

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**ÇEŞİTLİ ESTETİK RESTORATİF MATERYALLERİN ÇAY İLE
RENKLENDİRİLMELERİNDEN VE FARKLI MACUNLARLA
FİRÇALANMALARINDAN SONRA RENKLERİNİN VE YÜZEY
PÜRÜZLÜLÜKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Derya DİNÇ

UZMANLIK TEZİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

Danışman

Doç. Dr. Nevin ÇOBANOĞLU

KONYA-2017

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

**ÇEŞİTLİ ESTETİK RESTORATİF MATERYALLERİN ÇAY İLE
RENKLENDİRİLMELERİNDEN VE FARKLI MACUNLARLA
FİRÇALANMALARINDAN SONRA RENKLERİNİN VE YÜZEY
PÜRÜZLÜLÜKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Derya DİNÇ

UZMANLIK TEZİ

RESTORATİF DİŞ TEDAVİSİ ANABİLİM DALI

Danışman

Doç. Dr. Nevin ÇOBANOĞLU

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 14102030 nolu proje ile desteklenmiştir.

KONYA-2017

ÖNSÖZ

Öğrenciliğim ve uzmanlık eğitimim boyunca benden bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen, sabır ve anlayışla bana destek olan, her zaman yol gösterici olan kıymetli danışmanım Sayın Doç. Dr. Nevin ÇOBANOĞLU'na,

Bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, mesleki eğitimime katkılarını unutmayacağım Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Ana Bilim Dalı Öğretim üyelerine,

Tezimin istatistik analizlerinde bana yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Bora Öztürk'e,

Uzmanlık eğitimim boyunca beraber çalıştığım bölümdeki tüm asistan arkadaşlarıma,

Projemizi desteklediği için Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinatörlüğü'ne,

Fırçalama cihazını hazırlayan, teknik destek sağlayan, her türlü yardım ve desteklerini bizden esirgemeyen Selçuk üniversitesi Teknoloji Fakültesi Elektrik-Elektronik bölümü hocalarından Prof. Dr. Hakan Işık'a,

Hayatımın her döneminde ve her konuda maddi ve manevi hiçbir desteği benden esirgemeyen her zaman yanımda ve her durumda arkamda olduklarını hissettiğim aileme,

Çalışmalarım süresince gösterdiği sabır ve anlayışla beni destekleyen ve hep yanımda olan sevgili eşim Yavuz Selim DİNÇ' ve oğlum Selim Alp DİNÇ'e,

Minnettar olduğumu belirtir, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİ.....	3
2.1.Kompozitler.....	3
2.1.1. KompozitRezinlerinYapısı.....	3
2.1.2. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması	5
2.2. Cam İyonomer Simanlar	13
2.2.1. Geleneksel Cam İyonomer Simanlar	13
2.2.2. Yüksek Vizkositeli Cam İyonomer Simanlar	15
2.2.3. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar	15
2.2.4. Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler	16
2.3. Diş Macunları.....	17
2.3.1. Diş Macunlarının Yapısı	17
2.3.2. Terapotik Ajanlar	23
2.4.Diş Hekimliğinde Renk.....	34
2.4.1. Renk Sistemleri	35
2.4.2. Renk Ölçümleri.....	41
2.4.3. Renk Stabilitesi	46
2.5. Restoratif Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğü	48
2.5.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri.....	50
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	53
3.1. Çalışmada Kullanılan Materyaller	53
3.2. Örneklerin Hazırlanması ve Grupların Oluşturulması	56
3.3. Renklendirici Sıvının Hazırlanması ve Renk Ölçümü	60
3.4. Yüzey Pürüzlülük Ölçümlerinin Yapılması	62
3.5. Örneklerin Fırçalanması.....	62
3.6. İstatistiksel Değerlendirme.....	66
4. BULGULAR	67
4.1. Restoratif Materyal Örneklerin Renk Analizi Bulguları.....	67
4.1.1. Restoratif Materyal Örneklerin Fırçalama Öncesi Renk Analizi.....	67
4.1.2. Restoratif Materyal Örneklerin Fırçalama Sonrası Renk Analizi.....	70
4.2. Restoratif Materyallerin Yüzey Pürüzlülük Testi Bulguları	79
5. TARTIŞMA	86
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	108
7. KAYNAKLAR	110

8. EKLER.....	125
EK A: Etik Kurul Onayı.....	125
9. ÖZGEÇMİŞ	127



SİMGELER VE KISALTMALAR

ADA: American Dental Association

AFM: Atomik Kuvvet Mikroskobu

ART: Atravmatik Restoratif Tedavi

Bis-GMA: Bisfenol A glisidil metakrilat

°C: Santigrad Derece

CIE: Commission Internationale de l'eclairage (Uluslararası ışık kaynağı komisyonu)

CİS: Cam İyonomer Siman

dk: Dakika

EGDMA: Etilen Glikol Dimetakrilat

FAS: Floro-alumino silikat

FDA: Food and Drug Administration

F-IX: Fuji IX-GP

FU: Filtek Ultimate

GDA: Gradia Direct Anterior

Hz: Hertz

ISO TR: The International Organization for Standardization

MDP:10-Methacryloyloxydecyl Dihydrogen Phosphate

µm: Mikrometre

mm: Milimetre

MPa: Megapaskal

MPTS: Metakriloksi-propil-tri-metoksisilan

n: Örnek sayısı

Nm: Nanometre

Ort: Ortalama

p: İstatistiksel anlamlılık

PCR: Pellicle Cleaning Ratio

pH: Hidrojen konsantrasyonunun eksi logaritması

PMKR: Poli asit modifiye kompozit rezin

PVP: Polyvinyl pyrrolidone

Ra: Roughness average

RDA: Relative Dentin Abrasion

RMCI: Resin modifiye cam iyonomer

SHMP: Sodyum heksametafosfat

SLS: Sodyum lauril sülfat

Sn: Saniye

SnF²: Stannos florid

SS: Standart Sapma

TEGDMA: Trietilen Glikol Dimetakrilat

TN-F: Tetric N-Flow

UDMA: Uretan Dimetakrilat

ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

Çeşitli Estetik Restoratif Materyallerin Çay ile Renklendirilmesi ve Farklı Macunlarla Fırçaladıktan Sonra Renklerinin ve Yüzey Pürüzlülüklerinin Değerlendirilmesi

Derya DİNÇ
Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı

UZMANLIK TEZİ / KONYA-2017

Bu çalışmanın amacı çeşitli estetik restoratif materyallerin çayda bekletilmelerinden ve farklı macunlarla fırçalanmalarından sonra renk ve yüzey pürüzlülüklerindeki değişikliklerin değerlendirilmesidir. Bu çalışmada, dört farklı restoratif materyal: Gradia Direct Anterior (GDA) (mikrohibrit kompozit), Filtek Ultimate (FU) (nanofil kompozit), Tetric N-Flow (TN-F) (akışkan kompozit), Fuji IX GP (F-IX) (yüksek viskoziteli cam iyonomer siman) kullanıldı. Her bir restoratif materyalden 8 mm çapında 2 mm derinliğinde 105 adet disk şeklinde örnek hazırlandı. Optidisc polisaj sistemi (Kerr Corporation, Orange, CA) ile örnekler polisaj yapıldı ve rastgele 7 alt gruba (n = 15) ayrıldı: 1. Distile su grubu (-kontrol) (Macun ve fırça ile fırçalanmayan), 2. Çay grubu (+ kontrol) (Macun ve fırça ile fırçalanmayan), 3. Diş fırçası grubu (Oral-B Vitality™ Precision Clean EXPERT şarjlı diş fırçası), 4. Clinomyn (Sigara içenler için) diş macunu grubu, 5. Sensodyne (Beyazlatıcı) diş macunu grubu, 6. Curasept ADS 712 diş macunu grubu, 7. İpana Pro- Expert (Hepsi bir arada) diş macunu grubu. Tüm örnekler hidrasyonu sağlamak amacıyla 24 saat distile suda 37°C'de etüvde bekletildi. Daha sonra örnekler sudan çıkarıldı ve başlangıç renk ve pürüzlülük ölçümleri yapıldı. Renk ölçümleri spektrofotometre (VITA Easyshade Compact, Vident, Almanya) ile CIE L*a*b* renk sistemine göre yapıldı. Örneklerin yüzey pürüzlülük ölçümleri için mekanik yöntemle ölçüm yapan bir yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı (profilometre) (SJ 201, Mitutoyo, Kanagawa, JAPONYA) kullanıldı ve yüzey pürüzlülük değerleri (Ra = roughness average) olarak kaydedildi. Negatif kontrol grubundaki örnekler 14 gün boyunca distile suda, diğer tüm örnekler ise 14 gün boyunca çayda bekletildi ve tekrar renk ölçümleri yapıldı. Örneklerde meydana gelen renk değişikliği ΔE (başlangıç- çayda bekletme sonrası) olarak kaydedildi. Daha sonra deney grubundaki örnekler, sadece diş fırçası ve dört farklı diş macunu ile 14600 devir fırçalama testine tabi tutuldu. Yeni renk ve yüzey pürüzlülük ölçümleri yapıldı; renk farklılığı ΔE (başlangıç-fırçalama sonrası) hesaplandı.

Veriler tek yönlü varyans analizi testi (One Way ANOVA) ile analiz edildi; gruplar arası farklılıklar Tukey HSD testi ($\alpha = 0.05$) ile karşılaştırıldı.

14 gün sonunda çayda bekletilen GDA örnekleri haricinde, çayda bekletilen diğer tüm örneklerin renk değişimi klinik olarak kabul edilemez seviyededir ($\Delta E^* > 3,3$). Çayda bekletilen materyallerin ΔE değerleri F-IX ($17,11 \pm 4,28$) > FU ($9,41 \pm 0,88$) > TNF ($6,83 \pm 1,54$) > GDA ($3,29 \pm 0,8$) şeklindedir. TN-F ile FU gruplarının ΔE değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($p > 0,05$).

Çalışmamızda renklenmiş restoratif materyal örneklerde kullanılan dört farklı diş macunu arasında leke kaldırma etkinliği açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. F-IX' da diş fırçası grubu, fırçalama sonrasında en az leke kaldırma etkinliğine sahiptir; bu grupla diğer F-IX grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. GDA ve FU ve TN-F' nin ise fırçalama gruplarının hiçbirinin aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur. Çalışmamızda FU, TN-F ve F-IX ' un çay gruplarının ΔE değerleri ile fırçalama gruplarının tamamının ΔE değerlerinin aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık varken GDA' nın bu değerleri arasında fark yoktur. F-IX' da diş fırçası grubu ve macun gruplarının tamamı çay lekelerini bir miktar kaldırmış olsa da ΔE^* değerleri klinik olarak kabul edilemez seviyededir ($\Delta E^* > 3,3$).

Bu çalışmada restoratif materyallerin başlangıç yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) sırasıyla F-IX ($0,7\pm0,33$) > TN-F ($0,23\pm0,05$) = GDA ($0,23\pm0,04$) > FU ($0,18\pm0,05$) şeklindedir. F-IX ile diğer grupların başlangıç yüzey pürüzlülükleri aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$).

Başlangıç ve farklı fırçalama metodları için yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra) sırasıyla: İpana Pro-Expert ($0,64\pm0,38$), Clinomyn ($0,5\pm0,39$), Diş Fırçası ($0,42\pm0,34$), Curasept ADS 712 ($0,4\pm0,26$), Sensodyne ($0,4\pm0,2$), Başlangıç ($0,33\pm0,27$) şeklindedir. İpana Pro-Expert diş macunu FU hariç diğer restoratif materyalleri başlangıca göre önemli derecede pürüzlendirmiştir. İpana Pro-Expert haricindeki diğer diş macunları TN-F ve GDA' yı başlangıca göre önemli derecede pürüzlendirmemiştir.

F-IX, en çok renk değişimi gösteren ve en yüksek yüzey pürüzlülük değerine sahip materyaldir. Fırçalama sonrası gruplarda bile renk değişimi klinik olarak kabul edilebilir seviyenin üstündedir. GDA en az renklenen rezin materyaldir; çay grubunda bile renk değişikliği klinik olarak kabul edilebilir seviyededir. FU, kompozit rezin materyaller arasında en çok renk değişimi gösteren fakat başlangıçta ve fırçalama sonrası tüm gruplarda en az yüzey pürüzlülük değerlerine sahip olan materyaldir. FU ve TN-F' de fırçalama gruplarının tamamı çay lekelerini kaldırmada başarılı olmuşlardır. İpana Pro-Expert restoratif materyallerde en fazla yüzey pürüzlülüğüne sebep olan diş macunudur.

Anahtar Kelimeler: kompozit rezin, cam iyonomer siman, yüzey pürüzlülüğü, diş macunu, renk stabilitesi.

SUMMARY

REPUBLIC of TURKEY
SELCUK UNIVERSITY
FAKULTY OF DENTISTRY

Evaluations the color and surface roughness after staining with tea and brushing with different toothpaste of various aesthetic restorative materials

Derya DİNÇ
Department of Restorative Dentistry

THESIS / KONYA-2017

The aim of this study was to evaluate the color and surface roughness of various aesthetic restorative materials after they have been colored with tea and brushed with different toothpaste. In this study, four different restorative materials were used: Gradia Direct Anterior (GDA) (microhybrid composite), Filtek Ultimate (FU) (nanofil composite), Tetric N-Flow (TN-F) (flowable composite), Fuji IX GP (F-IX) (high viscosity glass ionomer cement). From each restorative material, 105 disc-shaped specimens of 8 mm in diameter and 2 mm in depth were prepared. The specimens were polished with the Optidisc polishing system (Kerr Corporation, Orange, CA) and randomly divided into 7 subgroups (n=15): 1. Distile water (control group) (nonbrushed with toothpaste and toothbrush), 2. tea group (+ control group) (Nonbrushed with toothpaste and toothbrush), 3. Toothbrush group (Oral-B Vitality™ Precision Clean EXPERT Charged toothbrush), 4. Clinomyn (for smokers) toothpaste group, 5. Sensodyne (Whitening) toothpaste group, 6. Curasept ADS 712 toothpaste group, 7. Ipana Pro- Expert (all-in-one) toothpaste group. All specimens were incubated at 37 ° C in distilled water for 24 hours to provide hydration. Then the specimens were removed from the water and initial color and roughness measurements were made. Color measurements were made with a spectrophotometer (VITA Easyshade Compact, Vident, Germany) according to CIE L * a * b * color system. A surface roughness meter (profilometer) (SJ 201, Mitutoyo, Kanagawa, JAPAN) was used to measure the surface roughness of the specimens by mechanical means and the surface roughness values (Ra = roughness average) were recorded. The specimens in the negative control group were stored in distilled water for 14 days and all other specimens were stored in the tea for 14 days and color measurements were performed again. The color change in the specimens was recorded as ΔE (initial - after immersed in the tea). Later, the specimens in the experimental groups were subjected to a brushing test of 14600 cycles with only toothbrushes and four different toothpastes. New color and surface roughness measurements were made; color difference ΔE (initial - after brushing) calculated.

Data were analyzed by one-way analysis of variance (One Way ANOVA); Differences between groups were compared with the Tukey HSD test ($\alpha = 0.05$).

After immersion in tea for 14 days, except for the GDA specimens, the color change of all other specimens is clinically unacceptable ($\Delta E^* > 3.3$). The ΔE values of the materials stored in the tea were as follows: F-IX ($17,11 \pm 4,28$) > FU ($9,41 \pm 0,88$) > TNF ($6,83 \pm 1,54$) > GDA ($3,29 \pm 0,8$). There was no statistically significant difference between ΔE values of TN-F and FU groups ($p > 0,05$).

In our study there was no statistically significant difference in stain removal efficiency between the four different toothpastes used in the colored restorative material specimens. F-IX Toothbrush group; has the lowest stain removal effectiveness after brushing test. There was a statistically significant difference between this group and the other F-IX groups. There was no statistically significant difference between any of the brushing groups in GDA, FU and TN-F. In our study, there was a statistically significant difference between the ΔE values of the tea groups and the ΔE values of all brushing groups of FU, TN-F and F-IX, but there was no difference between these values of GDA. In F-IX, although all toothpastes groups and the toothbrush group removed some tea stains, the ΔE^* values are clinically unacceptable ($\Delta E^* > 3,3$). The toothbrush groups and all toothpastes groups of FU and TN-F successfully removed tea stains.

The initial surface roughness values (Ra) of the restorative materials were as follows: F-IX ($0,7 \pm 0,33$) > TN-F ($0,23 \pm 0,05$) = GDA ($0,23 \pm 0,04$) > FU ($0,18 \pm 0,05$). The difference between the initial roughness of the other groups and F-IX was statistically significant ($p < 0,05$).

Surface roughness averages (Ra) for initial and different brushing methods were as follows: Ipana Pro-Expert ($0,64 \pm 0,38$), Clinomyn ($0,5 \pm 0,39$), Toothbrush ($0,42 \pm 0,34$), Curasept ADS 712 ($0,4 \pm 0,26$), Sensodyne ($0,4 \pm 0,2$), Initial ($0,33 \pm 0,27$). The dentifrice Ipana Pro-Expert statistically significantly roughened the restorative materials compared to the baseline values, except for FU. Other toothpastes except for Ipana Pro-Expert did not significantly roughened TN-F and GDA compared to the baseline.

F-IX was the material that exhibited the highest color change and had the highest surface roughness value. Even after brushing with toothpaste, the ΔE^* values are clinically unacceptable ($\Delta E^* > 3,3$). GDA composite resin had the lowest color change; even in the tea group, the color change was clinically acceptable. FU nanocomposite showed the most color change among the resin materials but had the lowest surface roughness values at the beginning and after brushing test in all groups. In FU and TN-F, all brushing groups successfully removed tea stains. The toothpaste Ipana Pro-Expert caused the highest surface roughness in restorative materials.

Key words: composite resin, glass ionomer cement, surface roughness, toothpaste, color stability.



1.GİRİŞ

Dişlerin rengi, şekli ve yüzey dokusu, güzel bir gülümseme açısından çok önemlidir. İyi şekillendirilmiş ve hizalanmış beyaz dişler güzellik için bir standart oluşturmaktadır. Hastaların doğal görünme istekleri, doğal dişleri simüle eden materyallerin geliştirilmesine yönelik araştırmalara yol açmıştır. Bunun sonucunda konvansiyonel cam iyonomer simanlar, kompozit rezinler, rezin modifiye cam iyonomer simanlar gibi birçok restoratif materyal piyasaya sürülmüştür. Restoratif materyallerin renk stabilitesi, tedavinin başarısı veya başarısızlığını değerlendirmek için gereklidir. Bu materyallerin renk açısından estetiği, mikroflora, tükürük, renkli yiyecek ve içeceklerin sıklıkla alınması gibi ağız boşluğundaki dinamik ortam nedeniyle zamanla bozulabilmektedir (Samra ve ark 2008).

Restoratif materyallerin renk değişimi multifaktöriyeldir; dışsal veya içsel sebeplere bağlı olabilmektedir. Dışsal faktörler plak, renkli yiyecek ve içecekler, sigara gibi renklendirici dış kaynakların emiliminden kaynaklanırken; içsel faktörler rezin matriksteki ve rezin matriks-doldurucu partikül ara yüzündeki kimyasal değişikliklerden kaynaklanır (Mundim ve ark 2011).

Restoratif materyallerin renk değişim miktarları; restorasyonun yüzey pürüzlülüğü, polimerizasyonun tamamlanmaması, su emilimi gibi faktörlerden etkilenebilmektedir (Nasim ve ark 2010). Materyalin hidrofilik/hidrofobik yapısı da direk olarak su emilim derecelerini belirler. Eğer bir materyal su emilimi gösterirse bununla beraber suda çözünen pigmentleri de absorbe eder; bu durum renklenmeye neden olur (Arocha ve ark 2013).

Diş macunları diş fırçası ile birlikte oral hijyeni geliştirir ve renklenme ile mücadelede de faydalı etkiler sağlar (Roopa ve ark 2016). Bu nedenle sıklıkla daha etkin olduğu söylenen yeni beyazlatıcı diş macunları marketlerde tanıtılmaktadır (Çakmakçıoğlu ve ark 2009). Beyazlatıcı diş macunları kimyasal mekanizmalar (yüzey aktif ajanlar ya da beyazlatma ajanları) yoluyla ve mekanik yöntemler (aşındırıcılar) ile renklenmeleri giderir (Harris 2004).

Abrazivler diş macunlarının fiziksel leke kaldırma etkinliğini sağlayan temel bileşikleridir (White 2000). Ancak diş macunları en az aşındırıcı ile optimal diş yüzey temizliği sağlamalıdır (Wiegand ve Schlueter 2014). Çünkü yüksek

miktarda abrazyiv içeren diş macunları sert ve yumuşak dokuya, restorasyonlara zarar verebilir (De Menezes ve ark 2004).

Bazı özel beyazlatıcı diş macunları lekelenmiş plağı abrazyiv ajanlara ek olarak pelikül proteinlerine bağlanan enzimler yardımıyla da kaldırırılar. Bu şekilde renklenmiş olan plağın çıkarılması kolaylaşır (Baig ve ark 2005, Davies ve ark 2010, Joiner 2010). Hidrojen peroksit veya kalsiyum peroksit gibi beyazlatma ajanları içeren ağartıcı diş macunları da vardır (Calprox). Peroksitler temas ettiği veya penetre olduğu yerlerdeki leke moleküllerini parçalayarak ağartıcı etkiyi sağlarlar (Davies ve ark 2010, Joiner 2010).

Ağız ve diş sağlığı için vazgeçilmez olan diş firalama esnasında, macunların içerikleri ve fira kılıları diş ve restoratif materyal yüzeyinde bozulmalar meydana getirebilir (Roopa ve ark 2016). Restoratif materyallerin yüzeylerindeki bozulmalar materyalin renginin değişmesine ve lekelenmesine sebep olabilir. Bu durum restorasyonun kalitesini düşürür (Meyers ve ark 2000).

Bu çalışmanın amacı, çeşitli estetik restoratif materyallerin çayda bekletilmelerinden ve farklı macunlarla firçalanmalarından sonra renk ve yüzey pürüzlölüklerindeki değişikliklerin değerlendirilmesidir.

2.LİTERATÜR BİLGİ

2.1.Kompozitler

Kompozit teriminin kelime anlamı, kimyasal yapıları farklı ve birbiri içerisinde çözünmeyen en az iki maddenin karışımı olarak tanımlanabilir (Ferracane 1995, McCabe ve Walls 2008). Kompozit rezinler silikat cam partiküllerinin polimerize olabilen akrilik rezinle karışımından oluşur. Silikat siman ve akrilik rezinlere alternatif olmuşlardır (Bowen ve Marjenhoff 1992). Silikat partiküller kompozite dayanıklılık ve mineye benzer bir ışık geçirgenliği verirken, akrilik rezinler ise kompozitin kaviteye yerleştirilebilmesini ve şekillendirilmesini sağlar (Sturdevant 1995).

Diş hekimliğinde kompozit rezinler, ilk olarak Rafael Bowen tarafından 1962 yılında geliştirilmiştir (Altun 2005). Kimyasal olarak polimerize olan bu materyallerin, Sınıf III, IV, V, kavitelerde kullanılması tavsiye edilmiştir. Fakat doldurucu partiküllerin büyük ve konsantrasyonunun düşük olması bu kompozitlerin polisaj özelliklerini olumsuz etkilemiştir. Bu da dolguların zaman içerisinde renklenmesine sebep olmuştur (Dayangaç 2000). Işıkla polimerize olan kompozit rezinler 1970 yılında piyasaya sunulmuştur. Sonrasında doldurucu partiküllerdeki gelişmelerle birlikte hibrit ve nano doldurucu kompozitlerin kullanımı, kompozit rezinlerin gelişiminde önemli aşamaları oluşturmaktadır (Fortin ve Vargas 2000, García ve ark 2006).

2.1.1. Kompozit Resinlerin Yapısı

Kompozit rezinler, 3 kısımdan oluşur. Bunlar; organik faz (polimer matriksi), inorganik faz (doldurucu fazı) ve bağlayıcı faz (ara faz-silan)'dır. Kompozit rezinin fiziksel, mekanik ve estetik özelliklerini bu fazlar belirler (Bowen ve Marjenhoff 1992, Dayangaç 2000, Zimmerli ve ark 2009, Ferracane 2011).

2.1.1.1. Organik faz

Kompozitin en büyük kısmını yüzde olarak organik faz oluşturur ve bu fazın polimerizasyonu materyalin sertleşmesini sağlar. Organik faz; komonomerler, monomerler, polimerizasyon başlatıcılar, hızlandırıcılar, stabilizatörler, ultraviyole

ışını absorbe edici ajanlar ve inhibitörlerden oluşur (García ve ark 2006, Murchison ve ark 2006). Bowen'ın 1962 yılında geliştirdiği Bisfenol A glisidil metakrilat (Bis-GMA) organik faz monomerlerinden en fazla kullanılandır (Bowen ve Marjenhoff 1992). Sık kullanılan bir başka organik faz monomeri ise Uretan Dimetakrilat (UDMA)'dır. UDMA, Bis-GMA'ya göre daha akışkan kıvamlıdır (Craig 2005). Bis-GMA, büyük molekül yapısı sebebiyle visköz bir monomerdir. Bu yüzden başka maddelerle karıştırılıp kıvamının ayarlanması gerekmektedir (Sturdevant 1995). Bu amaçla kompozit içerisine komonomer olarak adlandırılan monomerler eklenir. En çok kullanılan komonomer Trietilen Glikol Dimetakrilat (TEGDMA)'dır. Sıklıkla kullanılan diğer komonomerler ise benzil metakrilat, hekzametilen, etilen ve glikol dimetakrilattır (Ferracane 1995, Geurtsen ve Leyhausen 2001, Zimmerli ve ark 2009). Viskozite düşürücü monomerlerin yüksek miktarda eklenmesi, polimerizasyon büzülmesi ve su emilimini artırıp, kompozitin özelliklerini olumsuz yönde etkiler (Shobha ve ark 1997, Feilzer ve Dauvillier 2003).

Işıkla polimerize olan kompozitlerde polimerizasyon başlatıcı (initiatör) olarak 450-500 nm dalga boyundaki ışığı absorbe ederek polimerizasyonu başlatan kamforokinon ve hızlandırıcı (akseleratör) olarak alifatik amin kullanılır. Kimyasal olarak polimerize olan kompozit rezinlerde ise benzoil peroksit ve tersiyer amin bu işlevi yerine getirmektedir (García ve ark 2006). Kamforokinonun sarı rengi restorasyonlarda renklenmeye sebep olduğundan dolayı PPD ve TPO kamforokinona alternatif olarak sunulmuştur (Park ve ark 1999, Ilie ve Hickel 2008, Arikawa ve ark 2009). Kimyasal olarak polimerize olan kompozitlerde polimerizasyonun ardından reaksiyona girmeyen artık ürünler kalabilir. Bu ürünler ultraviyole ışığın etkisiyle parçalanarak kahverengi renklenmelere sebep olabilirler. Bundan dolayı bu kompozitlerin organik fazına u.v. stabilizatörler ilave edilebilir (Willems ve ark 1992, Willems ve ark 1993).

2.1.1.2. İnorganik Faz (Taşıyıcı Faz)

Kompozit rezinlerin yapısında bulunan inorganik doldurucular, taşıyıcı faz içerisinde bulunurlar. İnorganik partiküllere "Doldurucu" veya "Filler" adı verilir. İnorganik doldurucu partiküller; borosilikat cam, kuartz, lityum, alüminyum silikat, baryum, stronsiyum, baryum alüminyum silikat, çinko ve yitrium cam, gibi partiküllerden oluşur. Resin kompozite radyoopasitesini baryum, stronsiyum,

yitribiyum ve çinko kazandırır. Mekanik özelliklerini ve ışık geçirgenliğini ise silika partikülleri sağlar. Kompozit bu sayede yarı şeffaf bir görüntü kazanır (Craig 2005).

İnorganik doldurucuların organik matrikse eklenmesiyle polimerizasyon büzülmesinin azaltılması, termal genleşme katsayısının düşürülmesi, rezinin mekanik özelliklerinin güçlendirilmesi ve rezinin estetik özelliklerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır (Ferracane 1995, Kim ve ark 2002, Chen 2010). Doldurucu partikülün tipi, boyutu ve hacmi kompozit rezinin özelliklerini etkilemektedir (Ilie ve Hickel 2008, McCabe ve Walls 2008). Doldurucu içeriğinin artmasıyla birlikte su emilimi, polimerizasyon büzülmesi ve lineer genleşme katsayısı azalır; aşınmaya karşı direnç, basma ve gerilme dayanımı, elastisite modülü artar (Kim ve ark 2002).

2.1.1.3. Bağlayıcı faz

Kompozit rezinlerde organik matriks ve inorganik doldurucular arasındaki bağlanma, silika doldurucu partiküllerin yüzeyini kaplayan ve silan olarak adlandırılan organik silisyum bileşikleri ile sağlanır (Bowen ve Marjenhoff 1992). Silanlar iki fonksiyonlu moleküllerdir; bir yandan silika partiküllerinin yüzeyindeki hidroksil gruplarıyla bağ kurarlarken, diğer yandan organik matriksteki metakrilat gruplarıyla kovalent bağlar yaparlar (Zimmerli ve ark 2009). İnorganik fazın organik faz içerisinde homojen olarak dağılmasını ara faz sağlar. Kimyasal olarak inert ve dayanıklı olan bu bileşenler, sıvı halden esnek katı hale kadar çeşitli hallerde bulunabilirler (Altun 2005). Günümüzde en fazla kullanılan silan bağlanma ajanı, reaktif bir silan olan ve rezin matriksle kovalent bağ yapan 3-metakriloksipropiltrimetoksisilan (MPTS)'dir (Chen 2010).

2.1.2. Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

1. İnorganik doldurucu partikül büyüklük ve yüzdelere göre kompozitlerin sınıflandırılması (Çizelge 2.1)
2. Polimerizasyon yöntemlerine göre kompozitlerin sınıflandırılması
3. Viskozitelerine göre kompozitlerin sınıflandırılması (Dayangaç 2000).

Çizelge 2.1. İnorganik doldurucuların partikül büyüklük ve yüzdelerine göre kompozit rezinlerin sınıflandırılması (Dayangaç 2000)

Kompozit Rezin	Partikül Büyüklüğü (µm)	Partikül % (ağırlıkça)
Megafil	50-100	
Makrofil	10-100	% 70-80
Midifil	1-10	% 70-80
Minifil	0.1-1	%75-85
Mikrofil	0.01-0.1	%35-60
Hibrit	0.04-1	%75-80
Nanofil	0.005-0.01	%72-87

Makrofil kompozitler

Partikül boyutları 10-100 µm arasında olan makrofil kompozitlerin doldurucu içerikleri hacimce % 60'ın üzerindedir. Diğer kompozit rezinlere kıyasla daha yüksek basma ve aşınma direncine sahiptirler. Daha çok posterior bölge dişlerinin restorasyonu için uygun kompozitlerdir. Doldurucu partiküllerin boyutları fazla olduğundan, çok parlak şekilde cilalanmaları mümkün değildir ve anterior bölge restorasyonları için yeterli translüsentlikleri yoktur (Dayangaç 2000).

Mikrofil kompozitler

Partikül boyutları 0,01-0,1 µm arasında değişmekle beraber, hacimce doldurucu içerikleri %20-50 arasındadır. Partikül boyutları çok küçük olduğundan, mükemmel derecede cilalanabilirler ve anterior bölge estetik restorasyonları için uygun materyal grubunu oluştururlar. Hacimce doldurucu içerikleri azdır ve yük gelen arka bölge restorasyonları için uygun materyaller değildir; çünkü düşük basma ve aşınma dirençleri vardır (Dayangaç 2000).

Hibrit kompozitler

Farklı büyüklükteki doldurucu partiküllerin karışımını içeren kompozit rezinlerdir. Bunların partikül büyüklüğü makropartiküllü rezinden daha küçük,

partikül miktarı ise mikropartiküllü rezinden daha fazladır. Hibrit türünün belirlenmesinde birinci içerik büyük partiküldür.

Küçük partiküllü kompozitlerde doldurucular monomer matrikse eklendiğinde karışımın viskozitesi artmaktadır. Bu sorunu çözmek amacıyla daha önceden polimerizasyonu sağlanmış mikrofil kompozit kitlesi 1-20 µm büyüklüğünde partiküller elde edilecek şekilde öğütülerek doldurucu olarak monomer matrikse eklenmektedir. İnorganik doldurucu partiküllerde bu şekilde modifikasyon yapılan kompozitlere heterojen kompozitler denmektedir (Craig ve ark 2000, Dayangaç 2000). Doldurucu partiküllere hiçbir işlem uygulanmayan kompozitlere ise homojen kompozitler denir (Dayangaç 2000).

Hibrit kompozitler geleneksel hibrit, mikrohibrit ve nanohibrit kompozitleri içermektedir. “Hibrit” tanımı submikron boyuttaki (0.04 µm) inorganik doldurucu partiküller ile küçük partiküllerin (1 µm-4 µm) karışımını ifade etmektedir. Farklı boyutlardaki doldurucu partiküllerin birleşimi fiziksel özelliklerde gelişmeye sebep olurken aynı zamanda cilalanabilirliği de yüksek seviyelere çıkarmaktadır (Ferracane ve ark 1998). Bu gelişmeler sayesinde geleneksel hibrit kompozitlerin Sınıf III ve Sınıf IV kaviterlerde kullanımlarının yanı sıra Sınıf I ve Sınıf II gibi fazla yük alan posterior bölgelerdeki kaviterlerde de kullanımları uygundur (Burgess ve ark 2002).

Doldurucu teknolojisindeki gelişmeler neticesinde submikron boyuttaki (0.04 µm) partiküller ve daha küçük partiküllerin (0,1 µm-1 µm) bileşimi ile yeni bir kompozit formülasyonu oluşturulmuştur. Bu materyaller “mikrohibrit” kompozitler olarak sınıflandırılmıştır. Mikrohibrit kompozitlere daha küçük partiküllerin ilave edilmesi onları geleneksel hibrit kompozitlerden ayırmaktadır ve daha iyi cilalanabilme ve uygulama sağlamaktadır (Albers 2002). Ancak mikrohibrit kompozitlerin fiziksel özellikleri geleneksel mikrofil kompozitlerden üstün olmasına rağmen cilalanabilirlikleri daha iyi değildir (Burgess ve ark 2002).

Mikrohibrit kompozitlerin son versiyonları ise nanodoldurucu teknoloji ile geliştirilen “Nanohibrit” kompozit rezinlerdir. Nanohibrit kompozitler nanometre boyutunda doldurucu partiküller (0.005–0.01 µm) ile geleneksel tipteki doldurucu partiküllerin kombinasyonunu içermektedir. Nanohibritler, mikrofil kompozitlerin uygulama ve cilalanabilme özellikleri ile geleneksel hibrit kompozitlerin fiziksel güçleri

ve aşınma dirençlerini gerçek anlamda taşıyan üniversal kompozit rezinler olarak sınıflandırılabilir (Swift 2005).

Nanofil kompozitler

Partikül büyüklüğü 0.005-0,01 µm olan kompozit rezinlerdir (Dayangaç 2000).

Nano birimi metrenin milyarda biridir ve boyut olarak küçük olsa da potansiyeli oldukça geniştir. 2000’li yıllarda ortaya çıkan ve hayatımızın her alanında birçok yeniliği getiren nanoteknolojiden diş hekimliği araştırmacıları da faydalanarak kompozit rezinlere katılan inorganik partikülleri bu teknoloji ile meydana getirmişler ve birtakım avantajların ortaya çıkabileceği hipotezini öne sürmüşlerdir. Bu hipoteze göre, gerek fiziksel gerekse mekanik her özelliğin ortaya çıktığı ve görüldüğü “kritik boyut” vardır. Bu kritik boyutun altında üretilen materyaller, bu özelliklerin ortaya çıkışında büyük değişiklikler ve gelişimler ortaya çıkartırlar (Davis 2003, Mitra ve ark 2003).

Nanoteknoloji; moleküler nanoteknoloji veya molekül mühendisliği olarak isimlendirilmektedir ve çeşitli kimyasal ve fiziksel metotlarla 0.1 ile 100 nanometre (nm) aralığında fonksiyonel materyallerin ve yapıların üretimini kapsamaktadır (Mitra ve ark 2003).

Nanokompozitlerin üretim amacı; mikrofil kompozitler gibi iyi cilalanabilme ve hibrit kompozitler gibi güçlü mekanik özellikleri bir arada bulundurarak ağızdaki bütün bölgelerde kullanılabilme özelliğini sağlayabilmeleridir. Nanopartiküllerin üretimi diğer geleneksel partiküllerin üretim şekline farklılıklar göstermektedir. Geleneksel doldurucu partiküller, büyük kütlelerin öğütülmesi sonucu küçük partiküllerin elde edilmesi yöntemi ile üretilir. Ancak bu şekilde 100 nm’den daha küçük doldurucu partiküller üretilemez. Nanopartiküller ise atomun atoma, molekülün moleküle ilavesi şeklinde oluşturulmaktadır (Mitra ve ark 2003).

Nanopartiküllü kompozit materyallerin organik yapısı da diğer geleneksel ve hibrit kompozitler gibi benzer polimer yapılardan meydana gelmektedir. İnorganik yapıyı meydana getiren partiküller ise nanomerler ve nanomer gruplar (nanoöbekler) olmak üzere iki ayrı kısımdan oluşmaktadır (Davis 2003). Nanomerler 25–75 nm

boyutlarında, kompozit organik yapısında kümeleşmemiş, tek tek bulunan silika partiküllerini ifade etmektedir. Nanodoldurucuların geleneksel mikrodolduruculara göre daha küçük olmaları, organik yapı ile temas eden yüzey alanının artmasına neden olmaktadır. Bu durum, inorganik-organik faz bağlantısının daha kuvvetli olmasını sağlarken bir yandan da daha fazla organik yapı ihtiyacına neden olmaktadır. Fakat nanomer grupları mekanik özelliklerin daha iyi olması için gerekli olan daha fazla inorganik yapı içerikli kompozit oluşturabilmeyi sağlamaktadır (Mitra ve ark 2003). Kompozit organik yapısına katılan nanomer grupları 50 nm' den küçük nanomerlerin gevşek bağlar ile meydana getirdiği yapılardır. Silika ve zirkonyum partikülleri içerir. Kompozit yapısındaki 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. Nanomer gruplarının bu özelliği nanokompozitlerin bir yandan mekanik özelliklerinin ve aşınmaya karşı dirençlerinin yüksek olmasına neden olurken diğer yandan yüzey özelliklerinin uzun süre devam etmesini sağlamaktadır. Nanopartiküllerin ve nanomer gruplarının kombinasyonu ile ağırlıkça %72-87 oranında doldurucu içeren kompozit yapısı meydana getirilmektedir (Ure ve Harris 2002, Duke 2003, Terry 2004).

Nanokompozitler mikrofil kompozitler ile karşılaştırılabilecek oranda yüksek translüens, cilalanabilirlik ve cilalı yüzeyin sürekliliği özelliklerini gösterir (Mitra ve ark 2003).

Nanokompozitlerde doldurucu oranının artmasıyla beraber organik polimer matriksinin 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. Nanopartiküllü kompozitlerin partikül boyutları görünür ışığın dalga boyundan daha küçüktür. Bu nedenle restorasyonun optik özellikleri ve estetik performansı artar ve anterior bölge restorasyonlarında daha iyi sonuçlar alınabilir. Ayrıca nanokompozitler polimerizasyonun son evresine (son sertliğine) kısa sürede ve iç gerilim oluşturmadan ulaşmaktadır (Condon ve Ferracane 2002, Duke 2003, Mitra ve ark 2003).

Nanokompozitlerde polimerizasyon büzülmesi streslerinin daha az olduğu bildirilmektedir. Aslında partikül boyutu küçüldükçe yüzey alanı artar ve bu da yüzeyin ıslatılması için daha fazla monomer anlamına gelmektedir. Bu durum da polimerizasyon büzülmesini arttırır. Yine nanomer doldurucu öbeklerin, büzülmenin etkisini kısmen karşıladığı bildirilmiştir (Condon ve Ferracane 2002).

