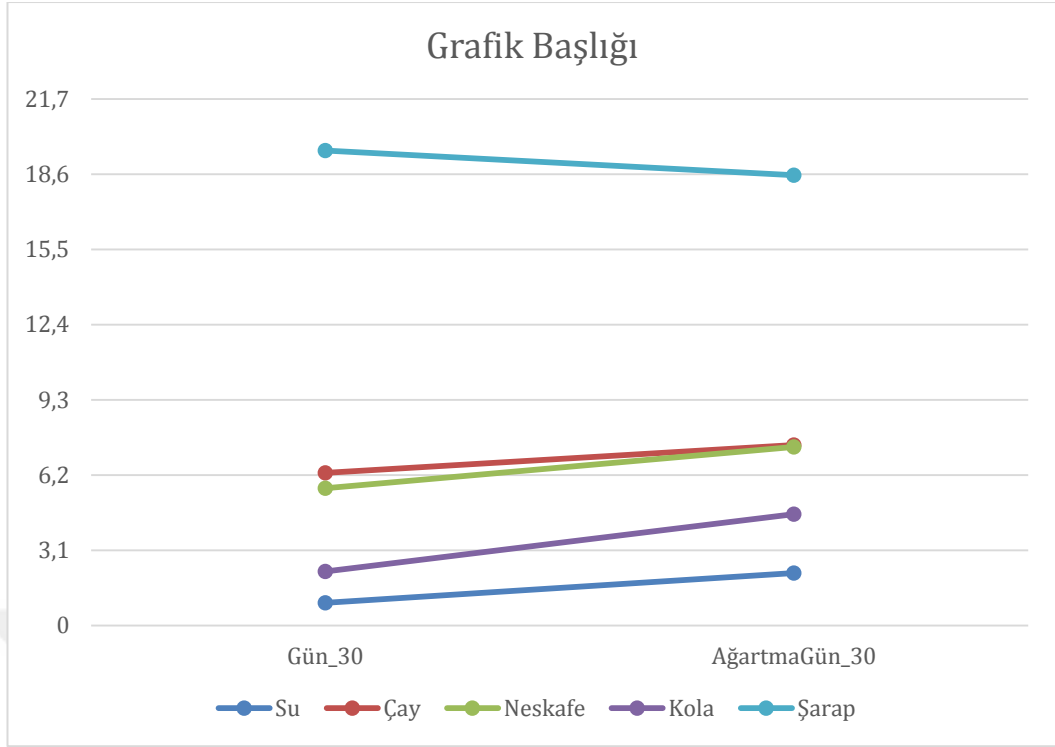
**Grafik 25:** Sadece ağartma işlemi uygulanan grubun renklenme 2. gün ve ağartma işlemi sonrası 2. gün renk farkı değerlerini gösteren grafik



**Grafik 26:** Sadece ağartma işlemi uygulanan grubun renklenme 7. gün ve ağartma işlemi sonrası 7. gün renk farkı değerlerini gösteren grafik



**Grafik 27:** Sadece ağartma işlemi uygulanan grubun renklenme 21. gün ve ağartma işlemi sonrası 21. gün renk farkı değerlerini gösteren grafik



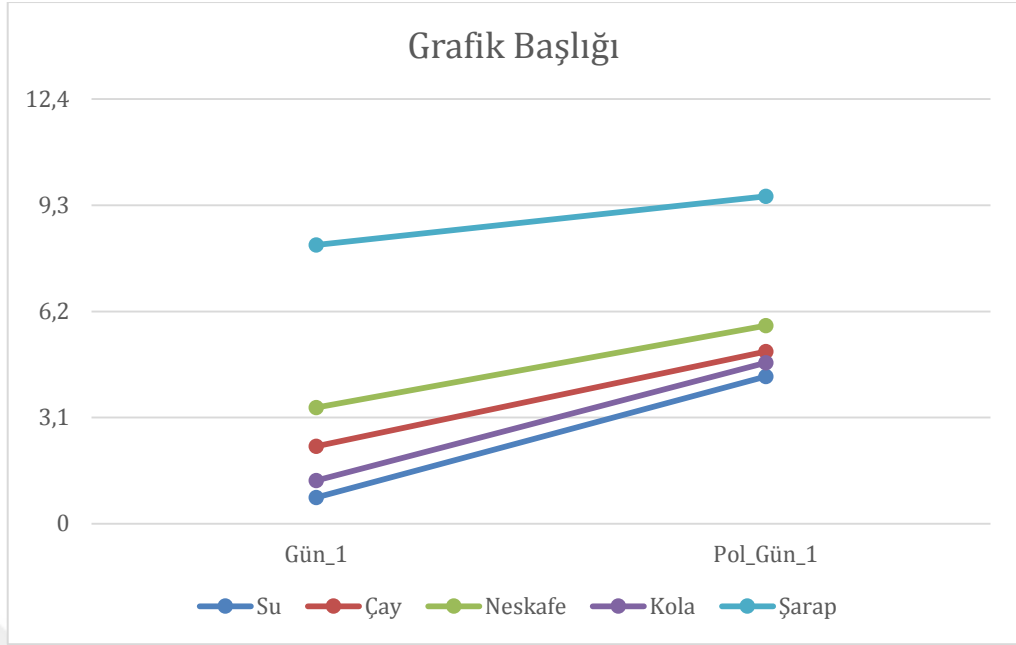
**Grafik 28:** Sadece ağartma işlemi uygulanan grubun renklenme 30. gün ve ağartma işlemi sonrası 30. gün renk farkı değerlerini gösteren grafik

	1.Gün		2.Gün		7.Gün		21.Gün		30.Gün		Beyazlatma	
	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.
<b>Su</b>	0,76	0,49	0,70	0,45	1,03	0,44	0,61	0,36	0,92	0,80	4,92	1,57
<b>Çay</b>	2,26	0,37	2,64	0,92	2,67	0,80	4,78	1,05	5,38	0,66	4,63	1,15
<b>Neskafe</b>	3,39	1,41	3,78	0,94	4,75	1,10	5,62	1,23	6,04	1,18	6,23	0,81
<b>Kola</b>	1,26	0,73	1,59	0,74	1,59	0,69	1,82	0,81	2,10	0,93	6,05	0,94
<b>Şarap</b>	8,14	1,08	9,89	1,12	15,36	1,40	18,58	1,29	20,32	1,62	11,98	0,93
	<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001	
	Polisaj		Pol. S. 1.Gün		Pol. S. 2.Gün		Pol. S. 7.Gün		Pol. S. 21.Gün		Pol. S. 30.Gün	
	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.
<b>Su</b>	4,37	0,46	4,30	0,35	4,25	0,32	4,36	0,40	1,36	0,44	1,31	0,41
<b>Çay</b>	4,51	0,37	5,03	0,34	5,05	0,41	5,70	0,38	3,79	0,78	4,43	0,62
<b>Neskafe</b>	5,10	0,54	5,78	0,62	5,85	0,39	6,67	0,56	3,92	0,69	4,37	0,81
<b>Kola</b>	4,65	0,43	4,70	0,34	4,68	0,36	4,79	0,30	1,95	0,46	1,90	0,31
<b>Şarap</b>	6,19	0,67	9,56	0,64	10,55	0,99	12,80	1,43	12,86	0,83	15,12	1,40
	<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001	

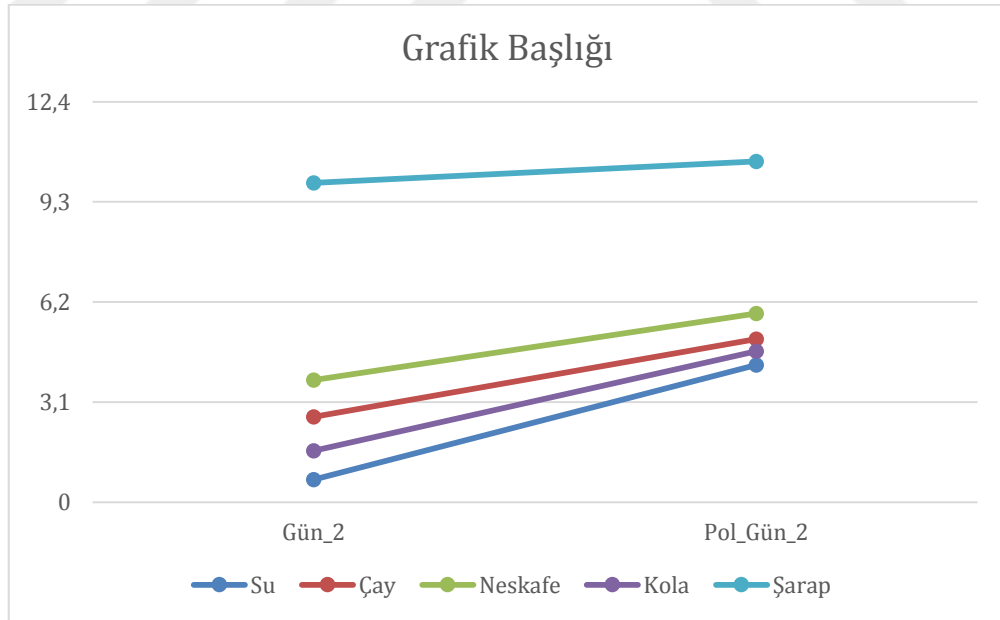
**Tablo 10:** 30 gün renklendirme yapıldıktan sonra beyazlatma ve sonrasında polisaj uygulanıp tekrar 30 gün boyunca renklendirmeye tabi tutulan örneklerin günlere göre renklenme değerleri

<b>p(Beyazlatma + Polisaj)</b>	<b>1.Gün</b>	<b>2.Gün</b>	<b>7.Gün</b>	<b>21.Gün</b>	<b>30.Gün</b>
<b>Su</b>	0,012	0,012	0,012	0,012	0,161
<b>Çay</b>	0,012	0,012	0,012	0,036	0,025
<b>Neskafe</b>	0,012	0,012	0,017	0,017	0,012
<b>Kola</b>	0,012	0,012	0,012	0,779	0,483
<b>Şarap</b>	0,017	0,050	0,012	0,012	0,012

**Tablo 11:** Beyazlatma ve sonrasında polisaj yapılan grubun ilk 30 gün ve beyazlatma sonrası 30 gün renk farklılıkları tablosu

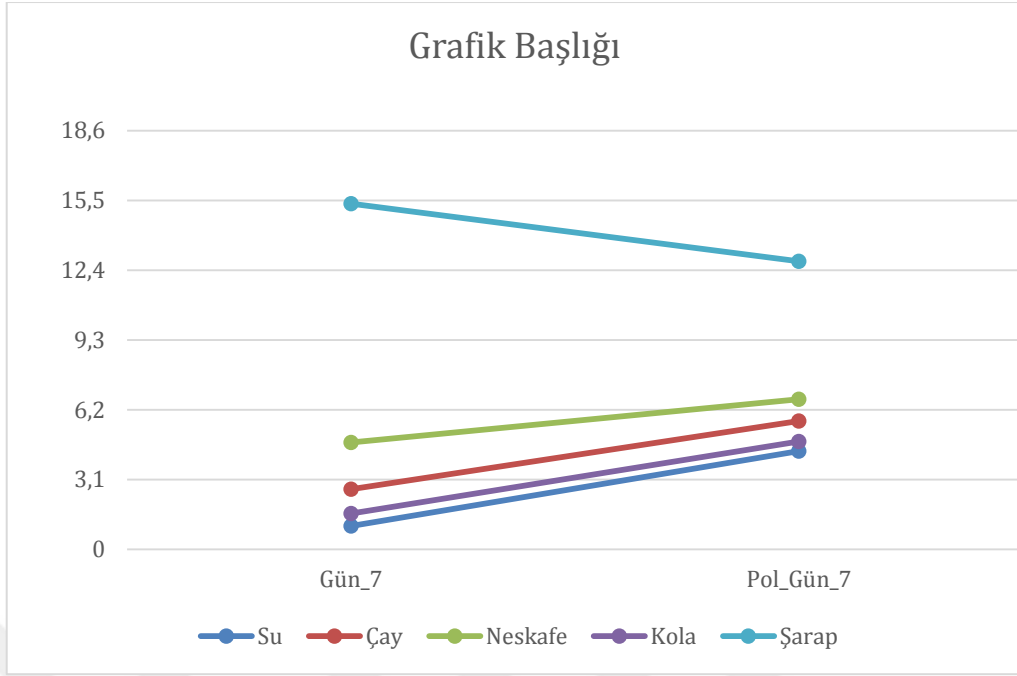


**Grafik 29:** Ağartma + polisaj işlemi uygulanan grubun renklenme 1. gün ve ağartma işlemi+polisaj sonrası 1. gün renk farkı değerlerini gösteren grafik

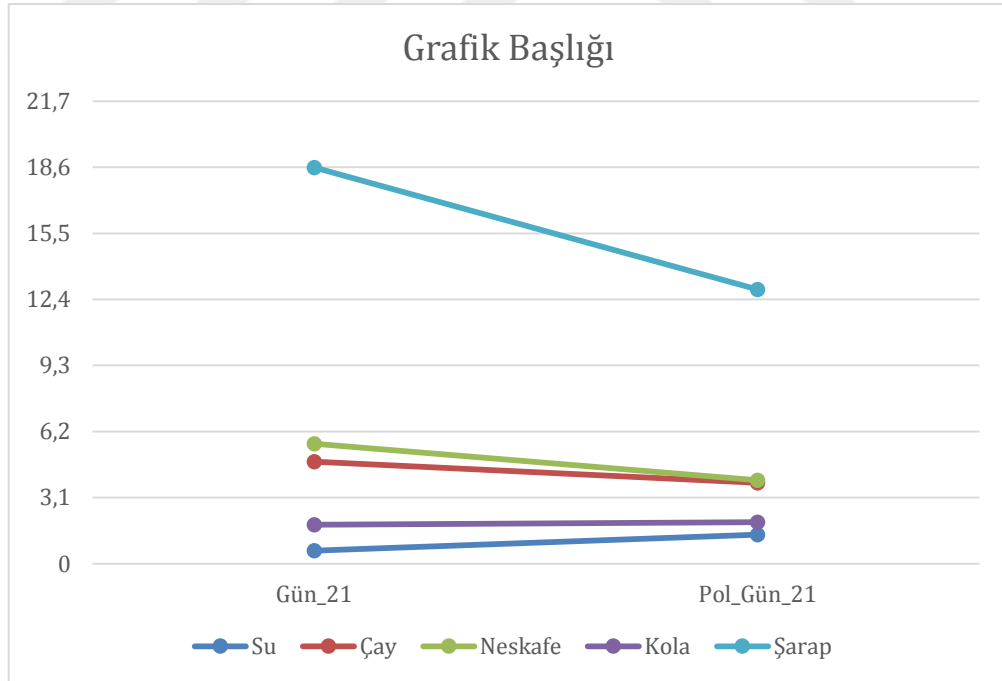


**Grafik 30:** Ağartma + polisaj işlemi uygulanan grubun renklenme 2. gün ve ağartma işlemi+polisaj sonrası 2. gün renk farkı değerlerini gösteren grafik

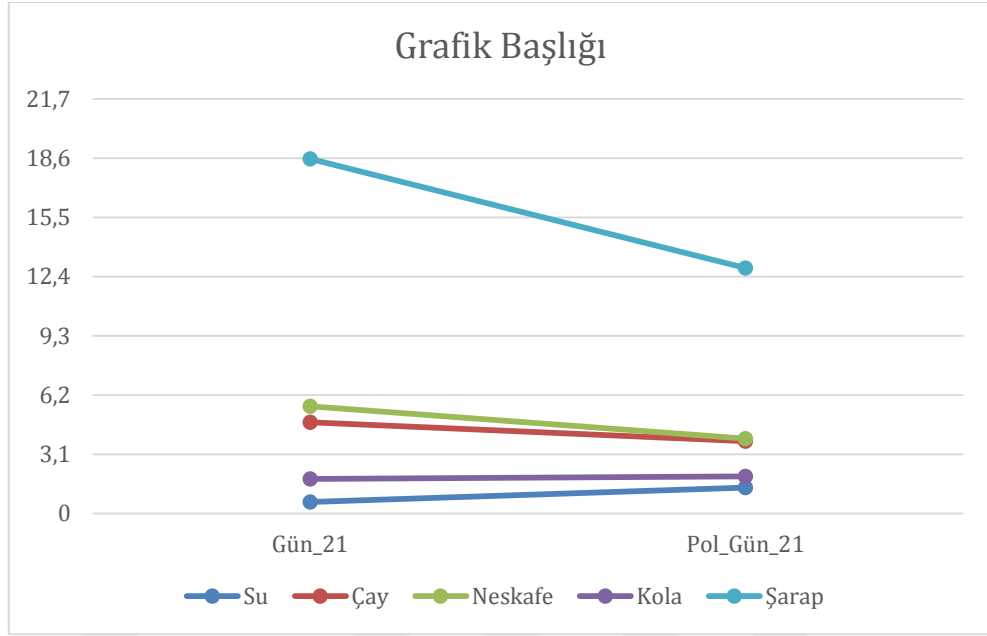




**Grafik 31:** Ağartma + polisaj işlemi uygulanan grubun renklenme 7. gün ve ağartma işlemi+polisaj sonrası 7. gün renk farkı değerlerini gösteren grafik



**Grafik 32:** Ağartma + polisaj işlemi uygulanan grubun renklenme 21. gün ve ağartma işlemi+polisaj sonrası 21. gün renk farkı değerlerini gösteren grafik



**Grafik 33:** Ağartma + polisaj işlemi uygulanan grubun renklenme 30. gün ve ağartma işlemi+polisaj sonrası 30. gün renk farkı değerlerini gösteren grafik