2.1.2.2. Polimerizasyon yöntemlerine göre kompozitlerin sınıflandırılması

Kompozit rezinlerin sertleşmesi, organik faz içerisindeki başlatıcıların fiziksel veya kimyasal aktivasyonu ile polimerizasyonu sonucu oluşur. Kompozit rezinlerin polimerizasyonu üç Şekilde gerçekleşir:

a. Kimyasal olarak polimerize olan kompozit rezinler

b. Görünür ışıkla polimerize olan kompozit rezinler

c. Hem kimyasal hem de ışık ile polimerize olan kompozit rezinler (Dayangaç 2000).

Kimyasal olarak polimerize olan kompozit rezinler

Katalist ve bazdan oluşan pasta+likit, pasta+pasta, toz+likit komponentlerinin karıştırılmasıyla polimerizasyon gerçekleşir. Komponentlerden her biri hacimsel olarak yarı yarıya organik monomer ve doldurucular içerir. Patlardan birinde polimerizasyonu başlatan benzoil peroksit, diğerinde polimerizasyonu hızlandıran organik amin bulunur. İki pat karıştırılmaya başlandığında amin, benzoil peroksitle reaksiyona girerek, serbest radikaller oluşturur ve polimerizasyon başlar. Kompozit kütlesi, havanın inhibe ettiği dış katman hariç uniform bir katılaşma gösterdiği için polimerizasyon büzülmesine ve buna bağlı olarak marjinlerde stres birikimine rastlanır. İçerdikleri tersiyer aromatik aminler, ağız ortamında kimyasal olarak değişikliğe uğrayarak amin renklenmesine neden olabilirler. Bu renklenme ultraviyole ışığı, nem ve oksidasyon ile hızlanır (Dayangaç 2000). Çalışma sürelerinin kısa oluşu önemli dezavantajlarındandır (Phillips 1991).

Görünür ışıkla polimerize olan kompozitler

ışık ile polimerize olan kompozitler ilk olarak 1972 yılında kullanılmaya başlanılmıştır. Tek pat Şeklinde retilmişlerdir. Polimerizasyon görünür mavi ışıkla başlatılır. Bu nedenle ışık ile polimerize olan kompozitler olarak (light-cured) adlandırılırlar. Görünür mavi ışık 420-450 nm dalga boyundadır. ışık ile polimerize

olan kompozitlerin başlatıcısı kimyasal olarak polimerize olan kompozitlerden farklıdır. Başlatıcı olarak kamforokinon gibi bileşikler kullanılır. Hızlandırıcı olarak ise alifatik amin kullanılır. Işık uygulanmadıkça polimerizasyon başlamaz (Dayangaç 2000).

Çalışma zamanı hekim tarafından kontrol edilebilir. Kimyasal polimerize olabilen kompozitlere göre bitirme işlemlerine daha az gerek duyulur. Daha düzgün bir yüzey elde edilir (Dayangaç 2000).

Hem kimyasal hem de ışık ile polimerize olan kompozit rezinler

Polimerizasyon mekanizmaları hem kimyasal hem de ışık aktivasyonu ile gerçekleşir. Bu kompozitlerde rezine ilave bir polimerizasyon sağlanmıştır. Polimerizasyon hızı yavaştır ve özellikle derin kavitelere 2 mm'den daha kalın rezin uygulamalarında kullanılır. Polimerizasyonun eksiksiz olarak gerçekleşmesinden endişe duyulan ortamlarda kullanılması tavsiye edilmektedir (Dayangaç 2000).

2.1.2.3. Viskozitelerine göre kompozitlerin sınıflandırılması

a. Kondanse olabilen (packable) kompozitler

b. Akışkan kompozitler

Fakat son zamanlarda kompozitler şu şekilde sınıflandırılmaktadır:

1. Light-body rezin kompozitler: Bu kompozit rezinler akışkan materyallerdir. Düşük viskoziteli ve akıcılığı yüksektir.

2. Medium-body rezin kompozitler: Mikrofil, hibrit, mikrohibritlerdir.

3. Heavy-body rezin kompozitler: Kondanse olabilen kompozitler bu gruba dahildirler (Altun 2005).

Akışkan kompozitler

Akışkan kompozitler, kavite geometrisinin her durumda ideal şartlarda sağlanamadığı adeziv preparasyonlarda, stres kırıcı bir bariyer oluşturmak ve polimerizasyon büzülmesini engellemek amacıyla geliştirilmiş, düşük doldurucu oranına sahip kompozit rezinlerdir (Bayne ve ark 1998, Labella ve ark 1999).

Geleneksel hibrit kompozitlerle aynı doldurucu partikülleri içeren akışkan kompozitlerin doldurucu oranı, hibrit kompozitlerden % 20-30 oranında daha azdır. Ayrıca TEGDMA gibi seyreltici monomerlerin miktarı arttırılmıştır (Ferracane 2011). Doldurucu partikül oranının azaltılması ve TEGDMA gibi seyreltici monomerlerin kullanılması materyalin ağır yükler altında deformasyona karşı direncini azaltır ve polimerizasyon büzülmesi artar. Bu nedenle akışkan kompozitlerin stres taşıyan kaviteelerde kullanılması uygun değildir (Bayne ve ark 1998). Şırınga sistemleri sayesinde uygulanmaları kolaydır. Akışkan yapısından dolayı kavite preparasyonunun duvarlarındaki ve tabanındaki mikro defektlerin kapatılmasında, amalgam, kompozit veya kron tamirinde, ortodontik braketlerin yapıştırılmasında, mine defektlerinin kapatılmasında, pit ve fissürlerin örtülmesinde, air abrazyon kavitelerinde, koruyucu rezin restorasyonlarda, V. sınıf restorasyonlarda, kırık veya mobil dişlerin splintlenmesinde, insizal kenar tamirlerinde kullanılabilirler (Bayne ve ark 1998, Labella ve ark 1999, Unterbrink ve Liebenberg 1999). Akıcılıklarından dolayı manipüle edilmesinin zor olması ve aletlere yapışmaları dezavantajlarındandır (Bayne ve ark 1998). Aynı zamanda aşınma dirençleri düşüktür. Yüksek polimerizasyon büzülmesi nedeniyle ince tabakalar halinde uygulanmaları gerekir (Sturdevant 1995).

Kondanse olabilen (packable) kompozitler

İnorganik doldurucu partikül miktarı arttırılarak amalgama benzer biçimde yoğunluğu artırılmış kompozitler üretilmiştir (Dayangaç 2000). Kondanse kelimesi basınç ile materyal hacminin azalması anlamına geldiğinden, sıkı sıkıya doldurma anlamındaki “packable” kelimesi bu tür kompozitleri daha iyi tanımlayabilir (Manhart ve ark 2000). Bu tür kompozitlerin yapısı, hibrit kompozitlerden daha farklı olup, hibrit kompozitlere oranla daha yüksek oranda doldurucu içerirler ve doldurucu dağılımları farklıdır. Yüksek oranda doldurucu ilave edilmesi, bu materyallerin üstün mekanik ve fiziksel özellikler göstermesini ve el ile işlenmelerini sağlar (Leinfelder ve ark 1998, Jackson ve Morgan 2000, Manhart ve ark 2000). Kondanse olabilen kompozitler, yapışkan olmadıklarından temiz aletlerle tek seferde yerleştirilerek anatomik form işlenebilmektedir. Böylece son bitirme ve düzeltme işlemleri kolaylaşmış olur. Ancak hibrit kompozitlere oranla daha büyük doldurucu partiküller içerdiklerinden, bitim ve polisaj işlemlerinden sonra pürüzlü yüzey oluşma riski daha yüksektir. Yüksek densite nedeniyle daha derin polimerizasyon

sağlanır (5 mm'ye kadar). Bu durum 5 mm'den sığ kavitelelerin tek seferde doldurulmasına imkan sağlar. Kaviteye basınç uygulayarak daha kolay yerleştirilebilmeleri ile kontak noktalarının ideal bir şekilde oluşturulabilmesi, sınıf II kavitelede başarıyla uygulanmalarını sağlamaktadır (Jackson ve Morgan 2000).

2.2. Cam İyonomer Simanlar

Cam iyonomer simanlar, 1970 yılında Wilson ve Kent tarafından bulunmuş, 1974 yılında Wilson ve Mc Lean tarafından geliştirilmişlerdir. Bu simanlar, silikat simanların direnç, sertlik ve florid iyonu açığa çıkarma gibi olumlu özellikleriyle, diş dokularına yapışma ve biyolojik uyum özelliklerine sahip poliakrilik asit likitin birleştirilmesi sonucu bulunmuştur (Dayangaç 2000).

Cam iyonomer simanlar (CİS), çiğneme kuvvetine dayanıklılığı düşük, diş renginde olan restoratif materyallerdir. Toz kısmı asitte çözünebilir cam tozlarından oluşmuş, likit kısmı ise poliakrilik asit içeriklidir. CİS'ler toz-likit sisteminin karıştırılması ile aktive olmaktadır. Bu karışım sonucunda oluşan materyal kompozit rezinlere benzemektedir ve kabul edilebilir bir estetik görüntüsü vardır. Ancak içeriğindeki iyonomerler nedeni ile mine dokusundan daha opak bir görüntü vermektedir (Gladys ve ark 1999).

2.2.1. Geleneksel Cam İyonomer Simanlar

Cam iyonomer simanlar poliasitler ile birlikte oluşturdukları sertleşme reaksiyonu sırasında iyon salınımı yapabilen cam partikülleri içermektedirler. Bu materyaller camla güçlendirilmiş doldurucu partiküllerin, iyonlar ile çapraz bağlanmış polimer matriksleri çevrelemesinden oluşmaktadırlar. Restoratif amaçla ilk geliştirilen CİS'ler bir poliakrilik asit likidinin kalsiyum ve flor içeren kompleks bir aluminosilikat tozu ile karıştırılmasından oluşmaktadır. Asidik likit solüsyon (pH=1), silikat cam partiküllerinin çevresindeki kısımları çözmekte ve bunun sonucunda kalsiyum, aluminyum, flor, silikon ve diğer iyonlar salınmaktadır. Ca^{+2} iyonları sertleşmenin erken döneminde daha fazla açığa çıkarak iyonize karboksil (COO^-) yan gruplar tarafından hızlıca şelasyona uğramaktadırlar. Böylece poliakrilik asit polimer zincirinde çapraz bağlar oluşmakta ve amorf polimer jel meydana gelmektedir. Sonraki 24-72 saatte, Ca^{+2} iyonlarının yerini, daha yavaş reaksiyona giren Al^{+3} iyonları almakta ve daha fazla çapraz bağ içeren ve mekanik olarak daha

güçlü olan bir matriks oluşmaktadır. Bu dönemden önce materyal çözünebilir karakterde ve çok zayıftır. Reaksiyonun tam olarak gerçekleşmesi için bu dönemde simanın nemden korunması gerekmektedir (Pegoraro ve ark 2007). Ayrıca likitteki karboksilik yan gruplar cam partiküllerin yüzeyindeki iyonlara ek olarak dış dokusundaki kalsiyum iyonlarını da şelasyona uğratabilmektedirler. Böylece dış dokularıyla da kimyasal bağ gerçekleşmektedir (Roberson ve ark 2011).

Suya erken maruz kalmanın sonucunda materyalin dayanıklılığında azalma, çözünürlüğünde artış, düşük basma dayanımı, daha az translüsentlik ve düşük klinik performans çalışmalarda gösterilmiştir (Earl ve Ibbetson 1986, Nicholson 1998). Dayanıklılık ve erozyona direnç nispeten çözünmeyen poliasit/kasyon matriks oluşumu ile mümkündür. Matriksin oluşumu ve iyonik çapraz bağların özelliklerinin değişmesi ilk 24 saatte gerçekleşir. Erken suya maruz kalma sonucunda oluşabilecek problemlerin üstesinden gelmek için, materyalin sertleşmesinden hemen sonra su geçirmeyen kakao yağı, vernik veya ışıkla sertleşen koruyucu rezin uygulanması önerilmiştir (Kovarik ve ark 2005).

Sertleşme sürecini tamamlamış CİS'lerin, kompozit rezinlere göre yetersiz gibi görünen bazı özellikleri vardır. Abrazyona dirençlerinin az olması, zayıf estetik özellikleri, ağız içerisinde ilk uygulandıkları sırada neme karşı duyarlı olmaları cam iyonomerlerin en önemli dezavantajları olarak bildirilmektedir (Burke ve ark 2006).

Fakat cam iyonomer simanların, mine ve dentin dokularına iyi kimyasal adezyonları, mikrosızıntıya dirençli olmaları, yeterli marjinal bütünlükleri, nemin yüksek olduğu koşullarda bile korudukları boyutsal stabiliteleri, termal genleşme katsayılarının diş dokularına yakın olması, sertleşme sırasında serbest monomer salınımı yapmadan rezinlere oranla daha az büzülme göstermeleri, florid salınımı yapabilmeleri ve tekrar yüklenebilmeleri gibi özellikleri ile yüksek çürük riskli hastalarda okluzal kuvvetlere fazla maruz kalmayan kavitedelerde ve çocuk diş hekimliğinde kullanımları ön plana çıkmaktadır (Burke ve ark 2006).

2.2.2. Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Simanlar

Cam iyonomer simanların amalgam ve kompozit restorasyonlara göre daha düşük basma dayanımları ve aşınma dirençleri olduğu bildirilmektedir. Klinik uygulamalarda bu nedenlerle oluşabilecek başarısızlıkları azaltmak amacı ile cam iyonomer simanların özelliklerinin geliştirilmesi ve ideale daha yakın restoratif materyaller üretilmesi planlanmıştır. Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanların kullanımı bu özellikleri ile ön plana çıkmaktadır (Deepa ve Shobha 2010). Bu simanlar daha yüksek oranda toz-likit oranına sahiptirler. Partikül boyutları ve dağılımı değiştirilerek ve cam partiküllerinin yüzeyindeki fazla kalsiyum iyonları uzaklaştırılarak aşınmaya karşı direnç ve daha iyi mekanik özellikler elde edilmeye çalışılmıştır (Basting ve ark 2002). Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar sertleşme reaksiyonunu daha hızlı tamamlarlar; böylelikle erken dönemde suya maruz kalmaları diğer cam iyonomer simanların aksine bu materyallerin fiziksel özelliklerini olumsuz etkilemez (Okada ve ark 2001, Şener ve Koyutürk 2006). Geleneksel cam iyonomer simanlarda 190 Megapaskal (MPa) olan basma dayanımı bu simanlarda 250 MPa'a kadar yükseltilmiştir. Esneklik dayanımları ise 30 MPa'dan 45 MPa' a kadar arttırılmıştır. Bu nedenle abrazyona ve gerilme kuvvetlerine dirençleri daha fazladır ve geleneksel cam iyonomerlere kıyasla aşınmaya da daha dirençli oldukları bildirilmektedir. Geliştirilmiş özellikleri sayesinde daha geniş oklüzal restorasyonlarda kullanılabilirler (Berg 1998). Ayrıca geleneksel CİS'ler gibi florid salınımı yapabilmektedirler. Mine ve dentine adezyonları ile estetik özellikleri de iyidir (Burke ve ark 2001).

Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar, kondanse edilebilir CİS'ler olarak da isimlendirilmektedirler. Bu materyallerin uygulanması, geleneksel CİS'lerden daha kolaydır. Yüksek viskozitelerinden dolayı kavite içerisine amalgama benzer şekilde kondanse edilebilirler. Atravmatik Restoratif Tedavi' de (ART) yaygın olarak kullanılmaktadır (Burke ve ark 2001).

2.2.3. Rezin modifiye cam iyonomer simanlar

Geleneksel CİS' lerde gözlenen uzun sertleşme süresi, teknik hassasiyet ve kırılabilirlik gibi problemlerin üstesinden gelmek amacı ile oluşturulan bu simanlara rezinle güçlendirilmiş cam iyonomer simanlar da denilmektedir (Burke ve ark 2001). Hibrit iyonomer simanlar olarak da adlandırılan bu materyaller, kaide materyali

olarak, kor yapımında ve yapıştırma simanı olarak kullanılmaktadırlar (O'Brien 2002).

Rezin modifiye cam iyonmerlerin (RMCİ) yapısı polikarboksilik asit polimeri, floro-alumino silikat (FAS) cam, su, hidrofilik metakrilat monomer, serbest radikal iniatörlerden meydana gelmektedir. RMCİ'ler genellikle asit-baz reaksiyonu ve ışıkla aktive edilen polimerizasyon mekanizmasına sahipken bazı materyallere kimyasal olarak aktive edilen polimerizasyon da ilave edilmiştir. Üç farklı şekilde sertleşen RMCİ'lerin bulk-cured materyal olarak kullanılmasına imkan sağlanmış olur ve hekime zaman kazandırır (Sakaguchi ve Powers 2012).

RMCİS'lerin, sertleşme reaksiyonlarının görünür ışıkla başlaması, çalışma sürelerinin uzun olması, iyi mekanik özelliklere sahip olmaları, estetik özelliklerinin geleneksel CİS'lere göre daha iyi olmasının yanı sıra florid salınımlarının olması, mine ve dentine iyi adezyon göstermeleri gibi çok sayıda avantajları vardır (Burke ve ark 2001). Geleneksel cam iyonmer simanların flor salınımı, biyo-uyumluluk, diş dokularına yakın ısıl genişleme ve büzülme katsayıları ve diş dokusuna fizikokimyasal bağlanma gibi önemli avantajları olmakla birlikte RMCİS'lerin kırılma dayanımları ve aşınma dirençleri geleneksel cam iyonmerlere göre daha yüksektir (Croll ve Nicholson 2002). RMCİS'lerin fiziksel özellikleri geleneksel CİS'lere göre daha güçlü olduğundan, sürekli dişlerin Sınıf V ve süt dişlerinin Sınıf I ve II restorasyonlarında kullanılabilir (Roberson ve ark 2011).

2.2.4. Poliasit modifiye kompozit rezinler

Poliasit modifiye kompozit rezinler (PMKR) ise kompomerler olarak da adlandırılmakta ve CİS'lerin bazı özelliklerini az miktarda yapılarında bulundurmaktadırlar. Kompomerler 1990'lı yılların başlarında kullanıma sunulmuşlardır. Üretimlerindeki ilk amaç asitleme gereksinimi olmadan diş dokularına iyi bağlanma yapabilecek bir materyal üretebilmektir (Burke ve ark 2001). Kompomerler kompozit rezin materyallere benzer fiziksel özelliklere sahip olmalarından ve kullanım kolaylıklarından dolayı özellikle çocuk diş hekimliğinde popülerlik kazanan materyallerdir (Berg 1998).

2.3. Diş macunları

Diş macunu, dişlerin ulaşılabilir yüzeylerinin temizlenmesi amacıyla diş fırçası ile birlikte kullanılan madde olarak tanımlanmaktadır. Diş macunları piyasada toz, macun ve jel formunda bulunmaktadır (Wulknitz 1997). Asırlardır diş macunları ağızdan hoş olmayan kokuları uzaklaştırmada, dişleri güçlendirmede, diş hassasiyetini gidermek ve hastalıklardan korunmak için profilaktik olarak ve estetik amaçla kullanılmaktadır (Fischman 1997).

Diş macunları, kozmetik etki sağlamak ve güzel tat vermek için geliştirilmiştir. Bakteri metabolizmasının son ürünü olan dış kaynaklı renklenmelerin kaldırılmasında etkilidirler. Bu renklenmeler yeşil ve sarıdan siyaha kadar olabilir. Lekeler ayrıca çeşitli yiyecekler ve çay, kahve, kola, kırmızı şarap gibi içecekler nedeniyle de oluşabilir (Harris 2004). Diş macunları ayrıca tedavi edici amaçla piyasaya sürülmektedir. İstenilen tedavi edici etki genellikle çürüğü, gingivitis veya diş hassasiyetini azaltmaktır. Fakat aroması ve köpük oluşturma aktivitesi bu tür ürünlerin satışını etkilemektedir (Fischman ve Yankell 2004).

Diş macunlarının çok geniş kapsamlı olması ve farklı içeriklerinden dolayı profesyoneller tarafından dental ürünlerin edinimi karmaşık hale gelmekte ve uygun ürünün seçimi hastalar tarafından zor hale gelmektedir (Maldupa ve ark 2012).

2.3.1. Diş Macunlarının Yapısı

Birçok diş macununun formülünde aynı tipte ajanlar bulunmaktadır. Jeller de aynı içeriğe sahiptir. Farklı olarak jellerde koyulaştırıcı ajanların oranı daha yüksektir. Macunlar ve jeller plak uzaklaştırmada ve aktif ajanların ağız ortamına taşınmasında aynı oranda etkilidir (Fischman ve Yankell 2004). Diş macununun yapısına giren maddeler Çizelge 2.2' de oranlarıyla birlikte gösterilmiştir (Harris 2004).

Çizelge 2.2. Diş macunlarının içerik ve yüzdeleri.

Diş macunlarının içeriğinde bulunan ajanlar	%
Aşındırıcılar	20-40
Su	20-40
Nemlendiriciler	20-40
Deterjanlar	1-2
Bağlayıcı ajanlar	2
Tatlandırıcılar	2
Terapotik Ajanlar	5
Renklendiriciler ve koruyucular	1

2.3.1.1. Aşındırıcılar (mekanik temizleyiciler)

Diş macunlarının en önemli fonksiyonu, diş yüzeylerini temizlemektir. Bu temizleme fonksiyonu plak eliminasyonu ve gıda artıklarının uzaklaştırılması ile sağlanır. Bunların kaynağı gıdalar, çay, kahve, tütün ve kırmızı şarap gibi alışkanlıklardır (Clarkson ve McLoughlin 2000). Aşındırıcılar lekeleri çıkarırken fiziksel yolla fonksiyon görürler (Wulknitz 1997). Aşındırıcılar dış kaynaklı diş renklenmelerinin kontrolünde zorunlu kullanım gerektiren ajanlardır (Claydon ve ark 2004). İdeal bir diş macunu düşük aşındırıcılı ve aynı zamanda tübüleri tıkayıcı özellikte olmalıdır (Moore ve Addy 2005).

Diş macunlarında kullanılan abrazyonlar genellikle çözünmez inorganik tuzlardır. Önceleri en çok kullanılan abrazyonlar kalsiyum karbonat ve kalsiyum fosfatlardı. Fosfatlar; dikalsiyum fosfat, kalsiyum pirofosfat, kalsiyum ortofosfat ve çözünmeyen sodyum metafosfat gibi fosfat tuzlarıdır. Bu ajanlar, çoğunlukla florid ile ters reaksiyona girerek floridin etkinliğini düşürmektedir. Diğer abrazyonlar ise kalsiyum ve magnezyum karbonatlar, çeşitli silikatlar ve dehidrate silika jelleri, hidrate alüminyum oksitlerdir. Yeni silikalar, silikon oksitler ve alüminyum oksitler diş macunu formülasyonlarına ilave edilmekte; daha etkili oldukları söylenmektedir (Fischman ve Yankell 2004). Hidrate silika yüksek abrazyon kapasiteli iyi bir temizleme ajanıdır ve çoğu florlu bileşikle uyumludur. Ayrıca bu bileşenin diş macunu içerisinde kalınlaştırıcı ve stabilizasyon özellikleri de bulunmaktadır (Reis ve ark 2003).

Aşındırıcı sistem; sıvıda çözünmeyen, toksik olmayan, inert ve tercihen beyaz olmalıdır. Diş macunlarının yapısında genellikle kullanılan aşındırıcılar şunlardır: Kalsiyum karbonat, sodyum bikarbonat, alümina, silika, dikalsiyum fosfat dihidrat (Forward ve ark 1997, West ve ark 2002).

Parlatıcı veya aşındırıcı bir ajan; öncelikle yumuşak aşındırma işlemi ile dişlerden plağın uzaklaştırılmasına yardımcı olur ve böylelikle plak birikimini azaltır. Ayrıca abraziv ajan dişler üzerinden boyanmış pelikülü uzaklaştırır, yüzeyleri parlatacak doğal parlaklığın oluşmasını sağlar; minenin beyazlığını artırır. Abraziv ajan mineye ve alttaki daha yumuşak olan dentine zarar vermeden veya çizmeden temizleyebilmeli ve parlatabilmelidir (Forward ve ark 1997).

Diş macunlarının aşındırıcılık derecesi içerdikleri aşındırıcıların partikül sertliği, şekli ve büyüklüğüne bağlıdır. Ayrıca başka özellikler de diş macununun aşındırıcılık derecesini belirler. Diş fırçasının baskısı, fırçalama tekniği, fırça kıllarının sertliği, fırçalama sırasında fırça darbelerinin yönü ve sayısı aşınma miktarını etkiler (Harris 2004). Ayrıca diş fırçaları, diş macunu taşıma yeteneğine göre değişen miktarlarda aşınmaya neden olurlar (Zero 2006). Diş macununun aşındırma derecesi arttıkça dişlerde ve yumuşak dokuda oluşacak zararın önüne geçmek için fırçalama tekniklerine daha fazla önem verilmesi gereklidir (Harris 2004).

Abrazivin tek başına test edilmesi ile macun formülasyonu içerisinde test edilmesi farklı sonuçlar vermektedir. Bireylerin tükürüklerinin karakteristiği de diş macunu abrazivitesini etkilemektedir (Fischman ve Yankell 2004).

Farklı aşındırıcıların birlikte kullanımı sonucunda ayrı ayrı sağladıkları etkiden farklı aşındırıcılık ve temizlik etkisi sağlanabilir (Clarkson ve McLoughlin 2000). Aşındırıcılar, deterjanlar ve bunların kombinasyonları dentinde farklı miktarlarda aşınmaya neden olurlar (Claydon ve ark 2004). Moore ve Addy' e göre silika içeren diş macunları, dikalsiyum fosfat içeren diş macunlarından daha fazla aşındırıcı etki göstermiş; buna rağmen daha iyi tübüler tıkkama sağlamıştır (Moore ve Addy 2005).

Yapılan bir çalışmada diş macununun oluşturduğu aşınmaya karşı pelikülün koruyucu etkisi incelenmiştir. Pelikülün lubrikasyon etkisinin, aşınmayı önlemede

etkili faktörlerden biri olduğu gösterilmiştir. Ayrıca fırçalama işlemiyle pelikülün tamamının kaldırılmadığı ve geriye kalan kısmının yine koruyucu etkisini devam ettirdiği bildirilmiştir (Dyer ve ark 2000).

2.3.1.2. Nemlendiriciler

Nemlendiriciler, diş macunu havayla temas ettiğinde yapısından su kaybını önlemek amacıyla kullanılmaktadır ve %5-45 oranında formülasyona ilave edilmektedir (Forward ve ark 1997).

Diş macunu uzun süre havayla temas ettiğinde zamanla içerisindeki su buharlaşır ve katı maddeler çöker. Bu durum geriye kalan macunun katılaşmasına sebep olur. Bu yüzden 1930'lara kadar, çoğu diş macununun raf ömrü kısaydı. Tüp bir kez açıldığında diş macunu likit formda olmasına rağmen sonunda kullanılamayacak kadar sertleşiyordu. Bu problemin önüne geçmek ve diş macunlarına nem sağlamak için yapıya nemlendiriciler ilave edilmiştir (Harris 2004).

En yaygın olarak kullanılan nemlendiriciler gliserin, sorbitol, mannitol ve propilen glikoldür (Forward ve ark 1997, Harris 2004). Bunlar içerisinde de en çok gliserin ve sorbitol kullanılır. Bu nemlendiriciler toksik değildir. Varlıklarında küf veya bakterilerin üremesi söz konusu olabilir. Bundan dolayı yapıya sodyum benzoat gibi koruyucular ilave edilmiştir. Nemlendiriciler diş macununun yoğunluğunu da temin ederler. Varlıklarına rağmen diş macununda katılaşma olabilir. Bunun önüne geçebilmek için inceltici ve bağlayıcı ajanların ilave edilmesine ihtiyaç duyulmuştur. Yüksek konsantrasyonda (>%40) nemlendiriciler ayrıca koruyucu olarak fonksiyon görürler (Harris 2004).

2.3.1.3. Sabunlar ve deterjanlar

Yüzey gerilimini düşüren yüzey aktif ajanlar, diş macunlarında sıklıkla kullanılmaktadır (Featherstone 1996). Yüzey aktif ajanlar gıda artıklarının uzaklaştırılmasını kolaylaştıran köpürmeyi sağlar; ancak tek başlarına dental plağı kaldıramazlar (Forward ve ark 1997).

Diş macunları temel olarak dişleri temizlemek amacıyla üretildiği için, ilk olarak sabun yüzey aktif ajan olarak seçilmiştir. Diş fırçasının kılları gıda debrislerini

ve plağı yerinden oynatırken, sabunun köpük oluşturma ve kayganlaştırma özelliğı bunların uzaklaştırılmasında rol oynamaktadır.

Sabunların bazı dezavantajları vardır;

- Müköz membran irritasyonuna sebep olabilirler,
- Tatlarının maskelenmesi zordur ve çoğunlukla mide bulantısına sebep olurlar,
- Sabunların pek çok çeşidi diş macunu yapısındaki diğer ajanlarla (örneğin kalsiyum) uyum göstermezler (Harris 2004).

Deterjanların piyasaya çıkmasıyla sabunlar diş macunlarının yapısından hızlı bir şekilde çıkarıldılar. Günümüzde yumuşak sentetik deterjanlar daha iyi tat, köpük ve ürünün stabilitesini sağlamak için kullanılmaktadır. Büyük üreticiler tarafından en yaygın kullanılan deterjanlar sodyum lauril sülfat (SLS) ve N-lauril sarkosinattır. SLS, stabil olup antibakteriyel özelliklere sahiptir. Diş macununun diş yüzeyinde kolay akmasını sağlayan düşük yüzey gerilimine sahiptir. SLS, nötral pH'da aktiftir, tadı kolaylıkla maskelenebilmektedir ve macunun içeriğindeki diğer maddelerle uyum göstermektedir (Fischman ve Yankell 2004). Diş macunlarında %1-2 oranında bulunmaktadır. SLS' nin antiplak etkisi bulunmaktadır ve bu antiplak etkisini üç şekilde gerçekleştirir:

- Mikroorganizmaları öldürme niteliğı,
- Yüzey enerjisini düşürme yeteneğı,
- Protein denatüre etme niteliğı (Joiner ve ark 2008).

SLS'nin dokulara derin penetrasyon özelliğı vardır. SLS'nin düşük dozları epitel hücre proliferasyonunu artırırken, yüksek dozları epitelyal atrofi ve hücre ölümüne neden olur. Günümüzde SLS'nin ticari olarak izin verilen dozu %1-3'tür. Oral mukozada organopatik değışime yol açacak doz aralığı ise %0.015-1.5'tir (Quirynen ve ark 2001).

2.3.1.4. Bağlayıcılar

Koyulaştırıcı ajanlar veya bağlayıcılar, diş macunu formülasyonunun stabilizasyonunu temin ederek katı ve sıvı fazların ayrılmasını önlemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu ajanlar; hidrofilik kolloidal özelliklere sahip olan doğal sakızlar, karaya sakızı ve ağaç sakızı, İrlanda yosunu özü ve sodyum aljinat gibi deniz yosunu

kolloidleri, metil selüloz ve sodyum karboksimetil selüloz gibi sentetik selülozlar, bentonit ve veegum (hidrate magnezyum alüminyum silikat) gibi mineral kolloidleridir (Forward ve ark 1997). Bağlayıcı veya koyulaştırıcı ajanlar % 0,5–2,5 oranında kullanılmakta; diş macununun stabilizasyonunun ve yoğunluğunun kontrolünü sağlamakta; bununla birlikte macunun ağızda kolay dağılımını etkilemektedir (Forward ve ark 1997). Doğru bağlayıcı ve konsantrasyonun seçimi, diş macununun tüpten daha rahat sıkılmasını ve fırça üzerinde iyi görünüme sahip olmasını sağlayan kritik noktadır (Forward ve ark 1997).

2.3.1.5. Tatlandırıcılar

Tüketicilerin diş macunu tercihinde tat önemli faktörlerden biridir. Kullanım sonrası ağızda tazelik ve ferahlık etkisi oluşturan ürünler tercih edilir (Forward ve ark 1997). İstenilen tadın elde edilmesi için çoğunlukla sentetik aromalar kullanılmaktadır. Tatlı nane, acı nane, tarçın ve diğer aromalar diş macununa güzel ve ferahlatan bir tat verir. Bazı üreticiler timol, mentol vb. yağlar ekleyerek ürüne ilaç benzeri bir aroma vermektedir. İlâveten bu yağlar antibakteriyel etkilere katkı sağlamaktadır (Fischman ve Yankell 2004). Mentolün diş macunlarındaki konsantrasyonu %0.1-0.5'tir (Joiner ve ark 2008). Mentol pek çok gıdada, kozmetik ürünlerinde, sabunlarda ve diş macunlarında yaygın olarak kullanılan bir alkoldür. Mentolün astım ve ürtikere sebep olabileceği bildirilmiştir (Takatsuka ve ark 2008).

İlk üretilen diş macunu içeriğinde şeker, bal ve diğer tatlandırıcılar kullanılmıştır. Bu materyaller ağızda yıkıma uğrayarak asit oluşumu ve düşük plak pH'ına sebep olacağı için çürüğe sebep olmaktadır. Bunların yerini karyojenik olmayan tatlandırıcı ajanlardan sorbitol, sakarin, siklamat ve mannitol almıştır. Sorbitol ve mannitolün tatlandırıcı ve nemlendirici olmak üzere iki etkisi mevcuttur. Nemlendirici olarak kullanılan gliserinin aynı zamanda tatlandırıcı etkisi de bulunmaktadır.

Günümüzde diş macunlarında kullanılan yeni bir tatlandırıcı da ksilitoldür. Laboratuar çalışmalarında ksilitolün bakteriler tarafından metabolize edilemediği ve bundan dolayı asit oluşumuna yol açmadığı gösterilmiştir. İnsan çalışmalarında sakızlara ve yiyeceklere ilave edildiğinde ksilitolün karyojenik olmadığı ortaya konmuştur. İlâveten başlangıç çürük lezyonlarının remineralizasyonunu teşvik

ederek çürük önleyici etkinliğe de sahip olduğu bildirilmiştir (Fischman ve Yankell 2004).

2.3.1.6. Diğer

Titanyum dioksit dokudaki yüzey düzensizlikleri tarafından emilir ve mine renk tonunu geçici olarak modifiye edebilir. Bu nedenle dişlerin daha beyaz görünmesini sağlamak için kullanılmaktadır (Reis ve ark 2003). Bununla birlikte diş macunlarının içeriğine ürünün beyaz görünümü için titanyum dioksit ilave edilebilir. Ayrıca benzoat gibi koruyucuların ilavesiyle diş macunu içerisinde mikroorganizma üremesi ihtimalinin önüne geçilmiş olur (Forward ve ark 1997, Moran ve ark 2005).

Polyvinyl pyrrolidone (PVP), çay ve kahve renklenmelerini uzaklaştıran bir maddedir. PVP'nin incelendiği bir araştırmada, PVP içeren beyazlatıcı diş macunu, diğer beyazlatıcı diş macunlarından daha etkin bir şekilde diş renklenmesinin önüne geçmiş ve lekeleri kaldırmıştır. Fakat bu mekanizma tam olarak anlaşılamamıştır (Wulknitz 1997).

2.3.2. Terapötik ajanlar

Diş macunları, ağız sağlığının temininde faydalanılabilecek en uygun araçtır. Yapısına pek çok farklı terapötik ajan eklenebilir. Bu ajanları içeren diş macunları beş ana grupta incelenmektedir.

- Çürük önleyici diş macunları,
- Plak oluşumunu önleyen, antibakteriyel özelliğe sahip diş macunları,
- Diş taşı oluşumunu önleyen diş macunları,
- Dentin duyarlılığını önleyen diş macunları,
- Beyazlatıcı ve ağartıcı etkili diş macunları (Forward ve ark 1997).

2.3.2.1. Çürük önleyici diş macunları

Diş macunlarına ilave edilen terapötik ajanlardan en sık kullanılanı floriddir (Fischman ve Yankell 2004). Günümüzde, floridli diş macunları ile diş fırçalama çok eskilere dayanan bir çürük kontrol yöntemidir. Florid, ağız sağlığının korunmasında anahtar unsurdur ve diş çürüklerinin önüne geçilmesinde çok önemlidir. Uluslararası

sağlık ajansları tarafından güvenilirliği ve etkinliği kabul edilmiştir (Marinho ve ark 2003).

Bir diş macununun demineralize mineye florid taşıma ve bu floridin minenin yapısına katılma kabiliyeti, US Food and Drug Administration'ın (FDA, 1995) floridli diş macunlarını test ederken aradığı gerekliliklerden biridir (Duckworth ve Gilbert 1992).

Florid 50 ppm düzeyindeyken bakteri metabolizması üzerine etkilidir. 100 ppm ve üzeri konsantrasyonlardaki florid ise plak içinde birikir. Çürük gelişimi başlayıp asidik ortam oluştuğunda, plak yapısına katılmış olan florid iyonik forma geçer. Mine yüzeyindeki bu aktif florid iyonları florhidroksiapatit olarak remineralizasyonu teşvik eder (Harris 2004).

Floridin etkilerinden birisi de glikolizisi inhibe etmesidir. Ayrıca florid Streptococcus mutans'ın karyojenik potansiyeli üzerine de etki eder. Yüksek konsantrasyonlarda bakterisidaldir (Marinho ve ark 2003). Floridli diş macunlarının etkinliği; florid konsantrasyonu, macun kullanım sıklığı, macun miktarı ve fırçalama sonrası ağız çalkalama alışkanlığına bağlıdır (Marinho ve ark 2003).

Diş macunları içerisindeki abraziv bileşikler, florun salınımını etkilememelidir. Bugün floridli diş macunlarından bahsederken mutlaka florid ile birlikte kullanılan aşındırıcı maddenin belirtilmesi gerekir. Kalsiyum karbonat veya dikalsiyum fosfatın floridli diş macunlarında abraziv olarak kullanılmasıyla çözünürlüğü çok az olan kalsiyum florür oluşur. Bu durumda macunun çürük önleyici etkisi kaybolur ya da büyük oranda azalır (Can 1999).

Floridli diş macunları, bireysel ve toplumsal çürük önleyici programlarda önemli role sahiptir. Diş çürüklerinde gözlenen düşüşün en önemli faktörü floridli diş macunlarıdır. Bununla birlikte küçük çocuklarda florozis oluşturabileceği unutulmamalıdır (Davies ve ark 2003). Florozis riskini azaltmak amacıyla özellikle küçük çocukların kullanımı için düşük florid konsantrasyonlu diş macunları geliştirilmiştir. Bu diş macunlarının florid içeriği 250 ppm'den 500 ppm'e kadar değişiklik göstermektedir (Can 1999).

Altı yaşından önce floridli diş macunu kullanımı florozis için risk yaratır (Mascarenhas ve Burt 1998). Altı yaşına kadar, ebeveynler kullanılan diş macunu miktarı konusunda dikkatli olmalıdırlar. Altı yaşından sonra ise ön dişler için artık florozis riski söz konusu değildir, bu nedenle yüksek florid içerikli diş macunlarının kullanımı güvenlidir ve yüksek çürük riski altındaki çocuklara önerilir (White 1997).

Florozis riskini önlemek için, 6 yaşın altında ve düşük çürük riski olan çocuklar, 600 ppm'den az florid içeren diş macunları kullanmalıdır. Çürük riski yüksek olanlar ise standart florid içerikli diş macunu (1000 ppm) veya yüksek florid içerikli diş macunu (1450 ppm) kullanmalıdır (White 1997).

Floridli diş macunlarının kullanımı suların floridlenmesine göre daha kabul edilebilirdir (Ammari ve ark 2007). Floridli diş macunu ve jellerin kullanımı ile restoratif ve diğer koruyucu tedavilerin maliyeti belirgin olarak azalır (Splieth ve Fleßa 2008). Efstratiou ve arkadaşlarının yaptığı araştırma sonucuna göre; florid kullanılarak yapılan koruyucu uygulamalar, ekonomik açıdan restoratif uygulamalardan çok daha avantajlıdır (Efstratiou ve ark 2007). Evlerde uygulanabilen florid jellerin, ekonomik açıdan en avantajlı sonuçları ortaya koyduğu tespit edilmiştir (Efstratiou ve ark 2007).

Floridli diş macunlarının kullanımı ile ilgili olarak şu konulara dikkat edilmelidir:

- Küçük çocuklar fırçalama esnasında denetim altında olmalıdır.
- Ailelerin fırçalama sırasında 0.25 gramdan fazla diş macununu çocuklara kullandırmamaları konusunda eğitilmelidirler.
- Dişler günde 2 kez fırçalanmalıdır (bir fırçalama mutlaka gece yatmadan yapılmalıdır (Davies ve ark 2003).

Florid ile birlikte ksilitol; iyi bir anti-çürük etkiye, özellikle S.Mutans üzerinde antibakteriyel etkiye, tükrük uyarıcı etkiye (tükrük tamponlama etkisini artırır, şeker temizlenme süresini kısaltır, remineralizasyonu destekler) ve direkt biyomekanik etkilere sahiptir (minede mineral kaybını önler) (Maldupa ve ark 2012). Floridlerle kombine kullanılan ksilitolün yararlı olduğu bilinmesine karşın remineralizasyon süreci üzerindeki etkisinin nasıl gerçekleştiği tam olarak netlik kazanmamıştır (Sano ve ark 2007).

Sano ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada; 500 ppm flor ve %5 ksilitol içeren diş macunu ile sadece 500 ppm flor içeren diş macununu karşılaştırmışlardır. 500 ppm flor ve %5 ksilitol içeren diş macununun, sadece 500 ppm flor içeren diş macununa göre remineralizasyonu destekleyici gücünün daha etkin olduğu görülmüştür. Yine bu araştırmanın pilot çalışmasında 500 ppm flor ve %1 ksilitol içeren diş macunu ile 500 ppm flor içeren macun kıyaslanmış ve remineralizasyon açısından fark olmadığı gözlemlenmiştir. Bu durum remineralizasyonda etki yaratmak için belirli bir konsantrasyonun üzerinde ksilitol gerektiğini ortaya koymuştur (Sano ve ark 2007).

Yapılan bir in-vivo çalışmanın ilk 1 aylık değerlendirilmesinde isomalt içerikli bir diş macunu ile diş fırçalamanın, remineralizasyonu artırdığı saptanmıştır. Bu çalışmaya göre, isomalt remineralizasyonda etkili bir ajandır ve çürük önleme programlarında etkin olarak kullanılabilir (Takatsuka ve ark 2008).

Laktoperoksidaz, lizozim ve glikozil oksidaz gibi bir takım enzimlerin de St. Mutanslara karşı etkili olduğu saptanmıştır (Hannig ve ark 2010).

2.3.2.2. Plak oluşumunu önleyen, antibakteriyel özelliğe sahip diş macunları

Son yirmi yılda diş çürüğündeki azalmalar, büyük çoğunlukla florlu diş macunları kullanımına bağlanmakta ise de çok sayıda klinik çalışma, florlu bir diş macunu ile fırçalama sonunda %50'ye varan oranlarda plak kalabileceğini göstermiştir. Bu yüzden çalışmalar, etkili ve güvenli kimyasal antiplak ajanların geliştirilmesine yönelmiştir. Bir diş macunu ile diş fırçalamanın asıl amacı plağın uzaklaştırılması olsa da, diş macunları plağın yeniden oluşmasını yavaşlatabilen potansiyele sahip bileşikler de içerebilir (Can 1999). Plak oluşumunu önleyen ajanlar, plak bakterileri üzerinde direkt olarak etkin olabilirler veya fırçalama sırasında plağın farklı komponentlerini kaldırabilirler. Plak oluşumunu önleyen ideal bir diş macunundan beklenen özelliklerin başında hızlı ve yüksek antimikrobiyal aktiviteye sahip olması gelir. Ayrıca bakteri ve mayalara karşı geniş spektruma sahip olmalı, formülasyonda ve ağız içinde kimyasal stabilite göstermelidir. Ağız dokularında tutunabilmeli ve zamanla aktif formda salınabilmelidir. Toksikolojik ve ekolojik olarak güvenilir olmalı ve topikal yan etkiye sahip olmamalıdır (renkleşme, yangı, vs). Bütün bunlarla birlikte tat inhibisyonuna yol açmamalıdır (Harris 2004).

Antiplak ajanlar; bakteriyel çoğalmayı engelleyenler (antimikrobiyal ajanlar), bakteriyel tutunmayı önleyenler (antiadeziv ajanlar), plağı uzaklaştıranlar ve plak ekolojisini değiştirenler olmak üzere aktivitelerine göre bazı alt gruplara ayrılabilirler. Ağız gargaraları antiplak ajanların taşınmasında başarılı olmuşlarsa da, bu ajanların diş macunları içine eklenmesi formülasyon problemlerinden dolayı ağız gargaralarına göre daha zor görölmektedir. Pek çok başarı beklenen bileşik, klinik uygulamalarda hayal kırıklığı oluşturan sonuçlar vermişlerdir. Bunun nedenleri; aktif konsantrasyonda yavaş salınım problemi, ajanın bağlanabilme eksikliği, diş macunu bileşikleri ile uyumlu olamamadır. Kimyasal antiplak ajanların etkinlikleri ağızda tutunabilmelerine ve yavaş salınabilmelerine göre değerlendirilmektedir. Bu özellikler katyonik moleküller, florürler, çinko gibi metal tuzları ve triklosan gibi yüklenmemiş fenolik ajanlarda bulunmaktadır. Diş macunları içine katılması düşünölmüş antimikrobiyal ve antiplak ajanlar; antibiyotikler, bisbiguanidler, enzimler, esansiyel yağlar, florürler, metal iyonları, bitki alkaloidleri, fenoller, kuaterner amonyum bileşikleri ve sürfaktanlardır (Marsh 1992). Üre ve dibazik amonyum fosfat içeren diş macunlarının yararlı olduğu bildirilmiştir; fakat elde edilen sonuçlar tartışmalıdır (American Dental Association 1975).

Triklosan geniş spektrumlu antibakteriyel bir ajandır. Ağız sağlığı ile ilgili ürünlerin içerisinde faydalı bir antibakteriyel ajan olduğu çalışmalarında gösterilmiştir (Fischman ve Yankell 2004, Silva ve ark 2004). Triklosan sadece G(-) ve G(+) bakterilerin büyümesini engellemez, aynı zamanda enflamatuar sitokinler ve mediatörler üreten fibroblastların bakterileri üretme yeteneğini azaltır. Çalışmalar triklosanın normal mikroflorayı değiştirmedini ve bakteri direnci geliştirmedini göstermektedir. Triklosanın diğer diş macunu bileşenleriyle birleştirilmesi klorheksidine kıyasla daha kolaydır. Bu durum remineralizasyonu veya floridin antibakteriyel etkisini azaltmamaktadır (Blinkhorn ve ark 2009). Triklosanın farmakolojik ve toksikolojik özellikleri ile ilgili bir derlemede triklosanın diş macunu ve ağız gargaralarında kullanımının güvenli olduğu bildirilmiştir (Fischman ve Yankell 2004). Genellikle klinik etkiyi artırmak ve yavaş salınım için başka bir kopolimerle veya başka bir antimikrobiyal ajanla (çinko sitrat) beraber kullanılır. Bunun tükürükteki bakteri sayısını ve gingivitisini azalttığı gösterilmiştir (Robertshaw ve Leppard 2007). Yapılan bir çalışmada triklosan içeren bir diş macunu, triklosan içermeyen standart düzeyde floridli bir diş macunu ile kıyaslanmıştır. 24. saatte iki

grup arasında bariz bir fark bulunamazken; 96. saatte triklosanlı diş macunu kullanan grupta bariz şekilde daha az plak bulunmuştur (Moran ve ark 2001a).

Yapılan bir çalışmada, çinko sitrat içerikli diş macunlarının plak oluşumunu önlediği ve gingival sağlığı geliştirdikleri belirlenmiştir (Moran ve ark 2001b). Çinkonun en önemli etkisinin bulunduğu plakta bakteriyel proliferasyon miktarını azaltmasıyla ortaya çıktığı belirlenmiştir (Moran ve ark 2005). Çinko sitratın etkinliğini artırmak ve sinerji sağlamak amacıyla başka antimikrobiyal ajanlar (klorheksidin, heksetidin ve sanguinarin) diş macunlarının yapısına ilave edilmiştir. Ayrıca trigliseridlerin kullanımı ile metal tuzlarının aktivitesi artmaktadır. Trigliserid diş yüzeyini sarar ve metal tuzlarının dişe yüksek konsantrasyonda temas etmesini sağlar. Bununla birlikte macunun yapısına daha yüksek konsantrasyonda tuz katılmasına imkan tanır (Moran ve ark 2001b).

Klorheksidinin antibakteriyel etkisi bakteri hücrelerine glikoz transportunu önlemesi ile ilişkilendirilmektedir (Ribeiro ve ark 2007). Klorheksidinin patojenik mikroorganizmaları inhibisyon yeteneği kanıtlanmış olmasına rağmen istenmeyen yan etkileri vardır. Bunlar;

1. Dişlerin ve kompozit restorasyonların pigmentasyonu,
2. Kuruluk ve desquamasyon,
3. Geçici tat değişiklikleri,
4. Olası alerjik reaksiyonlar,
5. Diş taşı oluşumunun şiddetinin artması (Bailey ve ark 2009).

Sağlıklı bir ağızda iyi bir ağız hijyeni ile birlikte laktoferrin, lizozim, tükürük peroksidaz sistemi, immunoglobulin ve büyüme faktörleri gibi tükürük savunma sistemleri nötral pH'yı sürdürmeye yardım ederler; bakterilerin inhibe edildiği ve biyofilm oluşumunun önlendiği bir ağız ortamı sağlarlar. Tükürük savunma elemanlarını içeren diş macunu ile floridli diş macununun incelendiği bir çalışmada; tükürük savunma elemanlarını içeren diş macununun istatistiksel olarak bariz bir şekilde daha etkili biyofilm redüksiyonu sağladığı, çok daha iyi plak oluşumunu önlediği ve antimikrobiyal özellik gösterdiği tespit edilmiştir (Hatti ve ark 2007).

2.3.2.3. Diş taşı oluşumunu önleyen diş macunları

Diş taşı oluşumunu kontrol eden diş macunları, plağın diş taşı şeklinde mineralize olmasını sağlayan sürecin önüne geçmeye çalışırlar. Plak, kalsiyum ve fosfat iyonları içeren tükürüğün yüksek saturasyonunun mineralize ettiği bakteriyel matrikse sahiptir (Harris 2004). Bu macunların faydaları sadece supragingival diş taşı oluşumu üzerinedir. Bu macunların diş taşıyı uzaklaştırmadığı, ilave diş taşı birikiminin önüne geçtiği belirlenmiştir. Mineralizasyon inhibitörleri; pirofosfatlar, çinko tuzları ve difosfonatlar gibi kristal yüzeyine adsorbe olarak kristal büyümesi ve kalsiyum fosfat tuzlarının faz dönüşüm oranını azaltan kimyasalları içerirler. Günümüzde genellikle % 3-3,3 kadar pirofosfat içeren diş macunları antitartar diş macunları olarak kullanılmaktadır. Formülasyonları tetrapotasyum, tetrasodyum ve disodyum dihidrojen pirofosfatı tek olarak ya da farklı kombinasyonlarda ve farklı konsantrasyonlarda içerebilir (Addy ve Koltai 1994).

Bu diş macunlarının diş taşı oluşumu ve gingivitisin önlenmesinde, ayrıca kozmetik olarak avantajları olmasına rağmen bazı hastalarda dentin hassasiyetine sebep olabileceği bildirilmiştir (Jacobsen ve Bruce 2001).

2.3.2.4. Dentin duyarlılığını önleyen diş macunları

Dentin hassasiyeti kronik bir ağrı çeşididir. Ancak akut ağrı görünümündedir (keskin-lokalle ağrı). Dentin tübüllerinde meydana gelen periferik yaralanma ile ilgilidir (Moran ve ark 2001a). Dentin duyarlılığını hastalar genellikle farklı uyaranlarla oluşan keskin ağrı olarak tanımlar (Walters 2005). Dentin hassasiyeti hastaları oldukça rahatsız eden yaygın bir problemdir. Pek çok vakada genellikle dişeti çekilmesi söz konusudur. Dişeti çekilmesi ile kök yüzeyi açığa çıkar ve ince olan sement tabakası kalkarak dentin tübülleri ekspoz olur. Tübüller bir kez açıldığında odontoblastların protoplazmik uzantıları da ortama ekspoz olur. Tübel içi sıvılardaki herhangi bir değişiklik odontoblastları uyarır. Sinir depolarize olur ve hasta ağrı hisseder (Jacobsen ve Bruce 2001). Agresif oral hijyen, abrazyif diş macunları, asidik yiyecek içecekler nedeniyle diş yapısında oluşan kayıplar dentin hassasiyetini tetikler (Markowitz ve Pashley 2008). Dentin tübülleri ekspoz olduktan sonra bazı alışkanlıklar bu tübüler açıklığın sürmesini sağlar: Zayıf plak

kontrolü, aşırı asidik ortam (örneğin meyve suları, yüzme havuzlarındaki klor, bulimia), servikal çürükler, diş fırçası abrazyonu, diş taşı oluşumunu önleyici diş macunları (Jacobsen ve Bruce 2001).

Hassasiyet görülmeyen yüzeylerde, doğal yollarla tübüleri dolduran minerallerin etkili olduğu belirtilmiştir. Fakat bu sürecin tüm ekspozite dentin yüzeylerinde neden gelişmediği tam olarak bilinmemektedir (Jacobsen ve Bruce 2001).

Dentin duyarlılığının tedavisinde 2 temel seçenek bulunmaktadır. Birincisi; sıvı hareketini önlemek için açık dentin tübülerini tıkamak ya da skleroze etmektir. İkincisi ise sinir desensitizasyonu yapılarak uyarının iletimini önlemektir. Tübüllerin tıkanması doğal yolla veya profesyonel müdahale ile gerçekleştirilebilir. Doğal tübül tıkanma yöntemlerinden biri kalsiyum çökmesidir (örneğin diş yüzeyindeki diş taşı). Duyarlılığı doğal yolla azaltmadaki diğer bir yöntem de tübüller içerisinde skleroz meydana getirmektir (Jacobsen ve Bruce 2001).

Remineralizasyonu sağlayan floridli bileşikler tekrarlayan asitlere karşı dentinin direncini artırır. Florid bileşiklerindeki çökelmeler dentin tübülerinde blokasyon oluştururlar (Bartold 2006). Kalay florid dentin tübülerini bloke edebilme yeteneğine sahiptir. Sodyum, kalsiyum ve fosfat bileşikleriyle Sn iyonunun reaksiyonu sonucu oluşan Sn-Na hegzametafosfat; diş yüzeylerinde koruyucu bir tabaka oluşturabilmektedir (Fowler ve ark 2008). Aynı zamanda kalsiyum ve fosfat iyonları mine yüzeyinde florid iyonları ile birleşmekte bir amorf kalsiyum fosfat bileşiği oluşturmaktadır. Amorf kalsiyum fosfat, tübüleri bloke eder; pürüzsüz bir diş yüzeyi oluşturur ve hassasiyetin daha etkili bir şekilde azalmasını sağlar. Bu iyonların bir araya gelmesi ise kolay değildir, çünkü diş macunu içerisinde reaksiyona girerek etkisiz formasyonlar oluşturma eğilimindedirler (Charig ve ark 2008).

Diş macunlarının analjezik etkisi ilave ajanlar eklenerek geliştirilebilir. Bu ajanlar mekanik ve kimyasal iritanlara karşı yeterince stabildir ve dentin tübülerine penetre olabilmektedir. Örneğin yapılan in-vitro çalışmalarda kalsiyum sodyum fosfosilikat veya novamin içeren diş macunlarının, dentin tübülerini bloke etmede

potasyum tuzu içeren diş macunlarından önemli derecede daha iyi olduğu kanıtlanmıştır (Wang ve ark 2010).

Arjinin içeren diş macunları da dentin hipersensitivitesini azaltmada iyi sonuç vermişlerdir ve dentin tübüllerini bloke edebilirler. Çeşitli çalışmalarda arjininin klinik hiposensitive etkisinin potasyum tuzu ve floridden daha fazla olduğu kanıtlanmıştır (Ayad ve ark 2008, Yin ve ark 2010). İn-vitro çalışmalarda arjinin bazlı diş macunlarının stronsiyum içerikli diş macunlarından tübüleri bloke etmede daha iyi olduğu gösterilmiştir (Maldupa ve ark 2012).

Stronsiyum klorid dentin tübüllerini bloke edebilir (Bartold 2006). Fakat son literatürde stronsiyum asetat bazlı diş macunlarının etkinliğinden daha çok bahsedilmiştir. İn-vitro çalışmalarda stronsiyum asetat açıkça arjininden daha iyi sonuçlar göstermiştir (Addy ve Smith 2009). Randomize kontrollü klinik çalışmalarda ise stronsiyum asetat, sodyum florid ve silika dioksit içeren diş macunlarından açıkça daha yüksek etkinlik göstermiştir (Earl ve ark 2009). Arjinin içeren diş macunlarından ise yalnızca biraz iyi etki göstermiştir (Mason ve ark 2009).

Sauro ve arkadaşlarının yaptıkları araştırmaya göre, oksalat içerikli bitkisel özlerin uygulanması dentin tübüllerinde mikrokristal oluşumunu artırır. Düşük kalsiyum ve yüksek oksalat içerikli preparatlar (oksalat/kalsiyum oranı>1), oksalatın kalsiyuma bağlanmasını ve dentin tübüllerinde kalsiyum oksalat oluşmasını teşvik eder. Tübüllerin ağızlarında kristallerin çökmesi ile tübüllerin tıkanması sağlanır. Doğada çok az gıda (örn ıspanak, ravent, nane gibi) oksalat içeriğine sahiptir. Bu ürünlerden diş macunları ve jellerin hazırlanması kolaydır (Sauro ve ark 2006).

ADA ve FDA tarafından onaylanan bütün reçetesiz (over the counter; OTC) dentin hassasiyetini azaltan ürünler genellikle potasyum nitrat içerirler. Potasyum nitrat dentin tübüllerinden penetre olarak siniri depolarize eder; repolarizasyon önlenir ve ağrı uyarılarının beyne iletimi engellenmiş olur. Etiyolojik faktörler kaldırılmasına rağmen hipersensitivite sürüyorsa, reçetesiz dentin hassasiyetini gideren diş macunlarının kullanımı basit ve maliyet açısından en etkili yoldur. Üreticinin önerisine göre günde 2 kez diş fırçalayarak en az 2 hafta bu ürünlerin kullanımı gerekmektedir (Jacobsen ve Bruce 2001, Davies ve ark 2010). Eğer OTC

ürünleri etkin değilse proteinlerin veya iyon tuzlarının çökmesi gibi bir takım profesyonel uygulama gerektiren yöntemlere başvurulur (Jacobsen ve Bruce 2001).

Son dönemde dentin tübüllerini kapatıcı etkisi olan bir diş macunu formülasyonu ortaya konmuştur. İçeriğinde %8 arginin, kalsiyum karbonat ve sodyum monoflorofosfat formunda 1450 ppm florid bulunmaktadır (Davies ve ark 2010). Bu ürünün etkinliği klinik çalışmalarla desteklenmiştir (Ayad ve ark 2008, Que ve ark 2010).

2.3.2.5. Beyazlatıcı ve ağartıcı etkili diş macunları

Dental estetik üzerine artan talep, diş beyazlatmayı diş macunlarının önemli bir fonksiyonu haline getirmiştir (Fischman ve Yankell 2004). Son zamanlarda diş macunları dişleri beyazlatma veya parlatma özellikleri ön plana çıkarılarak pazarlanmaktadır (Joiner 2010). Beyazlatıcı diş macunları kozmetik etkilerinin yanı sıra terapotik etki de sağlamalıdır (Altenburger ve ark 2009).

Beyazlatıcı diş macunlarının asıl amacı plağı ya mekanik ya da kimyasal olarak kaldırmaktır (Joiner 2010). Ayrıca ağartıcı etki sağlamak için bazı kimyasal ajanlar ilave edilmektedir. Bu nedenle bu diş macunu sınıfının beyazlatıcı ve ağartıcı olmak üzere iki net alt grubu bulunmaktadır (Maldupa ve ark 2012). Beyazlatıcı diş macunları renklenmiş plağı kaldırarak dişleri doğal beyazlığına yeniden ulaştırır. Plak, abrazyivler ya da pelikül proteinlerine bağlı olan enzimler tarafından kaldırılabilir (Davies ve ark 2010, Joiner 2010).

Abrazyiv maddeler içeren beyazlatıcı diş macunlarının performansı, bu maddelerin moleküllerinin büyüklüklerine; partiküllerin sertlik, boyut, şekil ve konsantrasyonuna bağlıdır. Ayrıca diş fırçalarken uygulanan basınç da etkili bir faktördür. Bunun yanı sıra diş macununun pH değeri de macunun aşındırma kapasitesini belirler (Hilgenberg ve ark 2011). Genelde beyazlatıcı diş macunları orta (RDA 60-100) ya da yüksek (RDA>100) aşındırıcılık gösterirler. En sık kullanılan aşındırıcı maddeler silika dioksit, hidrate silika dioksit, kalsiyum karbonat, kalsiyum fosfat dihidrat, kalsiyum pirofosfat, alümina oksit, perlite (% 70-75 silika dioksit) ve sodyum bikarbonattır. Bu maddeler diş fırçası kılları ile birlikte dışsal renklenmeleri kaldırmaktadır; fakat dişin rengini değiştirmemektedir. Abrazyiv ajanların sadece diş fırçası kıllarının ulaşabildiği yerlerde etkin olması problem teşkil etmektedir. Bu

nedenle aproksimal yüzeylerde, diş eti hattına yakın yerlerde ve çapraşık dişlerde etkileri çok zayıf kalmaktadır (Joiner 2010).

Yüzey lekeleri diş macunlarına çeşitli kimyasallar eklenerek azaltılabilir. Leke moleküllerinin çoğu protein içeren pelikül da ihtiva etmektedir. Bu nedenle papain ve proteaz gibi enzimler beyazlatıcı bir etki oluştururlar. Bu diş macununun penetre olduğu tüm bölgeleri, yani fırçanın ulaşmasının zor olduğu bölgeler olan aproksimal yüzeyler ve diş eti hattına yakın bölgeyi de etkilemektedir. Sodyum pirofosfat, sodyum tripolifosfat ve diğer pirofosfatlar da eklentilerin bulunduğu mine ve dentinle bağlanabilir; leke moleküllerini absorbe ederek beyazlatıcı etki yaratırlar (Joiner 2010).

Ağartıcı diş macunları yaygın olarak hidrojen peroksit veya kalsiyum peroksit gibi kimyasal ajanlar içerirler (Calprox) (Davies ve ark 2010, Joiner 2010). Peroksitler diş dokusuna penetre olarak leke moleküllerini yıkarlar ve ağartıcı etkiyi sağlarlar. Home bleaching ve profesyonel bleaching gibi çeşitli sistemler bu ajanları içerirler. Bir diş macununa peroksit ilave edildiğinde konsantrasyonunun az olduğu, (çoğunlukla % 1 hidrojen peroksit ya da % 0.5-0.7 kalsiyum peroksit) ve maruz kalma süresinin kısa olduğu unutulmamalıdır (Hasson ve ark 2006). Bu nedenle bu tür diş macunlarının internal diş renklenmelerini iyileştirip iyileştirmediği hakkında delil yetersizliği vardır. Fakat bu diş macunları elbette diş yüzeylerindeki pelikül ağartabilirler (Joiner 2010).

Niwa ve ark. yaptıkları araştırmada; hidroksiapatit içerikli bir diş macununun parlatma ve beyazlatma özelliklerini incelemişlerdir. Bu diş macununun dişlerin parlaklık ve beyazlığını artırdığını tespit etmişlerdir. Diş macununun yapısında bulunan hidroksi apatit miktarındaki artışın dişlerde oluşan parlaklık ve beyazlıktaki artışla uyumlu olduğunu eklemişlerdir (Niwa ve ark 2001).

2.3.2.6. Spesifik amaç için kullanılan diş macunları:

Bazı üreticiler spesifik durumları tedavi etmek için diş macunu üretmek istemişlerdir. Bununla birlikte bu ürünler daha önceden söz edilen sınıflama grubuna dahil edilmemiştir. Betain, ksilitol ve zeytinyağı içeren diş macunları istirahatteki tükürük sekresyonunu uyarır; böylece tükürük sekresyonunun bazal oranı artar (Ship ve ark 2007). Xerostomia durumunda müköz membran daha savunmasız ve hassastır;

bu yüzden tahriş edici güçlü uçucu yağlar içeren ve köpüren diş macunlarından kaçınılmalıdır (Mason 2009). Ayrıca laktoperoksidaz, lizozim, laktoferrin ve glikoziloksidaz gibi enzimler ve antioksidanlar tavsiye edilir. Bunlar tükürük fonksiyonlarını sağlama alır (Hannig ve ark 2010). Spesifik problemleri çözmeyi iddia eden diğer diş macunu örnekleri ise antiviral ürünlerdir. Lariphan'ın antiviral ve immünmodulator aktivite sağlayarak vücudun doğal bağışıklık cevabını harekete geçirdiği kanıtlanmıştır. Lariphan aynı zamanda patojen bakterilerin büyümesini ve penetrasyonunu inhibe eder (Silin ve ark 2009, Denisov ve ark 2010). Lariphan içerikli diş macunlarının düzenli kullanımı; virüslerin ve bakterilerin sebep olduğu enflamasyon oluşumunu ve bu enflamasyonun ilerlemesini önleyebilir (Maldupa ve ark 2012).

2.4. Diş Hekimliğinde Renk

Işık elektromanyetik radyasyon spektrumunun bir parçası olan enerji şeklidir. Gözlerimiz bu spektrumda belirli bir aralıktaki dalga boyuna sahip (380-700 nm) ışığı algılayabilir. Newton'a göre ışık renk içermez. Renk ışığın nesne ile etkileşimi sonrasında oluşur (Westland 2003, Ahmad 2006). Renk, ışık ile cismin etkileşimine gözlemci tarafından verilen psikofiziksel bir yanıt olarak tanımlanabilir. 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 zaman gözlemci tarafından renk olarak algılanabilir. Farklı dalga boylarındaki ışık yoğunluğu, farklı renkler olarak ortaya çıkar; bu da 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). Aynı cismin farklı ışık kaynakları altında farklı renklerde algılanması metamerizm olarak adlandırılır. Metamerizm çevresel faktörler ve ışık kaynağından etkilenir (Russell ve ark 2000). 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 önermiştir. 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).

Cisim: Herhangi bir nesnenin renk özellikleri ışık ile etkileşime girdiğinde ortaya çıkar. Bu etkileşim sırasında ışığın cisim tarafından ne kadar geçirildiği, ne kadar absorbe edildiği ve ne kadar yansıtıldığı önemlidir. Bir cismin rengi, ışık geçirgenliği, ışık absorbe etme miktarı ve yansıtma miktarı ile birlikte belirlenir (O'Brien 2002).

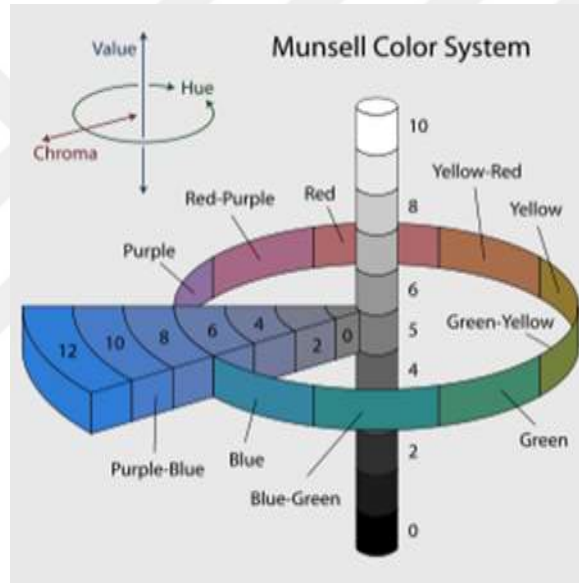
Gözlemci: Rengin algılanmasındaki son faktör gözlemci, yani insan gözüdür. Işık kaynağından çıkan ve cisim tarafından yansıtılan ışık, gözün kornea tabakasından geçerek retinaya düşer ve burada ışığa duyarlı olan çubuk ve koni hücreleri tarafından algılanır. Çubuk hücreleri rengi siyah-beyaz olarak algılamakta,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

2.4.1. Renk Sistemleri:

Günümüzde pek çok renk belirleme sistemi mevcuttur. İlk olarak 1905'de Amerikalı ressam A.H. Munsell tarafından bulunan sistem geliştirilerek uzun süre kullanılmıştır. Munsell renk belirleme sistemi güvenilirliği, esnekliği ve uygulama kolaylığı sayesinde dış hekimliğinde renk seçimi için uygun bir sistemdir (Mair 1991, Sproull 2001a, Minolta 2004). Munsell ilk defa renkleri üç boyutlu bir alanda birbirinden bağımsız boyutlarda göstermiştir (Kuehni 2002) (Şekil 2.1, 2.2). Hue ana rengi (hue), value açıklığı (lightness) ve chroma doygunluğu (saturation) temsil etmektedir. 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 2.1. Munsell hue dairesi (Kuehni 2002).



Şekil 2.2. Munsell Renk Sistemi (Kuehni 2002).

Munsell'e Göre Renk Boyutları:

Hue

Hue gözümüzün ayırt ettiği yeşil, kırmızı, sarı, mavi ve mor gibi ana renkleri gösterir. Diş hekimliğinde ana renk A, B, C, D harfleriyle Vita klasik renk skalasında temsil edilmektedir (Fondriest 2003).

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).

Value (Açıklık)

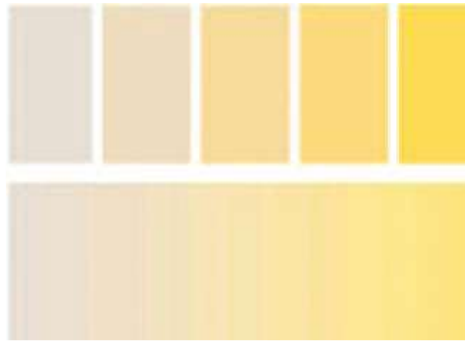
Value rengin açıklığını veya parlaklığını gösterir. Munsell'e göre value siyah beyaz bir skalada gösterilmiştir. Açık renk cisimler daha az griye sahiptir; koyu renk cisimler ise daha fazla griye sahiptir (Keyf ve ark 2009). Value değerlerinde siyah 0, beyaz ise 10 ile ifade edilir. 0 ile 10 arasında 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 2.3) (Türker ve Biskin 2002, Wee ve ark 2002).



Şekil 2.3. 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) (Şekil 2.4).



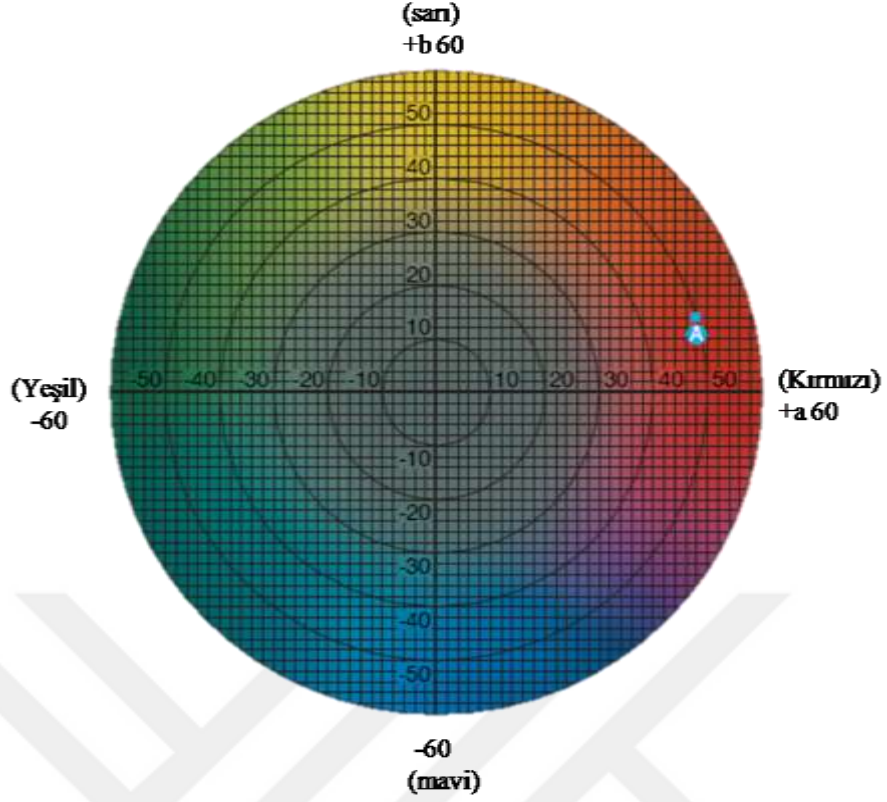
Şekil 2.4. Solda doygunluğu az olandan sağda doygunluğu fazla olana doğru sıralanmış kromatik skala (Klaff 2010).

CIELAB (L*a*b*) renk sistemi

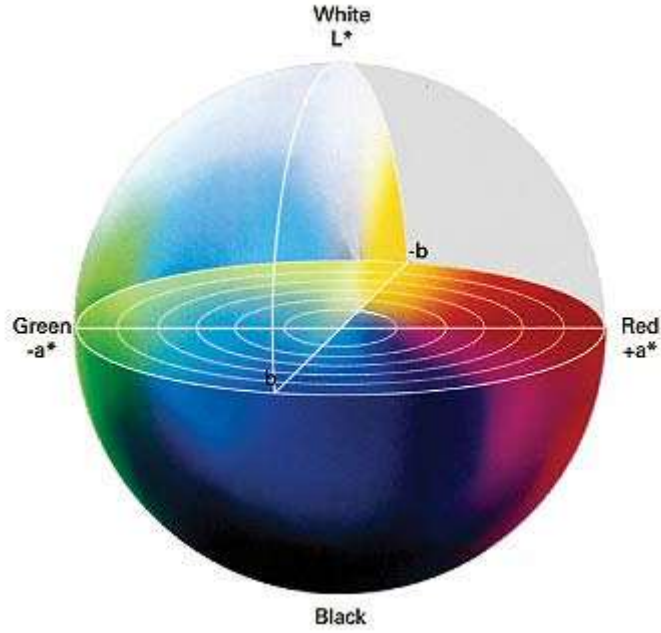
Munsell' den sonra renk ve ışık üzerine araştırmalar yapan uluslararası bir kuruluş olan CIE, 1931 de XYZ tristimulus değerlerini tanımlamıştır. Bu değerler insan gözünün retinasında bulunan temel üç renge duyarlı (X=kırmızı, Y=yeşil, Z=mavi) sensörlerle yapılan sistemdir. 1976 yılında da bugün yaygın olarak kullanılan CIELAB renk sistemi oluşturulmuştur (Mair 1991, Derbabian ve ark 2001, Sproull 2001a, 2001b, Minolta 2004). Munsell renk sisteminde düzensiz dağılım vardır, iki renk arasında ilişki kurma ve aralarındaki farkı bulma imkanı yoktur.

CIELAB (L*a*b*) renk sisteminde ilk defa renkler sayılarla ifade edilebilmiştir (Minolta 2007). L*a*b* renk aralığı renk ölçmek için geniş kullanım alanı bulunan en popüler renk sistemidir (Minolta 2007). Bu sisteme göre rengin 3 farklı boyutu bulunmaktadır. Tüm renkler, 3 eksende keşişerek, merkezini oluşturduğu bir küre içerisinde yer alır.

şekil 2.5' de a* ve b* kromasite diagramı görölmektedir. "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 (-) arasındaki kroma koordinatlarını gösterir. Merkez renksiz bölgedir; a* ve b* değerleri arttıka nokta merkezden uzaklaşır ve renk doğunluğu artar (Joiner 2004) (şekil 2.6).



Şekil 2.5. L*a*b kromatisite diagramı (Minolta 2007).



Şekil 2.6. L*a*b renk aralığının üç boyutlu görüntüsü (Minolta 2007).

CIELAB ($L^*a^*b^*$) sistemi tek bir değerle renk değişimini tanımlayabilir. Bu değer ΔE^* değeridir ve aşağıdaki formülle iki ölçüm arasındaki renk farkı hesaplanır

(Seghi ve ark 1986, Monaghan ve ark 1992c, Fay ve ark 1999, Hasegawa ve ark 2000).

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

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

$$\Delta a^* = a_2 - a_1$$

$$\Delta b^* = b_2 - b_1$$

L_2 , a_2 ve b_2 değerleri, örneklerin her bir renklenme periyodunda ölçülen CIE $L^*a^*b^*$ değerlerini, L_1 , a_1 ve b_1 değerleri ise başlangıçta ölçülen CIE $L^*a^*b^*$ değerlerini temsil etmektedir.

İnsan gözü bazı renk farklılıklarını gözleme açısından sınırlıdır ve 1'in altındaki ΔE^* değerlerini algılayamamaktadır (Buyukyılmaz ve Ruyter 1994). 1 ile 3,3 arasındaki ΔE^* değerleri, renk farklılıklarının klinik olarak algılanabilir ve kabul edilebilir aralığını temsil etmektedir. Klinik koşullar altında 3,3 ve bundan daha büyük ΔE^* değerlerinin ise kabul edilemeyeceği rapor edilmiştir (Ruyter ve ark 1987). O'Brien (2002)'a göre klinik renk toleransı aşağıdaki Çizelge 2.3' de verilmiştir (O'Brien 2002).

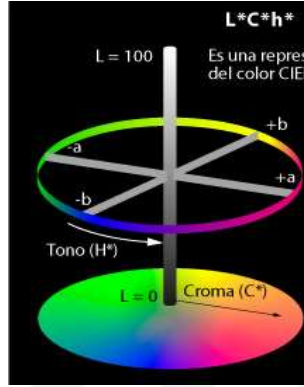
Çizelge 2.3. CIE renk toleransı.

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

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 , $+a^*$ düzleminde başlar ve derece olarak tanımlanır. $0^\circ +a^*$ (kırmızı) iken, $90^\circ +b^*$ (sarı)'dır, $180^\circ -a^*$ (yeşil) iken, $270^\circ -b^*$ (mavi)'dir (Joiner 2004) (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. $L^*a^*b^*$ renk aralığı (Boscarol 2007).

2.4.2. Renk Ölçümleri:

Renk seçimi, görsel olarak çıplak göz ile veya farklı renk ölçüm cihazları ile yapılabilmektedir. Rutinde dental restoratif materyallerin renk seçimi, görsel olarak renk skalaları ile yapılmaktadır (Douglas 2000, Chu ve ark 2004). Bu sistem çok güvenilir değildir; yetersiz sonuçlara neden olabilmektedir. Çünkü görsel bir algılamadır ve tamamen subjektiftir. Klinisyenin deneyimi, yaşı, renk seçiminde kullanılan ışığın türü, gözün sürekli aynı uyaran tarafından uyarılmasının sonucu olarak oluşan göz yorgunluğu ve renk körlüğü gibi faktörler yanlış renk seçimine neden olabilir (Fondriest 2003).

2.4.2.1. Görsel Ölçüm

Renk seçimi yaparken ışık kaynağı, cisim ve gözlemci etkileşimi önemlidir. Bunlardan en önemli olanı ışık kaynağıdır. Bir eşyanın algılanan rengi, eşyanın maruz kaldığı ışığın türü, diğer renkli objelerle olan ilişkisi ve gözlemcinin değerlendirme yeteneğinden etkilenir. Bundan dolayı bir diş, farklı ortamlarda farklı renklerde görünebilir (Rosenstiel ve ark 2001, Magne ve Belser 2002). Renk seçiminin yapılacağı odanın rengi, hastanın kıyafeti ve makyajı, dişin yüzey özellikleri rengin algılanmasına etki eden faktörlerdendir (Fondriest 2003, Keyf ve ark 2009).

Görsel renk analizi, bir objenin renginin renk standartları ile karşılaştırılmasıdır. Diş hekimliğinde renk analizi renk skalaları kullanılarak görsel olarak yapılmaktadır. Görsel renk analizinin üç dezavantajı vardır (Keyf ve Altunsoy 2001, Keyf ve ark 2009):

- Renk skalalarındaki renkler yetersizdir.
- Elde edilen sonuçları CIE renk sisteminde göstermek olanaksızdır.
- Gözlem yapan diş hekimleri arasında ve aynı bireyde günün farklı saatlerinde seçilen renklerde tutarsızlıklar olmakta, standardizasyon sağlanamamaktadır.