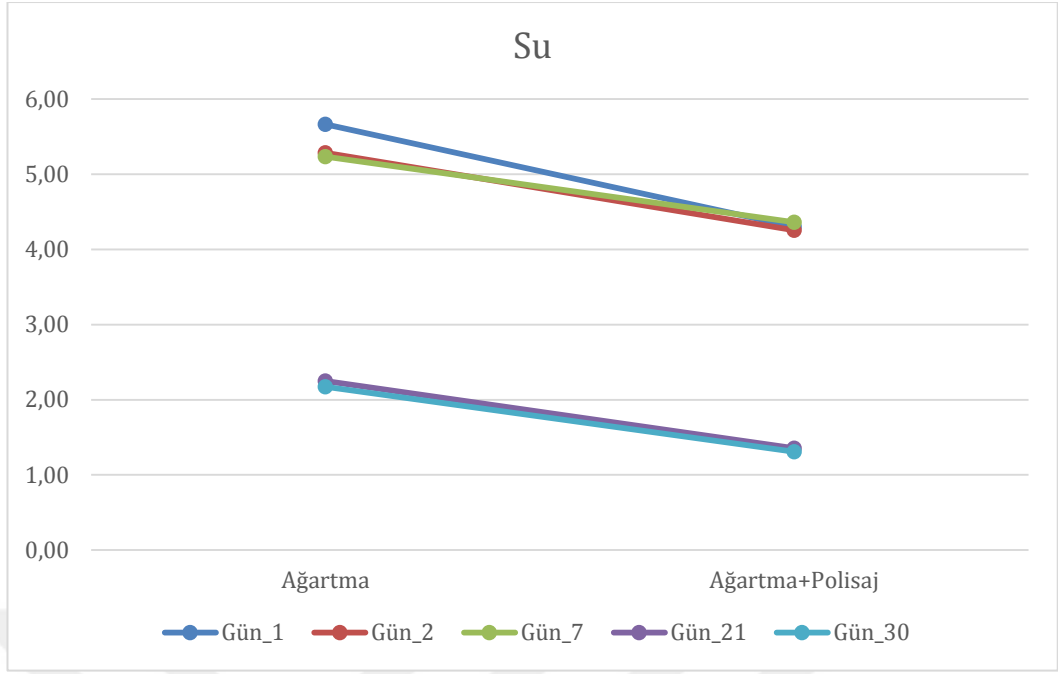
Ağartma ve ağartma ile birlikte polisaj uygulanan grupların her biri günlerine göre karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ilk renklendirmeler arasında istatistiksel olarak fark yoktur ( $p>0,05$ ). Dolayısıyla uygulanan işlemler sonrası elde edilecek ölçümler karşılaştırılabilir. Ağartma ve ağartma ile polisaj uygulanan gruplar arasındaki farklılık incelendiğinde sudaki 21. Gün haricinde tüm durumlarda ağartma ile birlikte polisaj (ağartma + polisaj) uygulanan durumdaki örneklerde ortalama renklenme skoru sadece ağartma uygulananların ortalama skorundan daha düşük ve istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0,05$ ). (Tablo 13)

	1.Gün		2.Gün		7.Gün		21.Gün		30.Gün		Beyazlatma	
	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.
Su	0,85	0,33	0,55	0,30	1,00	0,62	1,06	0,79	0,94	0,65	5,87	2,12
Çay	2,28	0,84	2,40	0,56	2,64	0,45	5,34	1,23	6,30	0,89	5,40	1,00
Neskafe	2,96	0,27	3,09	0,68	4,19	0,30	5,22	0,96	5,67	0,81	7,23	1,13
Kola	1,23	0,33	1,63	0,45	1,39	0,46	2,15	0,68	2,24	0,51	6,67	1,67
Şarap	8,48	0,74	9,74	0,98	14,58	1,04	17,47	1,89	19,58	1,63	11,53	2,15
	Beyazlatma S. 1.Gün		Beyazlatma S. 2.Gün		Beyazlatma S. 7.Gün		Beyazlatma S. 21.Gün		Beyazlatma S. 30.Gün			
	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.		
Su	5,67	0,71	5,29	0,71	5,24	0,61	2,25	1,08	2,17	0,71		
Çay	7,29	0,91	8,55	2,51	8,27	0,92	6,87	0,77	7,44	1,13		
Neskafe	8,99	0,87	9,25	0,65	9,50	0,73	7,15	0,80	7,37	0,60		
Kola	7,98	1,56	7,95	1,68	7,77	1,51	5,04	1,59	4,60	1,55		
Şarap	14,27	1,80	14,79	1,85	16,23	2,01	17,48	2,21	18,56	2,23		
	1.Gün		2.Gün		7.Gün		21.Gün		30.Gün		Beyazlatma	
	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.
Su	0,76	0,49	0,70	0,45	1,03	0,44	0,61	0,36	0,92	0,80	4,92	1,57
Çay	2,26	0,37	2,64	0,92	2,67	0,80	4,78	1,05	5,38	0,66	4,63	1,15
Neskafe	3,39	1,41	3,78	0,94	4,75	1,10	5,62	1,23	6,04	1,18	6,23	0,81
Kola	1,26	0,73	1,59	0,74	1,59	0,69	1,82	0,81	2,10	0,93	6,05	0,94
Şarap	8,14	1,08	9,89	1,12	15,36	1,40	18,58	1,29	20,32	1,62	11,98	0,93
	Polisaj		Polisaj S.1.Gün		Polisaj S.2.Gün		Polisaj S. 7.Gün		Polisaj S.21.Gün		Polisaj S.30.Gün	
	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	Ort.	S.S.
Su	4,37	0,46	4,30	0,35	4,25	0,32	4,36	0,40	1,36	0,44	1,31	0,41
Çay	4,51	0,37	5,03	0,34	5,05	0,41	5,70	0,38	3,79	0,78	4,43	0,62
Neskafe	5,10	0,54	5,78	0,62	5,85	0,39	6,67	0,56	3,92	0,69	4,37	0,81
Kola	4,65	0,43	4,70	0,34	4,68	0,36	4,79	0,30	1,95	0,46	1,90	0,31
Şarap	6,19	0,67	9,56	0,64	10,55	0,99	12,80	1,43	12,86	0,83	15,12	1,40

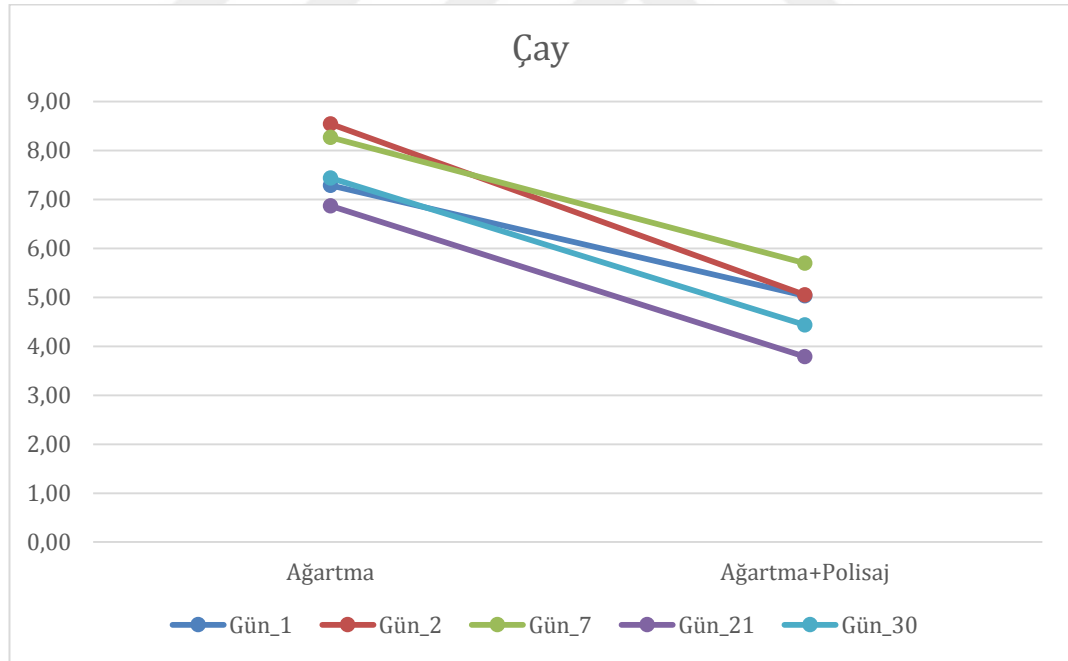
Tablo 12: Sadece beyazlatma yapılan grubun ve beyazlatma yapıldıktan sonra polisaj yapılan grubun renk değerleri

p(Beyazlatma- beyazlatma+polisaj)	1.Gün	2.Gün	7.Gün	21.Gün	30.Gün	Beyazlatma	P.S.1.Gün	P.S.2.Gün	P.S.7.Gün	P.S.21.Gün	P.S.30Gün
<b>Su</b>	0,645	0,574	0,721	0,195	0,505	0,382	0,001	0,003	0,005	0,083	0,015
<b>Çay</b>	1,000	0,328	0,798	0,442	0,083	0,105	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>Neskafe</b>	0,721	0,161	0,328	0,382	0,721	0,065	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>Kola</b>	0,505	0,959	0,721	0,721	0,195	0,645	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>Şarap</b>	0,195	0,721	0,234	0,234	0,442	0,878	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	0,003

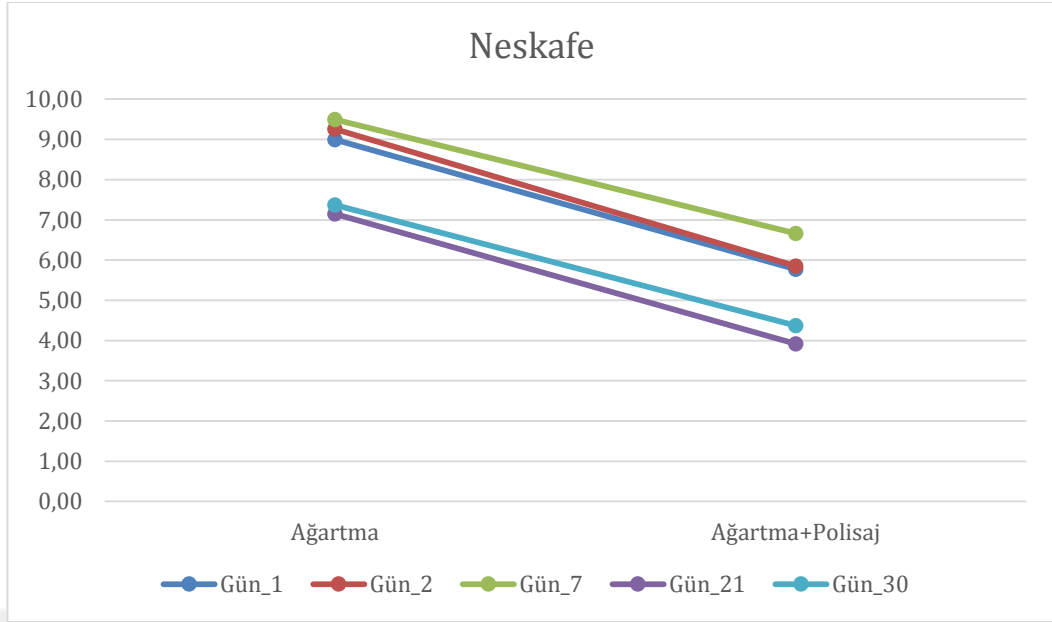
**Tablo 13:** Sadece beyazlatma yapılan grupla beyazlatma sonrası polisaj yapılan grubun fark tablosu



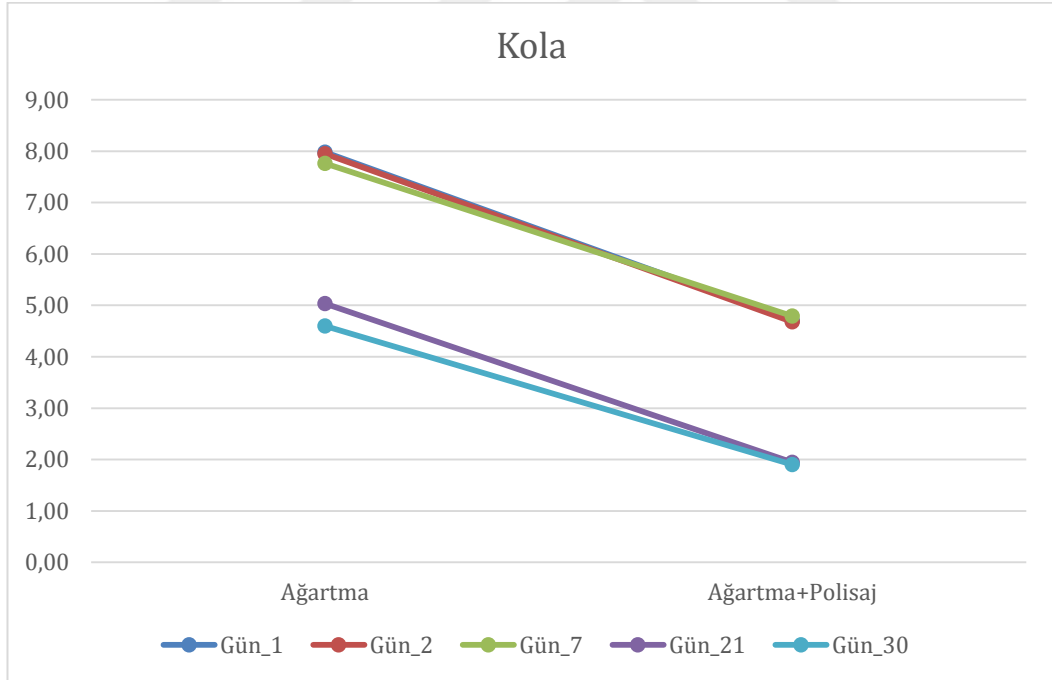
**Grafik 34:** Sadece ağartma işlemi uygulanan gruba ağartma + polisaj uygulanan grubun işlemler sonrasında su içinde bekletilmeleri sonucu oluşan renk farklılığını gösteren grafik



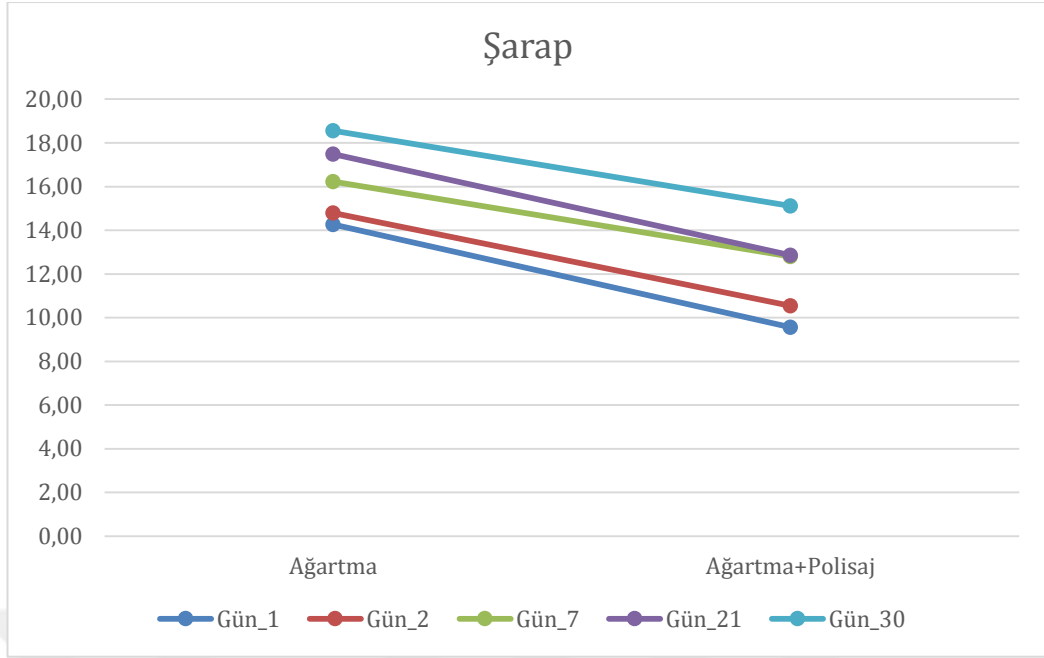
**Grafik 35:** Sadece ağartma işlemi uygulanan gruba ağartma + polisaj uygulanan grubun işlemler sonrasında çay solüsyonu içinde bekletilmeleri sonucu oluşan renk farklılığını gösteren grafik



**Grafik 36:** Sadece ağartma işlemi uygulanan grupla ağartma + polisaj uygulanan grubun işlemler sonrasında neskafe solüsyonu içinde bekletilmeleri sonucu oluşan renk farklılığını gösteren grafik



**Grafik 37:** Sadece ağartma işlemi uygulanan grupla ağartma + polisaj uygulanan grubun işlemler sonrasında kola solüsyonu içinde bekletilmeleri sonucu oluşan renk farklılığını gösteren grafik

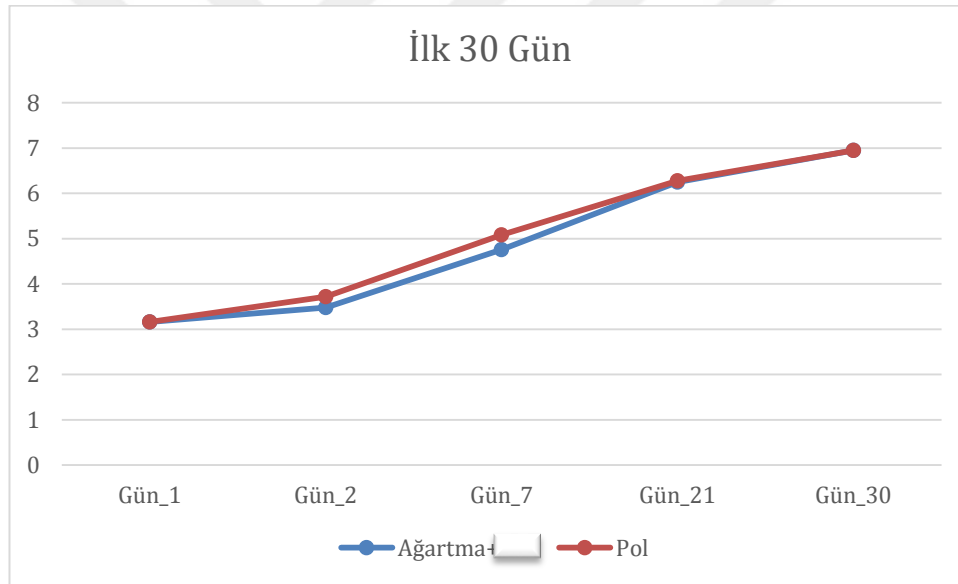


**Grafik 38:** Sadece ağartma işlemi uygulanan grupla ağartma + polisaj uygulanan grubun işlemler sonrasında şarap solüsyonu içinde bekletilmeleri sonucu oluşan renk farklılığını gösteren grafik

Solüsyonlar bir gibi alınıp ağartma yapılmayan sadece ağartma yapılan ve ağartma ile birlikte polisaj yapılan durum için tablo oluşturulup ağartma ile ağartma + polisaj grupları solüsyonlar önemsenmeden incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ağartma veya ağartma + polisaj uygulanmayan (her iki grup içinde işlemler öncesi sadece renklendirme yapılan ilk 30 gün) grupların homojen olduğu ve farklılık göstermediği görülmüştür ( $p>0,05$ ). Ağartma ve ağartma ile birlikte polisaj uygulama durumunda ise tüm ölçüm günlerinde ağartma sonrası polisaj yapılan materyallerde renklenme ortalama değeri; sadece ağartma uygulananlardan daha düşüktür ( $p<0,05$ ) (Tablo 14).

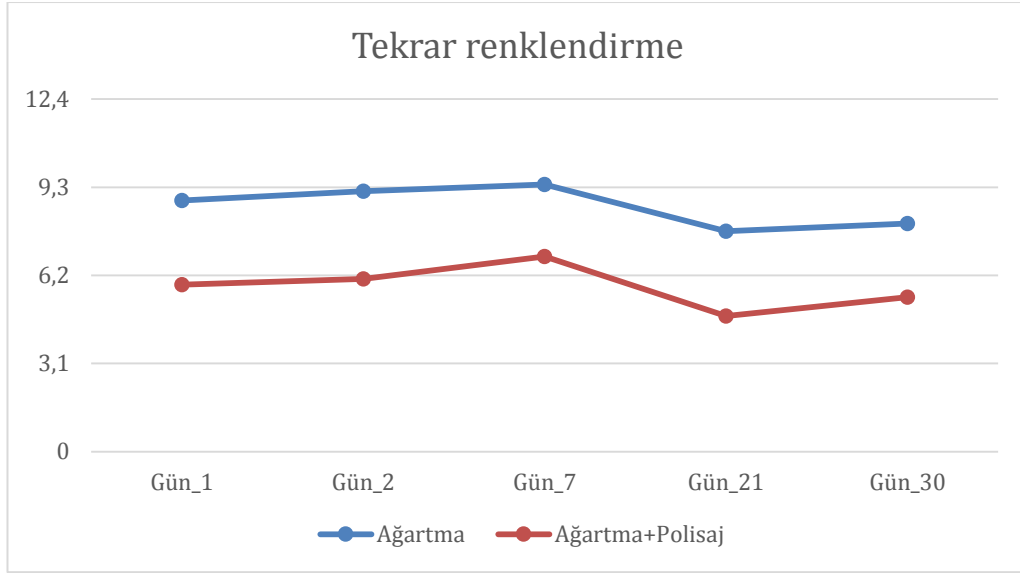
Beyazlatma	Median			Beyazlatma+Polisaj	Median			p
	Ort.	S.S.	Median		Ort.	S.S.	Median	
1.Gün	3,16	2,85	2,14	1.Gün	3,16	2,81	2,24	0,762
2.Gün	3,48	3,34	2,15	2.Gün	3,72	3,39	2,53	0,573
7.Gün	4,76	5,14	2,52	7.Gün	5,08	5,44	2,69	0,693
21.Gün	6,25	6,04	4,57	21.Gün	6,28	6,57	4,42	0,829
30.Gün	6,95	6,78	5,04	30.Gün	6,95	7,12	5,16	0,707
Beyazlatma	7,34	2,73	6,86	Beyazlatma	6,76	2,91	5,92	0,178
				Polisaj	4,96	0,82	4,89	-
B.S. 1.Gün	8,84	3,19	7,77	P.S. 1.Gün	5,87	1,98	5,13	<0,001
B.S. 2. Gün	9,16	3,52	8,32	P.S. 2.Gün	6,08	2,38	5,12	<0,001
B. S. 7.Gün	9,40	3,92	8,52	P.S. 7.Gün	6,86	3,19	5,70	<0,001
B.S. 21.Gün	7,76	5,40	6,71	P.S. 21.Gün	4,77	4,27	3,29	0,001
B.S. 30.Gün	8,03	5,84	7,10	P.S. 30.Gün	5,43	5,13	3,84	0,003

**Tablo 14:** Solüsyonlar ihmal edildiğinde sadece beyazlatma yapılan örneklerle beyazlatma ve sonrasında polisaj yapılan örneklerin fark tablosu

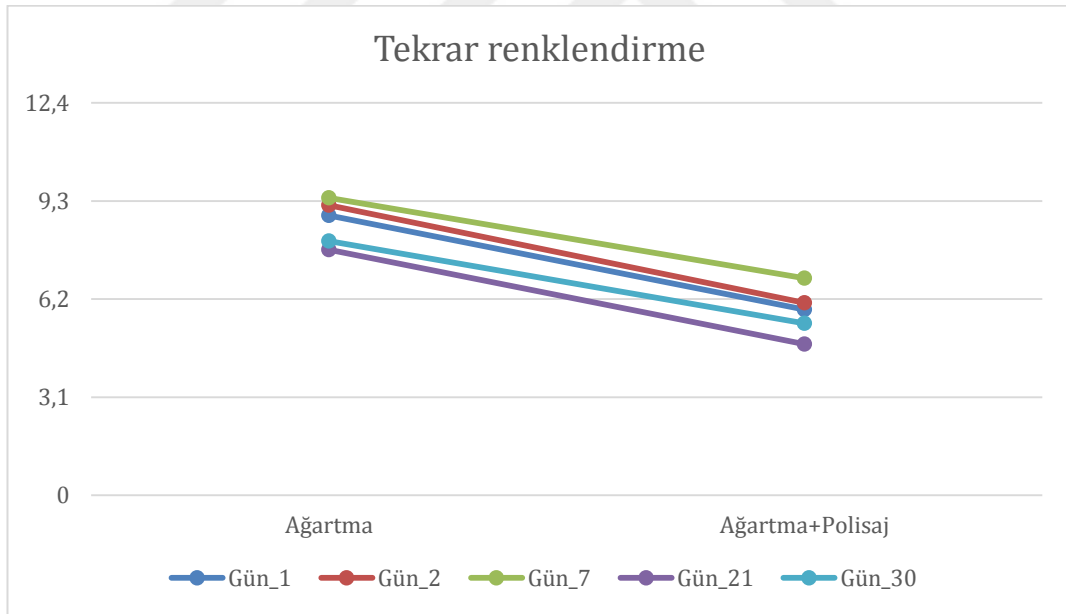


**Grafik 39:** Solüsyonlar ihmal edildiğinde sadece beyazlatma yapılan örneklerle beyazlatma ve sonrasında polisaj yapılan örneklerin ilk 30 gün renklenmelerini günlere göre gösteren grafik





**Grafik 40:** Solüsyonlar ihmal edilip sadece ağartma yapılan ve ağartma +polisaj yapılan grupların ağartma ve polisaj işlemleri sonrasındaki 30 günlük renklenmeleri farkını günlere göre gösteren grafik-1



**Grafik 41:** Solüsyonlar ihmal edilip sadece ağartma yapılan ve ağartma +polisaj yapılan grupların ağartma ve polisaj işlemleri sonrasındaki 30 günlük renklenmeleri farkını günlere göre gösteren grafik-2

Ağartma işlemi veya ağartma ile birlikte polisaj işlemleri öncesi ve sonrasındaki renklenme miktarları günlere göre incelendiğinde elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirilmiştir. Sadece ağartma işlemi yapılan örneklerin öncesi ve sonrası renk farklılıkları incelendiğinde fark olan her durumda ağartma sonrası yeniden renklendirmenin ortalama skoru ilk renklendirme skorundan daha yüksektir. Polisaj ve ağartma yapılan durumlarda ise ilk günlerde ağartma+polisaj sonrasında ki renklenme skorunun daha yüksek olduğu ancak özellikle 30 gün ölçümlerinde ağartma+polisaj yapılan örneklerdeki ortalama renklenme skorlarının istatistiksel olarak daha düşük olduğu grlmştir (Tablo 15).



		Öncesi		Sonrası		
		Ort.	S.S.	Ort.	S.S.	p
<b>Su</b>	<b>Beyazlatma</b>	0,85	0,33	5,67	0,71	0,012
	<b>1.Gün</b>					
	<b>Beyazlatma</b>	0,55	0,30	5,29	0,71	0,012
	<b>2.Gün</b>					
	<b>Beyazlatma</b>	1,00	0,62	5,24	0,61	0,012
	<b>7.Gün</b>					
	<b>Beyazlatma</b>	1,06	0,79	2,25	1,08	0,036
	<b>21.Gün</b>					
	<b>Beyazlatma</b>	0,94	0,65	2,17	0,71	0,017
	<b>30.Gün</b>					
	<b>Polisaj</b>	0,76	0,49	4,30	0,35	0,012
	<b>1.Gün</b>					
	<b>Polisaj</b>	0,70	0,45	4,25	0,32	0,012
	<b>2.Gün</b>					
<b>Polisaj</b>	1,03	0,44	4,36	0,40	0,012	
<b>7.Gün</b>						
<b>Polisaj</b>	0,61	0,36	1,36	0,44	0,012	
<b>21.Gün</b>						
<b>Polisaj</b>	0,92	0,80	1,31	0,41	0,161	
<b>30.Gün</b>						
<b>Çay</b>	<b>Beyazlatma</b>	2,28	0,84	7,29	0,91	0,012
	<b>1.Gün</b>					
	<b>Beyazlatma</b>	2,40	0,56	8,55	2,51	0,012
	<b>2.Gün</b>					
	<b>Beyazlatma</b>	2,64	0,45	8,27	0,92	0,012
	<b>7.Gün</b>					
	<b>Beyazlatma</b>	5,34	1,23	6,87	0,77	0,025
	<b>21.Gün</b>					
	<b>Beyazlatma</b>	6,30	0,89	7,44	1,13	0,069
	<b>30.Gün</b>					
	<b>Polisaj</b>	2,26	0,37	5,03	0,34	0,012
	<b>1.Gün</b>					
	<b>Polisaj</b>	2,64	0,92	5,05	0,41	0,012
	<b>2.Gün</b>					
<b>Polisaj</b>	2,67	0,80	5,70	0,38	0,012	
<b>7.Gün</b>						
<b>Polisaj</b>	4,78	1,05	3,79	0,78	0,036	
<b>21.Gün</b>						
<b>Polisaj</b>	5,38	0,66	4,43	0,62	0,025	
<b>30.Gün</b>						

<b>Neskafe</b>	<b>Beyazlatma</b>	2,96	0,27	8,99	0,87	0,012
	<b>1.Gün</b>					
	<b>Beyazlatma</b>	3,09	0,68	9,25	0,65	0,012
	<b>2.Gün</b>					
	<b>Beyazlatma</b>	4,19	0,30	9,50	0,73	0,012
	<b>7.Gün</b>					
	<b>Beyazlatma</b>	5,22	0,96	7,15	0,80	0,035
	<b>21.Gün</b>					
	<b>Beyazlatma</b>	5,67	0,81	7,37	0,60	0,017
	<b>30.Gün</b>					
	<b>Polisaj</b>	3,39	1,41	5,78	0,62	0,012
	<b>1.Gün</b>					
	<b>Polisaj</b>	3,78	0,94	5,85	0,39	0,012
	<b>2.Gün</b>					
	<b>Polisaj</b>	4,75	1,10	6,67	0,56	0,017
	<b>7.Gün</b>					
	<b>Polisaj</b>	5,62	1,23	3,92	0,69	0,017
	<b>21.Gün</b>					
	<b>Polisaj</b>	6,04	1,18	4,37	0,81	0,012
	<b>30.Gün</b>					
<b>Kola</b>	<b>Beyazlatma</b>	1,23	0,33	7,98	1,56	0,012
	<b>1.Gün</b>					
	<b>Beyazlatma</b>	1,63	0,45	7,95	1,68	0,012
	<b>2.Gün</b>					
	<b>Beyazlatma</b>	1,39	0,46	7,77	1,51	0,012
	<b>7.Gün</b>					
	<b>Beyazlatma</b>	2,15	0,68	5,04	1,59	0,012
	<b>21.Gün</b>					
	<b>Beyazlatma</b>	2,24	0,51	4,60	1,55	0,012
	<b>30.Gün</b>					
	<b>Polisaj</b>	1,26	0,73	4,70	0,34	0,012
	<b>1.Gün</b>					
	<b>Polisaj</b>	1,59	0,74	4,68	0,36	0,012
	<b>2.Gün</b>					
	<b>Polisaj</b>	1,59	0,69	4,79	0,30	0,012
	<b>7.Gün</b>					
	<b>Polisaj</b>	1,82	0,81	1,95	0,46	0,779
	<b>21.Gün</b>					
	<b>Polisaj</b>	2,10	0,93	1,90	0,31	0,483
	<b>30.Gün</b>					
<b>Şarap</b>	<b>Beyazlatma</b>	8,48	0,74	14,27	1,80	0,012
	<b>1.Gün</b>					
	<b>Beyazlatma</b>	9,74	0,98	14,79	1,85	0,012
	<b>2.Gün</b>					

<b>Beyazlatma 7.Gün</b>	14,58	1,04	16,23	2,01	0,036
<b>Beyazlatma 21.Gün</b>	17,47	1,89	17,48	2,21	0,833
<b>Beyazlatma 30.Gün</b>	19,58	1,63	18,56	2,23	0,093
<b>Polisaj 1.Gün</b>	8,14	1,08	9,56	0,64	0,017
<b>Polisaj 2.Gün</b>	9,89	1,12	10,55	0,99	0,050
<b>Polisaj 7.Gün</b>	15,36	1,40	12,80	1,43	0,012
<b>Polisaj 21.Gün</b>	18,58	1,29	12,86	0,83	0,012
<b>Polisaj 30.Gün</b>	20,32	1,62	15,12	1,40	0,012

**Tablo 15:**Ağartma veya ağartma + polisaj öncesi ve sonrasında ki günler incelendiğinde elde edilen sonuçların fark tablosu

## 5. TARTIŞMA

Amalgam ve altın alaşımlarına alternatif olarak, 1970’li yıllarda üretilen kompozitler geçmişten günümüze estetik restorasyonlarda en çok tercih edilen materyal olmuştur. Diş renginde olmaları, iletkenliklerinin düşük olması, konservatif kavite preperasyonları için uygun olmaları, estetik özellikleri, diş yapısına bağlanmaları, kolay ve hızlı uygulanabilmeleri gibi sebeplerle yaygın olarak kullanılmışlardır. Hastaların estetik beklentilerinin artması sonucu dolgu maddelerinin estetik yönden başarılı olabilmeleri için doğal diş yapısını taklit edebilmeleri ve uygulandıkları andaki renklerini korumaları gerekir (Choi MS. ve ark. 2005).

Estetik amaçla kullanıma sunulan ilk kompozit rezinlerin polimerizasyon büzülmesi oldukça fazla, aşınma direnci yetersiz ve fiziksel özellikleri zayıf bulunmuştur. Ancak, konsantrasyonunda, içeriğinde, şeklinde, doldurucu boyutunda yapılan değişikliklerle daha sonraki kompozit rezinlerin mekanik ve estetik özellikleri önemli derecede geliştirilmiştir (Asmussen 1982).

Günümüzde geliştirilen nano kompozitler sayesinde ise ön bölgede mükemmel estetik sağlayabilen arka bölgede de çığneme basınçlarına yetecek kadar aşınma direnci yüksek, dayanıklı kompozitler geliştirilmiştir (Fortin ve Marcos 2000; Mitra ve ark 2003; Deshmukh ve Nandlal 2012).

Diş hekimliğinde kullanılan direkt ve indirekt uygulanan materyallerin yüzey özellikleri plak birikimi, renklenme, aşınma ve estetik görünüş üzerinde ana etkenlerdendir (Sarac D. ve ark. 2006; Morgan M. 2004). Yüzey pürüzlülüğünün artışı hem plak birikimini arttırır hem de renklenme için belirleyici bir etken oluşturur.

Estetiğin sağlanması için diş rengindeki restoratif materyallerin içsel renk stabilitesini koruması ve yüzey renklenmesine dirençli olması gerekmektedir (Bagheri R. ve ark. 2005).

Klinikte kompozit rezinlerin yetersiz polimerizasyonu sonucunda, su ile organik polimer matriks daha kolay reaksiyona girerek materyalde daha fazla su emilimi gerçekleşir ve bu durum kompozitin su emmesine, hacminin ve ağırlığının artmasına neden olur (Martin N. ve Jedyakiewicz N. 1998). Bu nedenle üretici firmalar tarafından önerilen sürelerle polimerizasyon sağlanmalıdır.