6500 K'lik renk sıcaklığı, gün ışığının ideal rengi olarak kabul edilmektedir. Bu renk sıcaklığı kırmızı, mavi ve yeşili eşit oranda içerir ve beyaz rengi oluşturur. (12.00-15.00) saatleri arası renk seçimi için en uygun zamandır (Keyf ve ark 2009). Renk seçiminde ideal koşulların sağlanamaması, yapay aydınlatmaların kullanımı fikrini doğurmuştur. Bunun için gün ışığını taklit eden floresan lambaların kullanılması alternatif yöntem olarak kabul edilmektedir (Vryonis 1988, Rosenstiel ve ark 2001).

Dental restoratif materyallerin renk seçiminde yaygın olarak renk skalaları kullanılmaktadır (Keyf ve ark 2009). Ancak Brewer ve Swepston gibi bazı yazarlar renk skalalarının kullanımının yetersiz sonuçlar doğurduğunu söylemektedir (Swepston ve Miller 1985, Brewer ve ark 2004). Özellikle beyaz ve translusent renkler için skalaların yetersiz sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Garber ve ark 1988).

Rengin algılanmasında kişiler arasında farklılıkların olması ve rengin görsel olarak belirlenmesindeki standardizasyon eksiklikleri, renk ölçüm cihazlarının kullanımını gündeme getirmiştir. Renk ölçüm cihazlarının kullanımı; sayılabilir, hızlı ve objektif sonuçlar verdiği için görsel yöntemle göre daha avantajlı sayılmaktadır (Bayındır ve Wee 2006).

2.4.2.2. Renk Ölçüm Cihazları ile Ölçüm

Renk ölçümü için günümüzde kullanılmakta olan cihazlar; kolorimetreler, spektrometreler, spektrofotometreler ve dijital fotoğraf makineleridir (Okubo ve ark 1998). Bu cihazların kullanımı ile daha objektif, sayılabilir ve hızlı ölçümler

yapılabildiğinden görsel yolla yapılan renk seçimine nazaran potansiyel bir avantaj sağlanmaktadır (Bayındır ve Wee 2006).

Kolorimetreler

Standart bir renk kalibrasyonuna dayanarak rengi tespit edilecek olan objenin renk verilerini analiz eden cihazlardır. Bu cihazlar üç uyarınlı x, y, z değerlerini veya CIE L*a*b* değerlerini verirler (Garber ve ark 1988). Bu değerler matematiksel olarak analiz edilebilir ve elde edilen değerlerle farklı objelerin renk parametreleri karşılaştırılabilir.

CIE L*a*b* sistemini kullanan cihazların çalışma prensibi belirli bir açıda ışın gönderip, sabit bir açıyla geri dönen ışınların yansıma değerlerini ölçme esasına dayanır. Yüze renklerinin ölçülmesi için, kolorimetre içerisinde insan gözündeki kon tipi hücrelere benzer olarak üç farklı sensör bulunmaktadır. Dedektör içinde yer alan bu sensörler, CIE $x(\lambda)$, $y(\lambda)$ ve $z(\lambda)$ sistemine yakın sonuç vermek için yerleştirilmiştir (Lee ve ark 2001, Paravina ve Powers 2004).

Diş hekimliğinde kullanılan kolorimetreler, in-vivo ve in-vitro çalışmalarda oldukça başarılı bulunmuştur (Seghi ve ark 1989).

Kolorimetrelerin bazı dezavantajları vardır. Bunlar;

- Bu cihazlar düz yüzeylerde ölçüm yapmak için tasarlanmıştır. Ancak dişler çoğunlukla düz yüzeye sahip değildirler.
- Bu cihazlarda 'edge-loss' diye tabir edilen renk ölçümü yapılan nesneden yansıyan ışığın cihaza tam olarak dönmemesi gibi problemler yaşanmaktadır (Tung ve ark 2002).

Genel olarak kolorimetreler, spektrometre ve spektrofotometrelerden daha kolay kullanılırlar ve daha küçük aletlerdir, ayrıca fiyatları da daha uygundur. Ancak, kolorimetrelerde, filtrelerin kısa sürede eskimesi, cihazın sürekli kullanılabilirliğini etkilemektedir. Ayrıca bir dezavantajı da, metamerizmi değerlendirebilmek için kullanılamamalarıdır. Transludent materyallerin renklerinin belirlenmesinde ise, ışığın kırılarak dağılmasından dolayı sonuçlarda problemler

yaşanabilir. Örneğin, gerçek diş ile aynı renkteki metal seramik bir restorasyon, kolorimetre ile okunduğunda farklı sonuçlar verebilir (Paravina ve Powers 2004).

Spektroradyometreler

Spektroradyometreler, radyometrik değerlerin ölçümü için tasarlanmış ve renk üretimi uygulamalarında sık kullanılan cihazlardır. Spektroradyometrik yöntemlerde temel dayanak ise objelerin elektromagnetik bölgelerde kendine özgü bir yansıma (reflectance/radiance) değerlerinin bulunmasıdır. Bu yansıma değeri objeye renk, doku, parlaklık ve görünüş gibi özellikleri veren kimyasal yapısından kaynaklanmaktadır. Radyometrik enerji, görünür ışık spektrumunun üzerinde 5, 10 ve 20 nm'lerde ölçülmektedir. Spektroradyometreler ile 'edge loss' etkisi ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. Çünkü bu sistemde ışık kaynağı, spektroradyometre ve obje arasında açıklık bulunmamaktadır (Keyf ve ark 2009). Bu cihazla ölçüm pozisyonunda meydana gelebilecek ufak bir değişiklik sonuçlarda farklılık yaratabileceğinden, ölçümler büyük bir dikkat ile yapılmalıdır (Park ve ark 2006).

Dental araştırmalarda spektroradyometreler, diş renginin veya seramik kor yapıların translusensliğinin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Swepston ve Miller 1985, Brewer ve ark 2004).

Spektrofotometreler

Spektrofotometrelerin en yaygın kullanım alanı, yüzey renklerinin ölçülmesidir. İçerisinde bir monokromatör, dedektör ve ışık kaynağı bulunur. Çoklu sensör prensibiyle çalışan spektrofotometreler, birçok dalga boyunda ölçüm yapabilen sensörlerle donatılmışlardır. İnsan gözünün tespit edemeyeceği renkleri bu sensörler sayesinde algılayabilirler. Çalışma prensipleri; örnekten yansıyan ışığın, beyaz bir yüzeyden yansıyan ışığa oranının ölçülmesi işlemine dayanmaktadır. Metamerizmi ayırt edebilmek amacı ile de kullanılabilirler.

Güneş ışığı, ampul ışığı ve floresan ışıkta farklı ölçüm değerleri verebilmektedir. Bu nedenle spektrofotometreler daha profesyonel alanlarda, bilimsel çalışmalarda, kalite kontrolünde ve rengin tarif edilmesinde kullanılmaktadırlar (Wee ve ark 2000, Chu ve ark 2004). Spektrofotometrelerin uzun dönemde, tekrar edilebilen doğru ve ayrıntılı sonuçlar verebilmeleri renk ölçümlerinde tercih edilmelerini sağlamaktadır (Paravina ve Powers 2004, Wee ve ark 2006). Diş

hekimliğinde ise; spektrofotometrik ölçümler; restoratif rezinlerin, tam protez dişlerinin, porselen restorasyonların, renk anahtarlarının, dental materyallerin renklerinin sayısal ifadelerini bulmak ve renkli iki cismin arasındaki renk farkını değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır (Aladağ ve ark 2010).

Spektrofotometreler görünür frekans aralıklarında (genellikle 350-800 nm) sonuç vermektedir. İlk üretilen spektrofotometreler pahalı ve ağırdı. Optik fiber teknolojisinin gelişimi ile uygun boyutlarda, daha kolay kullanılabilen spektrofotometreler kullanıma sunulmuştur. Spektrofotometre, optik ışık kaynağı ve ölçüm için bir dedektör, yani elde edilen ışığın analiz edilmesi için bir dönüştürücü içermektedir. Elde edilen verilerin kullanılabilir olması için değiştirilmesi ve dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu cihazlardan elde edilen ölçümler genellikle diş renk skalasına dönüştürülür. İnsan gözüyle yapılan gözlemler ve diğer klasik tekniklere kıyasla spektrofotometrelerin %33 oranında doğruluk oranının arttığı ve vakaların %93,3'ünde daha objektif eşleşme yapılabildiği görülmüştür (Corciolani ve Vichi 2006).

Vita Easyshade Compact®, küçük, taşınabilir, kablosuz, uygun fiyata sahip, kontak-tip bir spektrofotometredir (Myers 2005) (Şekil 2.8).

Renk analiz işleminde yeterli renk bilgisi sağlamaya yardım eder. Farklı ölçüm modları bulunmaktadır: tek diş modu, diş bölge modu (servikal, orta ve insizal bölge), restorasyon rengi doğrulama (açıklık, kroma ve hue karşılaştırması) ve renk skalası modu (pratik/eğitim modu). Vita Easyshade CIE L*c*h* kullanarak rengi ölçer bundan başka eklenen VITA 3D tab numarasını sağlar (Chu ve ark 2010). Bu cihazdan çıkan renk, sub-surface yansımadan geri döner. Aynı zamanda yüzey dokusu etkenini kapsamaz (Chu ve ark 2010).



Şekil 2.8. Vita Easyshade Compact®

Dijital kameralar:

Dijital kameraların kullanımı renk ölçümünde son yıllarda oldukça popüler hale gelmiştir. Sistemin en önemli avantajı tek bir noktanın değil tüm objenin renk görünümünün elde edilebilmesidir (Lath ve ark 2006). Yöntem; klinikte çekilen fotoğraf görüntüsünün, kameranın bağlı olduğu bilgisayarda analiz edilmesi şeklindedir (Gerlach ve ark 2002, Lath ve ark 2006). İstenilen objenin görüntüsü dijital bir kamera ile alındıktan sonra, kameranın bağlı olduğu bilgisayar bu değerleri CIEL*a*b* cinsinden ifade etmektedir. Sistem; dijital kameranın dışında, bağlı olduğu bilgisayar, görüntüyü yakalayan bir sürücü, bilgisayar programı ve renk sensöründen meydana gelmektedir (Wee ve ark 2006).

Dijital fotoğrafların son dönemlerde popülaritesi artmasına rağmen, görüntü kalitesi oldukça önemlidir. Görüntü kalitesi ise; kameranın tipi, kameranın ayarları, ortamın aydınlanma koşulları, görüntünün boyutu, ilgili dışın pozisyonu ve renk anahtarına bağlı olarak değişebilmektedir. Dijital fotoğrafların ancak uygun koşullarda ve uygun cihazlarla ölçüm yapıldığında yararlı olabilecek renk değerlendirme yöntemleri olduğu düşünülmektedir. Ayrıca fotoğraftan elde edilen değerlendirmelerin tamamen subjektif olduğu ve yeterli olmayabileceği de görüşler arasındadır (Da Silva ve ark 2008).

2.4.3. Renk Stabilitesi

Günümüzde dental klinik uygulamalarda kompozit rezinler hem fiziko-mekanik özelliklerinin güçlendirilmesi hem de estetik özelliklerinin artırılması ile en popüler restoratif materyaller olarak kullanılmaktadır. Estetik restoratif materyaller doğal diş görünümünü taklit edebilmelidir ve bu durum materyalin renk uyumu ve renk stabilitesi ile direkt ilişkilidir (Fontes ve ark 2009).

Kompozit rezinlerin en önemli dezavantajlarından birisi zaman içerisinde renklenmeleridir ve bu durum restorasyonların yenilenmesine neden olabilir (Inokoshi ve ark 1996, Yannikakis ve ark 1998). Kompozit rezinlerde renk stabilitesinin rezin matriks, doldurucu partiküllerin büyüklüğü, polimerizasyon derinliği ve renklendirici ajanların tipi ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Ergücü ve ark 2008). Kompozit rezinlerin renk değişim derecesi polimerizasyonun

tamamlanmaması, su emilimi, diyet, oral hijyen ve restorasyonun yüzey pürüzlülüğü gibi bir çok faktörden etkilenebilmektedir (Nasim ve ark 2010).

Mükemmel bir estetiği sağlamak için diş rengindeki restoratif materyaller içsel renk stabilitesine sahip olmalı ve yüzey renklenmesine dirençli olmalıdır (Bagheri ve ark 2005).

Kompozit rezinlerin renk değişimi multifaktöriyel bir durumdur ve içsel veya dışsal sebeplere bağlı olabilmektedir (Mundim ve ark 2011).

Dışsal (external) renklenme:

Dışsal renklenmeler daha çok plak ve renk pigmentlerinin kompozit rezinin yüzeyine birikmesi sonucunda ortaya çıkan renklenmelerdir (Dietschi ve ark 1994, Mitra ve ark 2003). Genellikle yüzey pürüzlülüğünden kaynaklanan yüzeysel renk değişiklikleridir. Bu yüzeysel renk değişiklikleri restorasyonun yüzeyinde ya da kenarlarında karşımıza çıkar; yetersiz polimerizasyon, hatalı bitirme ve polisaj, kötü ağız hijyeni, çay, kahve, sigara gibi boyayıcı maddelerin tüketimi sonucu oluşabilir (Dayangaç 2000). Kompozit rezin yüzeyinin kimyasal olarak çözünmesi sonucunda da yüzeye renklendirici etkenlerin yerleşmesiyle renklenme görülebilir (Reis ve ark 2003).

Kompozit rezinlerin renk stabiliteilerinin incelendiği çeşitli çalışmalarda farklı içeceklerin (kahve, çay, şarap, kola, meyve suyu vb) ve ağız çalkalama solüsyonlarının çeşitli derecelerde renklendirme etkisi olduğu bildirilmiştir (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).

İçsel (internal) renklenme:

Polimerize olmuş materyalde sertleşme reaksiyonunda görev alan tersiyer aromatik aminden arta kalan fazla aminlerin oksidasyonu restorasyonun içsel renklenmelerinin en büyük sebebidir. Bu aminler kimyasal kompozitlerde fazla miktarda bulunurken ışıqla aktive olan kompozitlerde ise daha az bulunur (Albers 2002).

Tersiyer aminler polimerizasyonun başlangıç aşamasında benzoil peroksit ile reaksiyona girer; ikisi de eşit miktarlarda olduğunda reaksiyon esnasında ortadan kaybolurlar ve renk değişimi minimum düzeyde olur. Ciddi renk değişiklikleri ise sıcaklık ya da uzun süreli depolama gibi nedenlerle benzoil peroksitin parçalanmasından kaynaklanır. Böylelikle amin ile benzoil peroksit arasındaki denge bozulur. Reaksiyona girmemiş artık tersiyer aminlerin oksidasyonu renk değişikliğine yol açar (Albers 2002). Işınla aktive olan kompozitlerde tersiyer amin miktarı az olduğu için renk değişikliği daha az olur. Bununla birlikte bu kompozitlerde renk dayanıklılığı alifatik aminlerin kullanılmasıyla geliştirilmiştir. Alifatik aminler daha az reaktif oldukları için reaksiyona girmeden artık olarak kaldıkları zaman bile çok daha az renk değişikliğine yol açarlar (Albers 2002).

Kompozit rezin materyallerin renklenmesi, matriksin hidrofilik/hidrofobik yapısı ile ilişkilidir. Eğer bir kompozit rezin su emilimi gösterirse aynı zamanda suda çözünen pigmentleri de absorbe eder; bu da kompozitte 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 rezin kompozitin ömrünü kısaltırken, genişmesine ve kompozitin plastik karakter kazanmasına sebep olur. Silanın hidrolize olmasıyla mikroçatlaklar belirir; boyayıcı maddelerin penetrasyonu ile renklenme oluşur (Mair 1991).

Kompozit rezinlerin renk değişiminde payı olan diğer bir faktör ise rezin monomerlerin yapısıdır. Yapısında TEGDMA içeren kompozitler, Bis-GMA ve UDMA esaslı olanlara kıyasla, ortama daha fazla miktarda monomer salarlar ve bu da daha fazla renk değişimi göstermelerine neden olur (Moharamzadeh ve ark 2007).

2.5. Restoratif Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğü; bir materyalin özelliklerine ya da elde edilme yöntemine bağlı olarak oluşan yüzey düzensizlikleri olarak tanımlanabilir (Paravina ve Powers 2004). Dental restorasyonların yüzey pürüzlülüğü; plak birikimi, renklenme, aşınma ve estetik görünümünde ana etkindir (Weitman ve Eames 1975, Hachiya ve ark 1984).

Restoratif materyaller için gerekli Ra değeri 0,2 μm ' nin altında bir değerde olmalıdır. Yüzey pürüzlülüğü 0,2 μm 'den yüksek olduğunda, materyal yüzeyinde bakteri kolonizasyonu, plak miktarı ve asidite önemli düzeyde artar; bunların sonucunda çürük riski de artacaktır (Bollen ve ark 1996).

Parlak ve düzgün bir yüzey, dental materyallerin estetik bir görünüm sağlamaları için çok önemlidir. Ayrıca bu görünümü ağız içinde de uzun süre boyunca devam ettirebilmeleri gerekir. Estetik bir görünüm sağlamanın yanında düzgün bir yüzey, renklenmiş tabakanın oluşmasını ve plak retansiyonunu da engeller. Bunlarla birlikte, düzgün bir yüzey sayesinde sürtünme katsayısı düşer; bu da aşınma oranını azaltabilir (Kakaboura ve ark 2007, Atabek ve ark 2010). Böylece dental materyalin klinik başarısı artar. Oral kavitede, mekanik direnci iyi olmayan dental materyaller çözünmeye uğrayabilir; bu da materyalin yüzey pürüzlülüğünü artırır (Yanikoglu ve ark 2009).

Restoratif materyallerin içeriğindeki doldurucu partiküllerin boyutu, miktarı ve sertliği yüzey pürüzlülüğünü etkileyebilmektedir (Chung 1994). İlaveten polisaj işlemi esnasında uygulanan kuvvet de aynı materyalin farklı örneklerinde farklı sonuçlara sebep olabilmektedir (Bollen ve ark 1997). Partiküllerin şekli, partiküller arası mesafe, rezin matriks yapısı, organik ve inorganik yapıyı birbirine bağlayan kimyasal bağ ve polimerizasyon dönüşüm derecesi kompozitin dayanıklılığını ve aşınmaya karşı direncini belirleyen faktörlerdir (Heintze ve Forjanic 2005, Heintze ve ark 2010). Resin matriksin aşındırıcılardan korunabilmesi için doldurucu partiküller mümkün olduğunca birbirlerine yakın olmalıdır. Polisaj işlemi sırasında sert ve büyük partiküller, yumuşak olan resin matriksten daha kolay kopabilmektedir (Ergücü ve Türkün 2007).

Bitim ve polisaj işlemi için kullanılan frez ve disklerin yüzey pürüzlülüğü ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Barbosa ve ark. farklı tipteki kompozitlerin (mikrofil, hibrit ve packable) farklı tekniklerle cilalanma sonucu yüzey pürüzlülüklerini karşılaştırdıkları çalışmada en düşük Ra değerini esnek alüminyum oksit disklerle elde etmişlerdir. Bunun sebebi, alüminyum oksit disklerin kompozit yapısındaki inorganik doldurucuları yerinden çıkarmaması olarak gösterilmektedir (Barbosa ve ark 2005).

Mitra ve ark. (2003) nanopartiküllerin partikül boyutları ve güçlü kimyasal bileşimleri nedeniyle, yüzeydeki kopmaların hibrit kompozitlerde olduğu gibi büyük parçacıkların kopması şeklinde değil, kendi içinde daha küçük parçalara ayrışma şeklinde olduğunu bildirmiştir. Hibrit ve mikrohibrit kompozitlerde kullanılan partiküller nanokompozitlerde kullanılan partiküllere oranla daha büyüktür. Nanokompozitler, nanoteknoloji sayesinde daha yüksek doldurucu içermektedirler. Bunun neticesinde yüzeyde daha fazla ve daha küçük partikül bulunmakta ve yüzey pürüzlülüğü değerleri düşmektedir (Mitra ve ark 2003). Yapılan bir başka çalışmada Senawongse ve Pongprueksa yüksek doldurucu içeren nanofil kompozitlerin, nanohibrid kompozitlerden daha iyi cilalandığı sonucuna varmışlardır (Senawongse ve Pongprueksa 2007). Buna karşılık Da Costa ve arkadaşları, minifil, mikrofil, nanofil ve mikrohibrit kompozitler ile yaptıkları çalışmada kullanılan minifil kompozit materyalin partikül büyüklüğünün diğer kompozitlerden daha büyük olmasına rağmen, cilalanma sonucunda nanofil ve mikrohibrid kompozitlerden daha pürüzsüz bir yüzeye sahip olduğunu bildirmişlerdir (Costa ve ark 2007). Lu ve arkadaşları ise cila sistemlerinin, yüzey pürüzlülüğü üzerinde kompozitlerin yapılarından daha önemli rol oynadıklarını rapor etmişlerdir (Lu ve ark 2003).

Mine kompozitlerinin yüksek miktarda silisyum dioksit (SiO_2) doldurucu içermesi kompozitin abrazyona karşı direncini arttırmakta; bununla birlikte dentin kompozitlerindeki baryum (BaO) parçacıkları da radyoopasiteyi sağlamaktadır. Baryumun parçacıklarının boyutlarının büyük olması sebebiyle cilalanabilirliği kötüdür. Bu yüzden kompozitlerin yüzeyinde mine kompozitinin kullanılması önerilir (Tanoue ve ark 2000).

2.5.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri

Kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek için çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Bunlar; tarayıcı elektron mikroskobu (SEM) gibi kalitatif (nitel) ve yüzey profili analizi (profilometre) gibi kantitatif (sayısal) metodları kapsamaktadır. Bunların yanı sıra son yıllarda yeni bir teknik olan Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM) ile de yüzey pürüzlülüğü ölçümü yapılmaktadır (Kakaboura ve ark 2007).

2.5.1.1. Profilometreler

Profilometreler mekanik ve optik olmak üzere iki farklı tipte üretilmişlerdir. Her iki metod da benzer pürüzlülük parametreleri kullanarak kantitatif ölçümler yapmaktadır (Joniot ve ark 2006).

Profilometre ile yapılan yüzey pürüzlülük ölçümlerinde genel olarak mekanik veya optik sensörlü profilometre cihazları kullanılabilir. Bu cihazlarla, Ra, Rpm, Rz gibi bütün pürüzlülük parametreleri ölçülebilmektedir. Yaygın olarak kullanılan mekanik profilometre cihazlarında elmas bir uç bulunur; bu uç ile yüzey 25-50 µm çözünürlükte taranır. Tarama sonucu yüzeydeki pürüzlülüklere bağlı oluşan elektriksel akım farklılıkları kaydedilir ve ortalama bir Ra (Roughness average) değeri bulunur. Yanlış ölçümler yapılmaması için çeşitli açılarla tekrarlayan ölçümler yapılmalıdır ve örnek tabanı düz olmalıdır (Heintze ve ark 2006). Örneklerin yüzey pürüzlülüğü ölçümleri öncesinde ve ölçüm araşmalarında homojen ölçümlerin yapılabilmesi için kalibrasyon plakaları ile cihazın kalibrasyonu yapılmalıdır (Heintze ve ark 2006).

Optik profilometreler üç boyutlu ölçüm sağlayan cihazlardır. Yüzey ile mekanik bir temas yoktur ve optik ışınla tarama yapmaktadır (Joniot ve ark 2006). Yüzey topoğrafisi üç boyutlu olduğundan optik profilometreler ile yüzeyin doğal karakteri gösterilebilmektedir (Kakaboura ve ark 2007).

Mekanik ve optik sensörler karşılaştırıldığında optik sensörlerin daha yüksek pürüzlülük değerleri verdiği görülmüştür. Mekanik ve optik cihazlar Ra değerleri bakımından daha benzer sonuçlar verirken; Rz, Rpm ve Rt değerleri bakımından ise farklı değerler verebilmektedir (Heintze ve ark 2006).

2.5.1.2. Tarayıcı Elektron Mikroskobu (SEM)

SEM, çok ince (10 µm) bir elektron demetinin incelenen yüzey boyunca bir noktadan bir noktaya art arda hareket etmesi prensibiyle çalışır (Schmoeckel ve Fatikow 2000). SEM bir yüzeyde oluşan çiziklerin ve bozuklukların incelendiği en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Ancak yüzey topoğrafisinin tanımlanmasında bir takım sınırlamalara sahiptir ve üç boyutlu olarak yüzey özelliği görüntülenememektedir (Kakaboura ve ark 2007).

2.5.1.3. Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)

AFM, son yıllarda popülerite kazanan bir tekniktir. Çalışma prensibinde, örnek yüzeyi çok ince bir manivela (sivri uç) yardımıyla taranır (Gadegaard 2006). Genellikle AFM tekniklerinde kullanılan uçlar 40-60 nm çapındadır. AFM ucu yüzeyi tararken, uç ve yüzey arasındaki etkileşimi kaydeder. Bu etkileşimler van der Waals kuvvetleri, kapiller kuvvetler ve sürtünme kuvvetlerine bağlıdır (Jandt 2001). AFM' nin konvansiyonel tekniklere göre üç boyutlu ölçüm yapması, örneklere özel bir işlem (örn. kaplama) gerektirmemesi gibi avantajları vardır. Tarama hızının düşük olması, örnek sayısının az olması ve undercutları belirleyememesi ise dezavantajlarıdır (Gadegaard 2006).

Bu tez çalışmasındaki amacımız çeşitli estetik restoratif materyallerin çayda bekletilmelerinden ve farklı macunlarla fırçalanmalarından sonra renk ve yüzey pürüzlülüklerindeki değişikliklerin değerlendirilmesidir.

Bu tez çalışmasında birinci hipotezimiz, çay ile renklendirdiğimiz çeşitli estetik restoratif materyallerin renklenmelerinin farklı olmayacağı yönündedir. İkinci hipotezimiz renklendirilmiş restoratif materyal örnekleri fırçalamada kullandığımız dört farklı diş macunu arasında leke kaldırma etkinliği açısından bir fark olmayacağı yönündedir. Üçüncü hipotezimiz ise bu estetik restoratif materyallerin farklı macunlarla fırçalanmalarından sonra yüzey pürüzlülüklerinin değişmeyeceği yönündedir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez projesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Komisyonu'nun 25.03.2014 tarihinde yapılan 2014/03 sayılı toplantısında oy birliği ile alınan etik kurul kararıyla yürütülmüştür.

Çeşitli estetik restoratif materyallerin çay ile renklendirilmelerinden ve takiben farklı macunlarla fırçalanmalarından sonra yüzey pürüzlülüklerinin ve renk değerlerindeki değişimin in - vitro olarak değerlendirildiği bu tez çalışması Selçuk Üniversitesi Diş hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi.

Bu tez çalışması 2 aşamadan oluşmaktadır;

1. Estetik restoratif materyallerin çay ile renklendirilmelerinden ve farklı diş macunlarıyla fırçalanmalarından sonra renk değişikliklerini değerlendirmek.
2. Estetik restoratif materyallerin farklı diş macunları ile fırçalanmalarından sonraki yüzey pürüzlülüklerindeki değişimleri değerlendirmek.

3.1. Çalışmada Kullanılan Materyaller

Bu tez çalışmasında 4 farklı restoratif materyal (Gradia Direct Anterior (GDA) (mikrohibrit kompozit), Filtek Ultimate (FU) (nanofilkompozit), Tetric N-Flow (TN-F) (akışkan kompozit) ve Fuji IX GP (F-IX) (yüksek viskoziteli cam iyonomer siman) kullanılmıştır (Şekil 3.1- 4). Tüm dolgu maddeleri standart olarak A2 renge seçilmiştir. Kullanılan restoratif materyallerin kompozisyonları ve üretici firmaları Çizelge 3.1' de yer almaktadır.

Restoratif materyaller çay ile renklendirildikten sonra 4 farklı diş macunuyla fırçalanmıştır. Çalışmada kullanılan diş macunları ve diş fırçası Şekil 3.5 – 9' da gösterilmektedir.

Çalışmada kullanılan diş macunları, diş macunlarının kompozisyonları, diş fırçası ve üretici firmaları Çizelge 3.2' de yer almaktadır.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan restoratif materyaller, kompozisyonları ve üretici firmaları.

Materyal	Renk	Tip	Kompozisyon	Üretici firma
Gradia Direct Anterior	A2	Mikrohibrit	Resin:UDMA, Dimetakrilat. Doldurucu sistem: Prepolimerize doldurucu ve silika. Ortalama silika partikül boyutu: 0.85 µm. Ağırlıkça 75% hacimce 64% doldurucu.	GC Corp, Tokyo Japan
Filtek Ultimate	A2B	Nanofil	Resin: bis-GMA, UDMA, TEGDMA, bis-EMA ve PEGDMA. Doldurucular: non-aglomere 20 nm silica doldurucu, non-aglomere 4- 11 nm zirconia doldurucu ve birleştirilmiş zirconia/silica kümesi. Ortalama küme partikül boyutu: 0.6- 10 µm. 78.5% ağırlıkça ve hacimce 63,3 % doldurucu.	3M ESPE, St. Paul, MN, USA
Tetric N-Flow	A2	Akışkan nanohibrit	Dimetakrilatlar (TEGDMA) Ağırlıkça % 36. Doldurucular: baryum cam, ytterbium trifluoride, silika ve mixed oksit. İnorganik doldurucu partikül boyutu 40-3000 nm. Ağırlıkça % 63 hacimce % 39 doldurucu.	Ivoclar Vivadent AG Schaan/Liechtenstein
Fuji IX GP	A2	Cam iyonomer	Toz: floroaluminio-silikat cam, Likit: Poliakrilik asit, su. Ort. partikül boyutu: 10.0 µm.	GC Corp, Tokyo, Japan



Şekil 3.1. Gradia Direct Anterior



Şekil 3.2. Filtek Ultimate



Şekil 3.3. Tetric N-Flow



Şekil 3.4. Fuji IX GP

Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan diş macunları, diş fırçası, üretici firmaları ve diş macunlarının kompozisyonları.

Materyal	Üretici Firma	Kompozisyon
Clinomyn (Sigara içenler için)	CCS Healthcare AB Borlange / Sweden	Kalsiyum karbonat, Aqua/su, Sorbitol, Gliserin, Hidrate silika, Alüminyum silikat, Sodyum lauril sülfat, Sodyum monoflorofosfat, (1450 ppm florür) Selüloz gum, Trisodyum fosfat, Dimethicone, Kalsiyum gliserofosfat, Sodyum sakkarin, Fenoksietanol, Limonen.
Sensodyne Beyazlatıcı	GSK Consumer Healthcare Brentford/England	Aqua/su, Hidrate silika, Sorbitol, Gliserin, Pentasodyumtrifosfat, Potasyum nitrat, PEG 6, Aroma, Titanyum dioksit, Cocamidopropyl betain, Sodyum metil kokoil taurat, Xanthan gum, Sodyum hidroksit, Sodyum florid (1400 ppm florür), Sodyum sakkarin.
Curasept ADS 712 (Chlorhexidine- Digluconate 0.12%)	Curaden Healthcare Saronno/Italy	Sorbitol, Aqua/su, Hidrate silika, Gliserin, Xylitol, PEG-40, Hydrogenated Castor Oil, Cocamidopropyl betaine, Aroma, Selüloz Gum, Klorheksidin Diglukonat 0.12 % , Askorbik asit, Sodyum Metabisülfit, Sodyum Metil Paraben, Sodyum Sitrat.
İpana Pro - Expert (Hepsi bir arada)	Procter & Gamble GmbH GrossGerau/Germany	Gliserin, Hidrate silika, Sodyum heksametafosfat, Propilen glikol, PEG-6, Aqua/su, Çinko laktat, Sodyum loril sülfat, Aroma, Sodyum glukonat, Chondrus crispus tozu, Trisodyum fosfat, Stannos florid (1100 ppm florür), Sodyum sakkarin, Xhantan gum, Copernica cerifera cera, Silika, Sodyum florid.
Oral-B Vitality™ Precision Clean EXPERT Şarjlı diş fırçası	Braun GmbH Kronberg/Germany	



Şekil 3.5.Clinomyn (Sigara içenler için)



Şekil 3.6. Sensodyne Beyazlatıcı



Şekil 3.7. Curasept ADS 712



Şekil 3.8. İpana Pro - Expert

3.2. Örneklerin Hazırlanması ve Grupların Oluşturulması

Çalışmamızda her bir restoratif materyal için 105 adet örnek olmak üzere toplamda 420 adet örnek disk hazırlandı. Bu amaçla 8 mm çapında ve 2 mm derinliğinde silindirik yuva hazırlanmış politetrafloroetilen (teflon) halkalar kullanıldı (Şekil 3.10). Kompozit rezin materyaller ağız spatülü kullanılarak silindirik yuvaya taşındıktan sonra üzerine şeffaf bant ve siman camı yerleştirildi. Hafifçe baskı uygulanarak fazlalık materyalin taşması ve düzgün bir yüzey elde edilmesi sağlandı. Daha sonra LED ışık kaynağı (Blue lex LD-105, Monitex Industrial Co, Tayvan) ile üretici firmanın önerileri doğrultusunda 20 saniye polimerize edildi (Şekil 3.11). Polimerizasyonun tam olarak sağlanması için siman camı uzaklaştırıldıktan sonra ek olarak 10 saniye daha ışık uygulandı (Türkün ve Türkün 2004, Attar 2007). Kullanılan kapsül formundaki yüksek viskoziteli cam iyonomer siman F-IX ise üreticisinin önerileri doğrultusunda amalgamatör yardımıyla 10 sn karıştırılarak hazırlandı. Kapsül tabancası yardımıyla silindirik yuvaya taşındıktan sonra üzerine şeffaf bant ve siman camı yerleştirildi. Hafifçe baskı uygulanarak fazlalık materyalin taşması ve düzgün bir yüzey elde edilmesi sağlandı ve materyalin sertleşmesi için (2 dk 20 sn) beklendi. F-IX üretici firmaya göre kapsül karıştırılmaya başlandıktan 6 dk sonra bitim ve polisaj işlemlerine hazır hale gelmektedir.

Örnek disklerin polisaj işlemleri Optidisc polisaj sistemi (Kerr Corporation, Orange, CA) ile yapıldı. (Şekil 3.12). Sırası ile ekstra-coarse, coarse/medium, fine ve

ekstra-fine alüminyum oksit diskler ile 60 sn, kuru olarak, düşük devirde ve hafif basınçla klinik anguldruva ve mikromotor kullanılarak örneklerin yüzey polisajı gerçekleştirildi.

Her bir restoratif materyalden 105 adet toplam 420 örnek hazırlandı.

Grup 1. Filtek Ultimate (3M ESPE, St. Paul, MN, USA).

Grup 2. Gradia Direct Anterior (GC Corp, Tokyo Japan).

Grup 3. Tetric N-Flow (Ivoclar Vivadent AG Schaan/Liechtenstein).

Grup 4. Fuji IX GP (GC Corp, Tokyo, Japan).

Her bir restoratif materyal için hazırlanan 105 örnek her grupta 15 adet örnek olmak üzere aşağıdaki gibi rastgele 7 alt gruba ayrıldı (Şekil 3.13-6).

Grup a) Distile su grubu (- kontrol) (Macun ve fırça ile fırçalanmayan).

Grup b) Çay grubu (+ kontrol) (Macun ve fırça ile fırçalanmayan).

Grup c) Diş fırçası grubu (Oral-B Vitality™ Precision Clean EXPERT Şarjlı diş fırçası).

Grup d) Clinomyn (Sigara içenler için) diş macunu grubu.

Grup e) Sensodyne Beyazlatıcı diş macunu grubu.

Grup f) Curasept Anti Discoloration System (ADS) 712 diş macunu grubu.

Grup g) İpana Pro- Expert (Hepsi bir arada) diş macunu grubu.



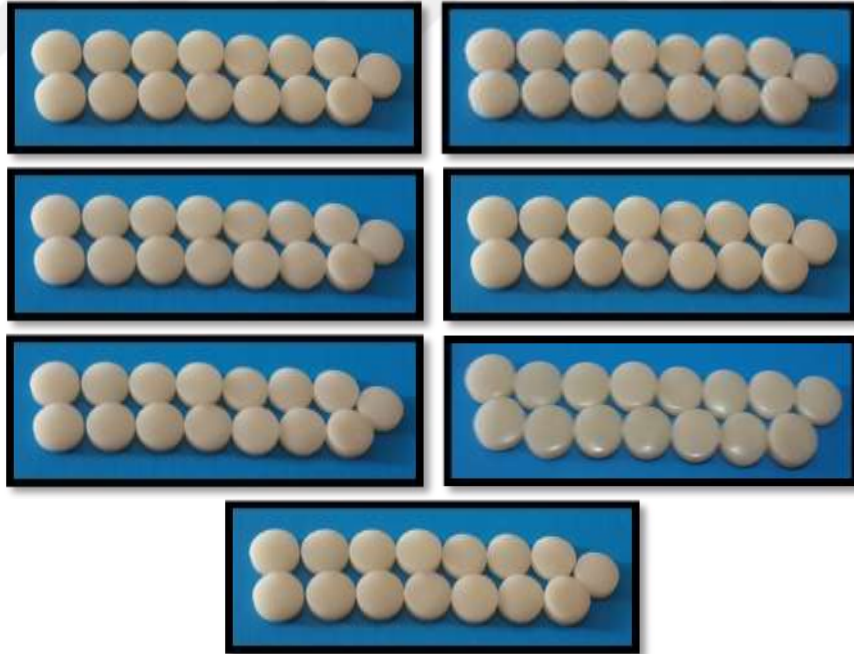
Şekil 3.10. Örnekleri hazırlamak için kullanılan tefflon halka.



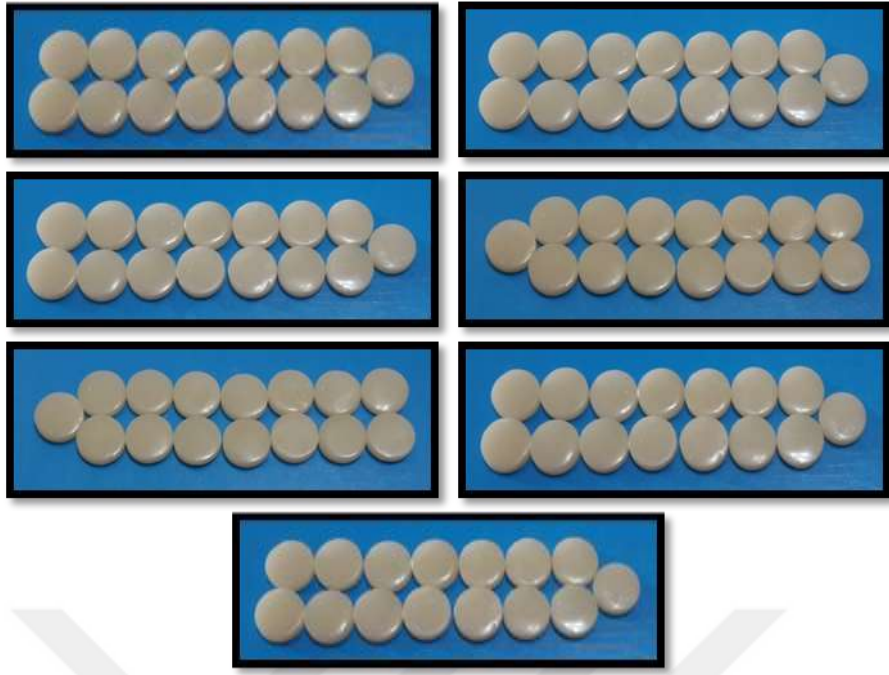
Şekil 3.11. Monitex ışık cihazı.