Asmussen ve ark. (1983), rezin kompozitlerin renk stabilitesinde oksijenin rolünü incelemiştir. Bekleme solüsyonlarından oksijen çıkarıldığında, kompozitlerde daha az renklenme olduğunu, ayrıca şeffaf bant veya cam levha arasında örneklerin hazırlanmasının oksijen inhibisyonu azalttığını ve bunun sonucunda renklenmenin azaldığını belirtmişlerdir (Asmussen E. 1983). Bu çalışmada kompozit diskler hazırlanırken her iki yüzeyinde de şeffaf bant ve cam levha kullanılarak polimerize edilmiştir. Bu sayede aynı zamanda klinik ortamdaki iki taraflı matriks uygulaması da taklit edilmiştir.

Dental restoratif materyaller, ağız ortamında diyetle birlikte alınan yiyeceklerdeki ve içeceklerdeki birçok boyayıcı maddeye maruz kalırlar. Yapılan çalışmalar (Abu-Bakr ve ark 2000, Bagheri ve ark 2005) hem cam iyonomerlerin hem de rezin kompozitlerin çeşitli içecekler karşısında renklenmeye karşı dirençsiz olduğunu göstermiştir. Birçok çalışmada çay, kahve ve kola renk değişimi için kullanılmıştır (Guler ve ark 2005, Topcu ve ark 2009). Bizim çalışmamızda da bu çalışmalara paralel olarak çay, kahve, kola ve kırmızı şarap kullanılmıştır.

Çalışmamızda 1 adet kompozit rezinden hazırlanan örnekler distile su, çay, neskafe, kola ve kırmızı şarap olmak üzere 5 farklı çözeltilerde bekletilmiştir. Örneklerden başlangıç renk ölçümleri alındıktan sonra çözeltilerde 30 gün süre ile bekletilmiş ve 1. , 2. , 7. , 21. , ve 30. günlerde renk ölçümleri yapılmıştır. Renklenen kompozitler için ağartma işleminin renklenme üzerindeki etkisini incelemek için ofis tipi beyazlatma işlemi uygulanmış ve tekrar ölçüm yapılmıştır. Ağartma sonrası yüzey pürüzlülüğünün artacağı ve buna bağlı olarak renklenmenin artacağı düşünüldüğünden ağartma sonrası bir gruba hiçbir işlem uygulanmadan renklendirici çözeltiler içinde 30 gün süre ile tekrar bekletilirken diğer gruba ağartma işlemi sonrası önce polisaj işlemi uygulanmış sonrasında renklendirici çözeltiler içerisinde tekrar 30 gün süre ile bekletilmiştir. 3. grupta bulunan örneklerin ağartma sonrası 1. , 2., 7. , 21. , ve 30. günlerde renk ölçümleri yapılmışken, 4. grupta bulunan örneklerin de bu işleme paralel olarak polisaj işlemi sonrası 1. , 2., 7. , 21. , ve 30. günlerde renk ölçümleri yapılmıştır.

Ayrıca polimerizasyon zamanının kompozit materyalin renklenmesi üzerindeki etkisini incelemek için bir grup örnek 20 sn süre ile polimerize edilirken diğer grup örnek ise 40 sn süre ile polimerize edilmiştir. Bu örnekler 5 farklı çözeltilerde 60 gün süre ile bekletilmişlerdir. Başlangıç ölçümleri alındıktan sonra 1. , 2. , 7. , 21., 30. , ve 60. günlerde renk ölçümleri yapılmıştır.

Restoratif materyallerin geliştirilmesi ve estetik restorasyonlara artan talep ile birlikte kompozit rezinler anterior dişler için tercih edilir duruma gelmişlerdir (Mjör ve ark 2000, Hickel ve ark 2004).

Kompozit rezin restorasyonların en yaygın yenilenme nedeni restorasyonlarda zaman içinde görülen renklenmelerdir (Schulze KA ve ark. 2003). Bu renklenmeler rezinin yapısından kaynaklı iç renklenmeler olabildiği gibi, rezinin kan ya da tükürük ile kontamine olması, yetersiz polimerizasyonu, uygulanan hatalı bitirme ve polisaj işlemleri, kötü ağız hijyeni, sigara ve diyet gibi çeşitli etkenlere maruz kalması sonucu dışsal renklenmelerde olabilir (Dayangaç B. 2000; Schulze KA ve ark. 2003).

Lekelerin absorbe edilmesi veya emilmesi gibi ekstrinsik faktörler de renk değişikliğine neden olur (Abu-Bakr ve ark 2000). Ayrıca rezinin içeriği ve sahip olduğu inorganik doldurucu oranı da içsel renklenmeyi etkilemektedir. Makropartikül

ve BİS-GMA miktarı fazla olan rezinlerde, mikropartiküllü ve ışıkla polimerize olan rezinlere kıyasla daha fazla içsel renklenmeye rastlandığı, inorganik kısmın fazla, rezin içeriğinin az olduğu durumlarda renklenmenin daha az olduğu belirtilmiştir (Dayangaç B. 2000; Schulze KA ve ark. 2003;Gökay O ve ark. 1998).

Kompozit rezinlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri geliştirilmesine karşın renk stabilitesinin yeterince sağlanamaması restorasyonların uzun ömürlü olmasını hala engellemektedir (Schulze ve ark 2003).

Literatürde rezin materyallerin çay, kahve, vs gibi içecekleri içerisinde bekletilmeleri sonrasında renklenmeye olan etkilerini inceleyen çok sayıda araştırma vardır (Burrow ve Makinson 1991, Yazici ve ark 2007). Yapılan çalışmalarda çay, kahve, kola, şarap, soya sosu, üzüm suyu, gıda boyası klorheksidin, sirke, ayran, portakal suyu, yoğurt gibi birçok faktörün kompozit rezinler üzerindeki renklendirici etkisi araştırılmıştır (Türkün LS. ve Türkün M. 2004; Sarı ME. ve ark. 2010).

Kompozit rezinlerin su emilimi ve çözünürlüğü, test edilme süresinden etkilenmektedir. Çay, kahve, şarap ve kola ile yapılan araştırmalarda değişken uygulama süreleri bulunmaktadır. Villata ve ark. (2006), örneklerini 40 gün boyunca günlük 3'er saat renklenme çözeltisinde, 21 saat distile suda bekletmiştir (Villalta P. ve ark. 2006). Bagheri ve ark. (2005) ise 1 hafta distile suda bekletmeyi takiben 2 hafta renklendirici çözeltilerde bekletmiştir (Bagheri R. ve ark.2005). Dietschi (1991) ise renklenme deneyini 3 hafta devam ettirmiştir ( Dietschi D. ve ark. 1994).

Barutçigil ve ark. (2011) yaptığı bir çalışmada rezin örnekler başlangıç renk ölçümleri yapıldıktan sonra şalgam suyu, Türk kahvesi, kızılıçık suyu, karadut suyu ve distile suda bekletilmiş ve örneklerin renk değişimleri 24 saat, 72 saat ve 1 hafta sonunda spektrofotometre ile ölçülmüştür.

Çelik ve ark. (2016) örneklerini kahve, kırmızı şarap, kola ve distile suda günde 3 saat olacak şekilde bekletmiş ve 1. gün, 7. gün, 15. gün ve 30. günlerde spektrofotometre yardımıyla renk ölçümü yapmışlardır.

Ayrıca başka bir çalışmada örnekler başlangıç renk ölçümleri yapıldıktan sonra çay, kahve, kola, kırmızı şarap ve distile suda günde 3 saat süre ile bekletilmiş ve 1. gün, 7. gün, 15. gün, ve 30. günlerde renk değişimleri spektrofotometre ile



ölçülmüştür (İşcan Yapar M. ve Gül P. 2014).

Bizim çalışmamızda ise örnekler 30 gün boyunca günlük 24 saat renklendirici çözeltilerde, toplamda 720 saat renklendirici çözeltilerde bekletilmiştir. Bu süre, kompozit rezinlerle çözeltilerin temas süresi göz önüne alındığında, günlük ortalama 2 dakikadan yaklaşık 59 yıllık bir renklenme süresine denk gelmektedir. Günlük 2 dakikalık renklenme süresi daha önce Gürdal ve ark. (2002) tarafından ağız gargaralarının estetik restoratif materyallerdeki renklenmeye etkisinin incelendiği çalışmada kullanılmıştır (Gürdal P ve ark. 2002).

Diş hekimliğinde renk seçimi bir renk skalası yardımıyla veya dijital ölçüm cihazları ile yapılabilmektedir (Hassel AJ. ve ark. 2007). Skala yardımı ile yapılan ölçümlerde hekimin tecrübesinin yanı sıra ortamda bulunan ışık kaynağı, ışık yoğunluğu, çalışma ortamındaki duvar ve zemin rengi, hastanın kıyafetinin rengi ve varsa makyajı gibi birçok faktör etkili olabilir (Dayangaç B. 2000; Fondriest J. 2004). Bu hataları en aza indirmek için dijital renk ölçüm cihazları kullanılır. Bu cihazlarda tekrar edilebilir ve daha kesin sonuçlar elde edilebilir (Doğan A. ve Yüzügüllü B. 2011). Kolorimetre ile spektrofotometre arasındaki en büyük fark, ölçüm yaptıkları dalga boyu aralığı ve kullanılan ışık kaynağı çeşitliliğidir. Literatürdeki çalışmalar kolorimetre ve spektrofotometre ölçümleri arasında belirgin bir fark olmadığını göstermektedir (Douglas 2000). Çalışmamızda dijital renk ölçüm cihazlarından biri olan görünür ışıkla çalışan olan Lovibond RT Series (The Tintometer® Group, Lovibond House, UK) tercih edilmiştir.

L, a, b renk semasında renk üç değer ile tanımlanmaktadır. ' L ' , gri miktarını belirtir ve value değerine veya parlaklığa karşılık gelmektedir. ' a ' ise kırmızı-yeşil ekseninde hue ve kroma değerine karşılık gelmektedir. ' b ' ise bu ekseninde mavi-sarı eksenini ifade etmektedir. Yüksek ' L ' değerleri parlak ve beyaz örneklerden elde edilirken pozitif ' a ' değerleri kırmızı renk yönünde değişimi negatif ' a ' değerleri yeşil yönde değişimi ifade etmektedir. Aynı şekilde pozitif ' b ' değerleri sarı renk miktarının fazla olduğunu ve negatif ' b ' değerleri mavi renk miktarının fazla olduğunu belirtmektedir (Monaghan P ve ark. 1992).

Dijital renk ölçümlerinde genellikle CIE L\*a\*b renk sistemi kullanılması ile birlikte, güncel olarak tercih edilen sistem CIEDE 2000 ' dir. CIE L\*a\*b sistemine

göre her renk L, a ve b kısaltmalarıyla anılan üç bileşen cinsinden ifade edilir. L dikey eksenini cismin beyaz (+), siyah (-) arasındaki parlaklık veya açıklık koordinatlarını, a yatay eksenini cismin kırmızı (+), yeşil (-) arasındaki chroma koordinatlarını, b yatay eksenini cismin sarı (+), mavi (-) arasındaki chroma koordinatlarını gösterir. Bu üç koordinatın kesişim yeri o rengin değerini verir. Parlaklık farkı nedeniyle oluşan renk değişimini gözün algılaması güçken, ton farkı nedeniyle oluşan renk değişimini daha kolay algılar. Dolayısıyla 2000 yılında uluslararası renk bilimciler tarafından CIE L\*a\*b sistemindeki gibi tüm değişkenleri eşit değerlendirmek yerine gözün algısını daha baskın biçimde etkileyen faktörün katsayısını ona göre belirleyerek kabul edilebilirliği ve algılanabilirliği daha uygun ve doğru biçimde saptayacak CIEDE 2000 formülü geliştirilmiştir (Ghinea R. ve ark. 2010).

Renk ölçümleri sırasında ölçümün yapıldığı yüzeyin renginin ve ölçüm yapılan yüzeyin ışık aydınlatmasının renk ölçümlerini etkilediği bildirilmiştir (Guler ve ark 2005). Zemin renginin etkisini belirlemek amacıyla yapılmış bir çalışmada renk farkını ortaya koyabilmek için yapılan farklı ölçümlerin aynı zemin üzerinde yapılması gerektiği, aksi halde renk kıyası yapılamayacağı bildirilmiştir (Lee ve ark 2005). Bizim yaptığımız çalışma standart aydınlatma ortamında ve beyaz zemin üzerinde gerçekleştirilmiştir. Standart aydınlatma ortamı ve standart zemin kullanıldığı için zemin ve aydınlatma ortamının renk ölçümlerine olan etkisi ortadan kaldırılmıştır.

Renk değişimi bazen görsel olarak algılanamamaktadır. Ayrıca renk tespiti ortam ışığına, materyalin özelliklerine ve kişinin değerlendirmesine göre farklılık gösterebilir (Joiner 2004). Literatürde kabul edilebilir birçok farklı renk değişimi sınırı ( $\Delta E$ ) olmasına rağmen bazı araştırmacılar farklı yayınlarında farklı limitler kullanmışlardır (Um ve Ruyter 1991, Abu-Bakr ve ark 2000, Luiz ve ark 2007).  $\Delta E$  değerlerinin 1'den küçük olması renk değişiminin görsel olarak fark edilemeyeceği, 1 ve 2 arasında olması kısmen farkedilebileceği, 2'den fazla olması eğitimli gözlemci tarafından fark edilebileceği anlamına gelmektedir (Greenwall L. 2005). Renk ölçümü yaparken küçük ağızlı bir aletle ölçüm yapıldığı zaman alet ucuna giren ışık miktarı önemli ölçüde kaybolur ve bu hatalı ölçümlere sebep olabilir. Ayrıca renk farkını ortaya koyabilmek için yapılan farklı ölçümlerin aynı zemin üzerinde yapılması gerektiği, aksi halde renk kıyası yapılamayacağı bildirilmiştir. Standart aydınlatma

ortamı ve standart beyaz zemin kullanıldığı için zemin ve aydınlatma ortamının renk ölçümlerine olan etkisi ortadan kaldırılmıştır (Van der Burgt ve ark 1990).

Paravina ve ark. (2005) araştırmalarında, klinik olarak başarısız kabul edilen renklenme değerlerini, CIE L\*a\*b sistemi için  $\Delta E_{ab}$ 'nin 3.7'den büyük olduğu değerler ve CIEDE 2000 sistemi için ise  $\Delta E$ 'nin 3.1'den büyük olduğu değerler şeklinde belirlemişlerdir. Araştırmamızda da bu verilere dayanarak kabul edilebilirlik sınırı CIEDE 2000 sistemi kullandığımız için  $\Delta E$ 'nin 3,1'den küçük olduğu değerler şeklinde kabul edilmiştir.

Ertaş ve ark (2006) yaptıkları çalışmada 5 farklı kompozit rezinin (Filtek P60, Filtek Z250, Filtek Supreme XT, Grandio, Quadrant LC) suda, kolada, ayda, kahvede ve kırmızı şarapta meydana getirdikleri renk değişimini bir kolorimetre ile incelemişlerdir. Tüm kompozitler için en az renk değişimini suda, en çok renk değişimini ise kırmızı şarapta tespit etmişlerdir. ay ve kahvedeki renk değişimlerini istatistiksel olarak farklı bulmamışlar, ancak renk değişimleri tüm kompozitler için  $\Delta E_{ab} \times 3,3$ 'n üstünde çıkmıştır. Ayrıca kullanılan kompozitler arasında önemli renk değişimi farkları oluştuğunu bulmuşlardır.

Türkün ve Leblebicioğlu (2003) kahve, çay ve kolanın  direkt kompozit rezin (Surefil, Filtek P60, Clearfil Photo Posterior) zerindeki renk değişimi etkilerini karşılaştırmışlardır (Türkün ve Leblebicioğlu 2003). Bu çalışmaya göre kahve en çok renk değişimi yaparken, en az renk değişimini kola yapmıştır. Kahve içinde bekletilen örneklerin renklerinin koyulaştığı, kırmızı ve sarı rengin daha hkim olduğu gözlenmiştir.

Siloran ve dimetakrilat esaslı kompozitlerin renk stabilitelerini karşılaştırmak için yapılan bir çalışmada çay, kahve, kola ve kırmızı şarap solüsyonlarında numuneler bekletilmiş ve en fazla renk değişikliği kırmızı şarapta görülmüştür (Işcan Yapar M. ve Gl P. 2014).

elik ve arkadaşlarının (2016) yaptığı bir çalışmada numuneler kahve, şarap, kola ve distile suda günde 3 saat olacak şekilde 1 ay süreyle bekletilmiş ve kırmızı şarap tüm renklendirme periyotlarında, kahve ise 1, 7 ve 15 günlük renk ölçümlerinde diğer renk gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir.

Mikrofil ve mikrohibrit kompozitlerde su, kola ve vişne suyunun renk değişimine etkisinin karşılaştırıldığı bir çalışmada araştırmacı bu üç sıvının da düşük  $\Delta E$  oranlarına sahip olduğunu ve aralarında istatistiksel olarak fark bulunmadığını tespit etmiştir (Guler ve ark 2005b).

Yapılan başka bir çalışmada kompozitlerde yapay tükürük, limon suyu, kola, vişne suyu, havuç suyu  $\Delta E$  değeri 3 veya daha az oranda renklenme yaparken kırmızı şarap ve kahve daha fazla renk değişikliğine sebep olmuştur (Topcu ve ark. 2009). Çay, kahve, kola ve vişne suyunun kullanıldığı bir başka çalışmada akrilik rezinlerde çay en fazla renk değişikliğine sebep olurken vişne suyu en az renk değişikliğine sebep olmuştur (Keyf ve Etikan 2004).

Barutçigil ve Yıldız'ın (2012) dimetakrilat ve siloran bazlı kompozitlerin iç ve dış renk değişimlerini değerlendirmek için yapmış oldukları bir çalışmada 5 farklı kompozit materyal kırmızı şarap, kahve, kola, çay ve distile suda bekletilmiş, 1. gün ve 30. gün spektrofotometre ile renk ölçümleri yapılmıştır. Tüm rezinlerde en fazla renk değişimi kırmızı şarapta görülürken, tüm restoratif materyallerde şarap ve kahve başta olmak üzere yaygın olarak kullanılan bu içeceklere karşı renklenme yönünden hassas oldukları bildirilmiştir.

Bagheri ve arkadaşlarının (2005) yapmış oldukları bir çalışmada 6 adet farklı kompozit materyallerden oluşan örnek hazırlanmış ve 1 hafta boyunca  $37^{\circ} C$  distile suda bekletilmiştir. Ardından 2 hafta boyunca kırmızı şarap, kahve, çay, soya sosu ve kola içinde bekletilen örnekler spektrofotometre ile ölçülüp renk değerleri incelenmiştir. Yapılan çalışmada tüm materyaller su hariç özellikle kahve, kırmızı şarap ve çay başta olmak üzere tüm renklendirici solüsyonlara karşı duyarlı bulunmuştur.

Um ve Ruyter (1991) kola gibi düşük pH derecesi sahip içeceklerin kompozit rezinin yüzey bütünlüğünü bozarak hasar oluşturabileceğini ve renklenmeyi arttırabileceğinin düşünülebileceğini ancak, kolanın muhtemelen sarı boyayıcı maddeler içermediğinden dolayı kahve ve çay kadar renk değişimine yol açmadığını söylemişlerdir (Um ve Ruyter 1991, Dietschi ve ark 1994).

Hosoya ve Goto (1992) kompozit rezinleri distile suda bekleterek renk değişimi yönünden değerlendirmişlerdir. 1.gün ve 1. , 3. , 6. , 12. aylarda renk ölçümleri yapıldığında 12. ayın sonunda 6. ay sonuna göre daha fazla renk değişimi olduğu gözlenmiştir.

Yapılan diğer bir *in vitro* çalışmada indirekt kompozit rezin inley ve kompomere örnekler karanlık bir ortamda ve UV ışıkla suyla yaşlandırma işlemi yapılmış ve 1. ve 15. günlerde renk değişimi yönünden karşılaştırılmıştır. Renk değişimi sonuçları 15. günde 1. güne göre daha yüksek bulunmuştur (Gaintantzopoulou ve ark 2005).

Bir başka *in vitro* çalışmada kompozit rezinler çay ve kahvede bekletilip renk değişimi yönünden 1. , 7. ve 30. günlerde karşılaştırılmıştır. Çalışmanın 30. gününde 7. güne göre renk değişim değerlerinin yükseldiği saptanmıştır (Yannikakis ve ark 1998).

Bizim çalışmamızda da bu çalışmalara paralel olarak tüm örneklerin bekleme süreleri arttıkça renklenmelerinin de arttığı tespit edilmiştir.

Ertaş ve ark (2006)'nın yaptıkları bir çalışmada da test edilen materyallerdeki renk değişimine sebep olan sıvılar renk değişimine sebep olma derecesine göre şöyle sıralandı: su<kola<çay<kahve<kırmızı şarap. Bizim çalışmamızda ise suyun 1. günden 30. Güne kadar renklendirme ölçümleri arasında istatistiksel olarak farklılık elde edilmemiş yani su renklenme olmamıştır (p=0,205). Diğer tüm solüsyonlarda renklenmeler zamanla artmıştır. 30 gün sonucunda çay, neskafe, kola ve şarap solüsyonlarında tüm ortalama ölçümler istatistiksel olarak artmıştır (p<0,001).

Grupların son gün ile ilk gün arasındaki ölçümlerinin farklılığı incelendiğinde ise su ve kolanın son gün ve ilk gün ölçümü aralarında farklılıklar elde edilememişken diğer tüm solüsyonlarda farklılıkların ortalamaları birbirinden farklıdır. En fazla renklendirmeyi şarap, daha sonra çay, sonra kahve yaparken, kola ile su arasında farklılık elde edilememiştir.

Gün bazlı solüsyon ölçümleri arasındaki farklılıklar incelendiğinde solüsyonlarda her gün ölçümlerinde farklılıklar olduğu gözlenmiş yani zaman içinde solüsyonlarda bekletilen örneklerin renklenmeleri artmıştır (p<0,001).

İkili karşılaştırmalar incelendiğinde su ve kolanın ortalama olarak birbirlerinden farklı olmadığı ( $p=0,181$ ); neskafe ve çayın ise su ve koladan daha yüksek skorlara sahip ancak birbirlerinden farklı olmadığı ( $p=1,000$ ) ve şarabın ise tüm gün ölçümlerinde istatistiksel olarak diğer solüsyonlardan daha yüksek ortalama değere sahip olduğu görülmüştür ( $p<0,001$ ) ( $su=kola<neskafe=çay<kırmızı\ şarap$ ).

Kompozitlerde renklenmenin az olması, su emiliminin düşük olması ve polisajın iyi olması ile bağlantılıdır; genellikle su emilimi ilk haftada görülmektedir (Um ve Ruyter 1991, Ergücü ve ark 2008). Fakat rezin kompozitler suda bekletildiklerinde, renk değişikliği fark edilebilir ve klinik olarak kabul edilebilir seviyede olmaktadır. Su emilimi tek başına bir noktadan fazla renk değişimine sebep olmaz (Burrow ve Makinson 1991). Bizim çalışmamızda da restoratif materyallerin distile su gruplarının  $\Delta E$  değerleri klinik olarak kabul edilebilir sınır olan 3,1' i geçmemiştir. Farklara göre ortalama incelemesi yapıldığında çay ve şarabın 30 gün içinde renklendiği ( $>3,1$ ) değerlerinde ise bu farkın istatistiksel olarak elde edilmediği görülmüştür.

Polimerizasyon için tercih edilen ışık cihazının modeli, kalitesi ve uygulanan polimerizasyon süresi kompozit rezinin renklenmesinde önemli derecede etkilidir. (Patel SB. ve ark. 2004; Villalta P. ve ark. 2006) Monomerden polimere dönüşümün ve boyutsal stabilitenin artması ile beraber çözünübilirliğin azalması renk değişikliğinde azalmaya neden olur (Correr AB. ve ark. 2005; Brackett MG. ve ark. 2007).

Son yapılan çalışmalarda, iyi polimerize edilmiş kompozit materyallerin iç renklenmelerinin daha düşük olduğu belirtilmiştir (Barutçigil C. ve Yıldız M. 2012; Bagheri R. ve ark. 2005). Yeterli polimerize edilmemiş kompozit rezinlerin ise kimyasal boyalara ve gıda boya maddelerine maruz kaldıklarında daha fazla renk değişikliğine uğradıkları bildirilmiştir (Falkensammer F. ve ark. 2013; Jain V. ve ark. 2013).

Brackett ve arkadaşlarının (2007) yapmış olduğu bir çalışmada kuvars-tungsten-halojen (QTH) ya da mavi ışık yayan diyot (LED) ile polimerize edilen ve kamforokinon içeren kompozit rezin materyallerde meydana gelen sarımsı izler değerlendirilmiştir ve sonuç olarak halojen (QTH) ışığın LED kullanımına göre

kompozit rezinlerde daha fazla sararmaya neden olduğu bildirilmiştir.

Samra ve arkadaşlarının (2008) 5 farklı materyal kullanarak 71 adet örnekle yapmış oldukları bir çalışmada postpolimerizasyon sistemi ve artmış renk stabilitesi arasında direkt bir ilişki bulunamamıştır.

Yapılan bir çalışmada kompozit rezinlerin renk stabiliteleri incelenmek istenmiş ve 2 mm kalınlığında kompozit ve kompomer örnekler oluşturulmuştur. Bir grup örnek karanlık bir ortamda diğer grup ise UV ışığı altında 24 ve 360 saatlik su yaşlanmasına tabi tutulmuşlardır. Çeşitli polimerizasyon tekniklerinin renk değişimleri üzerindeki etkisi de incelenen çalışmada karanlık ortamda 24 saat ve 360 saat süreyle bekletilen örneklerin UV ışığı altında 24 saat ve 360 saat bekletilen gruplara göre daha fazla renk değişikliği ve daha fazla koyu renkte olduğu bildirilmiş ve ek polimerizasyonun hem kompomer hemde kompozit rezinlerde renk değişimini önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir (Gaintantzopoulou M. ve ark. 2005).

Bizim çalışmamızda ise 20' şer örnekten oluşan 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilen 2 adet grup polimerizasyon süresini arttırmanın renklenme üzerindeki etkisini görebilmek için başlangıç renk ölçümleri yapıldıktan sonra distile su, çay, neskafe, kola ve kırmızı şarapta 60 gün süre ile bekletilmiş ve 1. gün, 2. gün, 7. gün, 21. gün, 30. gün ve 60. gün renk ölçümleri spektrofotometre ile yapılmıştır. Ortalama olarak renklenme miktarları incelendiğinde şarap 1. günden itibaren, neskafe 7. günden, çay 21. günden itibaren renklenirken ( $\Delta E > 3,1$ ) kola ve su da renklenme görülmemiştir. Bu durum hem 20 sn hem de 40 sn polimerizasyon durumları için aynıdır. 20sn ve 40 sn polimerizasyon ölçümleri için günler için ortalama farklılık incelendiğinde su ve kolada günlere göre renklenme görülmemiştir ( $p > 0,05$ ) ancak diğer tüm solüsyonlarda zaman geçtikçe renklenme oluşmuştur.

Bu süreçteki en önemli inceleme olan solüsyonların aynı günleri için polimerizasyon sürelerine göre olan farklılıklarını incelediğimizde ise tek farklılık neskafe'nin 7. gününde elde edilmiş ve 40 sn polimerizasyon uygulanan örneklerin ortalama renklendirme değerleri 20 saniye uygulanan polimerizasyon örneklerinin ortalama değerinden istatistiksel olarak daha düşük olduğu görülmüştür ( $p = 0,035$ ). Diğer tüm durumlarda 40 saniye polimerizasyon uygulanan örneklerdeki renklenme değerleri çoğunlukla ortalama olarak daha az olsa da istatistiksel olarak anlamlı

farklılık elde edilememiştir ( $p>0,05$ ).

Su ve kola renklenme durumunu takip edilen hiçbir günde geçemezken çayın 21. , 30. , 60 ve neskafenin 7. , 21. , 30. , 60. günleri hem 20 saniye hem de 40 saniye süre ile polimerizasyonda  $\Delta E$  değeri 3,1 değerinden daha yüksek ortalama değere sahiptir. Şaraptaki renklenme ise tüm günlerde her polimerizasyonda ortalama olarak 3,1'den her zaman fazladır.

Kompozit rezin restorasyonların en fazla yenilenme nedeni kompozit rezin restorasyonlarda özellikle anterior bölgede meydana gelen renklenmelerdir. Özellikle anterior bölgede renklenme meydana gelen estetik restorasyonların renklenmelerinin giderilmesi için diş hekimleri tarafından ofis tipi veya ev tipi beyazlatma ya da renklenen kompozit materyale polisaj diskleri ile tekrar polisaj işlemi uygulanarak rengin açılması sağlanmaya çalışılmaktadır.

Ağartma ajanlarının leke kaldırma mekanizması abrazyivlerden farklıdır. Peroksit, diğer radikalleri serbest bırakarak organik moleküle saldıran serbest radikallere dönüşen bir ağartma maddesidir. Bu radikaller, renklenmeden sorumlu olan büyük pigmentli molekülleri, oksidasyon ve indirgeme reaksiyonu yoluyla daha az pigmente sahip moleküllere ayırır (Flaitz ve Hicks 1995).

Ağartıcı ajanlar dişleri etkili bir biçimde ağartabilirler. Bununla birlikte kompozit rezinlerdeki ekstrinsik lekeleri başarıyla kaldırabilmelerine rağmen, onları ağartamazlar (Haywood ve Heymann 1989, Gerlach ve ark 1999).

Kompozit rezinlerin rengi üzerine çeşitli ağartma ajanlarının etkisi, in-vitro çalışmalarda araştırılmıştır. Bazı araştırmacılar, % 10' luk karbamid peroksit uyguladıkları renklenmiş kompozitlerde önemli bir fark elde edemediler (Monaghan ve ark 1992a; Monaghan ve ark 1992b).

Bununla birlikte Fay ve arkadaşları % 10' luk karbamid peroksitin kompozit rezin örneklerinden kızılçık ve çay lekelerini başarıyla çıkardığını bulmuştur.

Türkün ve Türkün üç rezin kompozitin kahve ve çay lekelerinin giderilmesinde polisajın ve ağartmanın etkisini karşılaştırdı. Her iki yöntem de etkiliydi; fakat ofis bleaching polisajdan biraz daha iyi sonuçlar gösterdi (Türkün ve



Türkün 2004).

Çelik ve arkadaşlarının (2009) yaptıkları bir çalışmada farklı kompozit materyallerden hazırlanan 42 adet örnek 2 gruba ayrılmış ve birinci grup distile su içinde saklanırken ikinci grupta bulunan her bir numunenin üst yüzeyine %20'lik karbamid peroksit içeren beyazlatma ajanı uygulanmıştır. Ağartma sonrası renk farklılıkları ölçüldüğünde kullanılan tüm rezin renk değişimi olarak istatistiksel açıdan bir fark bulunmadığı belirtilmiştir. Ayrıca materyallerde renk değişim değerleri incelendikten sonra örnekler rastgele 3 gruba ayrıştırılıp boyama solüsyonlarına atılmışlar ve test edilen rezin kompozitlerin ağartılmasının in vitro olarak ekstrinsik boyanma oranlarını arttırmadığı bildirilmiştir.

Maristela ve arkadaşlarının (2016) düşük ve yüksek yoğunluktaki farklı iki beyazlatma ajanının kompozit rezin materyali üzerindeki etkilerini görmek için yaptıkları bir çalışmada hazırlanan 60 adet örnek 2 gruba ayrılmış ve 14 gün boyunca su veya kırmızı şarapta bekletilmiştir (n=30). Sonra kontrol grubu %16'lık karbamid peroksit uygulanan grup ve %35'lik hidrojen peroksit uygulanan grup olarak tekrar 3 alt gruba ayrıştırılmıştır. Renklendirme öncesi, 14 gün renklendirici çözeltilerde bekletildikten sonra ve son olarak beyazlatma sonrası örneklerin renk ölçümleri spektrofotometre ile yapılmış ve renk değişimi CIEDE2000 formülü ile hesaplanmış ve translüsensi parametresi hesaplanmıştır. Bu çalışmanın sonucunda kırmızı şarapta bekletilmiş rezin kompozitlerin renginde ağartma olurken, suda bekletilen ve ağartma uygulanan rezin kompozitlerde ise renk değişiminde artma olduğu bildirilmiştir. Bu durum bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Bizim çalışmamızda 30 gün boyunca distile su, çay, kahve, kola ve kırmızı şarap içinde bekletilen 60 adet örneğe %40'lık HP içeren beyazlatma ajanı (Opalescence® Boost Ofis Tipi Beyazlatma) uygulanmış ve uygulanma sonrası spektrofotometre ile ölçüm yapılarak renk farklılıkları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde ağartma işlemi sonucunda elde edilen ortalama renklendirme değerlerinin tüm solüsyonlarda farklı olduğu görülmüştür. Ağartma işleminde elde edilen ortalama renklendirme miktarları sadece şarapta ortalama olarak düşüş göstermiştir. Diğer solüsyonlarda özellikle distile su ve kola gibi renklenmesi az olan örneklerde elde edilen tüm renklendirme ortalama miktarları ağartma işlemi sonucunda elde edilen ortalama miktarından daha küçük değere sahiptir ( $p < 0,05$ ).

Bitirme ve cila işlemleri kompozit rezin restorasyonların en önemli aşamalarından biridir (Rober LB ve Powers JB. 2004). Hangi sınıf kavite veya restorasyonun lokalizasyonu farketmeksizin düz bir yüzey bitimi kompozit restorasyonun estetik ve uzun ömürlü olması açısından büyük önem taşır. Bitirme ve cila işleminin yetersiz olmasından dolayı oluşan yüzey düzensizliği, pürüzlülük, renklenme, plak birikimi artışı ve buna bağlı olarak oluşan dişeti problemleri ve tekrarlayan çürük gibi klinik sorunlar ortaya çıkabilir (Yap AU. ve ark. 2004).

Yapılan çalışmalar en düzgün kompozit rezin yüzeyinin şeffaf polyester bant altında olduğunu göstermiştir (Roeder ve Powers 2004, Yap ve ark 2004). Ancak klinikteki uygulamalarda düzgün kontur ve oklüzal uyumlama için yapılan düzeltmeler sonucunda şeffaf polyester bant ile bitirilen yüzeyler pürüzlü hale gelmekte ve pürüzlülüğün giderilmesi için cila işlemleri uygulanmaktadır (Gökay ve ark. 1998).

Bitirmeden sonra polisaj işlemleri uygulanmamış kompozit rezin yüzeyi plak retansiyonunda artış sonucu diş eti irritasyonuna, ikincil çürük oluşumuna ve yüzey renklenmelerine neden olmaktadır (Barghi ve Alexander 2003).