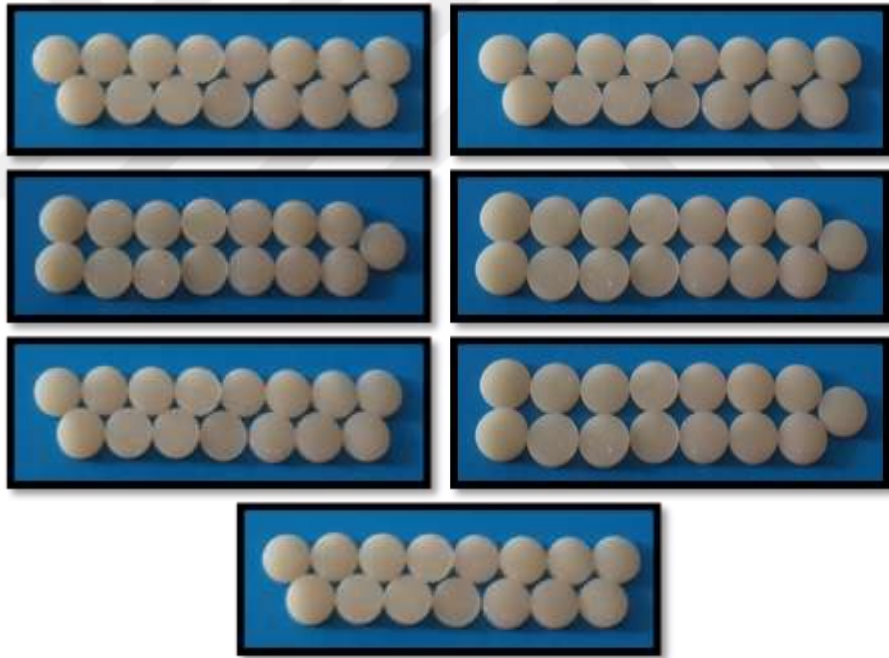
Şekil 3.12. Opti Disc polisaj diskleri.



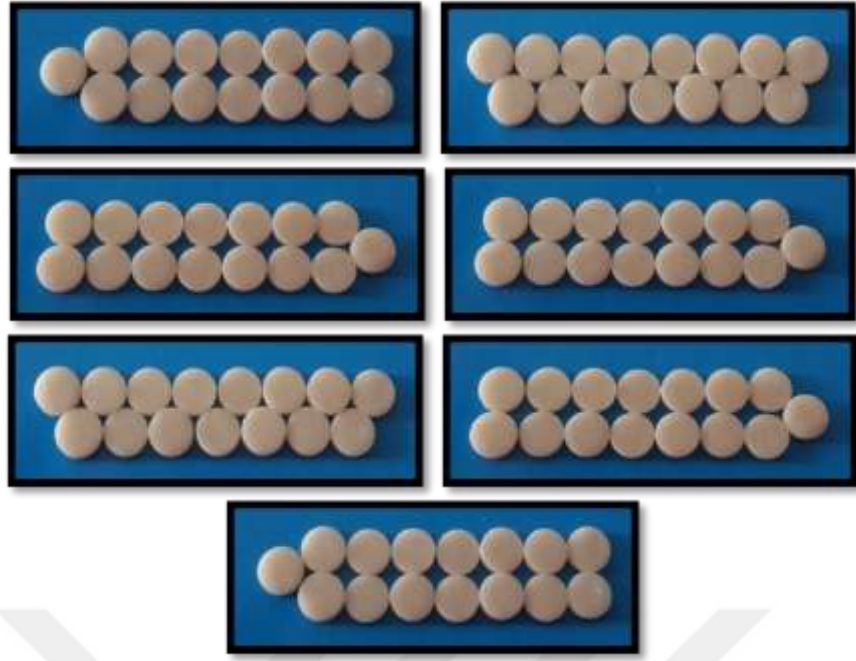
Şekil 3.13. Filtek Ultimate (A2B) kompozit rezin örnekler.



Şekil 3.14. Gradia Direct Anterior (A2) kompozit rezin örnekler.



Şekil 3.15. Tetric N-Flow (A2) kompozit rezin örnekler.



Şekil 3.16. Fuji IX GP (A2) cam iyonomer örnekler.

3.3. Renklendirici sıvının hazırlanması ve renk ölçümü

Tüm örnekler hidrasyonu sağlamak amacıyla 24 saat distile suda 37°C'de etüvde bekletildi. 24 saat suda bekletilen örnekler sudan çıkarıldı ve başlangıç renk ölçümleri yapıldı.

Çay sıvısı için bir adet poşet çay (Lipton, Rize, Türkiye) 250 ml sıcak suda demlemeye bırakıldı ve süzüldü (Şekil 3.17).

Negatif kontrol grubundaki örnekler haricinde tüm örnekler 20 cc' lik plastik şişeler içerisinde hazırlanmış çaya atıldı ve karanlık etüv ortamına kondu. Kullanılan çay sıvısı sedimantasyonu engellemek için üç günde bir yenilendi.

Restoratif materyal örneklerin renk ölçümleri spektrofotometre (VITA Easyshade Compact, Vident, Almanya) ile yapıldı (Şekil 3.18). Her ölçümden önce cihaz üzerindeki kendi standardına göre oluşturulmuş seramik blok ile kalibre edildi. Renk ölçümleri standart beyaz fon üzerinde ve günün aynı saatlerinde yapıldı. Cihazın üzerinde D65 (6500K) ışık kaynağı bulunduğu için ışık kaynağı kullanılmasına gerek görülmedi. Ölçümler sırasında cihazın fiber optik ucunun örnekler dik ve yere paralel şekilde konumlandırılmasına dikkat edildi. Hafif renk değişimi tespitlerinde geçerli bir yöntem olarak kullanılan CIELAB sistemi ile renkler tespit edildikten sonra örneklerde meydana gelen renk değişikliği L, a ve b

değerleri yardımıyla hesaplanan ΔE^* parametresi ile formüle edildi. ΔE^* değeri bir gözlemcinin uygulama sonrası ve zaman aralıklarında belirleyebileceği renk değişimidir. Bu değer tek başına L, a, b değerlerinden daha anlamlıdır.

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

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

$$\Delta a^* = a_2 - a_1$$

$$\Delta b^* = b_2 - b_1$$

Bu süreçte tüm örnekler 37 °C' de etüvde bekletildi. 14 gün sonunda çaydan alınan örnekler ölçümden önce bir dakika süre ile musluk suyunun altında yıkandı, havlu peçete ile kurulandı ve ölçümler yapıldı. Negatif kontrol grubundaki örnekler ise 14 gün boyunca distile suda bekletildi ve renk ölçümleri tekrarlandı.

Daha sonra renklendirilen örnekler, diş fırçası ve diş macunlarıyla fırçalandı. Fırçalama sonunda renk ölçümleri aynı şekilde yapıldı. Renk ölçümleri L^* , a^* , b^* cinsinden ölçüldü ve ΔE değerleri (başlangıç-14.gün) ve (başlangıç-fırçalama sonrası) olmak üzere hesaplandı. Renk ölçümü CIE $L^*a^*b^*$ renk sisteminde 3 kez ölçülüp ortalamaları alınarak yapıldı.



Şekil 3.17. Lipton poşet çay (Rize, Türkiye)



Şekil 3.18. Spektrofotometre ile renk ölçümü

3.4. Yüzey pürüzlülük ölçümlerinin yapılması

Hidratasyonu sağlamak amacıyla 24 saat distile suda 37° C' de etüvde bekletilen örnekler sudan çıkarıldı ve başlangıç pürüzlülük ölçümleri yapıldı.

Örneklerin yüzey pürüzlülük ölçümleri için mekanik yöntemle ölçüm yapan bir yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı (profilometre) (SJ 201, Mitutoyo, Kanagawa, JAPONYA) (Şekil 3.19) kullanıldı. Her ölçüm öncesi üretici firma önerileri doğrultusunda yüzey profilometresinin kalibrasyon ayarları yapıldı. Ölçüm hızı 0.25 mm/sn ölçüm uzunluğu 0,8 mm olarak ayarlandı. Her örnek için 3 farklı bölgeden yapılan yüzey pürüzlülük ölçümünün ortalaması o örneğe ait yüzey pürüzlülük değeri (Ra = roughness average) olarak kaydedildi.

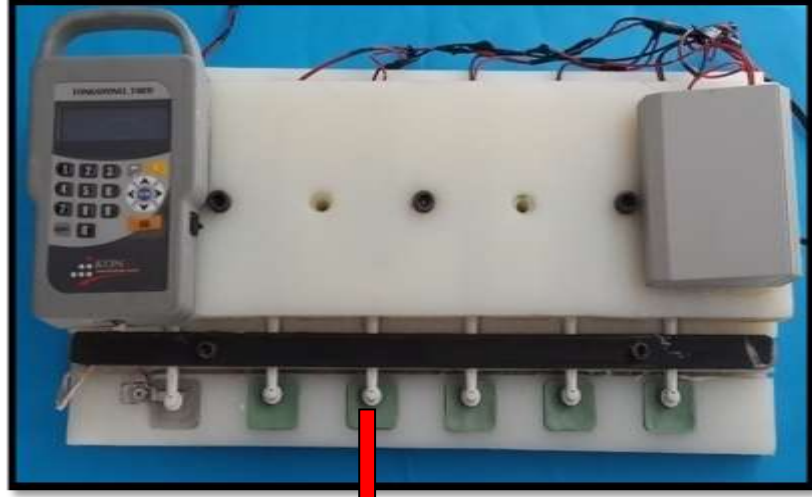


Şekil 3.19. Profilometre

Çalışmanın devamında çay ile renklendirildikten sonra belirlenen dış macunlarıyla fırçalanan örneklerin yüzey pürüzlülük ölçümleri tekrarlandı.

3.5. Örneklerin Fırçalanması

Çalışmamızda kullanılmak üzere Selçuk Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı' na yaptırılan fırçalama makinesi kullanılmıştır (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Çalışmamızda kullanılan fırçalama cihazı.

Fırçalama makinesine 5 adet Oral-B Vitality™ Precision Clean EXPERT şarjlı diş fırçası fırçalama makinesindeki yuvalara vidalanarak sabitleştirilmiştir. Böylece aynı anda 5 örneğin fırçalanması sağlanmış, fırçalama zamanı kısaltılmıştır.

Fırçalama makinesinde örneklerin yerleştirildiği yuvaların ölçüsü silikon ölçü maddesiyle alınarak silikon kalıplar oluşturulmuştur (Şekil 3.21-2). Örnek diskler fırça başlarının altlarına gelecek şekilde ve fırça kıllarına teması sağlanarak silikon kalıba yerleştirilmiştir. Böylece örneklerin fırçalama işlemi sırasında yerinden oynamaması sağlanmıştır.



Şekil 3.21. Örneklerin yerleştirildiği silikon kalıplar



Şekil 3.22. Kalıpları oluşturmak için kullanılan silikon ölçü maddesi (Zhermack Rovigo / İtalya)

Selçuk Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda, deneyde kullanılan Oral-B Vitality™ Precision Clean EXPERT diş fırçasının devri 60 Hertz (Hz) olarak ölçülmüştür ve her bir örneğin fırçalama süresi 4 dakika olarak belirlenmiştir.

Fırçalama makinesine hassas terazi yerleştirilerek her bir örneğe yüklenecek toplam ağırlık standardize edilmiş ve 200 gr olarak ayarlanmıştır (Şekil 3.23).



Şekil 3.23. Hassas terazi

Deneye öncelikle Oral-B Vitality™ Precision Clean EXPERT diş fırçası gruplarıyla başlandı. GDA, FU, TN-F ve F-IX ' a ait diş fırçası gruplarındaki 15' er örnek olmak üzere toplam 60 örnek fırçalandı.

Fırçalama sırasında örneklere 20 ml ' lik enjektör yardımıyla distile su uygulandı.

Her bir örneğe toplam 2 ml distile su 30 sn aralıklarla uygulanarak 4 dakika boyunca fırçalandı.

Deneye diş macunu gruplarıyla devam edildi. Sırasıyla Clinomyn (Sigara içenler için) diş macunu grubu, Sensodyne Beyazlatıcı diş macunu grubu, Curasept ADS 712 diş macunu grubu ve İpana Pro- Expert (Hepsi bir arada) diş macunu grubu örnekleri fırçalandı. Her bir diş macunu grubunda 4 farklı restoratif materyalin her birine ait 15' er örnek, toplamda 60 örnek bulunmaktadır.

Diş macunları 20 ml' lik enjektörler ile örneklerin üzerini tamamen kaplayacak şekilde uygulandı. Her bir örneğe her seferinde 0,375 gr olmak üzere toplam 3 gr diş macunu 30 sn aralıklarla uygulanarak toplam 4 dakika boyunca fırçalandı. Böylelikle macunun yüzeyde kalma süresi artırıldı. 1:1 oranında (ağırlıkça) distile su örneklere uygulanarak macunların seyreltilmesi sağlandı. Her bir diş macunundan toplam 180 gr kullanıldı.

Fırça başlıkları her fırçalama grubunda (diş fırçası ve 4 farklı diş macunu) değiştirilerek yenileri takıldı. Örnekler her fırçalama periyodundan sonra dikkatli bir şekilde silikon kalıplarından çıkarılarak macun artıklarının uzaklaştırılması için akan su altında yıkandı, kurulandı. Son olarak bütün örneklerin renk ve pürüzlülük ölçümleri tekrarlandı.

Örneklere sağlıklı bir bireyin bir yıllık fırçalamasına karşılık gelen 14600 devir mekanik fırçalama işlemi yapıldı.

3.6. İstatistiksel Değerlendirme

Verilerin istatistik analizi için SPSS 15.0 paket programı (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) kullanılmıştır.

Öncelikle verilerin normal dağılım gösterip göstermediği ve varyansların homojenliği kontrol edildi. Veriler normal dağılım gösterdiği ve varyanslar homojen olduğu için örneklerin ortalama yüzey pürüzlülüğü (R_a) ve renk değişimi (ΔE) verilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde parametrik bir test yöntemi olan tek yönlü varyans analizi (One Way ANOVA) testi kullanıldı. Gruplar arası farklılıkların kıyaslanması amacıyla Tukey HSD testi kullanıldı.



4. BULGULAR

4.1. Restoratif Materyal Örneklerin Renk Analizi Bulguları

Renk ölçümü sonucunda elde edilen ΔE^* değerleri Kolmogorov-Simirnov testine göre normal dağılıma uygunluk yönünden araştırılmış ve tüm verilerin normal dağılıma uygun olduğu görülmüştür.

4.1.1. Restoratif Materyal Örneklerin Fırçalama Öncesi Renk Analizi

(Renklendirme öncesi ve sonrası)

Örneklerin renk ölçümleri distile su ve çay sıvılarına konulmadan önce (başlangıç) ve konulduktan 14 gün sonra yapıldı. Toplam renk değişim değerleri (ΔE^*) aşağıdaki formüle göre hesaplandı. L_1 , a_1 , b_1 başlangıç değerlerini, L_2 , a_2 ve b_2 değerleri çalışmanın sonundaki ölçümleri göstermektedir.

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

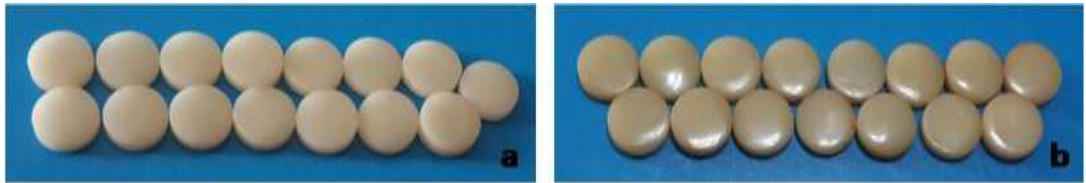
$$\Delta L^* = L_2 - L_1$$

$$\Delta a^* = a_2 - a_1$$

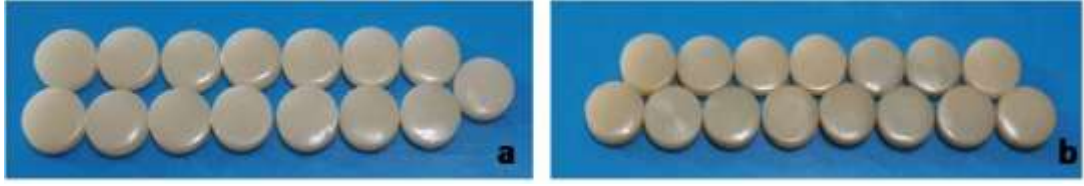
$$\Delta b^* = b_2 - b_1$$

Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre çayda bekletilen restoratif materyal gruplarının ΔE^* değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,01$).

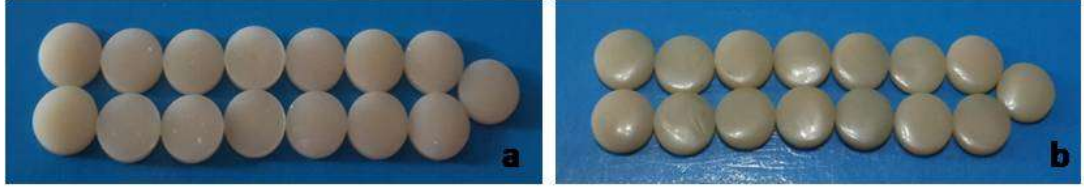
Restoratif materyallerin distile su ve çayda 14 gün bekledikten sonraki görüntüleri (Şekil 4.1-4).



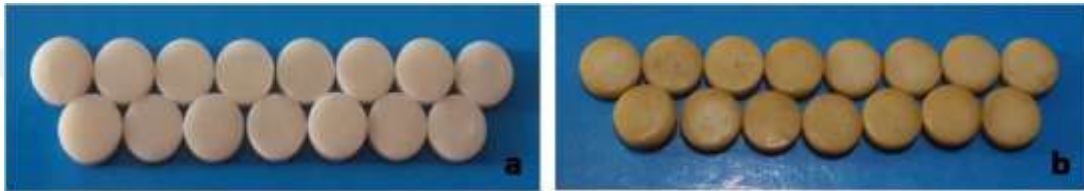
Şekil 4.1. Renklenme işleminden sonra Filtek Ultimate örnekler: a, distile su; b, çay.



Şekil 4.2. Renklenme işleminden sonra Gradia Direct Anterior örnekler: a, distile su; b, çay.



Şekil 4.3. Renklenme işleminden sonra Tetric N-Flow örnekler: a, distile su; b, çay.



Şekil 4.4. Renklenme işleminden sonra Fuji IX GP örnekler: a, distile su; b, çay.

Restoratif materyal örneklerin 14. günde yapılan renk ölçümleri ile başlangıçta yapılan ölçümler arasında elde edilen renk değişim değerlerinin (ΔE^*) ortalama, standart sapmaları ve Tukey HSD testi bulguları Çizelge 4.1’ de gösterildi.

Çizelge 4.1. Restoratif materyal örneklerin renk değişim değerlerinin (ΔE^*) ortalama ve standart sapmaları.

Gruplar	n	14.gün $\bar{x} \pm SS$ (ΔE^*)	Tukey HSD Çoklu Karşılaştırma
Filtek Ultimate/distile su	15	1,91±0,597	a
Filtek Ultimate/çay	15	9,41±0,884	c
Gradia Direct Anterior/distile su	15	1,97±0,559	a
Gradia Direct Anterior/çay	15	3,29±0,810	b
Tetric N-Flow/distile su	15	2,29±0,548	a
Tetric N-Flow/çay	15	6,83±1,55	c
Fuji IX GP/distile su	15	2,24±1,223	a
Fuji IX GP/çay	15	17,11±4,28	d

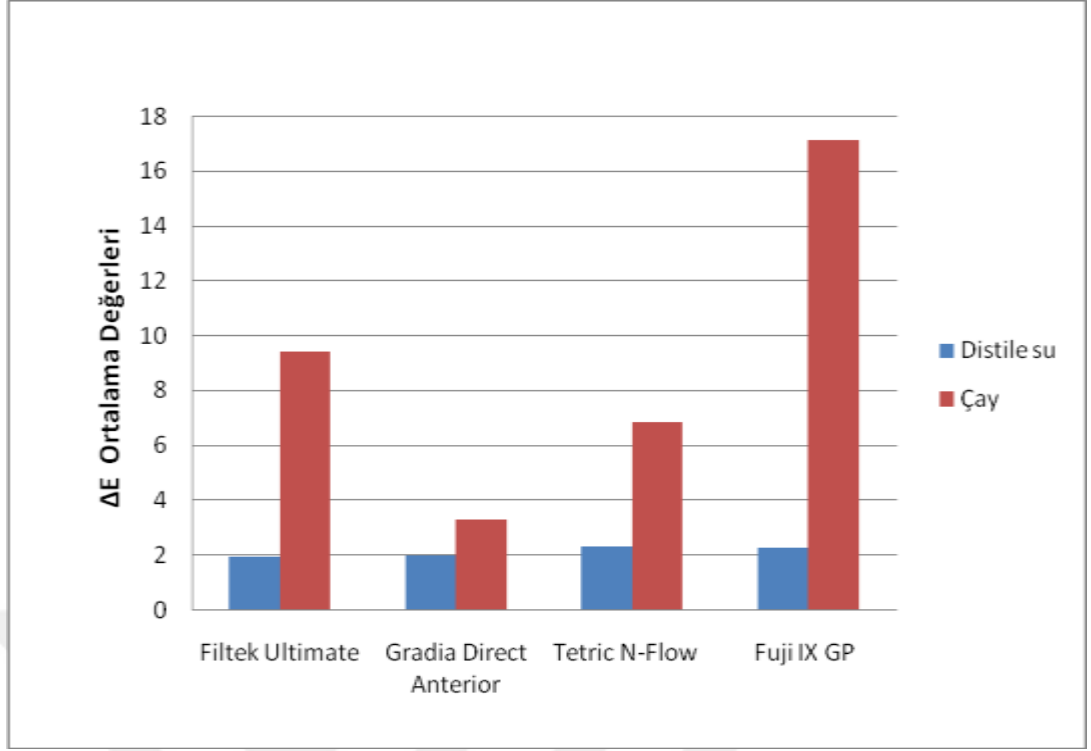
ΔE değeri toplam renk değişimini göstermektedir, bu değerin büyük olması elde edilen renk değişiminin de fazla olması anlamına gelmektedir. Çalışmamızda restoratif materyallerin $\Delta E \geq 3,3$ olduğu değerler, klinik olarak kabul edilemez renk değişimi olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.1 incelendiğinde, 14 gün sonunda çayda bekletilen GDA örnekleri haricinde çayda bekletilen diğer tüm örneklerin klinik olarak kabul edilebilir renk değişim sınırını aştıkları görülmüştür.

En fazla renk değişimi çayda bekletilen cam iyonomer F-IX örneklerinde görülmüştür ($\Delta E^*=17.11$). F-IX ile diğer gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık vardır ($p<0,05$).

Nanokompozit FU ise kompozit rezin materyaller arasında en çok renk değişimi gösteren materyaldir ($\Delta E^*=9,41$). TN-F grubu FU' yu takip etmektedir ($\Delta E^*=6.83$). Bununla birlikte bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p>0,05$).

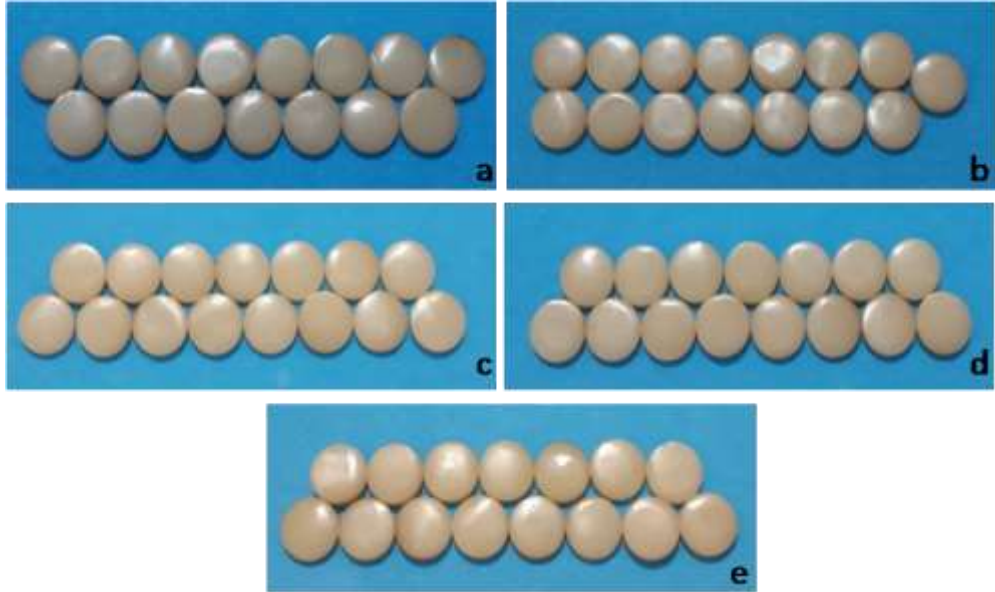
Çayda bekletilen GDA örnekleri klinik olarak kabul edilebilir renk değişim sınırını ($\Delta E^*< 3,3$) aşmamıştır. Bu örneklerin diğer gruplarla aralarında istatistiksel olarak önemli farklılık vardır ($p<0,05$). Her bir grubun 14 gün sonraki renk değişim değerlerine (ortalama) ait grafik Şekil 4.5' de gösterilmiştir.



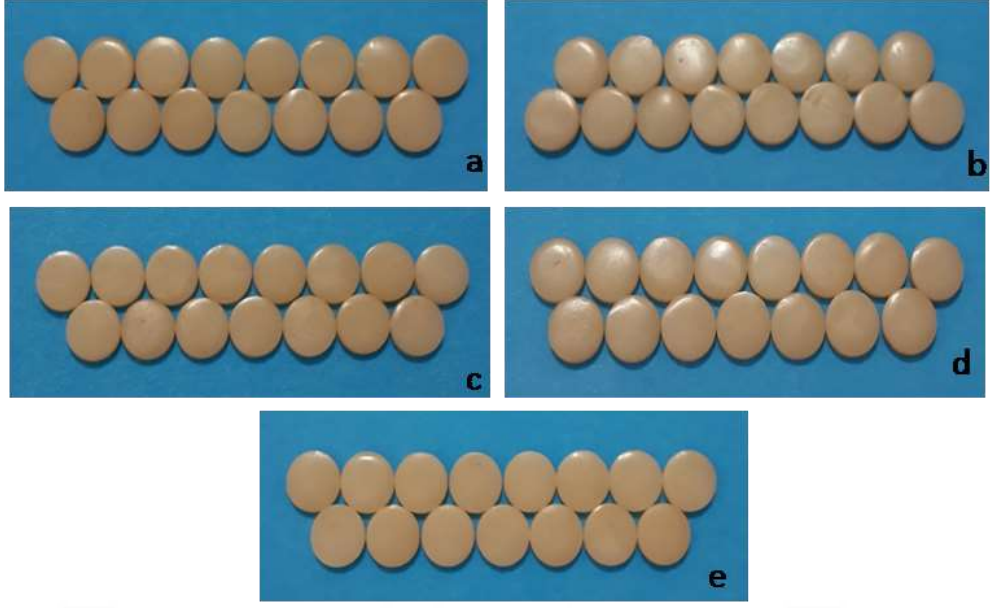
Şekil 4.5. Her bir grubun 14 gün sonraki renk değişim değerleri (ΔE ortalama değerleri)

4.1.2. Restoratif Materyallerin Fırçalama Sonrası Renk Analizi

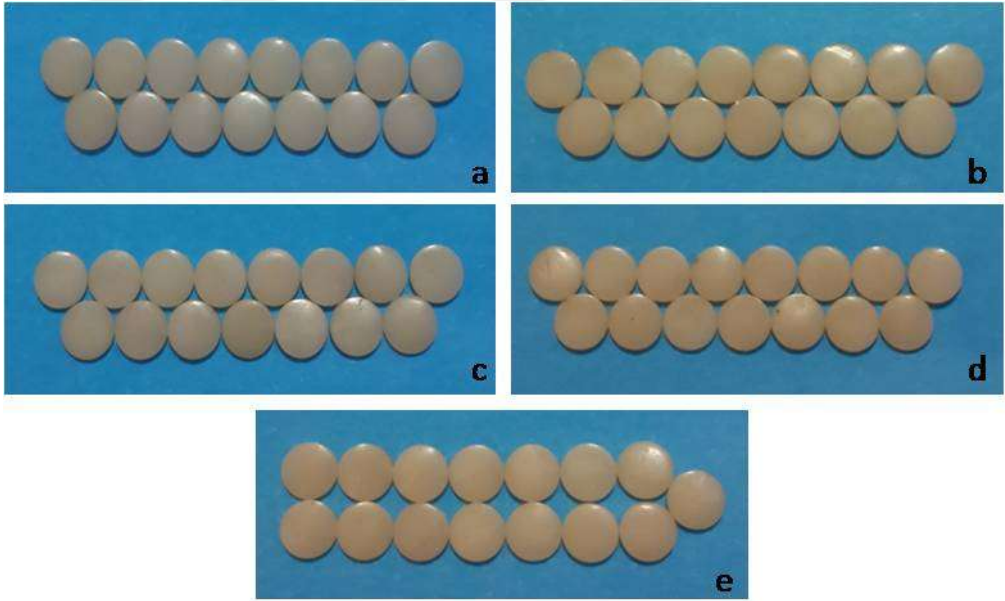
Fırçalama sonrası restoratif materyallere ait görüntüler (Şekil 4.6-9) ' da gösterilmektedir.



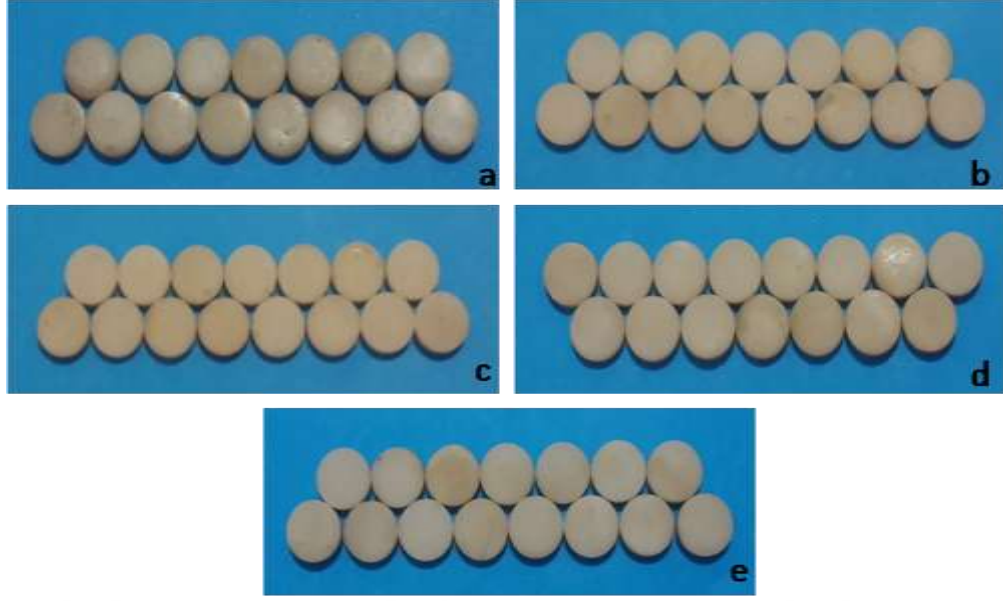
Şekil 4.6. Fırçalamadan sonra FU örnekler: a, sadece fırça; b, Clinomyn; c, Sensodyne; d, Curasept; e, İpana.



Şekil 4.7. Fırçalamadan sonra GDA örnekler: a, sadece fırça; b, Clinomyn; c, Sensodyne; d, Curasept; e, İpana.



Şekil 4.8. Fırçalamadan sonra TN-F örnekler: a, sadece fırça; b, Clinomyn; c, Sensodyne; d, Curasept; e, İpana.



Şekil 4.9. Fırçalamadan sonra F-IX örnekler: a, sadece fırça; b, Clinomyn; c, Sensodyne; d, Curasept; e, İpana.

Renklendirilen restoratif materyal örneklerin fırçalandıktan sonra yapılan renk ölçümleri ile başlangıçta yapılan ölçümler arasında elde edilen renk değişim değerlerinin (ΔE^*) ortalamaları, standart sapmaları ve gruplar arası farklılıklar Çizelge 4.2' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Restoratif materyal örneklerin renk değişim değerlerinin (ΔE^*) ortalamaları, standart sapmaları ve gruplar arası farklılıklar.

Restoratif Materyal	n	ΔE^* $\bar{X} \pm SS$	Tukey HSD Çoklu Karşılaştırma
Filtek Ultimate	105	3,56±2,64	b
Gradia Direct Anterior	105	2,18±0,84	a
Tetric N-Flow	105	3,73±1,77	b
Fuji IX GP	105	10,13±5,6	c
*Aynı harfler ile gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p>0.05$).			

Restoratif materyal grupları genel olarak incelendiğinde farklı macunlarla fırçalanmış 4 farklı grup arasında en az renk değişimi GDA grubunda görülmüştür ($\Delta E^*= 2,18$). Bu değer diğer kompozit rezin gruplarından istatistiksel olarak anlamlı

fark göstermektedir ($p<0.05$). FU ve TN-Fgruplarında daha yüksek ΔE^* değeri elde edilmiştir ve bu gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($p=0,982$) ($p>0.05$). En fazla renk değişimi ise F-IX ($\Delta E^*=10,13$) grubunda görülmüştür ve diğer gruplarla arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$).

Fırçalama metodları genel olarak karşılaştırıldığında renk değişim değerlerinin (ΔE^*) ortalamaları, standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar Çizelge 4.3’ de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı fırçalama metodları için renk değişim değerlerinin (ΔE^*) ortalamaları, standart sapmaları (SS) ve Tukey HSD testi sonuçlarına göre gruplar arası farklılıklar.

Alt Grup	n	ΔE^* $\bar{x} \pm SS$	Tukey HSD Çoklu Karşılaştırma
1 Distile su (- kontrol)	60	2,10±0,78	a
2 Çay (+ kontrol)	60	9,16±5,61	c
3 Diş Fırçası	60	6,10±5,33	b
4 Clinomyn (Sigara içenler için)	60	4,18±3,72	ab
5 Sensodyne Beyazlatıcı	60	4,08±3,56	ab
6 Curasept ADS 712	60	4,19±3,28	ab
7 İpana Pro- Expert	60	4,50±3,76	b
*Aynı harfler ile gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p>0.05$).			

Diş fırçası ve diş macunu grupları genel olarak karşılaştırıldığında uygulanan tüm fırçalama metodlarının çay lekelerini temizlediği görülmüştür. Çay (+ kontrol) grubuyla tüm fırçalama grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Gruplar incelendiğinde en düşük ΔE^* değeri distile su (- kontrol) grubunda tespit edilmiştir. Fırçalama metodları arasında en düşük ΔE^* değerleri Sensodyne Beyazlatıcı, Clinomyn (Sigara içenler için), Curasept ADS 712 gruplarında tespit

edilmiştir ve bu üç grubun kendi aralarında ve distile su (-kontrol) grubuyla aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p>0.05$). Fırçalama metodları arasında en yüksek ΔE^* değeri ise diş fırçası grubuna aittir. Buna rağmen bu grupta diş macunu grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$). Diş fırçası grubu ve İpana Pro-Expert grubunun distile su (-kontrol) grubuyla aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır ($p<0.05$). Yani diş fırçası grubu ve İpana Pro-Expert grubunun leke kaldırma etkinliği daha düşüktür.

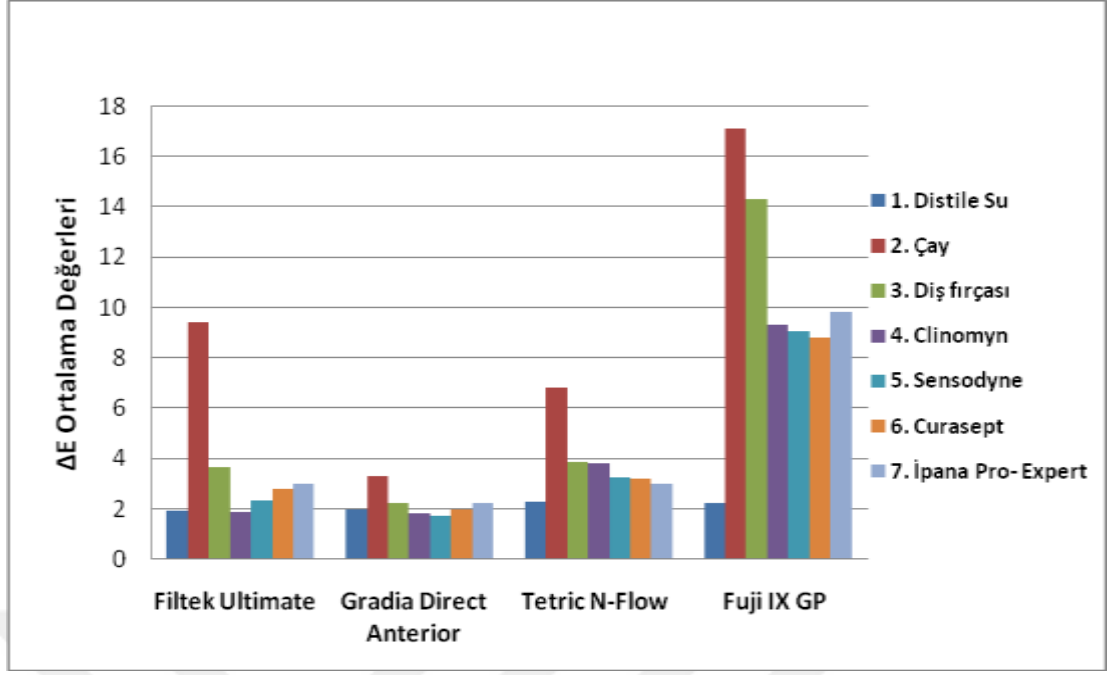
Distile su ve çay gruplarının (başlangıç-14.gün) ve fırçalama gruplarının (başlangıç-fırçalandıktan sonra) renk değişim değerlerinin (ΔE^*) ortalamaları ve standart sapmaları Çizelge 4.4’ de; renk değişim değerlerine (ortalama) ait grafik ise Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Grupların renk değişim değerlerinin (ΔE^*) ortalamaları ve standart sapmaları.

Restoratif Materyal	ΔE_1^* $\bar{x} \pm SS$		ΔE_2^* $\bar{x} \pm SS$				
	Distile Su	Çay	Diş Fırçası	Clinomyn	Sensodyne	Curasept	İpana
Filtek Ultimate	1,91±0,59	9,41±0,88	3,66±1,58	1,88±0,81	2,32±0,84	2,79±0,85	2,98±0,98
Gradia Direct Anterior	1,97±0,55	3,29±0,8	2,26±0,8	1,81±0,64	1,75±0,55	1,98±0,75	2,23±0,8
Tetric N-Flow	2,29±0,54	6,83±1,54	3,86±1,31	3,80±1,09	3,23±1,35	3,18±1,05	3,01±1,1
Fuji IX GP	2,24±1,22	17,1±4,28	14,28±3,2	9,29±4,28	9,04±3,78	8,81±3,41	9,79±4,08

ΔE_1^* : (Başlangıç-14.gün)

ΔE_2^* : (Başlangıç-fırçalama sonrası).



Şekil 4.10. Her bir grubun renk değişim değerlerinin (ΔE^*) ortalamaları.

Çizelge 4.5. ΔE değeri Tukey HSD çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Çalışma grupları ΔE*		Filtek Ultimate							Gradia Direct Anterior						
		Su	Çay	Fırça	Clinomyn	Sensodyne	Curasept	İpana	Su	Çay	Fırça	Clinomyn	Sensodyne	Curasept	İpana
Filtek Ultimate	Su		,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY
	Çay	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	Fırça	FY	,00		FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY
	Clinomyn	FY	,00	FY		FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY
	Sensodyne	FY	,00	FY	FY		FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY
	Curasept	FY	,00	FY	FY	FY		FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY
	İpana	FY	,00	FY	FY	FY	FY		FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY
Gradia	Su	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY		FY	FY	FY	FY	FY	FY
	Çay	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY		FY	FY	FY	FY	FY
	Fırça	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY		FY	FY	FY	FY
	Clinomyn	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY		FY	FY	FY
	Sensodyne	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY		FY	FY
	Curasept	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY		FY
	İpana	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	
Tetric N-Flow	Su	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY
	Çay	,00	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	Fırça	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY
	Clinomyn	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY
	Sensodyne	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY
	Curasept	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY
	İpana	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY
Fuji IX GP	Su	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY
	Çay	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	Fırça	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	Clinomyn	,00	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	Sensodyne	,00	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	Curasept	,00	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	İpana	,00	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00

*FY: Fark yok ($p>0.05$).