Ayrıca polisaj yapılmamış kompozit yüzeyinde bulunan polimerize olmayan monomerler içeren oksijen inhibisyon zonu, renklenmeye hassas ve sitotoksiktir (Rueggeberg ve Margeson 1990). Patel ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir çalışma sonucunda düzgün ve parlak kompozit yüzeylerinin pürüzlü yüzeylere oranla daha az renklendiğini rapor etmişlerdir (Patel ve ark 2004).

Restoratif materyallerin bitirme ve parlatma işlemi sonrasındaki yüzey pürüzlülükleri kullanılan polisaj setine bağlı olarak değişebilmektedir. Polisaj sonrası kompozit rezinlerin yüzeyi, materyal içerisindeki doldurucuların boyutları, sertliği ve miktarı kadar polisaj setinin aşındırıcı partiküllerinden de etkilenir (Van Dijken ve Ruyter 1987). Birçok araştırmacı kompozit yüzeylerinde en düşük yüzey pürüzlülüğünü esnek alüminyum oksit disklerin sağladığını bildirmişlerdir (Lu ve ark 2003, Venturini ve ark 2006). Bu nedenle bu çalışmada, polimerizasyon işlemi takiben kompozit rezinlerin yüzeyleri Optidisc disklerle bitirip parlatılmıştır. Hazırlanan bütün örneklerle eşit şartlarda ve sürede cila işlemleri uygulanmıştır.

Erdemir ve arkadaşlarının (2012) yapmış oldukları bir çalışmada bitirme işleminden sonra bile inorganik doldurucuların neden olduğu düzensizliklerin kompozit restorasyonların daha pürüzlü bir yapıya neden olduğu ve zamanla renklenmenin daha kolay bir şekilde oluştuğu bildirilmiştir.

Rosentrit ve arkadaşlarının (2005) yaptığı bir çalışmada kompozit materyallere uygulanan beyazlatma ajanlarının kompozit materyallerin yüzey yapılarını bozduğunu ve yüzey pürüzlülüğünü arttırdığını bildirmişlerdir.

Türker ve Biskin 'in 2003 yılında yapmış olduğu %10 karbamid peroksit ve %10 hidrojen peroksit içeren ev tipi beyazlatma ajanı uygulamalarının değerlendirildiği bir çalışmada beyazlatma ajanına maruz kalan kompozit rezin restorasyonlarda kabul edilemez şekilde renk değişikliği meydana geldiği bildirilmiştir.

Çalışmamızda ağartma işlemi sonrası oluşabilecek olan yüzey pürüzlülüğü ve buna bağlı olarak gerçekleşecek olan renklenmeyi önlemek için ağartma yapılan 40 adet örnek 2 ayrı gruba ayrıldı (n=20) ve bir gruba ağartma sonrası hiçbir işlem yapılmadan renklendirici solüsyonlarda (çay, nescafe, kola, kırmızı şarap ve distile su) 30 gün süre ile bekletildi. Diğer gruba ise ağartma işlemi sonucunda oluşan yüzey pürüzlülüğünü gidermek için polisaj diskleri ile susuz olarak polisaj yapıldı ve bu grupta renklendirici solüsyonlar (çay, nescafe, kola, kırmızı şarap ve distile su) içerisinde 30 gün boyunca bekletildi. Örneklerin renk değişimleri solüsyonlara atılmadan önce ve atıldıktan sonra 1. gün, 2. gün, 7. gün, 21. gün ve 30. günlerde spektrofotometre ile ölçüldü ve sonuç olarak tüm durumlarda ağartma işlemi sonrası polisaj yapılan grup sadece ağartma yapılan gruba göre daha az renklenmiştir.

## 6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Kompozit rezin restorasyonlarda polimerizasyon süresinin, ağartmanın ve ağartma sonrası yapılan polisajın renklenmeye olan etkisini incelemek için yapılan bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Standardizasyonu sağlamak için tek bir kompozit materyal ile hazırlanan ve 5 farklı çözelti içerisinde bekletilmiş ve 30 gün sonucunda çay, neskafe, kola ve şarap solüsyonlarında tüm ortalama ölçümler istatistiksel olarak artmıştır ( $p<0,001$ ).
2. Gün bazlı solüsyon ölçümleri arasındaki farklılıklar incelendiğinde solüsyonlarda her gün ölçümlerinde farklılıklar olduğu gözlenmiştir ( $p<0,001$ ). Renklenmeler örneklerin solüsyonlar içerisinde bekleme süresine bağlı olarak artış göstermiştir.
3. Renklenmeler karşılaştırıldığında su ve kolanın ortalama olarak birbirlerinden farklı olmadığı ( $p=0,181$ ); neskafe ve çayın ise su ve koldan daha yüksek skorlara sahip ancak birbirlerinden farklı olmadığı ( $p=1,000$ ) ve şarabın ise tüm gün ölçümlerinde istatistiksel olarak diğer solüsyonlardan daha yüksek ortalama değere sahip olduğu görülmüştür ( $p<0,001$ ). Yani en fazla renklenme gösteren kırmızı şarap olmuştur.
4. Polimerizasyon süresini arttırmanın renklenme üzerindeki etkisini görmek için 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize edilerek distile su, çay, neskafe, kola ve kırmızı şarapta 60 gün boyunca bekletilen örneklerle yapılan çalışma sonucunda 20 sn ve 40 sn süre ile polimerize olan örneklerin renklenmeleri karşılaştırıldığında tek farklılık neskafe'nin 7. gününde elde edilmiş ve 40 sn polimerizasyon uygulanan örneklerin ortalama renklendirme değerleri 20 saniye uygulanan polimerizasyon örneklerinin ortalama değerinden istatistiksel olarak daha düşük bulunmuştur ( $p=0,035$ ). Diğer tüm durumlarda 40 saniye polimerizasyon uygulanan örneklerdeki renklenme değerleri çoğunlukla ortalama olarak daha az olsa da istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilememiştir ( $p>0,05$ ). Yani kurallara uygun bir

şekilde polimerizasyon yapıldığı sürece, polimerizasyon süresini arttırmanın renklenme üzerinde çok fazla etkisi olmadığı görüldü.

5. Renklenen kompozitlere uygulanan ağartma yöntemi ile renk değişikliği olup olmayacağını görmek için 40 adet kompozit rezin örneği önce 30 gün boyunca distile su, çay, neskafe, kola ve kırmızı şarap içerisinde bekletilerek renklendirilen örneklere % 40'lık HP içeren ofis tipi beyazlatma ajanı uyguladığımızda elde edilen ortalama renklendirme değerlerinin tüm solüsyonlarda farklı olduğu görülmüş ve ağartma işleminde elde edilen ortalama renklendirme miktarları sadece şarapta ortalama olarak düşüş göstermiştir. Diğer solüsyonlarda elde edilen tüm renklendirme ortalama miktarları ağartma işlemi sonucunda elde edilen ortalama miktarından daha küçük değere sahiptir ( $p<0,05$ ). Yani ağartma işlemi kırmızı şarabın neden olduğu gibi yoğun olarak lekelenmiş kompozitlere uygulandığında renklenme değerini düşürürken, su ve kolada bekletilen örnekler gibi üzerinde leke ve renklenme olmayan kompozitlere uygulandığında kompozitin renk değerini arttırdığı ya da opaklaştırdığı görülmüştür.

6. Çalışmamızda son olarak ağartma işlemi uygulanan kompozitlerin yüzeyinde ağartma işlemi sonucu yüzey pürüzlülüğünün artacağı ve buna bağlı olarak renklenmenin artacağı düşünüldüğünden, hazırlandıktan sonra 30 gün boyunca distile su, çay, neskafe, kola ve kırmızı şarapta bekletilerek renklendirilen 40 adet örnekten 20 adet örneğe sadece ağartma işlemi, diğer 20 adet örneğe de ağartma ve hemen sonrasında polisaj diskleri ile polisaj işlemi (ağartma+polisaj) uygulanmış ve 30 gün süre ile tekrar renklendirme solüsyonları içerisinde bekletilmiştir. Ağartma ve ağartma ile polisaj uygulanan gruplar arasındaki farklılık incelendiğinde sudaki 21. gün haricinde tüm durumlarda ağartma + birlikte polisaj uygulanan durumdaki örneklerde ortalama renklenme skoru, sadece ağartma uygulanan örneklerin ortalama renklenme skorundan daha düşük ve istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0,05$ ). Yani ağartma işlemi uygulanan kompozit rezinlere polisaj işlemi uygulamak ağartma sonrası oluşacak olan renklenme miktarını azaltmaktadır.

## 7.KAYNAKLAR

- Anusavice, Kenneth J. 2003. *Phillips' Science of Dental Materials - eBook*. Elsevier Health Sciences.
- Abu-Bakr N, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Color stability of compomer after immersion in various media. *J Esthet Dent*. 2000;5:258-63
- A Silva, M. F. de, R. M. Davies, B. Stewart, W. DeVizio, J. Tonholo, J. G. da Silva Júnior, and I. A. Pretty. 2006. "Effect of Whitening Gels on the Surface Roughness of Restorative Materials in Situ." *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials* 22 (10): 919–24.
- Asmussen, E. 1982. "Factors Affecting the Quantity of Remaining Double Bonds in Restorative Resin Polymers." *Scandinavian Journal of Dental Research* 90 (6): 490–96.
- Asmussen E. Factor affecting the color stability of restorative resins. *Acta Odontol Scand* 1: 11-18, 1983.
- Attar, Nuray, Laura E. Tam, and Dorothy McComb. 2003. "Flow, Strength, Stiffness and Radiopacity of Flowable Resin Composites." *Journal* 69 (8): 516–21.
- Attar, N., Yalçın Çakır, F., Gürkan, S. (2010) Kompozit Rezinler. *Diş Hekimliği Dergisi*, 92, 48-57.
- Attar, N., Tam, L.E., McComb, D. (2003) Flow, strength, stiffness and radiopacity of flowable resin composites. *J Can Dent Assoc*, 69 (8), 516-521.
- Barbucci, Rolando. 2007. *Integrated Biomaterials Science*. Springer Science & Business Media.
- Barghi N. (1998) Making a clinical decision for vital tooth bleaching: at- home or in-office?
- Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of foodsimulating solutions and surface finish susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent* 33: 389-398, 2005.
- Barutçigil, Çağatay, ve Mehmet Yıldız. 2012. "Intrinsic and Extrinsic Discoloration of Dimethacrylate and Silorane Based Composites." *Journal of Dentistry* 40: e57–63.
- Barutçigil, C. , Harırlı, O. T. , Seven, N. , 2011. Bazı Geleneksel İçeceklerin Mikrohibrit Kompozit Rezinde Meydana Getirdiği Renk Değişikliklerinin İncelenmesi. Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg. Cilt:22, Sayı 2, Yıl: 2012, Sayfa: 114-119.
- Bayne, S.C., Thompson, J.Y. (2006). *Biomaterials*. Missouri: Mosby INC.
- Bertolotti, R. L. 1992. "Conditioning of the Dentin Substrate." *Operative Dentistry* Suppl 5: 131–36.
- Boscarol M, 2007. El espacio del color L\* C\* h, Recuperado de [http://www.gusgsm.com/espacio\\_color\\_lch](http://www.gusgsm.com/espacio_color_lch) (Febrero, 2012).
- Bowen, R. L. 1963. "Properties of a Silica-Reinforced Polymer for Dental Restorations." *Journal of the American Dental Association* 66 (January): 57–64.
- Bowen, R. L. 1965. "Adhesive Bonding of Various Materials to Hard Tooth Tissues. III. Bonding to Dentin Improved by Pretreatment and the Use of Surface-Active Comonomer." *Journal of Dental Research* 44 (5): 903–5.
- Brackett MG, Brackett WW, Browning WD, Rueggeberg FA. The effect of light curing source on the residual yellowing of resin composites. *Oper Dent* 2007; 32: 443-450.
- Buonocore, M. G. 1955. "A Simple Method of Increasing the Adhesion of Acrylic Filling Materials to Enamel Surfaces." *Journal of Dental Research* 34 (6): 849–53.
- Burrow MF, Makinson OF. Color change in lightcured resins exposed to daylight. *Quintessence Int*. 1991;6:447-52.
- Cakir, F.Y., Korkmaz, Y., Firat, E., Oztas, S.S.,Gurgan, S. (2011) Chemical analysis of enamel and dentin following the application of three different at home bleaching systems. *Oper Dent*, 36 (5), 529-536.
- Celik, Esra Uzer, Akin Aladağ, L. Şebnem Türkün, and Gökhan Yılmaz. 2011. "Color Changes of Dental Resin Composites before and after Polymerization and Storage in Water." *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]* 23 (3): 179–88.
- Celik, C. , Yüzüğüllü, B. , Erku, S. , Yazıcı, A. R. , 2009. Effect of Bleaching Susceptibility of Resin Composite Restorative Materials. *J Esthet Restor Dent* 21:407-415, 2009.
- Celik, N. , Sağsöz, Ö. ,Gündoğdu, M. (2016) Evaluation of The Different Effects On Color Changes And Surface Roughness Of Posterior Composites. Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg. Cilt:27, Sayı 1, Yıl:2017, Sayfa 27-33.
- Chapple JA. Restoring discolored teeth to normal. *Dent Cosmos*, 19: 499,1877. In:Goldstein RE, Garber DA. *Complete Dental Bleaching*. Chicago, Quintessence Int.publishing, 1995.
- Chen, M-H. 2010. "Update on Dental Nanocomposites." *Journal of Dental Research* 89 (6): 549–60.

- Choi MS, Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC. Changes in surface characteristics of dental resin composites safter polishing. *J Mater Sci Mater Med* 2005;16:347-53.
- Chung KH. Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. *Dent Mater* 10: 325-30, 1994.
- Cohen S, Burns RC. *Pathways Of The Pulp*, 1984; 118- 173.
- Condon, John R., and Jack L. Ferracane. 2002. "Reduced Polymerization Stress through Non-Bonded Nanofiller Particles." *Biomaterials* 23 (18): 3807–15.
- Correr AB, Sinhoreti MA, Sobrinho LC, Tango RN, Schneider LF, Consani S. Effect of the increase of energy density on Knoop hardness of dental composites light-cured by conventional QTH, LED and xenon plasma arc. *Braz Dent J* 2005; 16: 218-224.
- Craig, Robert George, and John M. Powers. 2002. *Restorative Dental Materials*. Mosby Incorporated.
- Cramer, N. B., J. W. Stansbury, and C. N. Bowman. 2010. "Recent Advances and Developments in Composite Dental Restorative Materials." *Journal of Dental Research* 90 (4): 402–16.
- Dahl, J.E., Pallesen, U. (2003) Tooth bleaching--a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med*, 14 (4), 292-304.
- Davis, Nicholas. 2003. "A Nanotechnology Composite." *The Compendium of Continuing Education in Dentistry* 24 (9): 662, 665–67, 669–70.
- Davis, Nicholas C. 2007. "Smile Design." *Dental Clinics of North America* 51 (2): 299–318.
- Dayangaç, Berrin. n.d. *Kompozit Rezin Restorasyonlar. s.2-20, Ankara 2000*.
- Dayangaç, B. (2011). *Kompozit Restorasyonlar: Quintessence Yayıncılık*.
- Derbabian K, Marzola R, Donovan TE, Arcidiacono A. The Science of Communicating the art of esthetic dentistry. Part III: Precise shade communication. *J Esthet Restor Dent* 13: 154-162, 2001.
- Deligeorgi, Vassiliki, Ivar A. Mjör, and Nairn Hf H. 2001. "An Overview of and Replacement Reasons for the of Restorations Placement." *Primary Dental Care: Journal of the Faculty of General Dental Practitioners* 8 (1): 5–11.
- Dietchi D, Campanile G Holz J, Meyer JM. Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. *Dent Mater* 10: 353-62, 1994.
- Dogan A, Yuzugullu B. Renk seçiminde güncel teknolojik gelişmeler. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.* 2011(Suppl. 4):65-73.
- Drummond, J. L. 2008. "Degradation, Fatigue, and Failure of Resin Dental Composite Materials." *Journal of Dental Research* 87 (8): 710–19.
- Duke, E. Steven. 2003. "Has Dentistry Moved into the Nanotechnology Era?" *The Compendium of Continuing Education in Dentistry* 24 (5): 380–82.
- Dunitz M. Bleaching discolored teeth. In: *Esthetic dentistry and Ceramic restorations*. Dunitz, London, pp: 81-116, 1999.
- Erdemir U, Yildiz E, Eren MM. Effects of sports drinks on color stability of nanofilled and microhybrid composites after long-term immersion. *J Dent* 2012 ;40: 55-63.
- Ergücü Z, Türkün LS, Aladag A. Color stability of nano-composites polished with one-step system. *Oper Dent*. 2008;33:413-420
- Ertaş E, Güler AU, Yücel AC, Köprülü H, Güler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J*. 2006;2:371-6.
- Falkensammer F, Arnetzl GV, Wildburger A, Freudenthaler J. Color stability of different composite resin materials. *J Prosthet Dent* 2013;109:378-383.
- Fasanaro, Tom S. 1992. "Bleaching Teeth: History, Chemicals, and Methods Used for Common Tooth Discolorations." *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]* 4 (3): 71–78.
- Fay RM, Servos T, Powers JM. Color of restorative materials after staining and bleaching. *Oper Dent* 24: 292-6, 1999.
- Ferracane, Jack L. 2011. "Resin Composite--State of the Art." *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials* 27 (1): 29–38.
- Ferracane JL, Moser JB, Greener EH. Ultraviolet light induced yellowing of dental restorative resine. *J Prosthet Dent* 54: 483-487, 1985.
- Fondriest J. Shade: Matching in Restorative Dentistry. The Science and Strategies. *Int J periodontics Restorative Dent*2003;23:467-479.
- Fontes ST, Fernández MR, Moura CM, Meireles SS. Color stability of a nanofill composite: effect of different immersion media. *J Appl Oral Sci* 2009; 17: 388-391.
- Fortin, D., and M. A. Vargas. 2000. "The Spectrum of Composites: New Techniques and Materials." *Journal of the American Dental Association* 131 Suppl (June): 26S – 30S.
- Frank A; Bleaching of vital and non vital teeth. In: Cohen S, Burns RC(eds) *Pathways of the Pulp*.(2nd