Çizelge 4.5 (Devam). ΔE değeri Tukey HSD çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Çalışma grupları ΔE^*		Tetric N-Flow							Fuji IX GP						
		Su	Çay	Fırça	Clinomyn	Sensodyne	Curasept	İpana	Su	Çay	Fırça	Clinomyn	Sensodyne	Curasept	İpana
Filtek Ultimate	Su	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	Çay	,00	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	FY	FY	FY	FY
	Fırça	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	Clinomyn	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	Sensodyne	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	Curasept	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	İpana	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00
Gradia	Su	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	Çay	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	Fırça	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	Clinomyn	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	Sensodyne	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	Curasept	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	İpana	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00
Tetric N-Flow	Su	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	Çay	,00		,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	FY	FY	FY	,00
	Fırça	FY	,00		FY	FY	FY	FY	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	Clinomyn	FY	,00	FY		FY	FY	FY	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	Sensodyne	FY	,00	FY	FY		FY	FY	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	Curasept	FY	,00	FY	FY	FY		FY	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00
	İpana	FY	,00	FY	FY	FY	FY		FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00
Fuji IX GP	Su	FY	,00	FY	FY	FY	FY	FY		,00	,00	,00	,00	,00	,00
	Çay	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00	,00
	Fırça	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		,00	,00	,00	,00
	Clinomyn	,00	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00		FY	FY	FY
	Sensodyne	,00	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	FY		FY	FY
	Curasept	,00	FY	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	FY	FY		FY
	İpana	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	FY	FY	FY	

*FY: Fark yok ($p>0.05$).

Renk değişim değerlerinin ortalama ve standart sapmaları (Çizelge 4.4) ve Tukey HSD çoklu karşılaştırma test sonuçları (Çizelge 4.5) incelendiğinde Şu sonuçlara varılmıştır:

Çay ile renklendirilen F-IX örnekleri tüm restoratif materyaller arasında en fazla renk değişimi göstermiştir ($\Delta E^* = 17,11$). Fırçalama sonrasında en yüksek ΔE^* değeri Diş fırçası grubuna ait olup bu grupla diğer tüm F-IX grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. F-IX macun grupları arasında en yüksek ΔE^* değeri İpana Pro-Expert grubuna en düşük ΔE^* değeri Curasept grubuna aittir; buna rağmen macun gruplarının aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur.

FU çay grubu ($\Delta E^* = 9,41$) ve TN-F çay grubu ($\Delta E^* = 6,83$) F-IX çay grubunu ($\Delta E^* = 17,11$) takip etmektedir ve bu iki grup arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur.

Çay ile renklendirilen GDA örnekleri tüm restoratif materyaller arasında en az renk değişimi göstermiştir ($\Delta E^* = 3,29$). Fırçalama sonrasında en yüksek ΔE^* değerleri Diş fırçası ve macun grupları içerisinde İpana Pro-Expert grubuna aittir. Buna rağmen bu iki grupla diğer GDA grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur.

FU grupları içerisinde fırçalama sonrasında en yüksek ΔE^* değeri Diş fırçası, macun grupları içerisinde İpana Pro-Expert grubuna aittir. Buna rağmen fırçalama gruplarının hiçbirinin aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır.

TN-F grupları içerisinde fırçalama sonrasında en yüksek ΔE^* değerleri Diş fırçası ve Clinomyn gruplarına aittir. Buna rağmen bu iki grupla diğer fırçalama gruplarının hiçbirinin aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur.

FU, GDA ve TN-F' nin fırçalama gruplarının hiçbirinin aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Ayrıca distile su gruplarıyla (- kontrol) fırçalama gruplarının hiçbirinin aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur.

FU, TN-F ve F-IX ' un çay gruplarıyla (+ kontrol) fırçalama gruplarının ΔE^* değerlerinin aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

4.2. Restoratif Materyallerin Yüzey Pürüzlülük Testi Bulguları

Yüzey pürüzlülüğü ölçümü sonucunda elde edilen Ra değerleri Kolmogorov-Simirnov testine göre normal dağılıma uygunluk yönünden araştırılmış ve tüm verilerin normal dağılıma uygun olduğu görülmüştür.

Genel olarak restoratif materyal grupları arasında yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra) standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar Çizelge 4.6 ' da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Restoratif materyal grupları için yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve Tukey HSD testi sonuçlarına göre gruplar arası farklılıklar.

Restoratif Materyal	n	Ra± SS	Farklılık*
Filtek Ultimate	90	0,23±0,075	a
Gradia Direct Anterior	90	0,35±0,19	b
Tetric N-Flow	90	0,36±0,21	b
Fuji IX GP	90	0,84±0,36	c
*Aynı harfler ile gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur (p>0.05).			

Farklı macunlarla fırçalanmış 4 farklı restoratif materyal grup arasında en düşük ortalama yüzey pürüzlülük değeri FU grubuna aittir. Bu grup ile GDA, TN-F ve F-IX grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır (p< 0.05). GDA ve TN-F gruplarının ortalama yüzey pürüzlülük değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p>0.05). En yüksek Ra değeri ise F-IX grubuna aittir ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır (p< 0.05).

Fırçalama metodları genel olarak karşılaştırıldığında yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve gruplar arası farklılıklar Çizelge 4.7 'de gösterilmiştir.

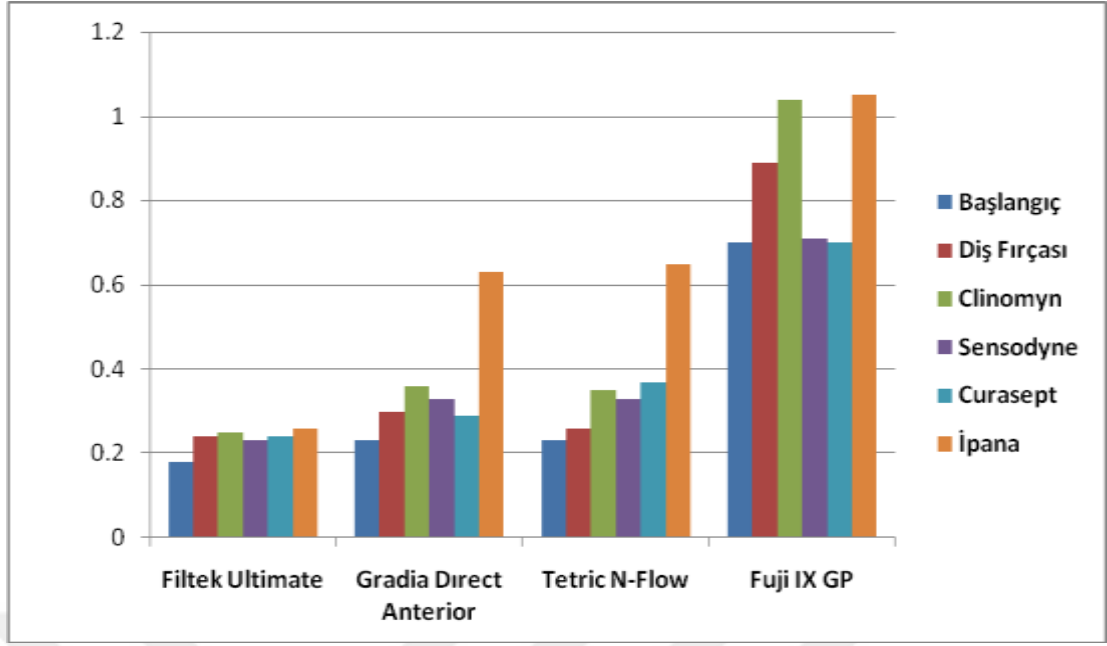
Çizelge 4.7. Başlangıç ve farklı fırçalama metodları için yüzey pürüzlülüğü ortalamaları (Ra), standart sapmaları (SS) ve Tukey HSD testi sonuçlarına göre gruplar arası farklılıklar.

Gruplar	n	Ra ± SS	Farklılık*
Başlangıç	60	0,33±0,27	a
Diş Fırçası	60	0,42±0,34	a
Clinomyn (Sigara içenler için)	60	0,5±0,39	ab
Sensodyne Beyazlatıcı	60	0,4±0,2	a
Curasept ADS 712	60	0,4±0,26	a
İpana Pro- Expert	60	0,64±0,38	b
*Aynı harfler ile gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur (p>0.05).			

Gruplar genel olarak karşılaştırıldığında en düşük ortalama yüzey pürüzlülük değeri Başlangıç grubunda elde edilmiştir ve bu grupla Diş Fırçası, Clinomyn, Sensodyne Beyazlatıcı ve Curasept grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p>0.05). En yüksek Ra değeri ise İpana grubuna aittir. Bu grupla Clinomyn grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmazken (p>0.05) diğer gruplarla aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir (p< 0.05).

Çizelge 4.8. Her bir grubun ortalama yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ve standart sapmaları (SS).

Restoratif Materyal	Alt gruplar (Ra± SS)					
	Başlangıç	DişFırçası	Clinomyn	Sensodyne	Curasept	İpana
Filtek Ultimate	0,18±0,05	0,24±0,08	0,25±0,08	0,23±0,03	0,24±0,08	0,26±0,09
Gradia Direct Anterior	0,23±0,04	0,3±0,16	0,36±0,16	0,33±0,08	0,29±0,09	0,63±0,24
Tetric N-Flow	0,23±0,05	0,26±0,08	0,35±0,13	0,33±0,1	0,37±0,12	0,65±0,34
Fuji IX GP	0,7±0,33	0,89±0,39	1,04±0,42	0,71±0,15	0,7±0,35	1,05±0,34



Şekil 4.11. Her bir grubun ortalama yüzey pürüzlülük değerleri (Ra).

Çizelge 4.9. Ortalama yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) Tukey HSD çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Çalışma grupları ΔE^*	Filtek Ultimate						Gradia Direct Anterior						
	Başlangıç	Fırça	Clinomyn	Sensodyne	Curasept	İpana	Başlangıç	Fırça	Clinomyn	Sensodyne	Curasept	İpana	
Filtek Ultimate	Başlangıç	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,000
	Fırça	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,000
	Clinomyn	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,000
	Sensodyne	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,000
	Curasept	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,000
	İpana	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,000
Gradia Direct Anterior	Başlangıç	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,000
	Fırça	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,000
	Clinomyn	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY
	Sensodyne	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,000
	Curasept	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,000
	İpana	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	FY	,000	,000	FY
Tetric N-Flow	Başlangıç	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,000
	Fırça	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,000
	Clinomyn	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,000
	Sensodyne	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	,000
	Curasept	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY
	İpana	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,001	FY
Fuji IX GP	Başlangıç	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	FY
	Fırça	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	FY
	Clinomyn	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	Sensodyne	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	FY
	Curasept	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	FY
	İpana	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000

*FY: Fark yok ($p>0.05$).

Çizelge 4.9 (Devam). Ortalama yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) Tukey HSD çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Çalışma grupları ΔE^*		Tetric N-Flow						Fuji IX GP					
		Başlangıç	Fırça	Clinomyn	Sensodyne	Curasept	İpana	Başlangıç	Fırça	Clinomyn	Sensodyne	Curasept	İpana
Filttek Ultimate	Başlangıç	FY	FY	FY	FY	FY	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	Fırça	FY	FY	FY	FY	FY	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	Clinomyn	FY	FY	FY	FY	FY	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	Sensodyne	FY	FY	FY	FY	FY	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	Curasept	FY	FY	FY	FY	FY	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	İpana	FY	FY	FY	FY	FY	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
Gradia Direct Anterior	Başlangıç	FY	FY	FY	FY	FY	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	Fırça	FY	FY	FY	FY	FY	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	Clinomyn	FY	FY	FY	FY	FY	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	Sensodyne	FY	FY	FY	FY	FY	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	Curasept	FY	FY	FY	FY	FY	,001	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	İpana	,000	,000	,000	,000	FY	FY	FY	FY	,000	FY	FY	,000
Tetric N-Flow	Başlangıç	FY	FY	FY	FY	FY	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	Fırça	FY	FY	FY	FY	FY	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	Clinomyn	FY	FY	FY	FY	FY	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	Sensodyne	FY	FY	FY	FY	FY	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	Curasept	FY	FY	FY	FY	FY	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	İpana	,000	,000	,000	,000	,000	FY	FY	FY	,000	FY	FY	,000
Fuji IX GP	Başlangıç	,000	,000	,000	,000	,000	FY	FY	FY	,000	FY	FY	,000
	Fırça	,000	,000	,000	,000	,000	FY	FY	FY	FY	FY	FY	FY
	Clinomyn	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	FY	FY	,000	,000	FY
	Sensodyne	,000	,000	,000	,000	,000	FY	FY	FY	,000	FY	FY	,000
	Curasept	,000	,000	,000	,000	,000	FY	FY	FY	,000	FY	FY	,000
	İpana	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	FY	FY	,000	,000	FY

Yüzey pürüzlülük değerlerinin ortalama ve standart sapmaları (Çizelge 4.8) ve Tukey HSD çoklu karşılaştırma test sonuçları (Çizelge 4.9) incelendiğinde şu sonuçlara varılmıştır:

Restoratif materyallerin başlangıç yüzey pürüzlülükleri değerlendirildiğinde en yüksek başlangıç yüzey pürüzlülük değeri F-IX grubuna aittir ve bu değer istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$).

En düşük başlangıç yüzey pürüzlülük değeri FU' ya ait bulunmasına rağmen, FU, GDA ve TN-F' nin başlangıç yüzey pürüzlülükleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

F-IX grubu; İpana Pro-Expert ve Clinomyn grupları, fırçalama grupları içerisinde en yüksek ortalama yüzey pürüzlülük değerlerine sahiptir. İpana Pro-Expert ve Clinomyn ile fırçalanmış F-IX' un Ra değerleri başlangıca göre artış göstermiştir ve bu artış istatistiksel olarak anlamlıdır. Diş fırçası grubu ise bu iki grubu takip etmekte ve bu üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Curasept ve Sensodyne grupları ise en düşük ortalama yüzey pürüzlülük değerlerine sahiptir ve Ra değerleri başlangıca göre artış göstermemiştir.

TN-F grubu; İpana Pro-Expert, fırçalama grupları içerisinde açıkça en yüksek ortalama yüzey pürüzlülük değerine sahiptir ve diğer gruplarla aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır ($p < 0.05$). Tetric'e ait diğer grupların ise aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur.

GDA grubu; İpana Pro-Expert diğer gruplara göre açıkça en yüksek ortalama yüzey pürüzlülük değerine sahiptir ve bu değer istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$). Diğer fırçalama grupları Gradia örneklerini başlangıca göre istatistiksel olarak anlamlı derecede pürüzlendirmemiştir ($p > 0.05$). Bununla birlikte İpana Pro-Expert grubunu, Clinomyn grubu takip etmektedir ve bu iki grubun aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p > 0.05$).

Dört restoratif materyal grup arasında en düşük ortalama yüzey pürüzlülük değeri FU grubuna aittir. FU' nun fırçalama gruplarının ortalama yüzey pürüzlülük değerleri birbirlerine ve başlangıç ortalama yüzey pürüzlülük değerine çok yakın olup aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur.

F-IX en yüksek başlangıç yüzey pürüzlülüğüne sahiptir ($R_a=0,70$). Bununla birlikte 14 gün sonunda en çok renklenen restoratif materyaldir ve ($\Delta E^*=17,11$)'dir. FU en düşük başlangıç yüzey pürüzlülüğüne sahiptir ($R_a = 0,18$). Ayrıca 14 gün sonunda F-IX' dan sonra en çok renklenen materyaldir ve ($\Delta E^*=9,41$)'dir. Bu değerlere göre bizim çalışmamızda renklenme ve pürüzlülük arasında doğrusal bir ilişki bulunamamıştır.



5. TARTIŞMA

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). Ancak 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). Ancak farklı formülasyonlar içeren temizleme etkinliğini artırdıkları iddia edilen diş macunlarının restoratif materyallerden leke kaldırma etkinliklerini değerlendiren çalışmalar çok azdır. Buna yönelik olarak bizim çalışmamızın amacı çeşitli estetik restoratif materyallerin renklendirici solüsyondan ne oranda etkilendikleri; buna ilaveten günümüzde yaygın olarak kullanılan diş macunlarının bu materyallerde oluşan renklenmeleri ne kadar temizleyebildiği ve restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğüne etkilerinin ne miktarda olduğunu anlamaya çalışmaktır.

Bu tez çalışması sonucunda çay ile renklendirdiğimiz çeşitli estetik restoratif materyallerin renklenmelerinin farklı olmayacağı yönündeki birinci hipotezimiz reddedildi. Renklendirilmiş restoratif materyal örnekleri fırçalamada kullandığımız dört farklı diş macunu arasında leke kaldırma etkinliği açısından bir fark olmayacağı yönündeki ikinci hipotezimiz kabul edildi. Çalışmamızda en fazla renk değişimi çayda bekletilen yüksek viskoziteli CİS F-IX örneklerinde görülmüştür ($\Delta E^*=17,11$). F-IX örnekleriyle diğer gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık vardır ($p<0,05$). Nanokompozit FU ise kompozit rezinler arasında en çok renk değişimi gösteren materyaldir. ($\Delta E^*=9,41$). TN-F grubu FU' yu takip etmektedir; bununla birlikte bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur ($p>0,05$). Çayda bekletilen GDA örnekleri klinik olarak kabul edilebilir renk değişim sınırını ($\Delta E^*< 3,3$) aşmamıştır.

Çalışmamızda fırçalama işlemi yapılan renklenmiş restoratif materyal örneklerde kullanılan dört farklı diş macunu arasında leke kaldırma etkinliği açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir.

Çalışmamızda FU, TN-F ve F-IX ' un çay gruplarıyla (+ kontrol) fırçalama gruplarının tamamının ΔE değerlerinin aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. F-IX' da fırçalama grupları çay lekelerini bir miktar kaldırmış olsa da ΔE^* değerleri klinik olarak kabul edilemez seviyededir ($\Delta E^* > 3,3$). FU ve TN-F' de ise diş fırçası ve diş macunları çay lekelerini kaldırmada başarılı olmuşlardır.

F-IX' da diş fırçası grubu, fırçalama sonrasında en az leke kaldırma etkinliğine sahiptir; bu grupta diğer F-IX grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. GDA ve FU ve TN-F' de de fırçalama sonrası en az leke kaldırma etkinliği diş fırçası grubuna ait olmakla birlikte fırçalama gruplarının aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur.

Çalışmada kullandığımız restoratif materyallerin farklı macunlarla fırçalanmalarından sonra yüzey pürüzlülüklerinin değişmeyeceği yönündeki ikinci hipotezimiz ise kısmen reddedildi. Çalışmamızda FU' nun fırçalama gruplarının yüzey pürüzlülük değerleri birbirlerine ve başlangıç pürüzlülük değerine çok yakın olup aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur. İpana Pro-Expert ve Clinomyn ile fırçalanmış F-IX' un Ra değeri başlangıca göre artış göstermiştir ve bu artış istatistiksel olarak anlamlıdır. İpana Pro-Expert restoratif materyallerde en fazla yüzey pürüzlülüğüne sebep olan diş macunudur. İpana Pro-Expert diş macunu FU hariç diğer restoratif materyalleri başlangıca göre önemli derecede pürüzlendirmiştir ($p < 0,05$). İpana Pro-Expert haricindeki diğer diş macunları TN-F ve GDA' yı başlangıca göre önemli derecede pürüzlendirmemiştir.

Çalışmamızda öncelikle FU, GDA, TN-F kompozit rezin örnekler ve F-IX yüksek viskoziteli cam iyonomer simanın renk ölçümleri çaya konulmadan önce, konulduktan 14 gün sonra ve farklı macunlarla fırçalandıktan sonra yapıldı ve renk değişimleri yönünden değerlendirildi.

Renk değişimi bazen görsel olarak algılanamamaktadır. Ayrıca renk tespiti ortam ışığına, materyalin özelliklerine ve kişinin değerlendirmesine göre farklılık gösterebilir (Joiner 2004). Bu hataları en aza indirmek için dijital renk ölçüm cihazları kullanılır. Çalışmamızda dijital renk ölçüm cihazlarından biri olan görünür ışıkla çalışan ve kontak tip bir spektrofotometre olan Vita Easyshade Compact® (Vita Easy Shade, Vident, USA) tercih edilmiştir. Ölçüm cihazının açısının ölçüm

hassasiyetini etkilememesi için bütün örneklerdeki ölçümlerde cihazın ucu materyale dik tutulmuştur.

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. Ayrıca renk ölçümü yapılan örnekten yansıyan ışığın cihaza tam olarak dönememesi olarak tanımlanan (edge-loss effect)' i en aza indirebilmek için hazırladığımız örneklerin çapının (8mm) cihazın uç çapından (5mm) daha büyük olmasına dikkat edilmiştir (Tung ve ark 2002).

Renk farklılıkları CIE L* a* b* renk sistemindeki renk parametreleri kullanılarak elde edilen ΔE^* değerleri hesaplanarak belirlenir. İnsan gözüne göre renk değerlerindeki değişiklikler üç farklı aralıkta değerlendirilebilir: $\Delta E^* < 1$: insan gözü tarafından algılanamayan renk değişim değeri; $1,0 < \Delta E^* < 3,3$: deneyimli kişiler tarafından belirlenebilen ve klinik olarak kabul edilebilir renk değişim değeri; $\Delta E^* \geq 3,3$: kolayca belirlenebilen ve klinik olarak kabul edilemeyen renk değişim değeri (Lee ve ark 2003, Fontes ve ark 2009). Literatürde kabul edilebilir birçok farklı renk değişimi sınırı olmasına rağmen bazı araştırmacılar farklı yayınlarında farklı limitler kullanmışlardır (Um ve Ruyter 1991, Abu-Bakr ve ark 2000). Literatürde en çok kullanılan ve kabul gören klinik kabul edilebilir renk değişim sınırı $\Delta E^* < 3,3$ 'tür. Bizim çalışmamızda da $\Delta E^* < 3,3$ değerleri klinik olarak kabul edilebilir değerler olarak belirlenmiştir.

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 ark. yaptıkları çalışmada düzgün ve parlak kompozit yüzeylerinin pürüzlü yüzeylere göre daha az renklendiğini rapor etmişlerdir (Patel ve ark 2004). Çalışmamızda hazırlanan bütün örneklerle eşit şartlarda ve sürede cila işlemleri uygulanmıştır.

Restoratif materyaller, ağız ortamında diyetle birlikte alınan yiyeceklerdeki ve içeceklerdeki birçok boyayıcı maddeye maruz kalırlar. Yapılan çalışmalar hem cam iyonomerlerin hem de rezin kompozitlerin çeşitli içecekler karşısında renklenmeye karşı dirençsiz olduğunu göstermiştir. Birçok çalışmada çay, bunun yanında kahve, kola, kırmızı şarap gibi farklı tipteki solüsyonlar renk değişimi için kullanılmıştır (Guler ve ark 2005, Topcu ve ark 2009). Bizim çalışmamızda da çay renklendirici solüsyon olarak kullanılmıştır.

Çalışmada kullandığımız yüksek viskoziteli CIS F-IX 14 gün sonunda en çok renk değişimi gösteren materyal olmuştur. Nanokompozit FU, kompozit rezin materyaller arasında en çok renk değişimi gösteren materyaldir ($\Delta E^*=9,41$). TN-F grubu FU'yu takip etmektedir; buna rağmen bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($p>0,05$). Çayda bekletilen GDA örnekleri klinik olarak kabul edilebilir renk değişim sınırını ($\Delta E^*< 3,3$) aşmamıştır.

Restoratif materyaller arasındaki renk stabilitesi farklılıkları materyalin bileşenlerine (su ve doldurucu miktarı, rezin tipi) ve su emme miktarına bağlı olabilir (Lim ve ark 2001, Vargas ve ark 2001). Su emebilen restoratif materyaller renk değişikliğine neden olabilecek diğer sıvıları da emebilirler (Dietschi ve ark 1994, Bagheri ve ark 2005). Önceden geleneksel CIS'lerin yüksek su içeriklerinden dolayı daha az su absorbe ettikleri böylece lekelenmeye daha az duyarlı oldukları fikri ileri sürülmüştü (Bagheri ve ark 2005). Bunun aksine CIS gibi hidrofilik materyallerin kompozit rezin gibi hidrofobik materyallerden lekelenmeye karşı daha duyarlı oldukları çalışmalarda gösterildi (Abu-Bakr ve ark 2000, Mohan ve ark 2008). Bizim çalışmamızda da CIS F-IX, kompozit rezinlere göre renklenmeye karşı daha duyarlıdır.

Geleneksel CIS' de renk stabilitesinin olmaması, metal poliakrilat tuzlarının degregasyonu ile açıklanabilen materyaldeki poliasit içeriğine bağlı olabilir (Kalampalikis ve ark 2014). Cam iyonomer simanların nemden etkilendiği ve erken dönemde yapısal dayanıklılığını kaybettiği bildirilmiştir (Yildiz ve Bayindir 2004). Materyal, boşlukları olan pürüzlü bir yüzey sunar ve çözülmemiş cam partikülleri, daha fazla su ve gıda boyası emilimine neden olur (Al-Samadani ve Al-Dharrab 2013). CIS' in renklenmeye duyarlılığı cam partiküllerin gözenekli yapısına, materyalin sertleşme sonrası dehidrate olmasına ve restorasyonun renklenmesine neden olan mikroçatlaklara atfedilebilir (Chhabra ve ark 2015)

Kompozit rezin materyaller ağız ortamı ile temas ve polimerizasyon reaksiyonları sonucunda bir takım fiziksel değişimlere uğrarlar (Martin ve ark 2003). Polimerizasyonu takiben, su moleküllerinin içe doğru hareketi, matriksteki iyonların mobilize edilmesine; dolduruculardan ve aktive edicilerden sızan reaksiyona girmemiş monomerlerin ve iyonların dışa akmasına neden olur (Braden ve Pearson 1981, Ferracane 1994). Süzülebilin bileşenlerin elüsyonu, daha fazla büzölmeye ve ağırlık kaybına neden olurken suyun higroskopik olarak emilmesi, materyalin şişmesine ve ağırlık artışına neden olur (Yap ve Wee 2002). Bu işlem rezin matriksin yumuşamasına ve lekelenmeye direncin azalmasına neden olabilir (Söderholm ve ark 1984, Yap ve ark 2000). Resin bazlı materyallerin renklenmesi içsel ya da dışsal faktörler tarafından meydana gelebilir. İntrinsik faktörler doldurucu, matriks ara yüzeyi ve resin matriksteki değişimleri kapsar (Wilson ve ark 1997). Ayrıca estetik materyallerin intrinsik rengi, materyallerin çeşitli fiziksel ve kimyasal koşullar altında (termal değişiklikler ve nem gibi) yaşlanmasıyla değişebilir (Iazzetti ve ark 2000). Lekelerin adsorbe edilmesi veya emilmesi gibi ekstrinsik faktörler de renk değişikliğine neden olur (Abu-Bakr ve ark 2000).

Kompozitlerde renklenmenin az olması, su emiliminin düşük olması ve polisajın iyi olması ile bağlantılıdır; genellikle su emilimi ilk haftada görölmektedir (Um ve Ruyter 1991, Ergücü ve ark 2008). Fakat resin 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 ΔE^* değerleri klinik olarak kabul edilebilir sınır olan 3,3' ü geçmemiştir.

Kompozitteki su emilimine rezindeki hidrofilik gruplar sebep olur. Eğer bir kompozit su emiyorsa boyayıcı özellikteki diğer sıvıları da emebilir (Bagheri ve ark 2005). Aşırı su emilimi resin yapının genişmesine ve plastikleşmesine sebep olarak ömrünü azaltır, silanın hidrolizi ile mikro-çatlakların oluşmasına yol açar. Böylece, doldurucu ve resin matriks arasındaki mikro-çatlaklara ve ara yüzdeki boşluklara boyayıcı ajanlar penetre olabilir ve renkleşmeye sebep olurlar (Mair 1991). Hidrofilik yapıdaki materyallerin oldukça yüksek su emilim değerlerine sahip oldukları ve içecekler karşısında hidrofobik materyallere oranla çok daha fazla renklenme gösterdikleri ortaya konmuştur (Douglas ve Craig 1982, Reis ve ark 2003).

Resin kompozitlerde kullanılan resin matriks içeriğinin de renklenmeyi önemli derecede etkilediği ortaya konmuştur (Reis ve ark 2003, Hickel ve ark 2004, Türkün ve Türkün 2004). UDMA, Bis-GMA rezine oranla düşük su emme gibi özelliklerinden dolayı renklenmeye karşı daha fazla dirençli olduğu bilinmektedir. Pearson ve Longman UDMA'nın Bis-GMA'ya oranla daha az su emme gösterdiğini ortaya koymuştur (Pearson ve Longman 1989). Bununla birlikte Bis-GMA içerikli resin sistemlerde TEGDMA miktarı %0'dan %1'e arttırılırsa, su emilimi, %3 ile %6 oranında artar. Hidrofilik bir yapıya sahip TEGDMA mevcudiyeti renk dayanımını etkiler (Kalachandra ve Turner 1987).

Çalışmada kullandığımız nanodolduruculu kompozit FU non-aglomere 20 nm silica doldurucu, non aglomere 4-11 nm zirconia doldurucu ve birleştirilmiş zirconia/silica kümesinden oluşur; daha düşük su emme oranı sağlayan yüksek doldurucu içeriğine (ağırlıkça% 78.5, hacimce %63.3) sahiptir. Fakat renk değişimine karşı dirençsiz bulunmuştur ve F-IX' dan sonra en fazla renklenen materyaldir. Bu durum resin matriksin türüne bağlı olabilir. FU' da Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, PEGDMA' ya ilaveten TEGDMA bulunmaktadır. Ayrıca çalışmamızda UDMA içeren GDA' nın en az renk değişimi gösterdiği bulunmuştur. GDA' nın renk değişimi klinik olarak kabul edilebilir sınır olan 3,3' ü geçmemiştir.

Bizim bulgularımıza paralel olarak; Güler ve arkadaşları farklı cila işlemleri uyguladıkları kompozit rezinleri 48 saat kahve solüsyonunda bekletmelerinin ardından renk farklılıklarını kıyasladıkları çalışmalarında, monomer yapısında TEGDMA içermeyen mikrofil (Filtek P60 ve Filtek Z250) kompozit rezinlerde, TEGDMA içeren nanofil (Grandio, Filtek Supreme) ve mikrofil (Quadrant LC) kompozit rezinlere göre daha az renklenme olduğunu bildirmişlerdir (Güler ve ark 2009). Ertaş ve arkadaşları mikrohibrit ve nanohibrit kompozitlerin farklı renklendirici solüsyonlarda (su, kola, kahve, çay ve kırmızı şarap) bekletilmeleri sonucu oluşan renk farklılıklarını değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak en düşük ΔE^* değerlerine rezin matriks yapısında TEGDMA içermeyen Filtek Z250 ve Filtek P60'ın sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda TEGDMA'nın hidrofilik yapısından dolayı renklenmeden sorumlu olabileceğini bildirmişlerdir (Ertas ve ark 2006).

Çalışmamızda TN-F renklenmeye karşı dirençsiz bulunmuştur ($\Delta E^*=6,83$) ve klinik olarak kabul edilebilir renk değişim sınırını aşmıştır. Beklenilen aksine TN-F, nanokompozit FU' dan daha az renklenmiştir; bununla birlikte bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur. Akışkan kompozitler dışsal ya da içsel faktörlere bağlı olarak farklı derecelerde renk değişikliği elde etmeye duyarlıdır (Harorli ve ark 2013). Bir kompozit rezinin organik matriksinin dönüşüm derecesi renk stabilitesi için kritik bir faktördür (Svizero ve ark 2012). Bu durum, dönüştürülemeyen monomerlerin yeni oluşan polimerik zinciri indirgemesiyle çözücülerin oral ortamdan geçişini kolaylaştırması ve renklenme oluşturması olarak açıklanabilir (Al Kheraif ve ark 2013). Akışkan kompozitler düşük doldurucu oranına sahiptirler (Bayne ve ark 1998, Labella ve ark 1999). Ayrıca yüksek su afinitesine sahip olan TEGDMA gibi seyreltici monomerlerin miktarı arttırılmıştır (Ferracane 2011). TN-F hacimce % 39 oranında doldurucu içermektedir. Doldurucu partikül oranının az olması ve TEGDMA kullanılması renklenmeye olan yatkınlığı arttıracaktır.

Çalışmamızda F-IX' da fırçalama sonrasında en az leke kaldırma etkinliği diş fırçası grubuna ait olup bu grupla diğer F-IX grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. GDA ve FU ve TN-F' de de fırçalama sonrası en az leke kaldırma etkinliği diş fırçası grubuna ait olmakla birlikte fırçalama gruplarının

aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur. Bu sonuç, diş macununun etkinliğinin yalnızca bileşenlerine değil, aynı zamanda fırçalamanın aşınmayı teşvik eden mekanik etkisine de bağlı olduğu gerçeğine atfedilebilir (Alshara ve ark 2014). Bu gözlem diş macunu olmadan diş fırçalamanın daha az leke kaldırma etkinliğini desteklediğini gösterir (Lima ve ark 2013).

Çalışmamızda FU, TN-F ve F-IX ' un çay gruplarıyla (+ kontrol) fırçalama gruplarının ΔE değerlerinin aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır. F-IX erken dönemde yapısal dayanıklılığını kaybettiği için intrinsik olarak çok renklenmiştir. Bunun için F-IX' da fırçalama grupları çay lekelerini bir miktar kaldırmış olsa da ΔE^* değerleri klinik olarak kabul edilemez seviyededir ($\Delta E^* > 3,3$). FU ve TN-F' de ise diş fırçası ve diş macunları çay lekelerini kaldırmada başarılı olmuşlardır. Çalışmamızda çayda bekletilen GDA örnekleri klinik olarak kabul edilebilir renk değişim sınırını ($\Delta E^* < 3,3$) aşmamıştır. Fırçalama grupları çay lekelerini bir miktar kaldırmış olsa da önemli derecede renklenmediği için GDA' nın hiç bir grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur.

Çalışmamızda 4 farklı diş macunu kullanılmıştır. Clinomyn içerisinde farklı abrazyonlar olan, sigara lekelerinin giderilmesi için özel olarak üretilmiş bir diş macunudur. İpana Pro- Expert' de bulunan polifosfatlar üretici firmaya göre diş taşına ilaveten dışsal lekelerin giderilmesine yardımcı olmaktadır. Sensodyne Beyazlatıcı diş macunu içerisinde kimyasal beyazlatıcı içeren günümüzde yaygın olarak kullanılan diş macunlarından biridir. Curasept ADS 712 diş macununun içerisinde 0.12% klorheksidin vardır ve üretici firma tarafından renklenmeye sebep olmadığı söylenmektedir.

Genel olarak diş beyazlatmak için özel olarak formüle edilmiş diş macunları ekstrinsik leke oluşumunu önleme ve kaldırma yararını bize sağlar (Stookey ve ark 1982). Literatürde ekstrinsik lekeleri önleme ve kaldırmada yüzey aktif maddeler, polifosfatlar ve enzimleri içeren diğer diş macunu içerikleri de tanımlansa da bugüne kadar elde edilen kanıtlar halen birincil leke kaldıran içeriğin diş macunu içindeki aşındırıcılar olduğunu göstermektedir (Joiner 2007). Aşındırıcıların ekstrinsik lekeleri etkin bir şekilde uzaklaştırdığı, ayrıca fırçalama sırasında olgunlaşmamış lekeleri gidererek lekelerin yeniden oluşumunu önlemeye yardımcı olabileceği gösterilmiştir (White 2000). Abrazyonlar fiziksel olarak leke moleküllerinden daha sert

olduğundan lekeleri kaldırabilir. Bu mekanizmadan abrazyivlerin öncelikle dışsal lekeleri etkilediği, altta yatan iç renk değişimini veya dışın doğal tonunu büyük ölçüde etkilemediği açıktır (Joiner 2010).

Abrazyiv maddeler içeren beyazlatıcı diş macunlarının performansı, abrazyiv maddelerin moleküllerinin büyüklüklerine; partiküllerin sertlik, boyut, şekil ve konsantrasyonuna bağlıdır. Ayrıca diş fırçalarken uygulanan basınç da etkili bir faktördür. Genelde beyazlatıcı diş macunları orta (RDA 60-100) ya da yüksek (RDA>100) aşındırıcılık gösterirler (Joiner 2010).

Bu çalışmada renklenmiş restoratif materyal örnekleri fırçalamada kullanılan dört farklı diş macunu arasında leke kaldırma etkinliği açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmedi. Ekstrinsik leke kaldırmada kullanılan beyazlatıcı bir diş macununun sıradan diş macununa üstün bir performansının olmadığını gösteren önceki çalışmalar da bu bulguyu desteklemektedir (Moran ve ark 2005, Demarco ve ark 2009, Alshara ve ark 2014).

Chong ve arkadaşları, farklı diş macunlarının [Colgate Total (Control), Colgate Advanced Whitening, Darlie All Shiny White] kompozit rezinlerden [(Filtek Z350 (Nanofil), Filtek Z250 (Mikrohibrit), Beautifil (Giomer)] leke kaldırma etkinliklerini değerlendirmişler; beyazlatıcı diş macunlarının sıradan diş macununa leke çıkarma etkinliği açısından avantaj sağlamadığı sonucuna varmışlardır (Chong ve ark 2008).

Soares ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmalarında farklı RDA değerlerine sahip beyazlatıcı diş macunlarının mine üzerindeki leke kaldırma etkinliklerinin farklı olmadığı sonucunu bulmuşlardır (Soares ve ark 2014). Renklenmiş minenin beyazlatılması diş macununun abrazyivitesinin bir sonucudur (Demarco ve ark 2009, Joiner 2010, Alshara ve ark 2014). Bununla birlikte beyazlatıcı diş macunlarının leke çıkarıcı etkisi, içerdikleri aşındırıcı miktarına bağlı olarak değişebileceği gibi her zaman doğrudan ilişkili değildir (Lima ve ark 2008, Schemehorn ve ark 2011).

Schemehorn ve arkadaşlarının temizleme, beyazlatma ve polisaj özellikleri için kullanıma sunulan farklı kompozisyonlarda diş macunlarının aşındırıcılık, leke kaldırma ve mineyi polisajlama özelliklerini değerlendirmek, bununla birlikte leke çıkarma ile aşındırıcılık arasındaki ilişkilerini inceledikleri bir in-vitro çalışmada, bir

kaç istisna dışında beyazlatıcı ürünler olarak pazarlanan diş macunları özellikle silika içerikli olanlar; genel olarak dentine daha aşındırıcıydı. Aşındırıcılığı ölçmek için RDA (Relative Dentin Abrasion) yöntemi, leke çıkarma performansını değerlendirmek için PCR (Pellicle Cleaning Ratio) yöntemi kullanılmıştı. Bu çalışmadaki diş macunları (36-269) arasında değişen RDA değerlerine sahipti. Hidrate silika içeren diş macunları daha yüksek RDA değerlerine sahipti; her zaman olmamakla birlikte çoğunlukla daha yüksek PCR skorlarına sahipti. Diğer aşındırıcıları (örneğin dikalsiyum fosfat, sodyum bikarbonat ve kalsiyum karbonat) içeren diş macunları ise genellikle düşük RDA değerleri ve genellikle düşük PCR skorlarına sahipti. Diş macunlarının leke kaldırma yeteneği ile aşındırıcılığı arasında doğrudan bir ilişki ise yoktu (Schemehorn ve ark 2011).

Koertge ve arkadaşları, uzun dönemde gerçekleştirdikleri bir klinik çalışmada sodyum bikarbonat içerikli diş macunlarının daha az aşındırıcı olmasına rağmen standart silika bazlı diş macunlarına göre leke kaldırmada daha etkin olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca diş macununun leke çıkarıcı etkisinin ya da beyazlatıcı etkisinin sadece aşındırıcılığı ile ilişkili olmadığını belirtmişlerdir (Koertge ve ark 1997).

Bizim çalışmamızda da Curasept ADS 712 diş macunu yaklaşık 40 RDA değerine sahip olmasına rağmen leke kaldırma etkinliği açısından diğer diş macunlarıyla aralarında bir fark çıkmamıştır. İpana Pro-Expert ise genel olarak restoratif materyaller üzerinde en fazla aşındırıcı etkiye sahipti; fakat bu diş macunu leke kaldırmada, diğer macunlardan üstün değildi.