- ed). Mosby Co, St Louis, pp: 568-569, 1980.
- Garoushi, Sufyan, Lippo Lassila, Marwa Hatem, Muneim Shembesh, Lugane Baady, Ziad Salim, and Pekka Vallittu. 2012. "Influence of Staining Solutions and Whitening Procedures on Discoloration of Hybrid Composite Resins." *Acta Odontologica Scandinavica* 71 (1): 144–50.
- Gaintantzopoulou M, Kakaboura A, Vougiouklakis G. Colour stability of tooth-coloured restorative materials. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2005; 13: 51-56.
- Genç, Gencay, and Tuğba Toz. 2017. "A Review Of The Color Stability Of Resin Composites: The Etiology, Classification And The Treatment Of Composite Staining." *Journal of Ege University School of Dentistry* 38 (2): 68–79.
- Ghinea R, Pérez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. *J Dent*. 2010;38:57-64.
- Gökay O, Yılmaz B, Akın S, Müjdecı A. Farklı Bitirme Tekniklerinin Bir Hibrid Kompozitin Renk Stabilitesi Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi. *A. Ü. Dİflhek Derg* 25: 211-220,1998.
- Greenwall, Linda. 2001. *Bleaching Techniques in Restorative Dentistry: An Illustrated Guide*. CRC Press.
- Greenwall L; Bleaching techniques in restorative dentistry, Martin Dunitz, pp. 132- 163, London 2005.
- Gurdal P, Guniz AB, Hakan SB. The effects of mouthrinses on microhardness and color stability of aesthetic materials. *J Oral Rehabil* 29: 895-901, 2002.
- Guler AU, Yılmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent*. 2005;2:118-24.
- Hakan YB, Ertaş E. (2000). Effects of storage conditions on surface hardness of composite resin: in vitro
- Hasegawa A, Ikeda I, Kawaguchi S. Color and translucency of in vivo natural central incisors. *J Prosthet Dent* 83: 418-423, 2000.
- Hassel AJ, Grossmann AC, Schmitter M, Balke Z, Buzello AM. Interexaminer reliability in clinical measurement of L\*a\*b\* values of anterior teeth using a spectrophotometer. *Int J Prosthodont*. 2007;20:79–84.
- Haywood, V.B. (2006) Nightguard Vital Bleaching: Indications and Limitations
- Haywood, V.B. (2006). Natural Tooth Bleaching.: Quintessence Publishing Co, Inc.
- Haywood, V. B. 1991. "Overview and Status of Mouthguard Bleaching." *Journal of Esthetic Dentistry* 3 (5): 157–61.
- Haywood, V. B., and H. O. Heymann. 1989. "Nightguard Vital Bleaching." *Quintessence International* 20 (3): 173–76.
- Haywood, V. B., R. H. Leonard, C. F. Nelson, and W. D. Brunson. 1994. "Effectiveness, Side Effects and Long-Term Status of Nightguard Vital Bleaching." *Journal of the American Dental Association* 125 (9): 1219–26.
- Haywood, V.B. (1992) History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence Int*, 23 (7), 471-488.
- Hervás-García, Adela, Miguel Angel Martínez-Lozano, Jose Cabanes-Vila, Amaya Barjau-Escribano, and Pablo Fos-Galve. 2006. "Composite Resins. A Review of the Materials and Clinical Indications." *Medicina Oral, Patologia Oral Y Cirugia Bucal* 11 (2): E215–20.
- Heymann, H.O. (2006). Additional conservative esthetic procedures (Fifth Edition bs.). Missouri: Mosby INC.
- Hin, Teoh Swee. 2004. *Engineering Materials for Biomedical Applications*.
- Ilie, N., and R. Hickel. 2011. "Resin Composite Restorative Materials." *Australian Dental Journal* 56 Suppl 1 (June): 59–66.
- Hosoya Y. Five year color changes of light-cured resin composites: influence of light-curing times. *Dent Mater* 15: 268-74, 1999
- İşcan Yapar M. ve Gül P. (2014). Farklı İçeceklerde Bekletilen Siloran Ve Dimetakrilat Esaslı Kompozitlerin Renk Stabilitelerinin Karşılaştırılması. *Acta Odontol Turc* 2015;32(2):51-6
- Jackson, R. D., and M. Morgan. 2000. "The New Posterior Resins and a Simplified Placement Technique." *Journal of the American Dental Association* 131 (3): 375–83.
- Jain V, Platt JA, Moore K, Spohr AM, Borges GA. Color stability, gloss, and surface roughness of indirect composite resins. *J Oral Sci* 2013; 55: 9-15.
- Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res* 68: 819-822, 1989.
- Joiner A. The bleaching of teeth; A Review of the literature; *J Dent* 34: 412-419, 2006.
- Jung, M., K. Eichelberger, and J. Klimek. 2007. "Surface Geometry of Four Nanofiller and One Hybrid Composite After One-Step and Multiple-Step Polishing." *Operative Dentistry* 32 (4): 347–55.
- Kihn, Patricia W., Douglas M. Barnes, Elaine Romberg, and Ken Peterson. 2000. "A CLINICAL



- EVALUATION OF 10 PERCENT VS. 15 PERCENT CARBAMIDE PEROXIDE TOOTH-WHITENING AGENTS." *The Journal of the American Dental Association* 131 (10): 1478–84.
- Labella, R., P. Lambrechts, B. Van Meerbeek, and G. Vanherle. 1999. "Polymerization Shrinkage and Elasticity of Flowable Composites and Filled Adhesives." *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials* 15 (2): 128–37.
- Lazetti G, Burgess JO, Gardiner D, Ripps A. Color stability of fluoride containing restorative materials. *Oper Dent* 25(6): 520-525, 2000.
- Lee, Jong-Hyuk, Chung-Moon Um, and In-Bog Lee. 2006. "Rheological Properties of Resin Composites according to Variations in Monomer and Filler Composition." *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials* 22 (6): 515–26.
- Lee Y. Comparison of cielab E and ciede2000 color differences after polymerization and thermocycling of composites. *Dent Mater* 21: 678-682, 2005.
- Lee YK, Powers JM. Color difference of four esthetic restorative materials by the illuminant. *Am J Dent* 18(5): 359-63, 2005.
- Lee YK, Zawahry ME, Noaman MK, Powers JM. Effect of mouthwash and accelerated aging on the color stability of esthetic restorative materials. *Am J Dent* 13: 159-161, 2000.
- Leibrock A, Rosentritt M, Lang R, Behr M, Handel G. Colour stability of visible light-curing hybrid composites. *Eur J Prosthodont Rest Dent* 5: 125-130, 1997.
- Lindsey DT, Wee AG. Perceptibility and acceptability of CIELAB color differences in computer-simulated teeth. *J Dent* 35: 539-599, 2007.
- Lloyd, C. H., and R. V. Iannetta. 1982. "The Fracture Toughness of Dental Composites. I. The Development of Strength and Fracture Toughness." *Journal of Oral Rehabilitation* 9 (1): 55–66.
- Lu, Huan, Leslie B. Roeder, Lei Lei, and John M. Powers. 2005. "Effect of Surface Roughness on Stain Resistance of Dental Resin Composites." *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]* 17 (2): 102–8; discussion 109.
- Luiz, Betsy K. M., Renata D M, Luiz Henrique M. Prates, José Roberto Bertolino, and Alfredo T. N. Pires. 2007. "Influence of Drinks on Resin Composite: Evaluation of Degree of Cure and Color Change Parameters." *Polymer Testing* 26 (4): 438–44.
- Lutz, F., and R. W. Phillips. 1983. "A Classification and Evaluation of Composite Resin Systems." *The Journal of Prosthetic Dentistry* 50 (4): 480–88.
- Mair LH. Staining of in vivo subsurface degradation in dental composites with silver nitrate. *J Dent Res* 25: 520-5, 1991.
- Manhart, J., K. H. Kunzelmann, H. Y. Chen, and R. Hickel. 2000. "Mechanical Properties and Wear Behavior of Light-Cured Packable Composite Resins." *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials* 16 (1): 33–40.
- Maristela Lago DDS, MS ,Lisandra R. Mozzaquatro DDS, MS ,Camila Rodrigues DDS, MS ,Marina R. Kaizer DDS, MS, PhD ,André Mallmann DDS, PhD ,Leticia B. Jacques DDS, MS, PhD, Influence of Bleaching Agents on Color and Translucency of Aged Resin Composites , 2016 *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, Volume: 29, Issue: 5,Pages: 368-377, September/October 2017
- Martin, N., and N. Jedyakiewicz. 1998. "Measurement of Water Sorption in Dental Composites." *Biomaterials* 19 (1-3): 77–83.
- Matis, B. A., U. Gaiao, D. Blackman, F. A. Schultz, and G. J. Eckert. 1999. "In Vivo Degradation of Bleaching Gel Used in Whitening Teeth." *Journal of the American Dental Association* 130 (2): 227–35.
- McCabe, J. F. 1998. "Resin-Modified Glass-Ionomers." *Biomaterials* 19 (6): 521–27.
- Mccabe JF, Walls AWG. *Applied Dental Materials*. Eighth edition, s. 63-68; 96-114 Blackwell Science Ltd. London UK, 1998.
- Miller L. Esthetic Dentistry development program shade selection. *J Esthet Dent* 6(2): 47-60, 1994.
- Minolta K, 2007. Precise color communication: color control from perception to instrumentation, Konica Minolta Sensing, Incorporated.
- Mitra, Sumita B., Dong Wu, and Brian N. Holmes. 2003. "An Application of Nanotechnology in Advanced Dental Materials." *Journal of the American Dental Association* 134 (10): 1382–90.
- Monaghan P, Trowbridge T, Lautenschlager E. Composite resin color-change after vital tooth bleaching. *J Prosthet Dent* 67: 778-81, 1992.
- Morgan M. Finishing and polishing of direct posterior resin restorations. *Pract Proced Aesthet Dent* 16: 211-7, 2004
- Morley, J., and J. Eubank. 2001. "Macroesthetic Elements of Smile Design." *Journal of the American*

- Dental Association* 132 (1): 39–45.
- Moszner, Norbert, and Ulrich Salz. 2001. “New Developments of Polymeric Dental Composites.” *Progress in Polymer Science* 26 (4): 535–76.
- Nahsan, Flavia Pardo Salata, Rafael Francisco Lia Mondelli, Eduardo Batista Franco, Fabiana Scarparo Naufel, Julio Katuhide Ueda, Vera Lucia Schmitt, and Wagner Baseggio. 2012. “Clinical Strategies for Esthetic Excellence in Anterior Tooth Restorations: Understanding Color and Composite Resin Selection.” *Journal of Applied Oral Science: Revista FOB* 20 (2): 151–56.
- Nasim I, Neelakantan P, Sujeer R, Subbarao CV. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins--an in vitro study. *J Dent.* 2010;38:137-142.
- O'Brien WJ. *Dental Materials and Their Selection* 3rd Edition, 24-37, 2002.
- Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. *J Prosthet Dent* 80: 642-648, 1998.
- Ortengren, U., F. Andersson, U. Elgh, B. Terselius, and S. Karlsson. 2001. “Influence of pH and Storage Time on the Sorption and Solubility Behaviour of Three Composite Resin Materials.” *Journal of Dentistry* 29 (1): 35–41.
- Özel E. Bes farklı restoratif materyalin su emiliminin distile suda ve yapay tükürükte in vitro incelenmesi. Yeditepe Üniversitesi, Master Tezi, İstanbul, 2003.
- Özel, Y., Özel, E., Attar, N., Aksoy, G. (2007) Dişhekimliğinde Beyazlatma. *E.Ü. Diş Hek. Fak. Derg.*, 28, 33-40.
- Pagniano, R. P., and W. M. Johnston. 1996. “Three-Year Effect of Unfilled Resin Dilution on Water Sorption of a Light-Cured Microfill and Hybrid Composite Resin.” *The Journal of Prosthetic Dentistry* 75 (4): 364–66.
- Paravina RD, Powers JM, Fay R. Dental color standards shade tab arrangement. *J Esthet Restor Dent* 13: 254-263, 2001.
- Paravina RD, Powers JM(eds); *Esthetic color training in dentistry*; Elsevier Mosby, St Louis. p:3-33, 2004
- Paravina RD, Kimura M, Powers JM. Evaluation of polymerization-dependent changes in color and translucency of resin composites using two formulae. *Odontology.* 2005;93:46–51
- Patel SB, Gordan VV, Barrett AA, Shen C. The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites. *J Am Dent Assoc* 2004;135:587-594.
- Pearson, G. J., and C. M. Longman. 1989. “Water Sorption and Solubility of Resin-Based Materials Following Inadequate Polymerization by a Visible-Light Curing System.” *Journal of Oral Rehabilitation* 16 (1): 57–61.
- Reis FA, Giannini M, Lovadino RJ, Ambrosano MG. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dent Mater* 19: 12-18, 2003.
- Roberson, T.M., Heymann, H.O., Ritter, A.V. (2006). *Introduction to Composite Restorations*. Missouri: Mosby INC.
- Roeder LB, Powers JM. Surface roughness of resin composite prepared by single-use and multi-use diamonds. *Am J Dent* 2004; 17: 109-112.
- Roulet, Jean-François, and Michel Degrange. 2000. *Adhesion: The Silent Revolution in Dentistry*. Quintessence Publishing Company.
- Rosentritt M, Lang R, Plein T, Behr M, Handel G. Discoloration of restorative materials after bleaching application. *Quintessence Int* 2005; 36: 33-39.
- Rotstein, I. (2002). *Tooth discoloration and bleaching*. (5th bs.).
- Samuel, Solomon Praveen, Shuxi Li, Indraneil Mukherjee, Yi Guo, Alpa C. Patel, George Baran, and Yen Wei. 2009. “Mechanical Properties of Experimental Dental Composites Containing a Combination of Mesoporous and Nonporous Spherical Silica as Fillers.” *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials* 25 (3): 296–301.
- Sarac D, Sarac S, Kulunk S, Ural C, Kulunk T. The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. *J Prosthet Dent* 96: 33-40, 2006.
- Sarı ME, Koyutürk AE, Çankaya S. Çocukların sıklıkla tükettiği yiyecek ve içeceklerin farklı dolgu materyallerinin rengine etkisi. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci* 2010;117(2):140-146.
- Samra AP, Pereira SK, Delgado LC, Borges CP. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Braz Oral Res* 2008; 22: 205-10.
- Satou N, Khan AM, Matsumae I, Satou J, Shintani H. In vitro color change of composite-based resins. *Dent Mater* 5(6): 384-7, 1989
- Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *J Prosthet Dent* 56: 35-40, 1986.
- Scientific Committee on toxicity, e.a.t.e.C. (24 April 2001). Opinion on results of risk assessment of: Hydrogen peroxide human health effects

- Schulze KA, Marshall SJ, Gansky SA, Marshall GW. Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. *Dent Mater* 19: 612-619, 2003.
- Schemehorn B, Gonzales- Cebezas C, Joiner A. A SEM evaluation of a 6% hydrogen peroxide tooth whitening gel on dental materials in vitro. *J Dent* 32(suppl 1):35-9, 2004.
- Shintani H, Satou J, Satau N, Hayashihara H, Inoue T; Effects of various finishing methods on staining and accumulation of streptococcus mutans hs-6 on composite resins. *Dent Mater* 1: 225-7, 1985
- Silikas, Nick, Katerina Kavvadia, George Eliades, and David Watts. 2005. "Surface Characterization of Modern Resin Composites: A Multitechnique Approach." *American Journal of Dentistry* 18 (2): 95–100.
- Spina, Denis Roberto Falcão, João Ricardo Almeida Grossi, Rafael Schlögel Cunali, Flares Baratto Filho, Leonardo Fernandes da Cunha, Carla Castiglia Gonzaga, and Gisele Maria Correr. 2015. "Evaluation of Discoloration Removal by Polishing Resin Composites Submitted to Staining in Different Drink Solutions." *International Scholarly Research Notices* 2015 (August): 853975.
- Sproull RC. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. *J Prosthet Dent* 86: 453-457, 2001.
- Sproull RC. Color matching in dentistry. Part II. Practical application of organization of color. *J Prosthet Dent* 86: 458-464, 2001.
- Summitt, James B. 2006. *Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach*. Quintessence Publishing Company.
- Stober T, Gilde H, Lenz P. Color stability of highly filled composite resin materials for facings. *Dent Mater* 17: 87-94, 2001.
- Strassler, H.E. (2006) Vital Tooth Bleaching: An Update. . *Mdental Cont Ed Insert U Maryland Baltimore College of Dental Surgery.*, Dec., 1-12.
- Teixeira, Erica Cappelletto Nogueira, Cecilia Pedroso Turssi, Anderson Takeo Hara, and Mônica Campos Serra. 2004. "Influence of Post-Bleaching Time Intervals on Dentin Bond Strength." *Brazilian Oral Research* 18 (1): 75–79.
- Topcu FT, Sahinkesen G, Yamanel K, Erdemir U, Oktay EA, Ersahan S. Influence of different drinks on the colour stability of dental resin composites. *Eur J Dent.* 2009;1:50-6
- Turgut, M., Attar, N., Ölmez, S. (2003) Akışkan ve kondanse edilebilir kompozit rezinler. *TDB Derg.*, 74, 30-32.
- Turker, Sebnem Begüm, and Turan Bisikin. 2003. "Effect of Three Bleaching Agents on the Surface Properties of Three Different Esthetic Restorative Materials." *The Journal of Prosthetic Dentistry* 89 (5): 466–73.
- Turkkahraman, H., Adanir, N., Gungor, A.Y. (2007) Bleaching and desensitizer application effects on shear bond strengths of orthodontic brackets. *Angle Orthod*, 77 (3), 489-493.
- Turkun, M., Turkun, L.S. (2004) Effect of nonvital bleaching with 10% carbamide peroxide on sealing ability of resin composite restorations. *Int Endod J*, 37 (1), 52-60.
- Türkün, L. Sebnem, and Murat Türkün. 2004. "Effect of Bleaching and Repolishing Procedures on Coffee and Tea Stain Removal from Three Anterior Composite Veneering Materials." *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]* 16 (5): 290–301; discussion 301–2.
- Turssi, Cecilia P., Jack L. Ferracane, and Mônica C. Serra. 2005. "Abrasive Wear of Resin Composites as Related to Finishing and Polishing Procedures." *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials* 21 (7): 641–48.
- Uchida, H., J. Vaidyanathan, T. Viswanadhan, and T. K. Vaidyanathan. 1998. "Color Stability of Dental Composites as a Function of Shade." *The Journal of Prosthetic Dentistry* 79 (4): 372–77.
- Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quint Int*, 22(5): 377-86, 1991.
- Ure, David, and Jonathan Harris. 2003. "Nanotechnology in Dentistry: Reduction to Practice." *Dental Update* 30 (1): 10–15.
- Vichi, A., A. Fraioli, C. Davidson, and M. Ferrari. 2007. "Influence of Thickness on Color in Multi-Layering Technique." *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials* 23 (12): 1584–89.
- Vargas MA, Kirchner HL, Diaz-Arnold AM, Beck VL. Color stability of ionomer and resin composite restoratives. *Oper Dent* 26: 166-171, 2001.
- Villalta P, Lu H, Okte Z, Garcia-Godoy F, Powers JM. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *J Prosthet Dent* 95:137-42, 2006.
- White, S. N., and Z. Yu. 1993. "Physical Properties of Fixed Prosthodontic, Resin Composite Luting Agents." *The International Journal of Prosthodontics* 6 (4): 384–89.
- Wee AG, Managhan P, Johnston WM. Variation in color between intended and matched shade and fabricated shade of dental porcelain. *J Prosthet Dent* 87: 657-666, 2002.