Ağartma ajanlarının leke kaldırma mekanizması abrazyonlardan 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 kızılklık 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). Ancak bir diş macununa peroksit ilave edildiğinde konsantrasyonunun çok az olduğu, (çoğunlukla % 1 hidrojen peroksit ya da % 0.5-0.7 kalsiyum peroksit) ve maruz kalma süresinin kısa olduğu unutulmamalıdır (Hasson ve ark 2006). Bu nedenle bu tür diş macunlarının internal diş renklenmelerini iyileştirip iyileştirmediği net değildir. Bununla birlikte bu diş macunları diş yüzeylerindeki pelikülü ağartabilirler (Joiner 2010).

Diş macununda bulunan belirli tipteki kimyasal ajanlar leke oluşumunu inhibe ederek azaltmaya yardımcı olabilir veya kaldırabilir (Claydon ve ark 2004). Bizim çalışmamızda farklı kimyasal beyazlatıcı ajanlar (pentasodyumtrifosfat, sodyum heksametafosfat, trisodyum fosfat, sodyum sitrat) içeren diş macunları vardır. Bununla birlikte çalışmamızda farklı kimyasal beyazlatıcı ajanlar içeren diş macunları arasında leke kaldırma etkinliği açısından fark yoktu.

Bazı yazarlar ekstrinsik lekelerden korunmada ve kaldırmada abraziv partikül içeren beyazlatıcı diş macunlarının kullanımını etkili bulurlarken diğer yazarlar; abraziv ve sodyum tripolifosfat ve pentasodyumtrifosfat gibi kimyasal bileşenler içeren diş macunlarının tatmin edici beyazlatıcı sonuçlar verdiğini rapor etmiştir (Claydon ve ark 2004, Pontefract ve ark 2004, Moran ve ark 2005). Bizim çalışmamızda abrazive ilaveten fosfat grubu kimyasal beyazlatıcı ajan içeren diş macunları leke kaldırmada bir üstünlük sağlamadı. Çünkü diş macunlarının leke kaldırma etkinliği istatistiksel olarak farklı değildi.

Pirofosfat, tripolifosfat ve heksametafosfat gibi fosfatlar; mine, dentin ve diş taşları için kuvvetli bir bağlanma afinitesi eğilimi gösterirler ve adsorpsiyon sırasında leke bileşenlerini desorbe ettikleri gösterilmiştir (Shellis ve ark 2005). Diş taşı oluşumunu kontrol eden bir diş macununa eklenen ilk kimyasal bileşik pirofosfattır

(Lobene 1986). Pirofosfatlar aynı zamanda kimyasal bir mekanizma olan beyazlatma kontrolünden sorumlu en yaygın ajanlardır (Baig ve ark 2001, Busscher ve ark 2001). Bu ajanın yeteneği molekülün uzunluğu ile beraber artar. Pirofosfatlar mineral bölgelerine emilim sırasında, adsorbe edilmiş proteinleri, yani leke kromojenleri içeren pelikül proteinlerini desorbe eder. Daha büyük molekül ağırlığına sahip daha uzun moleküller daha fazla bağlayıcı alanlara sahiptir ve bu da onlara dış yüzeyinde adsorpsiyon ve retansiyon şansı verir (Busscher ve ark 2001). Sodyum heksametafosfat (SHMP), pirofosfatın daha uzun zincirli bir varyantıdır; 10-12 kez yinelenen pirofosfat alt birimlerinden oluşmaktadır (Baig ve ark 2005). SHMP' nin çoklu bağlanma yerleri, dış yüzeydeki renk değişimini giderme kabiliyeti sağlar ve yeni kromojenlerin pelikül içindeki proteinlere adsorbe edilmesine mani olur. SHMP' nin leke önleyebilmek için kimyasal olarak oldukça aktif bir ajan olduğu ve pelikülden oluşan film kalınlığının azaltılmasını sağlayan bir ajan olduğu gösterildi (Busscher ve ark 2001). Restoratif materyaller üzerinde de pelikül oluştuğu çalışmalarda gösterilmiştir (Carlen ve ark 2001). Bu nedenle bu kimyasal ajanlar restoratif materyallerin üzerindeki leke kromojenlerini de aynı mekanizma ile desorbe edebilir. İn- vitro çalışmalar, HMP' nin hidroksiapatit tozu ve disklerine, çay kromojenlerinin adsorpsiyonunu azaltma yeteneğini göstermiştir (Baig ve ark 2001).

İpana Pro-Expert düşük su formülasyonlu SnF²-SHMP (stannos florid - sodyum heksametafosfat) içeren bir diş macunu formülasyonudur. Dış yüzeyinde diş taşı ve lekelerin oluşumuna karşı ileri düzeyde koruma sağlayabilir; aynı zamanda stannos floridin maksimum biyokimyasal uygunluğunu elde etmeyi mümkün kılmıştır (Surdacka 2016). Bu çalışmada İpana Pro-Expert leke kaldırma etkinliği açısından diğer macunlara üstünlük sağlamadı. Renklenmiş FU ve TN-F örneklerin ΔE^* değerlerini ise İpana Pro-Expert klinik olarak kabul edilebilir seviyeye ulaştırmıştır ($\Delta E^* < 3,3$). F-IX İpana Pro-Expert grubunun ΔE^* değeri ise klinik olarak kabul edilemez seviyededir.

Anyon olarak % 5 SHMP içeren bir diş macununun 3-6 hafta kullanımından sonra kontrol grubu diş macununa kıyasla klorheksidin+çay kaynaklı lekeyi önemli ölçüde kaldırdığı daha önceki klinik çalışmalarda gösterilmiştir (Gerlach ve ark 2001a, Gerlach ve ark 2001b)

Diş renklenmesini ve dıştaşı oluşumunu önlemede diş macunundaki stabilize SnF²-SHMP' in rolünü literatürde inceleyen bir derlemede bu formülün ekstrinsik lekeleri giderdiği, etkinliğinin beyazlatıcı diş macunlarıyla karşılaştırılabilir seviyede olduğu ayrıca estetik açıdan önem taşıyan ağartıcı özelliklere sahip olduğu sonucuna varılmıştır (Surdacka 2016).

Pozitif kontrol beyazlatıcı diş macunlarıyla, stabilize SnF²-SHMP içeren diş macunlarının leke kaldırma kapsamlarını kıyaslayan çok sayıda klinik çalışma yapılmıştır. Yapılan bir klinik çalışmada yüksek temizleme özellikli silika ile beraber stannos florür ve sodyum heksametafosfat içeren diş macunu (Crest Pro-Health) pozitif kontrol grubu beyazlatıcı diş macunu (Colgate Total + Whitening) ile benzer ekstrinsik leke çıkarma etkileri göstermişlerdir. Bu çalışmada bu diş macunu 3-6 haftada başlangıca göre istatistiksel olarak anlamlı leke kaldırma etkinliği göstermiştir (He ve ark 2007). Yine her birinde 30 hastanın olduğu; birbirinden tamamen bağımsız iki çalışmanın paralel yürütüldüğü bir klinik çalışmada benzer şekilde % 0.454 kalaylı florür ve sodyum heksametafosfat içeren deneysel diş macunu (Crest Pro-Health) istatistiksel olarak anlamlı derecede lekelenme skorlarını azalttı. Kontrol grubu diş macunu (Colgate Total+Whitening) (0,243% sodyum florid, 0,3% triklosan ve high-cleaning silika) ile deneysel diş macunu arasında istatistiksel olarak ise önemli bir farklılık yoktu (Terézhalmy ve ark 2007).

Çalışmamızda kullandığımız Curasept ADS 712 0.12% klorheksidin diglukonat içeren bir diş macunudur. Klorheksidin en sık görülen yan etkilerinden biri dişlerde, restoratif materyallerde, dilde ve müköz membranda lekelenmelere sebep olmasıdır (Lee ve Powers 2005). Bu etkiler lokal ve geri dönüşümlü olsa bile uzun süreli kullanımı için sınırlayıcı bir faktördür. Çalışmalar bu renklenme mekanizmasının restorasyonlar, müköz yüzeyler ve diş yüzeyinde bulunan diyet kromojenleri ile klorheksidin arasındaki etkileşimden kaynaklandığını göstermektedir (Kim ve ark 2006). Renklenmeyi önlemek için ise ADS (anti discoloration system) gargaralar ve diş macunları yakın zamanda piyasaya çıkmıştır. Bu ürünlerin lekelenmeye sebep olmaksızın antiseptik özelliklerini koruduğu söylenmektedir (Cortellini ve ark 2008). Bu çalışmada renklenmiş FU ve TN-F örneklerin ΔE* değerlerini Curasept klinik olarak kabul edilebilir seviyeye

ulaştırmıştır ($\Delta E^* < 3,3$). F-IX Curasept grubunun ΔE^* değeri ise klinik olarak kabul edilemez seviyededir.

% 0,20 klorheksidin içeren bir gargara ile ADS sisteminin etkinliği ve dental lekeleri azaltması üzerine yapılan karşılaştırmalı randomize kontrollü bir klinik çalışmada elde edilen başlıca bulgu Curasept ADS sisteminin diş minesindeki pigmentasyon oluşumuna karşı olduğudur. Bu durum estetik ve anti-plak etkininin birleşmesine her ikisinin de etkinliklerini azaltmadan izin vermiştir (Marrelli ve ark 2015).

Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri, farklı özellikteki restoratif materyallerin mekanik özelliklerinin tespit edilmesi sırasında sıklıkla kullanılan testlerdendir (Gökay ve Türkün 2002, Dörter ve ark 2003). Bu çalışmada da 4 farklı diş macununun günümüzde sıklıkla kullanılan 4 farklı restoratif materyalin yüzey özelliklerine olan etkilerini tespit etmek için yüzey pürüzlülük ölçümlerinden yararlanıldı.

Çalışmamızda F-IX en yüksek başlangıç yüzey pürüzlülüğüne sahiptir ($R_a=0,70$). Bununla birlikte 14 gün sonunda en çok renklenen restoratif materyaldir ve ($\Delta E^*=17,11$)'dir. FU en düşük başlangıç yüzey pürüzlülüğüne sahiptir ($R_a = 0,18$). Ayrıca 14 gün sonunda F-IX' dan sonra en çok renklenen materyaldir ve ($\Delta E^*=9,41$)'dir. Bu değerlere göre bizim çalışmamızda renklenme ve pürüzlülük arasında doğrusal bir ilişki bulunamamıştır. Başlangıç yüzey pürüzlülüğü en fazla olan F-IX en çok renklenen materyal olduğu için pürüzlülük arttıkça renklenme artar iddiasını doğruladı. Çalışmamızda kullandığımız kompozitlerde ise böyle bir ilişki bulunamadı. Pürüzlülük renklenme üzerine etkilidir; fakat tek faktör değildir. Çünkü renk değişimi multifaktöriyel bir durumdur.

Diş firası ve diş macunu günümüz ağız hijyeni uygulamalarının şüphesiz en önemli araçlarındandır ve temel fonksiyonları dişlerin temizlenmesini sağlamaktır. Bu yolla dental plak kaldırılarak hem diş, hem de evre destek dokularının hastalıkları önlenir (Svinnseth ve ark 1987). Rezin bazlı kompozitlerde, firalama sırasında yumuşak polimer matriks aşınarak geriye inorganik yapıyı bırakmaktadır. Fira kolları polisajda kullanılan lastik frezler ya da diskler gibi doldurucuları aşındırıp dzleştiremediğinden, yüzey pürüzlü kalmaktadır (Neme ve ark 2002). Yüzey zellikleri bozulmuş bir materyal, ağız iinin fiziksel ve kimyasal

uyaranlarına daha açık hale gelmesiyle birlikte, aşınmaya ve restorasyon yüzeyinde daha fazla bakteri plağı birikimine yol açacaktır. Bu durum da dolguların renklenmesi, sekonder çürük oluşumları ve dişeti dokusu hasarlarını beraberinde getirecektir (Shintani ve ark 1985, Jefferies 1998).

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.

Fırçalama makinesi ile yapılan mekanik fırçalama işlemi ile örneklere uygulanan kuvvet, kuvvet sıklığı, örnekleri fırçalama süresi vs gibi fırçalama prosedürlerini standardize etmek uygundur (Wang ve ark 2004, Da Costa ve ark 2010). Bizim çalışmamızda normal klinik koşullarda elektrikli diş fırçaları ile günde 40 fırçalama devri yapılması göz önünde bulundurularak bir yıllık fırçalama periyoduna karşılık gelen 14600 devir mekanik fırçalama işlemi yapılmıştır (Wiegand ve ark 2009). Bazı araştırmacılar ise 50.000 devrin 5 yıllık fırçalama periyodu için yeterli olabileceğini söylemişlerdir (Wang ve ark 2004, Suzuki ve ark 2009).

ISO standartlarına göre fırçalama ile ilgili testlerde 0,5 ile 2,5N arasında yük uygulanması gerektiği belirtilmiştir. Cunha ve arkadaşları, fırçalamadan önce ve sonra 2 tane ormoser bazlı rezin kompozitin yüzey pürüzlülüklerini değerlendirdikleri bir çalışmada mekanik fırçalama işlemi 200 gr kuvvet altında gerçekleştirmişlerdir (Cunha ve ark 2003). Yine Neme ve arkadaşlarının 5 adet direk estetik restoratif materyalin yüzey pürüzlülüğüne 5 farklı polisaj sisteminin etkinliğini değerlendirdikleri bir başka çalışmada örnekler 200 gr kuvvet altında fırçalanmıştır (Neme ve ark 2002). Bizim çalışmamızda da fırçalama testi 200 gramlık kuvvet altında dairesel hareket yapan elektrikli bir diş fırçasıyla gerçekleştirilmiştir.

Diş fırçalama sırasında diş macunu tükürük ile hızlı bir şekilde seyreltilmektedir, in-vitro deneylerde ise diş macunu distile su ile seyreltilmektedir. Çünkü fırçalamanın pürüzlülük üzerine olan etkisini azaltabilen spesifik proteinler ve iyonlar içeren tükürük in-vitro deneylerde taklit edilemez (Heintze ve Forjanic 2005, Heintze ve ark 2010). Bizim çalışmamızda da seyreltici olarak distile su kullanılmıştır.

Teixeira ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmaya dayanılarak tükürüğün seyreltici etkisini taklit etmek için her bir diş macunu distile su ile ağırlıkça 1:1 oranında seyreltildi (Teixeira ve ark 2005). Pfarrer ve White, diş macununu ağırlıkça 1:3 oranında distile su ile seyrelterek bir karışım oluşturdular. Fakat 1:3 oranında hazırlanan bu diş macunu karışımının, pilot çalışma sırasında çok seyreltik ve sulu olduğu bulundu. Bundan dolayı asıl çalışmada ağırlıkça 1:1 oranı kullanılmıştı (Pfarrer ve ark 2000).

Ağız hijyeni uygulamalarında kullanılan diş macunlarının temizleme etkilerini gösterebilmeleri için aşındırıcı partikül içermeleri istenmektedir. Çünkü, aşındırıcı partikül içermeyen macunların renklenmiş pelikül formasyonunu önleyemedikleri gösterilmiştir (Svinnseth ve ark 1987). Diş macunlarının içerdikleri aşındırıcıların dentinin ve restoratif materyallerin aşınmasından sorumlu olduğu düşünülmektedir (Momoï ve ark 1997, Addy ve ark 2002). Restoratif materyallerin pürüzlülüklerine olan etkilerini değerlendirebilmek amacıyla farklı abrazyon ve beyazlatıcı ajanlar ihtiva eden farklı beyazlatıcı diş macunları kullanılmıştır (Stein ve ark 2005).

Kompozitler aşınmaya maruz kaldığında, doldurucu partiküllerin arasındaki ve etrafındaki rezin matriks yıpranır; doldurucuların çıkıntılar yaparak tümsekler oluşturmasına neden olur. Sonunda ise doldurucu partikülün tamamı yüzeyden kopartılır, kraterler meydana gelir. Bu tümsekler ve kraterler pürüzlü bir yüzey oluşturur. Kompozitin yüzey degregasyonu doldurucuların aşınması, matriksin degregasyonu ve doldurucu matriks arasındaki bağlantının zayıflamasıyla ilgili olabilir (Lee ve ark 2005). Önceden doldurucu özellikleri; daha dirençli rezin kompozitleri elde etmek için en uygun parametreydi. Bununla birlikte, organik matriks bileşimi ve silan bağlanma ajanı rezin kompozitlerinin mekanik özelliklerinin iyileştirilmesinde rol oynayan önemli faktörlerdir (Kawai ve ark 1998).

Ek olarak, rezin kompozitleri polimerize etmek için uygulanan kür sistemleri de farklı performanslara neden olabilir (St-Georges ve ark 2003).

Çalışmamızda farklı macunlarla fırçalanan 4 farklı restoratif materyal arasında nano dolduruculu kompozit FU' nun ortalama Ra değeri en düşük bulunmuştur. Bu grup ile GDA, TN-F ve F-IX grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$). Filtek Ultimate' e ait fırçalama gruplarının ortalama yüzey pürüzlülük değerleri birbirlerine ve başlangıç Ra değerine çok yakın olup aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur.

FU non-aglomere 20 nm silica doldurucu, non aglomere 4-11 nm zirconia doldurucu ve birleştirilmiş zirconia/silica kümesinden oluşmaktadır ve ağırlıkça % 78,8 hacimce % 63,3 doldurucu içermektedir. FU' daki nanofillerin ve nanoöbeklerin varlığı bu sonucu desteklemektedir. Kompozit yapısındaki 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 (Terry 2004). Ayrıca nanoöbekler sayesinde daha küçük partikül boyutları daha fazla organik matrikse ihtiyaç olmaksızın materyale eklenebilir. Böylece materyale daha yüksek doldurucu yüklenmesi ve partiküller arası boşluğun azalması sağlanır; doldurucuların yüzeyden ayrılma insidansı azalır (Söderholm ve Richards 1997). Nanopartiküllü rezin matriks daha iyi fiziksel özelliklere ve daha fazla aşınma direncine neden olur. Bu da aşınma sırasında nanoöbekleri çevreleyen rezin matrikse benzer bir hızda aşınma anlamına gelir. Sonuçta yüzey daha pürüzsüz, parlak ve cilalıdır (Monteiro ve Spohr 2015). Ayrıca Filtek Ultimate' deki TEDGMA' nın büyük bölümü UDMA ve Bis-EMA karışımı ile yer değiştirmiştir. UDMA' daki monomer zincirinde fenol halkasının olmaması Bis-GMA ile kıyaslandığında daha fazla esneklik ve dayanıklılık sağlar; UDMA rezini daha reaktif hale getirir, Bis-GMA polimerleri ile birlikte çapraz bağ yoğunluğu ve yüksek dönüşüm ile abrazyona daha dirençli olan matrikse katkıda bulunur (Floyd ve Dickens 2006). Barszczewska-Rybarek'e göre UDMA Bis-GMA' dan daha az visköz ve daha esnek, aynı zamanda daha büyük miktarda çapraz bağlanma ve sertliğe sahiptir (Barszczewska-Rybarek 2009). Bis-EMA bir Bis-GMA analog molekülüdür. Bis-EMA polimerin daha esnek ve daha az rijit yapıya dönüşümünü sağlayan daha fazla sayıda çift bağlantı oluşumuna izin verir (Ogliari ve ark 2008).

Bis-EMA varlığı Bis-GMA' ya kıyasla bu monomerin hidrofobitesinin bir sonucu olarak hidrolitik ve biyokimyasal stabiliteyi teşvik edebilir (Yap ve ark 2000).

Senawongse and Pongprueksa polisaj ve fırçalama işleminden sonra mikrohibrit, nanohibrit ve nanokompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüklerine baktıkları çalışmalarında nanokompozit rezin daha az ortalama Ra değerine sahipti; buna rağmen materyaller arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamadı (Senawongse ve Pongprueksa 2007). Öte yandan Suzuki ve arkadaşları 50.000 devir fırçalama işlemi sonrasında nanohibrit ve nanokompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüklerini değerlendirdikleri çalışmalarında ortalama Ra değerlerinde istatistiksel olarak önemli fark bulmuşlardır. Nanohibrit kompozit rezinler daha yüksek Ra değerlerine sahipken, bizim bulgularımıza paralel olarak, klinikte başarılı bir kompozit olduğu kanıtlanmış nanokompozit rezin Filtek Supreme XT daha iyi netice göstermiştir (Suzuki ve ark 2009).

Oliveira ve arkadaşlarının fırçalamadan sonra kompozitlerin aşınması ve yüzey pürüzlülüğü üzerine inorganik partiküllerin boyutu ve dağılımının etkisinin in vitro değerlendirildiği çalışmada nanokompozit rezinin (Filtek™ Z350) sonuçları daha iyi bulunmuştur (Oliveira ve ark 2012).

Carvalho ve arkadaşlarının 3 farklı cam iyonomer ve nano dolduruculu Filtek Supreme' in pH döngü işlemi ve fırçalama sonrası yüzey pürüzlülüklerine baktıkları çalışmalarında bizim çalışmamıza paralel olarak Filtek Supreme en düşük ortalama yüzey pürüzlülük değerine sahip bulunmuştur. Bununla birlikte bizim çalışmamızda en yüksek ortalama Ra değeri F-IX grubuna aittir ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$). Bu çalışmada da bizim çalışmamızda olduğu gibi F-IX en yüksek ortalama yüzey pürüzlülüğüne sahiptir (Carvalho ve ark 2012).

F-IX' un en yüksek yüzey pürüzlülüğü göstermesinin muhtemel sebebi materyalin kompozisyonu ile alakalıdır. Cam iyonomer simanlar daha büyük ortalama partikül boyutlarına sahiptir. Ayrıca bu simanlar daha uzun sertleşme süresine sahiptir ve suya hassastır. F-IX ' da bulunan büyük ve düzensiz doldurucu partikülleri rezin matriksten doldurucu partikülün kopmasını kolaylaştırır; ek olarak kopan doldurucu partikül abrazyon ajan olarak hareket edebilir; yüzeyden ayrılarak örnek yüzeyine tekrar tutunmaktadır (Correr ve ark 2006). Daha büyük partikül

boyutlarına sahip malzemeler için yüzey pürüzlülüğünün en yüksek değerleri bazı çalışmalarda kaydedilmiştir (Gladys ve ark 1997, Reis ve ark 2003). Bala ve arkadaşlarına göre küçük partikül boyutlu Ionofil Molar, (ort. partikül boyutu 5 µm) Aqua Ionofil Plus (10 µm) ve Fuji IX' dan (8 µm) daha pürüzsüz yüzeyler göstermiştir; bununla birlikte küçük partikül boyutlu Ionofil Molar (5 µm) daha büyük partikül boyutlarına sahip Fuji II LC (5.9 µm) ve Argion Molar' dan (8 µm) daha pürüzlüdür (Bala ve ark 2012). Öte yandan Gladys ve arkadaşları küçük parçacık boyutlarına sahip olan Photac Fil' in (5.56 µm) polisajdan sonra daha büyük partiküllü Ionosit Fil'e göre (9.3 µm) 10 kat daha pürüzlü olduğunu kaydetmiştir. Bu nedenle, küçük partikül boyutlu materyaller her zaman daha pürüzsüz bir yüzey göstermez. Sonuçta partikül sayısı, şekli ve dağılımındaki farklılıklar; partiküller arası bağ, partikül ve matris arasındaki ara yüz bağları gibi diğer parametreler materyalin yüzey pürüzlülüğünde etkili faktörlerdir (Gladys ve ark 1997).

Çalışmamızda genel olarak GDA ve TN-F restoratif materyaller, FU' dan önemli derecede daha fazla pürüzlendi. GDA ve TN-F' nin Ra değerleri arasında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu. GDA' nın ortalama silika partikül boyutu 0,85 µm' dur. Ağırlıkça %75 hacimce % 64 oranında doldurucu içermektedir. GDA' nın FU' dan genel olarak daha çok pürüzlü olmasının sebebini, ortalama partikül boyutlarının daha büyük olmasıyla beraber, fırçalamadan sonra matriksin aşınması sonucunda bazı doldurucu partiküllerin açığa çıkmasının daha fazla miktarda olması olarak açıklayabiliriz. TN-F' nin FU' dan daha fazla ortalama yüzey pürüzlülüğüne sahip olmasının muhtemel sebebi hacim ve ağırlık olarak daha düşük konsantrasyonlu inorganik partiküllere (sırasıyla % 39 ve % 63) ve daha yüksek rezin matriks yüzdesine sahip olmasıdır.

Çalışmamızda restoratif materyallerin diş fırçası grupları materyalleri başlangıca göre önemli derecede pürüzlendirmedi ($p>0,05$). Diş fırçasının kompozit restoratif materyaller üzerine abrazyon etkinliği diğer çalışmalarda da olduğu gibi önemsizdi (Tellefsen ve ark 2011, Tellefsen ve ark 2015). Bu sonuçlar sadece diş fırçası ile fırçalamanın pürüzlülüğü önemli derecede artırma kabiliyetine sahip olmadığını ancak diş macunu ile fırçalamanın abrazyon ajanlarının retansiyonu nedeniyle yüzey yapısını etkileyebileceğini bildiren Tellefsen ve arkadaşlarının bulgularıyla uyumludur (Tellefsen ve ark 2011). Buna ilaveten Goldstein & Lerner,

suyla fırçalamanın, diş macunu ile fırçalamaya kıyasla kompozit rezin için daha düşük Ra' ya yol açtığını bildirmiştir. Diş macunu bileşimindeki abrazyivlerin varlığı, fırçalama ile ilişkili aşınmadan sorumludur (Goldstein ve Lerner 1991).

Çalışmamızda İpana Pro-Expert restoratif materyalleri en fazla pürüzlendiren diş macunu olmuştur. İpana Pro-Expert diş macunu FU hariç diğer restoratif materyalleri başlangıca göre önemli derecede pürüzlendirmiştir ($p < 0.05$). Monteiro ve Spohr, nanohibrit ve nanofil kompozitlerin üç farklı diş macunuyla fırçalama sonrası yüzey pürüzlülüklerine baktıkları çalışmalarında kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğünün kullanılan diş macununa göre değiştiği ve beyazlatıcı diş macunu Oral-B Pro-Health Whitening' in (OBW) her iki kompozit rezinde de daha yüksek yüzey pürüzlülüğüne neden olduğu sonucuna varılmıştır (Monteiro ve Spohr 2015). OBW İpana Pro-Expert ile aynı üretici firmanın ürünüdür; kompozisyon olarak İpana' ya çok benzemektedir ve SHMP-stannos florür içermektedir. Sadece abrazyiv içerik olarak ilaveten titanyum dioksit bulundurmaktadır.

Diş macunlarındaki abrazyivler vasıtasıyla kompozit rezinlerde yüzey pürüzlülüğüne sebep olan bazı çalışmalar yapılmıştır. Camargo ve arkadaşlarına göre diş macunlarındaki daha büyük abrazyiv partiküller daha fazla abrazyon anlamına gelmektedir. Bununla birlikte silika, partikülleri aynı boyutta olduğu zaman kalsiyum karbonattan daha abrazyivdir (Camargo ve ark 2001).

Amaral ve arkadaşları fırçalama işleminden sonra estetik restoratif materyallere diş macunu abrazyivlerinin etkisini in-vitro değerlendirdi. Araştırmacılar abrazyivler arasında istatistiksel olarak önemli fark bulurlarken kompozit rezinler arasında bir fark bulamadılar. Sonuç olarak içerisinde aşındırıcı olarak alümina/silika ve kalsiyum karbonat içeren diş macunları silika, bikarbonat, bikarbonat ve kalsiyum pirofosfat kombinasyonu içeren diş macunlarına göre daha az abrazyiv bulundu (Amaral ve ark 2006).

Cury ve arkadaşlarına göre düşük, orta ve yüksek aşındırıcılı diş macunları bulunmaktadır. Jel formundaki diş macunları sadece silika içeren diş macunlarıdır ve düşük aşındırıcılı özelliktedir. Bununla birlikte bu mineral sodyum fosfat, titanyum dioksit, sodyum pirofosfat, kalsiyum karbonat gibi diğer abrazyivlerle kombine edildiği zaman bu diş macunu yüksek abrazyiv içerikli diş macunu olarak kabul edilir

(Cury ve ark 2010). Bu bulgu bizim çalışmamızın sonuçlarıyla kısmen uyumaktadır. Çalışmamızda abrazyiv olarak içerisinde sadece hidrate silika bulunduran jel formundaki Curasept ADS 712 ile fırçalanan restoratif materyallerin hiçbiri başlangıca göre istatistiksel olarak önemli derecede pürüzlenmemiştir ($p>0,05$). İpana Pro-Expert ise istatistiksel olarak anlamlı aşındırıcılığa sahiptir ve içerisinde hidrate silika, silika, sodyum fosfat kombine halde bulunmaktadır. Sigara içenler için özel olarak üretilen diş macunu Clinomyn F-IX' da başlangıca göre İpana Pro-Expert' den sonra en çok pürüzlendiren diş macunudur; bununla birlikte Clinomyn ve İpana Pro-Expert arasında GDA ve F-IX' da istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. Benzer şekilde Clinomyn diş macunu da içerisinde abrazyiv olarak kalsiyum karbonat, hidrate silika, alüminyum silikat ve sodyum fosfatı bulundurmaktadır.

Gusmao ve arkadaşlarına göre abrazyivite faktörünün temel nedeni diş macunundaki mevcut abrazyivin türü ya da miktarı ile sınırlı değildir. Partikül şekli ve boyutu gibi mineralin fiziksel karakteristikleri de etkilidir. Örneğin silika ince partiküllü ve düzgün şekilli olduğunda hafif aşındırıcılı mineral özelliğini muhafaza ederken kalın ve düzensiz partiküllü olduğunda yüksek abrazyiv özellik gösterir. Bundan dolayı sadece diş macununun jel ya da krem formülü veya abrazyiv ajanın tipi kompozit rezinin ya da diş yapısının aşındırıcılığını karakterize etmek için yeterli değildir (Gusmão ve ark 2003). Diş macununun aşındırıcı özelliği partiküllerin sertliğine, partikül büyüklüğü ve şekline, ayrıca diş macununun pH' sına da bağlıdır (Hilgenberg ve ark 2011). Buna göre İpana Pro-Expert' in ise abrazyiv partiküllerinin daha sert, kalın ve düzensiz ya da boyutlarının daha büyük olabileceği yorumu yapılabilir.

Çalışmamızda Sensodyne Beyazlatıcı diş macunu, abrazyiv olarak hidrate silika ve titanyum dioksiti kombine halde bulundurmasına rağmen hiç bir restoratif materyali istatistiksel olarak anlamlı derecede pürüzlendirmemiştir. Bütün bunlara dayanarak Sensodyne Beyazlatıcı diş macununun içerisinde bulunan abrazyiv partiküllerin daha az sert, daha ince ve düzgün şekilli ve partikül boyutlarının daha küçük olabileceği yorumu yapılabilir.

Yüksek aşındırıcılı beyazlatıcı diş macunlarıyla fırçalama sonucu, kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğündeki artış ekstrinsik lekelerin yüzeye tutunmasını kolaylaştırıp aynı zamanda daha kolay emilimine neden olabilir. Sonuçta bu durum

beyazlatıcı bir diş macununun amacını olumsuz yönde etkileyebilir ve lekelerin oluşumunda kısır bir döngü oluşturur (Chong ve ark 2008).

Farklı diş macunlarının kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki uzun süreli etkileri ile ilgili önceki çalışmalar karışık ve yetersiz sonuçlar vermektedir. Restoratif bir materyalin yüzey özellikleri; periodontal dokunun sağlığını, restoratif materyalin optik ve estetik özelliklerini korumak için önemli ise bilimsel kanıtlara dayalı olarak hastalara uygun diş macunlarının önerilebilmesi için ilave çalışmalar yapılmalıdır.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dört farklı estetik restoratif materyalin çay ile renklendirilmelerinden ve dört farklı diş macunuyla fırçalanmalarından sonra renk ve yüzey pürüzlülüklerindeki değişikliklerin değerlendirildiği bu tez çalışmasının sonucunda;

1. Renk stabilitesi en iyi olan materyal GDA bulunmuştur. GDA' nın renklendirildikten sonra, fırçalamadan önceki renk değişimi bile klinik olarak kabul edilebilir sınır olan 3,3' ü geçmemiştir.

2. Yüksek viskoziteli CIS F-IX en çok renk değişimi gösteren restoratif materyal olmuştur.

3. Bir nanokompozit olan FU, çalışmada kullanılan kompozitler içinde en fazla renklenmiş materyaldir.

4. Fırçalama işlemi yaptığımız renklendirilmiş restoratif materyal örneklerde kullanılan dört farklı diş macunu arasında leke kaldırma etkinliği açısından bir fark görülmemiştir.

5. Restoratif materyallerin tamamında fırçalama sonrası en az leke kaldırma etkinliği macunsuz diş fırçası gruplarına aittir.

6. F-IX' da fırçalama grupları çay lekelerini bir miktar kaldırmış olsa da ΔE^* değerleri klinik olarak kabul edilemez seviyededir ($\Delta E^* > 3,3$). Ancak çayda beklenen GDA örnekleri önemli derecede renklenmediği için fırçalama grupları çay lekelerini bir miktar kaldırmış olsa da GDA' nın hiç bir grubu arasında anlamlı farklılık yoktur. FU ve TN-F' de ise diş fırçası ve diş macunları çay lekelerini kaldırmada başarılı olmuşlardır.

7. Restoratif materyallerin macunsuz diş fırçası grupları restoratif materyalleri başlangıca göre önemli derecede pürüzlendirmedi.

8. Bir nanokompozit olan FU başlangıçta ve fırçalama sonrası tüm gruplarda en az yüzey pürüzlülük değerlerine sahipti.

9. İpana Pro-Expert restoratif materyallerde en fazla yüzey pürüzlülüğüne sebep olan diş macunudur. FU hariç diğer restoratif materyalleri başlangıca göre önemli derecede pürüzlendirmiştir.

10. Sensodyne Beyazlatıcı ve Curasept ADS 712 genel olarak kompozit restoratif materyalleri en az pürüzlendirdi; buna rağmen leke kaldırmada diğer diş macunlarıyla aralarında bir fark yoktu.

11. Diş macunlarının restoratif materyallerden leke kaldırma etkinlikleriyle aşındırıcılıkları arasında bir ilişki bulunamadı. İpana Pro-Expert genel olarak restoratif materyaller üzerinde en fazla aşındırıcı etkiye sahipti; buna rağmen leke kaldırmada diğer macunlardan üstün değildi.

12. Restoratif materyallerin başlangıç pürüzlülükleri ile renklenme miktarları arasında doğrusal bir ilişki bulunamadı.

Restoratif materyallerin renk devamlılığı, restorasyonların başarısı için önemlidir. Materyalin içeriğine bağlı olarak meydana gelen bir yapısal değişiklik; mikroflora, tükürük, sıcaklık ve pH değişiklikleri, renkli yiyecek ve içeceklerin alınması gibi ağız boşluğundaki dinamik ortam zamanla materyalin renginde değişikliğe neden olabilmektedir. Diş fırçası ve birlikte kullandığımız macunlar restoratif materyallerde renklenmeye neden olan lekelerin kaldırılmasında faydalıdır. Ancak diş fırçası ve diş macunları içeriklerine göre restoratif materyallerde pürüzlenmeye neden olabilmektedirler.

Diş macunları arasında leke kaldırma etkinliği açısından bir fark olmadığı için düşük abraziv içerikli diş macunları restoratif materyallerin renk açısından daha stabil, daha uzun ömürlü olması için hastalara tavsiye edilebilir. FU oral hijyen motivasyonu iyi olan bireylerde, GDA oral hijyen motivasyonu zayıf olan hastalarda tercih edilebilir.

Bu çalışma ile renk açısından daha stabil, daha uzun ömürlü restorasyonlar için materyal seçiminde faydalanılabilecek bazı sonuçlar elde edilmiştir. İn-vitro çalışmalarda ağız içi ortam tam olarak taklit edilemediğinden restoratif materyallerin renk stabilitelelerinin in-vivo ortamlarda da değerlendirildiği çalışmalara ihtiyaç vardır.

7. KAYNAKLAR

- Abu-Bakr N, Han L, Okamoto A, Iwaku M, 2000. Color stability of compomer after immersion in various media. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 12, 5, 258-63.
- Addy M, Hughes J, Pickles M, Joiner A, Huntington E, 2002. Development of a method in situ to study toothpaste abrasion of dentine. *Journal of clinical periodontology*, 29, 10, 896-900.
- Addy M, Koltai R, 1994. Control of supragingival calculus. *Journal of clinical periodontology*, 21, 5, 342-6.
- Addy M, Smith S, 2009. Dentin hypersensitivity: an overview on which to base tubule occlusion as a management concept. *The Journal of Clinical Dentistry*, 21, 2, 25-30.
- Ahmad I, 2006. *Protocols for predictable aesthetic dental restorations.* , Blackwell Munksgaard, Oxford, UK.
- Al-Samadani KH, Al-Dharrab A, 2013. Erosive effect of soft drink and fresh fruit juice on restorative materials. *World Journal of Dentistry*, 4, 1, 32-40.
- Al Kheraif AAA, Qasim SSB, Ramakrishnaiah R, Ur Rehman I, 2013. Effect of different beverages on the color stability and degree of conversion of nano and microhybrid composites. *Dental materials journal*, 32, 2, 326-31.
- Aladağ A, Çömlekoğlu EM, Yılmaz G, 2010. Farklı renk anahtarlarının metal kronların renk uyumlarına etkisi. *Süleyman Demirel Üniv Diş Hek Fak* 1, 1, 8-17.
- Albers H, 2002. *Resin polymerization. Tooth-colored restoratives. Principles and techniques.* London: BC Decker In 9thEd, 81-110.
- Alshara S, Lippert F, Eckert GJ, Hara AT, 2014. Effectiveness and mode of action of whitening dentifrices on enamel extrinsic stains. *Clinical oral investigations*, 18, 2, 563-9.
- Altenburger M, Bernhart J, Schicha T, Wrbas K, Hellwig E, 2009. Comparison of in vitro fluoride uptake from whitening toothpastes and a conventional toothpaste in demineralised enamel. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin= Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie= Rivista mensile svizzera di odontologia e stomatologia/SSO*, 120, 2, 104-13.
- Altun C, 2005. Kompozit dolgu materyallerinde son gelişmeler. *Gülhane Tıp Dergisi*, 47, 1, 77-82.
- Amaral CM, Rodrigues JA, Guilherme Erhardt MC, Barata Araujo MW, Marchi GM, Heymann HO, Freire Pimenta LA, 2006. Effect of whitening dentifrices on the superficial roughness of esthetic restorative materials. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 18, 2, 102-8.
- Ammari JB, Baqain ZH, Ashley PF, 2007. Effects of programs for prevention of early childhood caries. *Medical Principles and Practice*, 16, 6, 437-42.
- Arikawa H, Takahashi H, Kanie T, Ban S, 2009. Effect of various visible light photoinitiators on the polymerization and color of light-activated resins. *Dental Materials Journal*, 28, 4, 454-60.
- Arocha MA, Mayoral JR, Lefever D, Mercade M, Basilio J, Roig M, 2013. Color stability of siloranes versus methacrylate-based composites after immersion in staining solutions. *Clinical oral investigations*, 17, 6, 1481-7.
- Atabek D, Sillelioglu H, Ölmez A, 2010. The efficiency of a new polishing material: nanotechnology liquid polish. *Operative Dentistry*, 35, 3, 362-9.
- Attar N, 2007. The effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of composite resin materials. *J Contemp Dent Pract*, 8, 1, 27-35.
- Ayad F, Ayad N, Delgado E, Zhang Y, DeVizio W, Cummins D, Mateo L, 2008. Comparing the efficacy in providing instant relief of dentin hypersensitivity of a new toothpaste containing 8.0% arginine, calcium carbonate, and 1450 ppm fluoride to a benchmark desensitizing toothpaste containing 2% potassium ion and 1450 ppm fluoride, and to a control toothpaste with 1450 ppm fluoride: a three-day clinical study in Mississauga, Canada. *The Journal of Clinical Dentistry*, 20, 4, 115-22.
- Bagheri R, Burrow M, Tyas M, 2005. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *Journal of Dentistry*, 33, 5, 389-98.