- Wee AG, Lindsey DT, Kuo S, Johnston WM. Color accuracy of commercial digital cameras for use in dentistry. *Dent Mater* 1-7, 2005.
- Xu, H. H. 1999. "Dental Composite Resins Containing Silica-Fused Ceramic Single-Crystalline Whiskers with Various Filler Levels." *Journal of Dental Research* 78 (7): 1304–11.
- Xu, H. H. K., J. B. Quinn, and A. A. Giuseppetti. 2004. "Wear and Mechanical Properties of Nano-Silica-Fused Whisker Composites." *Journal of Dental Research* 83 (12): 930–35.
- Xu, H. H. K., M. D. Weir, L. Sun, J. L. Moreau, S. Takagi, L. C. Chow, and J. M. Antonucci. 2009. "Strong Nanocomposites with Ca, PO<sub>4</sub>, and F Release for Caries Inhibition." *Journal of Dental Research* 89 (1): 19–28.
- Yanikoğlu F, Tağtekin D. (2005). Bleaching konusuna yeni yaklaşımlar.
- Yannikakis SA, Zissis AJ, Polyzois GL, Caroni C. Color stability of provisional resin restorative materials. *J Prosthet Dent*. 1998;5:533-9.
- Yap AU, Yap SH, Teo CK, Ng JJ. Finishing/polishing of composite and compomer restoratives: effectiveness of one-step systems. *Oper Dent* 2004; 29: 275-279.
- Yap, Adrian U. J., C. H. Tan, and S. M. Chung. 2004. "Wear Behavior of New Composite Restoratives." *Operative Dentistry* 29 (3): 269–74.
- Yap, Adrian U. J., S. H. Yap, C. K. Teo, and J. J. Ng. 2004. "Comparison of Surface Finish of New Aesthetic Restorative Materials." *Operative Dentistry* 29 (1): 100–104.
- YAZICI, A.R., CELIK C., DAYANGAÇ, B., OZGÜNALTAY, G. (2007). The effect of curing units and staining solutions on the color stability of resin composites. *Oper. Dent.*, 32(6): 616-622.
- Yıldırım S. Dislerin Agartılması. *Dishekimligi Dergisi* 9:17-22, Kasım 2005.
- Zimmerli, Brigitte, Matthias Strub, Franziska Jeger, Oliver Stadler, and Adrian Lussi. 2010. "Composite Materials: Composition, Properties and Clinical Applications. A Literature Review." *Schweizer Monatsschrift Fur Zahnmedizin = Revue Mensuelle Suisse D'odonto-Stomatologie = Rivista Mensile Svizzera Di Odontologia E Stomatologia / SSO* 120 (11): 972–86.

## **8.ÖZGEÇMİŞ**

### Kişisel Bilgiler

Ad Soyad : Hakan Yasin Gönder

Doğum Tarihi: 24 Ocak 1986

### Eğitim Bilgileri ve İş Deneyimi

Mezun olduğu fakülte: Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi (2005-2010)

Lise: Konya Meram Fen Lisesi (2001-2004)

Ortaokul: Çankırı Anadolu Lisesi (1997-2001)

İlkokul: Çankırı Güneş İlkokulu (1992-1997)

2016-2019 : Konya Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi  
Restoratif Diş Hekimliği Ana Bilim Dalı

2015-2016 : Konya Beyhekim Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi

2014-2015 : Konya Seydişehir Devlet Hastanesi

2013-2014: Ankara'da yedek subay diş tabip teğmen olarak askerlik görevi

2012-2013: Kilis Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi

2011-2012: Kilis İl Sağlık Müdürlüğü'nde Ağız ve Diş Sağlığı Şube Müdürü

### İletişim Bilgileri

Adres: Selçuk Mah. Oğuzalp Sk. Beyazevler Sitesi A1 Blk. No:21 Selçuklu/KONYA

Telefon: 05305815589

E-mail: hakangonder@hotmail.com

### Katıldığı Kongreler ve Çalışmalar

1) 21st CONGRESS OF THE BaSS 10-15 Mayıs 2016 Bosna Hersek ,Sözlü  
Sunum

EFFECT OF DENTAL VISIT FREQUENCY ON DENTAL CARIES EXPERIENCE  
AND ORAL HEALTH FACTORS IN SCHOOLCHILDREN

Said Karabekiroğlu, Hakan Yasin Gönder, Nimet nl

2) Restoratif Dişhekimliği Derneği 20. Uluslararası Bilimsel Kongresi 27-28 Ekim 2016 İstanbul,Poster Sunumu

RENKLENMİş KK KANAL TEDAVİLİ DİşLERDE AğARTMA TEDVİSİ:  
OLGU SUNUMU

Hakan Yasin Gönder,İşın Akdemir, Fatma Sağ Güngör, Zeynep Dereli

3) 22. BaSS Congress 4-6 May 2017 , Selanik/Yunanistan, Poster Sunumu

"DO HEMOSTATIC AGENTS AFFECT SHEAR BOND STRENGTH AND  
CLINICAL BOND FAILURE RATE OF ORTHODONTIC BRACKETS?"

Said Karabekiroğlu, Hakan Yasin Gönder, Hatice Kk

4) Restoratif Dişhekimliği Derneği 21. Uluslararası Bilimsel Kongresi 1-3 Aralık 2017, Eskişehir,Szl Sunum

FARKLI ETİYOLOJİK FAKTRLERİN YÜKSEK RK RİSKLİ GEN  
YETİşKİNLERDE RK DENEYİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Said Karabekiroğlu, Hakan Yasin Gönder, Nimet nl

5) 23. BaSS Kongresi Yaş/Romanya , 10-12 Mayıs 2018, Sözlü Sunum

INVESTIGATION OF COMPOSITE RESIN RESTORATION COLORS BY  
USING CIELAB ( $\Delta E_{AB}$ ) AND CIEDE2000 ( $\Delta E_{00}$ ) FORMULAS

Hakan Yasin GÖNDER, Zeynep DERELİ , Merve GÜRSES

Katıldığı Kurslar:

Vesta mezuniyet sonrası sürekli eğitim akademisi Glş Tasarımında Porselen Lamina Veneer Uygulama Eğitimi ve Konya Diş Hekimleri Odası'nın düzenlemiş olduğu mezuniyet sonrası eğitimler.

## **9.EKLER**

### **9.1. EK A: Etik Kurul Onayı**





NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
İLAÇ VE TIBBİ CİHAZ DIŞI ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı: 2017/11

09.11.2017

**Sayın Yrd. Doç. Dr. Zeynep DERELİ**

*Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurulu'nun 09.11.2017 tarihinde yapılan 2017/11 sayılı toplantısında, yürütücüsü olduğunuz "Kompozit Resin Restorasyonlarda Polimerizasyon Süresinin, Ağartma İşleminin ve Ağartma İşlemi Sonrası Yapılan Polisajın Renklenmeye Olan Etkisinin Değerlendirilmesi" başlıklı projenin bilimsel etik açıdan uygun olduğuna karar verildi.*

*Saygılarımla...*

**Prof. Dr. Sevgi ÖZCAN ŞENER**

NEÜ Diş Hekimliği Fakültesi  
İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar  
Etik Kurul Bşk.



## TEZ ONAYI



T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
UZMANLIK TEZİ JÜRİ TUTANAĞI

### UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN

Adı ve Soyadı : Hakan Yasin GÖNDER  
Anabilim / Bilim Dalı : Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı  
Tez Yöneticisi : Dr. Öğr. Üyesi Zeynep DEREİ  
Tezin Adı : Kompozit Resin Restorasyonlarda Polimerizasyon Süresinin, Ağartma İşleminin ve Ağartma İşlemi Sonrası Yapılan Polisajın Renklenmeye Olan Etkisinin Değerlendirilmesi

Jürimiz 10-10-2018 tarihinde toplanarak, tez değerlendirmesini takiben yapılan sözlü savunma sonucunda; aşağıdaki kararı oybirliği / oyçokluğu ile almıştır:

Yukarıda bilgileri yazılı ihtisas öğrencisinin uzmanlık tezi jürimiz tarafından

BAŞARILI  BAŞARISIZ

bulunmuş olup, jüri üyelerine ait "Tez Değerlendirme Formları" ekte sunulmuştur.

Bilgilerinize arz ederiz.

	Jüri Başkanı	Jüri Üyesi	Jüri Üyesi
Adı ve Soyadı	Said Karabekiroğlu	Zeynep Dereli	Fatma Sağ Güngör
Ünvanı	Dr. Öğr. Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi
Anabilim Dalı	Restoratif Diş Tedavisi	Restoratif Diş Tedavisi	Restoratif Diş Tedavisi
İmzası			

Eki : 3 Adet Tez Değerlendirme Formu



T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
UZMANLIK TEZİ DEĞERLENDİRME FORMU

**UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN**

Adı ve Soyadı : Hakan Yasin GÖNDER  
Anabilim / Bilim Dalı : Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı  
Tez Yöneticisi : Dr. Öğr. Üyesi Zeynep DERELİ  
Tezin Adı : Kompozit Rezin Restorasyonlarda Polimerizasyon Süresinin, Ağartma İşleminin ve Ağartma İşlemi Sonrası Yapılan Polisajın Renklenmeye Olan Etkisinin Değerlendirilmesi  
1) Sayfa Sayısı : 133  
2) Çizelge Sayısı : 2  
3) Şekil, Resim, Grafik Sayısı : 15 Çizelge, 41 Grafik, 34 Şekil  
ANOVA, Bonferonni Testi, Kruskall Wallis, Mann  
4) İstatistiksel Yöntem : Whitney-U, Wilcoxon Testi  
5) Kaynaklar : Yeterli  Yetersiz   
a. Sayısı : Yeterli  Yetersiz   
b. Literatür kullanımındaki uygunluk : Yeterli  Yetersiz   
c. Yeni literatürden yararlanma : Yeterli  Yetersiz   
d. Yerli literatürden yararlanma : Yeterli  Yetersiz

**İÇERİK VE BİÇİM**

1) Konu  
a- Kapsamı: Retrospektif  Prospektif  Deneysel  Kesitsel  Diğer   
b- Orijinal Olup – Olmadığı : Orijinal  Orijinal Değil   
Yeterli Yetersiz Kısaltılmalı  
2) Yazı Dili :     
3) Giriş ve Amaç :     
4) Genel Bilgiler :     
5) Gereç ve Yöntem :     
6) Bulgular :     
7) Tartışma :     
8) Sonuç :     
9) Özet (Türkçe) :     
(İngilizce) :     
10) Anlatım ve Genel Hakimiyet :

**YORUM\*** :

**SONUÇ** : BAŞARILI  BAŞARISIZ

**JÜRİ ÜYESİ**

Adı ve Soyadı : Dr. Öğr. Üyesi Said  
KARABEKİROĞLU  
Anabilim Dalı : Restoratif Diş Tedavisi A.B.D.  
İmzası :   
Tarih : 10-10-2018

\* İstenirse ve gerekli olursa ek sayfa kullanılabilir.



T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
UZMANLIK TEZİ DEĞERLENDİRME FORMU

**UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN**

Adı ve Soyadı : Hakan Yasin GÖNDER  
Anabilim / Bilim Dalı : Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı  
Tez Yöneticisi : Dr. Öğr. Üyesi Zeynep DERELİ  
Kompozit Resin Restorasyonlarda Polimerizasyon Süresinin, Ağartma İşleminin ve Ağartma İşlemi Sonrası Yapılan Polisajın Renklenmeye Olan Etkisinin Değerlendirilmesi  
Tezin Adı : Etkisinin Değerlendirilmesi  
1) Sayfa Sayısı : 133  
2) Çizelge Sayısı : 2  
3) Şekil, Resim, Grafik Sayısı : 15 Çizelge, 41 Grafik, 34 Şekil  
ANOVA, Bonferonni Testi, Kruskall Wallis, Mann Whitney-U, Wilcoxon Testi  
4) İstatistiksel Yöntem :  
5) Kaynaklar : Yeterli  Yetersiz   
a. Sayısı : Yeterli  Yetersiz   
b. Literatür kullanımındaki uygunluk : Yeterli  Yetersiz   
c. Yeni literatürden yararlanma : Yeterli  Yetersiz   
d. Yerli literatürden yararlanma : Yeterli  Yetersiz

**İÇERİK VE BİÇİM**

1) Konu  
a- Kapsamı: Retrospektif  Prospektif  Deneysel  Kesitsel  Diğer   
b- Orijinal Olup – Olmadığı : Orijinal  Orijinal Değil   
Yeterli  Yetersiz  Kısıtlanmış   
2) Yazı Dili :     
3) Giriş ve Amaç :     
4) Genel Bilgiler :     
5) Gereç ve Yöntem :     
6) Bulgular :     
7) Tartışma :     
8) Sonuç :     
9) Özet (Türkçe) :     
(İngilizce) :     
10) Anlatım ve Genel Hakimiyet :

**YORUM\*** :

**SONUC** : BAŞARILI  BAŞARISIZ

**JÜRİ ÜYESİ**

Adı ve Soyadı : Dr. Öğr. Üyesi Zeynep DERELİ  
Anabilim Dalı : Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı  
İmzası :  
Tarih : 10-10-2018

\* İstenirse ve gerekli olursa ek sayfa kullanılabilir.



T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ  
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ  
UZMANLIK TEZİ DEĞERLENDİRME FORMU

**UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN**

Adı ve Soyadı : Hakan Yasin GÖNDER  
Anabilim / Bilim Dalı : Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı  
Tez Yöneticisi : Dr. Öğr. Üyesi Zeynep DERELİ  
Kompozit Rezin Restorasyonlarda Polimerizasyon Süresinin, Ağartma İşleminin ve Ağartma İşlemi Sonrası Yapılan Polisajın Renklenmeye Olan Etkisinin Değerlendirilmesi  
Tezin Adı :  
1) Sayfa Sayısı : 133  
2) Çizelge Sayısı : 2  
3) Şekil, Resim, Grafik Sayısı : 15 Çizelge, 41 Grafik, 34 Şekil  
ANOVA, Bonferonni Testi, Kruskall Wallis, Mann  
4) İstatistiksel Yöntem : Whitney-U, Wilcoxon Testi  
5) Kaynaklar : Yeterli  Yetersiz   
a. Sayısı : Yeterli  Yetersiz   
b. Literatür kullanımındaki uygunluk : Yeterli  Yetersiz   
c. Yeni literatürden yararlanma : Yeterli  Yetersiz   
d. Yerli literatürden yararlanma : Yeterli  Yetersiz

**İÇERİK VE BİÇİM**

1) Konu  
a- Kapsamı: Retrospektif  Prospektif  Deneysel  Kesitsel  Diğer   
b- Orijinal Olup – Olmadığı : Orijinal  Orijinal Değil   
Yeterli Yetersiz Kısaltılmalı  
2) Yazı Dili :     
3) Giriş ve Amaç :     
4) Genel Bilgiler :     
5) Gereç ve Yöntem :     
6) Bulgular :     
7) Tartışma :     
8) Sonuç :     
9) Özet (Türkçe) :     
(İngilizce) :     
10) Anlatım ve Genel Hakimiyet :

**YORUM\*** :

**SONUC** : BAŞARILI  BAŞARISIZ

**JÜRİ ÜYESİ**

Adı ve Soyadı : Dr. Öğr. Üyesi Fatma SAĞ  
GÜNGÖR  
Anabilim Dalı : Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı  
İmzası :  
Tarih : 10-10-2018