- Baig A, He T, Buisson J, Sagel L, Suszcynsky-Meister E, White D, 2005. Extrinsic whitening effects of sodium hexametaphosphate-a review including a dentifrice with stabilized stannous fluoride. *Compendium in Continuing Education in Dentistry* 26, 1, 47-53.
- Baig A, Kozak K, Cox ER, Zoladz J, Mahony L, White D, 2001. Laboratory studies on the chemical whitening effects of a sodium hexametaphosphate dentifrice. *The Journal of clinical dentistry*, 13, 1, 19-24.
- Bailey D, Adams G, Marinho VC, Tsao C, Hyslop A, Morgan M, 2009. Chlorhexidine interventions for the prevention of caries in adults. *The Cochrane Library*.
- Bala O, Arisu HD, Yikilgan I, Arslan S, Gullu A, 2012. Evaluation of surface roughness and hardness of different glass ionomer cements. *Eur J Dent*, 6, 1, 79-86.
- Barbosa SH, Zanata RL, Navarro MFdL, Nunes OB, 2005. Effect of different finishing and polishing techniques on the surface roughness of microfilled, hybrid and packable composite resins. *Brazilian Dental Journal*, 16, 1, 39-44.
- Barghi N, Alexander C, 2003. A new surface sealant for polishing composite resin restorations. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*, 24, 8 Suppl, 30-3; quiz 61-2.
- Barszczewska-Rybarek IM, 2009. Structure–property relationships in dimethacrylate networks based on Bis-GMA, UDMA and TEGDMA. *dental materials*, 25, 9, 1082-9.
- Bartold P, 2006. Dentinal hypersensitivity: a review. *Australian Dental Journal*, 51, 3, 212-8.
- Basting R, Serra M, Rodrigues A, 2002. In situ microhardness evaluation of glass–ionomer/composite resin hybrid materials at different post- irradiation times. *Journal of oral rehabilitation*, 29, 12, 1187-95.
- Bayındır F, Wee A, 2006. Diş rengi seçiminde bilgisayar destekli sistemlerin kullanımı. *Hacettepe Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*, 30, 3, 40-6.
- Bayne SC, Thompson JY, Swift EJ, Stamatiades P, Wilkerson M, 1998. A characterization of first-generation flowable composites. *The Journal of the American Dental Association*, 129, 5, 567-77.
- Berg JH, 1998. The continuum of restorative materials in pediatric dentistry-a review for the clinician. *Pediatric Dentistry*, 20, 93-100.
- Blinkhorn A, Bartold P, Cullinan M, Madden T, Marshall R, Raphael S, Seymour G, 2009. Is there a role for triclosan/copolymer toothpaste in the management of periodontal disease? *British Dental Journal*, 207, 3, 117-25.
- Bollen CM, Papaioanno W, Van Eldere J, Schepers E, Quirynen M, Van Steenberghe D, 1996. The influence of abutment surface roughness on plaque accumulation and peri- implant mucositis. *Clinical oral implants research*, 7, 3, 201-11.
- Bollenl CM, Lambrechts P, Quirynen M, 1997. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dental Materials*, 13, 4, 258-69.
- Boscarol M, 2007. El espacio del color L* C* h, Recuperado de http://www.gusgsm.com/espacio_color_lch (Febrero, 2012).
- Bowen RL, Marjenhoff WA, 1992. Dental composites/glass ionomers: the materials. *Advances in Dental Research*, 6, 1, 44-9.
- Braden M, Pearson G, 1981. Analysis of aqueous extract from filled resins. *Journal of dentistry*, 9, 2, 141-3.
- Brewer JD, Wee A, Seghi R, 2004. Advances in color matching. *Dental Clinics of North America*, 48, 2, 341-58.
- Burgess J, Walker R, Davidson J, 2002. Posterior resin-based composite: review of the literature. *Pediatric Dentistry*, 24, 5, 465-79.
- Burke F, Fleming G, Owen F, Watson D, 2001. Materials for restoration of primary teeth: 2. Glass ionomer derivatives and compomers. *Dental update*, 29, 1, 10-4, 6-7.

- Burke F, Ray N, McConnell R, 2006. Fluoride- containing restorative materials. *International Dental Journal*, 56, 1, 33-43.
- Burrow MF, Makinson OF, 1991. Color change in light-cured resins exposed to daylight. *Quintessence International*, 22, 6, 447-52.
- Busscher H, White D, van der Mei H, Baig A, Kozak K, 2001. Hexametaphosphate effects on tooth surface conditioning film chemistry--in vitro and in vivo studies. *The Journal of clinical dentistry*, 13, 1, 38-43.
- Buyukyilmaz S, Ruyter I, 1994. Color stability of denture base polymers. *International Journal of Prosthodontics*, 7, 4.
- Camargo I, Saiki M, Vasconcellos M, Avila D, 2001. Abrasiveness evaluation of silica and calcium carbonate used in the production of dentifrices. *Journal of cosmetic science*, 52, 3, 163-8.
- Can C, 1999. Diş macunu fonksiyonlarının incelenmesi Pedodonti Anabilim Dalı. Ankara: Ankara Üniversitesi, 1-18.
- Carlen A, Nikdel K, Wennerberg A, Holmberg K, Olsson J, 2001. Surface characteristics and in vitro biofilm formation on glass ionomer and composite resin. *Biomaterials*, 22, 5, 481-7.
- Carvalho F, Sampaio C, Fucio S, Carlo H, Correr-Sobrinho L, Puppini-Rontani R, 2012. Effect of chemical and mechanical degradation on surface roughness of three glass ionomers and a nanofilled resin composite. *Operative dentistry*, 37, 5, 509-17.
- Charig AJ, Thong S, Flores F, Gupta S, Major E, Winston AE, 2008. Mechanism of action of a desensitizing fluoride toothpaste delivering calcium and phosphate ingredients in the treatment of dental hypersensitivity. Part II: comparison with a professional treatment for tooth hypersensitivity. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*, 30, 9, 622-4, 6, 8 passim.
- Chen M-H, 2010. Update on dental nanocomposites. *Journal of dental research*, 89, 6, 549-60.
- Chhabra C, Tavargeri A, Anegundi R, Patil S, Chhabra KG, 2015. Color stability of esthetic restorative material after topical fluoride application. *Journal of Research in Dentistry*, 2, 6, 496-504.
- Chong SY, Lim TB, Seow LL, 2008. Ability of Whitening Toothpastes in Removing Stains from Composite Resins. *Malaysian Dental Association Council 2008-2009*, 29, 2, 97-103.
- Chu SJ, Devigus A, Mielezsk AJ, 2004. *Fundamentals of color: shade matching and communication in esthetic dentistry*, Quintessence Publishing Company.
- Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD, 2010. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry*, 38, 2-16.
- Chung K-h, 1994. Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. *Dental Materials*, 10, 5, 325-30.
- Clarkson JJ, McLoughlin J, 2000. Role of fluoride in oral health promotion. *International Dental Journal*, 50, 3, 119-28.
- Claydon N, Moran J, Bosma M, Shirodaria S, Addy M, Newcombe R, 2004. Clinical study to compare the effectiveness of a test whitening toothpaste with a commercial whitening toothpaste at inhibiting dental stain. *Journal of clinical periodontology*, 31, 12, 1088-91.
- Condon JR, Ferracane JL, 2002. Reduced polymerization stress through non-bonded nanofiller particles. *Biomaterials*, 23, 18, 3807-15.
- Corciolani G, Vichi A, 2006. Repeatability of colour reading with a clinical and a laboratory spectrophotometer. *Int Dent SA*, 8, 62-70.
- Correr GM, Alonso RCB, Sobrinho LC, Puppini-Rontani RM, Ferracane JL, 2006. In vitro wear of resin- based materials—Simultaneous corrosive and abrasive wear. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 78, 1, 105-14.
- Cortellini P, Labriola A, Zambelli R, Pini Prato G, Nieri M, Tonetti MS, 2008. Chlorhexidine with an anti discoloration system after periodontal flap surgery: a cross- over, randomized, triple- blind clinical trial. *Journal of clinical periodontology*, 35, 7, 614-20.

- Costa JD, Ferracane J, Paravina RD, Mazur RF, Roeder L, 2007. The effect of different polishing systems on surface roughness and gloss of various resin composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 19, 4, 214-24.
- Craig RG, 2005. Direct esthetic restorative materials. *Restorative Dental Material*, 13, 244-67.
- Craig RG, Powers J, Wataha J, 2000. Direct esthetic restorative materials. *Dental Materials Properties and Manipulation*, 57-79.
- Croll TP, Nicholson J, 2002. Glass ionomer cements in pediatric dentistry: review of the literature. *Pediatric Dentistry*, 24, 5, 423-9.
- Cunha LG, Alonso RCB, Santos PHd, Sinhoreti MAC, 2003. Comparative study of the surface roughness of Ormocer-based and conventional composites. *Journal of Applied Oral Science*, 11, 4, 348-53.
- Cury J, Rosing C, Tenuta L, 2010. Are dentifrices all the same? *Int J Braz Dent*, 6, 254-6.
- Çakmakçioğlu Ö, Yılmaz P, Topba BF, 2009. Clinical evaluation of whitening effect of whitening toothpastes: A pilot study. *Oral Health Dent Manag Black Sea Ctries*, 8, 6-13.
- Da Costa J, Adams-Belusko A, Riley K, Ferracane JL, 2010. The effect of various dentifrices on surface roughness and gloss of resin composites. *Journal of dentistry*, 38, 123-8.
- Da Silva JD, Park SE, Weber H-P, Ishikawa-Nagai S, 2008. Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 99, 5, 361-8.
- Davies R, Ellwood R, Davies G, 2003. The rational use of fluoride toothpaste. *International Journal of Dental Hygiene*, 1, 1, 3-8.
- Davies R, Scully C, Preston AJ, 2010. Dentifrices—an update. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 15, 6, 976-82.
- Davis N, 2003. A nanotechnology composite. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*, 24, 9, 662, 5.
- Dayangaç B, 2000. Kompozit rezin restorasyonlar, Güneş Kitabevi.
- De Menezes M, Turssi CP, Hara AT, Messias DCF, Serra MC, 2004. Abrasion of eroded root dentine brushed with different toothpastes. *Clinical oral investigations*, 8, 3, 151-5.
- Deepa G, Shobha T, 2010. A clinical evaluation of two glass ionomer cements in primary molars using atraumatic restorative treatment technique in India: 1 year follow up. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 20, 6, 410-8.
- Demarco FF, Meireles SS, Masotti AS, 2009. Over-the-counter whitening agents: a concise review. *Brazilian oral research*, 23, 64-70.
- Denisov AA, Korobovtseva YS, Karpova OM, Tretyakova AV, Mikhina LV, Ivanov AV, Salmakov KM, Borovick RV, 2010. Immunopotential of live brucellosis vaccine by adjuvants. *Vaccine*, 28, 17-22.
- Dentifrices and Mouthwashes Accepted Dental Therapeutics by Council on American Dental Associations. Chicago: American Dental Association; 1975: p. 306-309.
- Derbabian K, Marzola R, Donovan TE, Arcidiacono A, 2001. The science of communicating the art of esthetic dentistry. Part III: precise shade communication. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 13, 3, 154-62.
- Dietschi D, Campanile G, Holz J, Meyer J-M, 1994. Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. *Dental Materials*, 10, 6, 353-62.
- Douglas RD, 2000. Color stability of new-generation indirect resins for prosthodontic application. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 83, 2, 166-70.
- Douglas W, Craig R, 1982. Resistance to extrinsic stains by hydrophobic composite resin systems. *Journal of dental research*, 61, 1, 41-3.
- Dörter C, Yıldız E, Gömeç Y, Erdilek D, 2003. Abrasive effect of brushing on ormocers following acid conditioning. *Dental materials journal*, 22, 4, 475-81.

- Duckworth R, Gilbert R, 1992. Intra-oral models to assess cariogenicity: evaluation of oral fluoride and pH. *Journal of dental research*, 71, 934-44.
- Duke ES, 2003. Has dentistry moved into the nanotechnology era? *Compendium*, 24, 5, 380-2.
- Dyer D, Addy M, Newcombe R, 2000. Studies in vitro of abrasion by different manual toothbrush heads and a standard toothpaste. *Journal of Clinical Periodontology*, 27, 2, 99-103.
- Earl J, Ward M, Langford R, 2009. Investigation of dentinal tubule occlusion using FIB-SEM milling and EDX. *The Journal of Clinical Dentistry*, 21, 2, 37-41.
- Earl M, Ibbetson R, 1986. The clinical disintegration of a glass-ionomer cement. *British dental journal*, 161, 8, 287.
- Efstratiou M, Papaioannou W, Nakou M, Ktenas E, Vrotsos I, Panis V, 2007. Contamination of a toothbrush with antibacterial properties by oral microorganisms. *Journal of Dentistry*, 35, 4, 331-7.
- Ergücü Z, Türkün L, 2007. Surface roughness of novel resin composites polished with one-step systems. *Operative Dentistry*, 32, 2, 185-92.
- Ergücü Z, Türkün L, Aladag A, 2008. Color stability of nanocomposites polished with one-step systems. *Operative Dentistry*, 33, 4, 413-20.
- Ertas E, Gueler AU, Yucel AC, Koepruelue H, Gueler E, 2006. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dental materials journal*, 25, 2, 371-6.
- Fay R, Servos T, Powers J, 1999. Color of restorative materials after staining and bleaching. *Operative Dentistry*, 24, 292-6.
- Featherstone J, 1996. Modeling the caries-inhibitory effects of dental materials. *Dental Materials*, 12, 3, 194-7.
- Feilzer A, Dauvillier B, 2003. Effect of TEGDMA/BisGMA ratio on stress development and viscoelastic properties of experimental two-paste composites. *Journal of dental research*, 82, 10, 824-8.
- Ferracane J, 1994. Elution of leachable components from composites. *Journal of oral rehabilitation*, 21, 4, 441-52.
- Ferracane J, 1995. Current trends in dental composites. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 6, 4, 302-18.
- Ferracane J, Berge H, Condon J, 1998. In vitro aging of dental composites in water—effect of degree of conversion, filler volume, and filler/matrix coupling. *Journal of Biomedical Materials Research*, 42, 3, 465-72.
- Ferracane JL, 2011. Resin composite-state of the art. *Dental Materials*, 27, 1, 29-38.
- Fischman S, Yankell S, 2004. Dentifrices, mouthrinses, and chewing gums. *Primary Preventive Dentistry*. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 119-44.
- Fischman SL, 1997. The history of oral hygiene products: how far have we come in 6000 years? *Periodontology 2000*, 15, 1, 7-14.
- Flaitz C, Hicks M, 1995. Effects of carbamide peroxide whitening agents on enamel surfaces and caries-like lesion formation: an SEM and polarized light microscopic in vitro study. *ASDC journal of dentistry for children*, 63, 4, 249-56.
- Floyd CJ, Dickens SH, 2006. Network structure of Bis-GMA-and UDMA-based resin systems. *Dental Materials*, 22, 12, 1143-9.
- Fondriest J, 2003. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*, 23, 5, 467-80.
- Fontes ST, Fernández MR, Moura CMd, Meireles SS, 2009. Color stability of a nanofill composite: effect of different immersion media. *Journal of Applied Oral Science*, 17, 5, 388-91.
- Fortin D, Vargas MA, 2000. The spectrum of composites: new techniques and materials. *The Journal of the American Dental Association*, 131, 26-30.

- Forward GC, James AH, Barnett P, Jackson RJ, 1997. Gum health product formulations: what is in them and why? *Periodontology* 2000, 15, 1, 32-9.
- Fowler C, Gracia L, Edwards M, Brown A, Rees G, 2008. Fluoride penetration from toothpastes into incipient enamel erosive lesions investigated using dynamic secondary ion mass spectrometry. *The Journal of Clinical Dentistry*, 20, 6, 186-91.
- Gadegaard N, 2006. Atomic force microscopy in biology: technology and techniques. *Biotechnic & Histochemistry*, 81, 2-3, 87-97.
- Garber DA, Goldstein RE, Feinman RA, 1988. Porcelain laminate veneers, Quintessence Pub Co.
- García AH, Lozano MAM, Vila JC, Escribano AB, Galve PF, 2006. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 11, 2, 215-20.
- Gerlach R, Gibb R, Sagel P, 1999. A randomized clinical trial comparing a novel 5.3% hydrogen peroxide whitening strip to 10%, 15%, and 20% carbamide peroxide tray-based bleaching systems. *Compendium of continuing education in dentistry*.(Jamesburg, NJ: 1995). Supplement, 29, S22-8; quiz S42-3.
- Gerlach R, Gibb R, Sagel P, 2002. Initial color change and color retention with a hydrogen peroxide bleaching strip. *American Journal of Dentistry*, 15, 1, 3-7.
- Gerlach R, Liu H, Prater M, Ramsey L, White D, 2001a. Removal of extrinsic stain using a 7.0% sodium hexametaphosphate dentifrice: a randomized clinical trial. *The Journal of clinical dentistry*, 13, 1, 6-9.
- Gerlach R, Ramsey L, White D, 2001b. Extrinsic stain removal with a sodium hexametaphosphate-containing dentifrice: comparisons to marketed controls. *The Journal of clinical dentistry*, 13, 1, 10-4.
- Geurtsen W, Leyhausen G, 2001. Concise review biomaterials & bioengineering: chemical-biological interactions of the resin monomer triethyleneglycol-dimethacrylate (TEGDMA). *Journal of dental research*, 80, 12, 2046-50.
- Gladys S, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G, 1999. Evaluation of esthetic parameters of resin-modified glass-ionomer materials and a polyacid-modified resin composite in Class V cervical lesions. *Quintessence international*, 30, 9.
- Gladys S, Van Meerbeek B, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G, 1997. Comparative physico-mechanical characterization of new hybrid restorative materials with conventional glass-ionomer and resin composite restorative materials. *Journal of dental research*, 76, 4, 883-94.
- Goldstein GR, Lerner T, 1991. The effect of toothbrushing on a hybrid composite resin. *The Journal of prosthetic dentistry*, 66, 4, 498-500.
- Gökay N, Türkün L, 2002. Farklı kompozit rezin materyallerin aşınma ve sertlik özelliklerin karşılaştırmalı olarak incelenmesi. *A Ü Diş Hek Fak Derg*, 28, 263-70.
- Gökay O, Yılmaz B, Akın S, Müjdecı A, 1998. Farklı Bitirme Tekniklerinin Bir Hibrid Kompozitin Renk Stabilitesi Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi. *AÜ DİFLHEK Derg*, 25, 211-20.
- Guler AU, Yılmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S, 2005. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 94, 2, 118-24.
- Gusmão E, Melo J, Ramos C, Santos R, Araújo A, Feitosa D, 2003. Aplicabilidade clínica dos dentifricios. *Int J Dent*, 2, 2, 231-5.
- Güler AU, Güler E, Yücel AÇ, Ertaş E, 2009. Effects of polishing procedures on color stability of composite resins. *Journal of Applied Oral Science*, 17, 2, 108-12.
- Hachiya Y, Iwaku M, Hosoda H, Fusayama T, 1984. Relation of finish to discoloration of composite resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 52, 6, 811-4.
- Hannig C, Spitzmüller B, Lux H, Altenburger M, Al-Ahmad A, Hannig M, 2010. Efficacy of enzymatic toothpastes for immobilisation of protective enzymes in the in situ pellicle. *Archives of Oral Biology*, 55, 7, 463-9.

- Hararli OT, Barutcigil Ç, Bayindir YZ, Bayindir F, 2013. Effect of water storage and additional polymerization on the color parameters of flowable resin composites. *J Contemp Dent Pract*, 14, 6, 1109-14.
- Harris N, (2004). Introduction to Primery Preventive Dentistry, dalam: Harris, NO dan Garcia-Godoy, F: Primary Preventive Dentistry, Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Hasegawa A, Ikeda I, Kawaguchi S, 2000. Color and translucency of in vivo natural central incisors. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 83, 4, 418-23.
- Hasson H, Ismail A, Neiva G, 2006. Home- based chemically- induced whitening of teeth in adults. *The Cochrane Library*.
- Hatti S, Ravindra S, Satpathy A, Kulkarni R, Parande M, 2007. Biofilm inhibition and antimicrobial activity of a dentifrice containing salivary substitutes. *International Journal of Dental Hygiene*, 5, 4, 218-24.
- Haywood VB, Heymann HO, 1989. Nightguard vital bleaching. *Quintessence international*, 20, 3, 173-6.
- He T, Baker R, Bartizek R, Biesbrock A, Chaves E, Terézhalmy G, 2007. Extrinsic stain removal efficacy of a stannous fluoride dentifrice with sodium hexametaphosphate. *Journal of Clinical Dentistry*, 18, 1, 7.
- Heintze S, Forjanic M, 2005. Surface roughness of different dental materials before and after simulated toothbrushing in vitro. *Operative Dentistry - University of Washington*, 30, 5, 617-26.
- Heintze S, Forjanic M, Ohmiti K, Rousson V, 2010. Surface deterioration of dental materials after simulated toothbrushing in relation to brushing time and load. *Dental Materials*, 26, 4, 306-19.
- Heintze S, Forjanic M, Rousson V, 2006. Surface roughness and gloss of dental materials as a function of force and polishing time in vitro. *Dental Materials*, 22, 2, 146-65.
- Hickel R, Heidemann D, Staehle H, Minning P, Wilson N, 2004. Direct composite restorations. *Clin Oral Invest*, 8, 43-4.
- Hilgenberg SP, Pinto SCS, Farago PV, Santos FA, Wambier DS, 2011. Physical-chemical characteristics of whitening toothpaste and evaluation of its effects on enamel roughness. *Brazilian Oral Research*, 25, 4, 288-94.
- Iazzetti G, Burgess J, Gardiner D, Ripps A, 2000. Color stability of fluoride-containing restorative materials. *Operative Dentistry*, 25, 6, 520-5.
- Ilie N, Hickel R, 2008. Can CQ be completely replaced by alternative initiators in dental adhesives? *Dental Materials Journal*, 27, 2, 221-8.
- Inokoshi S, Burrow M, Kataumi M, Yamada T, Takatsu T, 1996. Opacity and color changes of tooth-colored restorative materials. *Operative Dentistry*, 21, 73-80.
- Jackson RD, Morgan M, 2000. The New Posterior Resins And: A Simplified Placement Technique. *The Journal of the American Dental Association*, 131, 3, 375-83.
- Jacobsen PL, Bruce G, 2001. Clinical dentin hypersensitivity: Understanding the causes and prescribing a treatment. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 2, 1, 1-12.
- Jandt KD, 2001. Atomic force microscopy of biomaterials surfaces and interfaces. *Surface Science*, 491, 3, 303-32.
- Jefferies SR, 1998. The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry. *Dental Clinics of North America*, 42, 4, 613-27.
- Joiner A, 2004. Tooth colour: a review of the literature. *Journal of dentistry*, 32, 3-12.
- Joiner A, 2007. The cleaning of teeth. *Handbook for cleaning/decontamination of surfaces*, 1, 371-405.
- Joiner A, 2010. Whitening toothpastes: a review of the literature. *Journal of Dentistry*, 38, 17-24.

- Joiner A, Schwarz A, Philpotts CJ, Cox TF, Huber K, Hannig M, 2008. The protective nature of pellicle towards toothpaste abrasion on enamel and dentine. *Journal of Dentistry*, 36, 5, 360-8.
- Joniot S, Salomon J, Dejou J, Grégoire G, 2006. Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Operative Dentistry*, 31, 1, 39-46.
- Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N, 2007. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 18, 1, 155-63.
- Kalachandra S, Turner D, 1987. Water sorption of polymethacrylate networks: Bis- GMA/TEGDM copolymers. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 21, 3, 329-38.
- Kalampalikis E, Koulaouzidou E, Koliniotou-Koumpia E, Helvatjoglu-Antoniades M, 2014. The influence of topical fluoride application on colour stability of aesthetic fluoride-releasing restorative materials. *Balkan Journal of Dental Medicine*, 18, 1, 24-8.
- Kawai K, Iwami Y, Ebisu S, 1998. Effect of resin monomer composition on toothbrush wear resistance. *Journal of oral rehabilitation*, 25, 4, 264-8.
- Keyf F, Altunsoy S, 2001. Compressive strength of interocclusal recording materials. *Braz Dent J*, 12, 1, 43-6.
- Keyf F, Uzun G, Altunsoy S, 2009. Diş hekimliğinde renk seçimi. *Hacettepe Diş Hek Fak Derg*, 33, 4, 52-8.
- Kim JH, Lee YK, Powers JM, 2006. Influence of a series of organic and chemical substances on the translucency of resin composites. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 77, 1, 21-7.
- Kim K-H, Ong JL, Okuno O, 2002. The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 87, 6, 642-9.
- Klaff D, 2010. Achieving the predictable composite resin restoration: the nature of colour. *International Dentistry*, 2.
- Koertge T, Brooks C, Sarbin A, Powers D, Gunsolley J, 1997. A longitudinal comparison of tooth whitening resulting from dentifrice use. *The Journal of clinical dentistry*, 9, 3, 67-71.
- Kovarik RE, Haubenreich JE, Gore D, 2005. Glass ionomer cements: a review of composition, chemistry, and biocompatibility as a dental and medical implant material. *Journal of long-term effects of medical implants*, 15, 6.
- Kuehni RG, 2002. The early development of the Munsell system. *Color Research & Application*, 27, 1, 20-7.
- Labella R, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Vanherle G, 1999. Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composites and filled adhesives. *Dental Materials*, 15, 2, 128-37.
- Landa E, Fairchild M, 2005. Charting Color from the Eye of the Beholder A century ago, artist Albert Henry Munsell quantified colors based on how they appear to people; specializations of his system are still in wide scientific use. *American scientist*, 436-43.
- Lath D, Wildgoose D, Guan Y, Lilley T, Smith R, Brook A, 2006. A digital image analysis system for the assessment of tooth whiteness compared to visual shade matching. *The Journal of Clinical Dentistry*, 18, 1, 17-20.
- Lee Y-K, Lu H, Oguri M, Powers JM, 2005. Changes in gloss after simulated generalized wear of composite resins. *The Journal of prosthetic dentistry*, 94, 4, 370-6.
- Lee YK, Lim BS, Kim CW, 2003. Difference in polymerization color changes of dental resin composites by the measuring aperture size. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 66, 1, 373-8.
- Lee YK, Lim BS, Kim CW, 2005. Difference in the colour and colour change of dental resin composites by the background. *Journal of Oral Rehabilitation*, 32, 3, 227-33.

- Lee YK, Lim BS, Kim CW, Powers JM, 2001. Comparison of color of resin composites of white and translucent shades with two shade guides. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 13, 3, 179-86.
- Lee YK, Powers JM, 2005. Discoloration of dental resin composites after immersion in a series of organic and chemical solutions. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 73, 2, 361-7.
- Leinfelder K, Radz G, Nash R, 1998. A report on a new condensable composite resin. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, NJ: 1995)*, 19, 3, 230-2, 4, 6-7.
- Lim BS, Moon H, Baek K, Hahn S, Kim C, 2001. Color stability of glass-ionomers and polyacid-modified resin-based composites in various environmental solutions. *American journal of dentistry*, 14, 4, 241-6.
- Lima DANL, Aguiar FHB, Liporoni PCS, Munin E, Ambrosano GMB, Lovadino JR, 2008. In vitro assessment of the effectiveness of whitening dentifrices for the removal of extrinsic tooth stains. *Brazilian Oral Research*, 22, 2, 106-11.
- Lima JP, Melo MA, Passos VF, Braga CL, Rodrigues LK, Santiago SL, 2013. Dentin erosion by whitening mouthwash associated to toothbrushing abrasion: A focus variation 3D scanning microscopy study. *Microscopy research and technique*, 76, 9, 904-8.
- Lobene R, 1986. A clinical study of the anticalculus effect of a dentifrice containing soluble pyrophosphate and sodium fluoride. *Clinical preventive dentistry*, 8, 3, 5-7.
- Lu H, Roeder LB, Powers JM, 2003. Effect of polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 15, 5, 297-304.
- Magne P, Belser U, 2002. *Bonded porcelain restorations in the anterior dentition: a biomimetic approach*, 1st ed, Chicago, Quintessence Publishing Company, p. 140-5.
- Mair L, 1991. Staining of in vivo subsurface degradation in dental composites with silver nitrate. *Journal of dental research*, 70, 3, 215-20.
- Maldupa I, Brinkmane A, Rendeniece I, Mihailova A, 2012. Evidence based toothpaste classification, according to certain characteristics of their chemical composition. *Stomatologija*, 14, 1, 12-22.
- Manhart J, Kunzelmann K-H, Chen H, Hickel R, 2000. Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. *Dental Materials*, 16, 1, 33-40.
- Marinho VC, Higgins J, Logan S, Sheiham A, 2003. Fluoride toothpastes for preventing dental caries in children and adolescents. *The Cochrane Library*.
- Markowitz K, Pashley D, 2008. Discovering new treatments for sensitive teeth: The long path from biology to therapy. *Journal of Oral Rehabilitation*, 35, 4, 300-15.
- Marrelli M, Amantea M, Tatullo M, 2015. A comparative, randomized, controlled study on clinical efficacy and dental staining reduction of a mouthwash containing Chlorhexidine 0.20% and Anti Discoloration System (ADS). *Annali di stomatologia*, 6, 2, 35.
- Marsh P, 1992. Microbiological aspects of the chemical control of plaque and gingivitis. *Journal of dental research*, 71, 7, 1431-8.
- Martin N, Jedynekiewicz NM, Fisher AC, 2003. Hygroscopic expansion and solubility of composite restoratives. *Dental Materials*, 19, 2, 77-86.
- Mascarenhas AK, Burt BA, 1998. Fluorosis risk from early exposure to fluoride toothpaste. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 26, 4, 241-8.
- Mason S, 2009. New in vitro and in situ evidence for a toothpaste formulated for those at risk from erosive tooth wear. *The Journal of Clinical Dentistry*, 20, 6, 175.
- Mason S, Hughes N, Sufi F, Bannon L, Maggio B, North M, Holt J, 2009. A comparative clinical study investigating the efficacy of a dentifrice containing 8% strontium acetate and 1040 ppm fluoride in a silica base and a control dentifrice containing 1450 ppm fluoride in a silica base to provide immediate relief of dentin hypersensitivity. *The Journal of Clinical Dentistry*, 21, 2, 42-8.

- McCabe JF, Walls AW, 2008. *Applied dental materials*, Oxford, Blackwell Publishing.
- Meyers I, McQueen M, Harbrow D, Seymour G, 2000. The surface effect of dentifrices. *Australian dental journal*, 45, 2, 118-24.
- Minolta K, (2004). *Precise color communication, The essentials of imaging*, Received: 1-57.
- Minolta K, 2007. *Precise color communication: color control from perception to instrumentation*, Konica Minolta Sensing, Incorporated.
- Mitra SB, Wu D, Holmes BN, 2003. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *The Journal of the American Dental Association*, 134, 10, 1382-90.
- Mjör IA, Moorhead JE, Dahl JE, 2000. Reasons for replacement of restorations in permanent teeth in general dental practice. *International dental journal*, 50, 6, 361-6.
- Mohan M, Shey Z, Vaidyanathan J, Vaidyanathan TK, Munisamy S, Janal M, 2008. Color changes of restorative materials exposed in vitro to cola beverage. *Pediatric dentistry*, 30, 4, 309-16.
- Moharamzadeh K, Van Noort R, Brook I, Scutt A, 2007. HPLC analysis of components released from dental composites with different resin compositions using different extraction media. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 18, 1, 133-7.
- Momoi Y, Hirosaki K, Kohno A, McCabe JF, 1997. In vitro toothbrush-dentifrice abrasion of resin-modified glass ionomers. *Dental Materials*, 13, 2, 82-8.
- Monaghan P, Lim E, Lautenschlager E, 1992a. Effects of home bleaching preparations on composite resin color. *The Journal of prosthetic dentistry*, 68, 4, 575-8.
- Monaghan P, Trowbridge T, Lautenschlager E, 1992b. Composite resin color change after vital tooth bleaching. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 67, 6, 778-81.
- Monaghan P, Trowbridge T, Lautenschlager E, 1992c. Composite resin color change after vital tooth bleaching. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 67, 6, 778-81.
- Monteiro B, Spohr AM, 2015. Surface roughness of composite resins after simulated toothbrushing with different dentifrices. *Journal of international oral health: JIOH*, 7, 7, 1.
- Moore C, Addy M, 2005. Wear of dentine in vitro by toothpaste abrasives and detergents alone and combined. *Journal of Clinical Periodontology*, 32, 12, 1242-6.
- Moran J, Addy M, Corry D, Newcombe R, Haywood J, 2001b. A study to assess the plaque inhibitory action of a new zinc citrate toothpaste formulation. *Journal of Clinical Periodontology*, 28, 2, 157-61.
- Moran J, Addy M, Newcombe R, Marlow I, 2001a. A study to assess the plaque inhibitory action of a newly formulated triclosan toothpaste. *Journal of Clinical Periodontology*, 28, 1, 86-9.
- Moran J, Claydon N, Addy M, Newcombe R, 2005. Clinical studies to determine the effectiveness of a whitening toothpaste at reducing stain (using a forced stain model). *International Journal of Dental Hygiene*, 3, 1, 25-30.
- Moran J, Newcombe R, Wright P, Haywood J, Marlow I, Addy M, 2005. A study into the plaque- inhibitory activity of experimental toothpaste formulations containing antimicrobial agents. *Journal of Clinical Periodontology*, 32, 8, 841-5.
- Mundim FM, Garcia LdFR, Cruvinel DR, Lima FA, Bachmann L, Pires-de FdCP, 2011. Color stability, opacity and degree of conversion of pre-heated composites. *Journal of Dentistry*, 39, 25-9.
- Murchison DF, Roeters J, Vargas MA, Chan D, Summitt J, Robbins J, Schwarts R, 2006. *Direct anterior restorations. Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach*. 3rd ed. Chicago: Quintessence, 274-9.
- Myers D, 2005. *Surfactant science and technology*, John Wiley & Sons.
- Nasim I, Neelakantan P, Sujeer R, Subbarao C, 2010. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins—an in vitro study. *Journal of Dentistry*, 38, 137-42.
- Neme A, Frazier KB, Roeder L, Debner T, 2002. Effect of prophylactic polishing protocols on the surface roughness of esthetic restorative materials. *Operative Dentistry*, 27, 1, 50-8.

- Nicholson JW, 1998. Chemistry of glass-ionomer cements: a review. *Biomaterials*, 19, 6, 485-94.
- Niwa M, Sato T, Li W, Aoki H, Aoki H, Daisaku T, 2001. Polishing and whitening properties of toothpaste containing hydroxyapatite. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 12, 3, 277-81.
- O'Brien WJ, 2002. Color and Appearance. *Dental Materials and Their Selection*. , Hanover Park , IL: Quintessence Publishing Co Inc, p. 24-37.
- Ogliari FA, Ely C, Zanchi CH, Fortes CB, Samuel SM, Demarco FF, Petzhold CL, Piva E, 2008. Influence of chain extender length of aromatic dimethacrylates on polymer network development. *dental materials*, 24, 2, 165-71.
- Okada K, Tosaki S, Hirota K, Hume W, 2001. Surface hardness change of restorative filling materials stored in saliva. *Dental Materials*, 17, 1, 34-9.
- Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S, 1998. Evaluation of visual and instrument shade matching. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 80, 6, 642-8.
- Oliveira GUD, Mondelli RFL, Charantola Rodrigues M, Franco EB, Ishikiriama SK, Wang L, 2012. Impact of filler size and distribution on roughness and wear of composite resin after simulated toothbrushing. *Journal of Applied Oral Science*, 20, 5, 510-6.
- Paravina R, Powers J, (2004). *Esthetic color training in dentistry*, Edinburgh, United Kingdom: Elsevier-Mosby: 3-33.
- Park J-H, Lee Y-K, Lim B-S, 2006. Influence of illuminants on the color distribution of shade guides. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 96, 6, 402-11.
- Park Y-J, Chae K-H, Rawls H, 1999. Development of a new photoinitiation system for dental light-cure composite resins. *Dental Materials*, 15, 2, 120-7.
- Patel SB, Gordan VV, Barrett AA, Shen C, 2004. The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites. *The Journal of the American Dental Association*, 135, 5, 587-94.
- Pearson G, Longman C, 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.
- Pegoraro TA, da Silva NR, Carvalho RM, 2007. Cements for use in esthetic dentistry. *Dental Clinics of North America*, 51, 2, 453-71.
- Pfarrer A, White D, Featherstone J, 2000. Anticaries profile qualification of an improved whitening dentifrice. *The Journal of clinical dentistry*, 12, 2, 30-3.
- Phillips R, 1991. *Science of dental material*, Tenth edition, Philadelphia WB Saunders Co.
- Pontefract H, Courtney M, Smith S, Newcombe R, Addy M, 2004. Development of methods to enhance extrinsic tooth discoloration for comparison of toothpastes. *Journal of clinical periodontology*, 31, 1, 1-6.
- Que K, Fu Y, Lin L, Hu D, Zhang YP, Panagakos FS, DeVizio W, Mateo LR, 2010. Dentin hypersensitivity reduction of a new toothpaste containing 8.0% arginine and 1450 ppm fluoride: an 8-week clinical study on Chinese adults. *American Journal of Dentistry*, 23, 28-35.
- Quirynen M, De Soete M, Pauwels M, Goossens K, Teughels W, Van Eldere J, Van Steenberghe D, 2001. Bacterial survival rate on tooth- and interdental brushes in relation to the use of toothpaste. *Journal of Clinical Periodontology*, 28, 12, 1106-14.
- Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, Ambrosano GM, 2003. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dental Materials*, 19, 1, 12-8.
- Ribeiro LGM, Hashizume LN, Maltz M, 2007. The effect of different formulations of chlorhexidine in reducing levels of mutans streptococci in the oral cavity: A systematic review of the literature. *Journal of Dentistry*, 35, 5, 359-70.

- Roberson T, Heymann H, Swift E, 2011. *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*, Mosby Elsevier, Missouri.
- Robertshaw H, Leppard B, 2007. Contact dermatitis to triclosan in toothpaste. *Contact Dermatitis*, 57, 6, 383-4.
- Roeder L, Powers J, 2004. Surface roughness of resin composite prepared by single-use and multi-use diamonds. *American journal of dentistry*, 17, 2, 109-12.
- Roopa K, Basappa N, Prabhakar A, Raju O, Lamba G, 2016. Effect of Whitening Dentifrice on Micro Hardness, Colour Stability and Surface Roughness of Aesthetic Restorative Materials. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 10, 3, ZC06.
- Rosenstiel S, Fujimoto J, Land M, 2001. *Contemporary Fixed Prosthodontics* Mosby Elsevier. 4 ed. St Louis, The CF Mosby Company, 709-39.
- Rueggeberg F, Margeson D, 1990. The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. *Journal of dental research*, 69, 10, 1652-8.
- Russell M, Gulfranz M, Moss B, 2000. In vivo measurement of colour changes in natural teeth. *Journal of Oral Rehabilitation*, 27, 9, 786-92.
- Ruyter I, Nilner K, Möller B, 1987. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dental Materials*, 3, 5, 246-51.
- Sakaguchi R, Powers J, 2012. *Restorative materials—composites and polymers*. Craig's Restorative Materials, Thirteenth Edition, Elsevier, USA, 161-98.
- Samra APB, Pereira SK, Delgado LC, Borges CP, 2008. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. *Brazilian Oral Research*, 22, 3, 205-10.
- Sano H, Nakashima S, Songpaisan Y, Phantumvanit P, 2007. Effect of a xylitol and fluoride containing toothpaste on the remineralization of human enamel in vitro. *Journal of Oral Science*, 49, 1, 67-73.
- Sauro S, Gandolfi MG, Prati C, Mongiorgi R, 2006. Oxalate-containing phytocomplexes as dentine desensitisers: An in vitro study. *Archives of Oral Biology*, 51, 8, 655-64.
- Schemehorn BR, Moore MH, Putt MS, 2011. Abrasion, polishing, and stain removal characteristics of various commercial dentifrices in vitro. *Journal of Clinical Dentistry*, 22, 1, 11.
- Schmoeckel F, Fatikow S, 2000. Smart flexible microrobots for scanning electron microscope (SEM) applications. *Journal of intelligent material systems and structures*, 11, 3, 191-8.
- Schulze KA, Marshall SJ, Gansky SA, Marshall GW, 2003. Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. *Dental Materials*, 19, 7, 612-9.
- Seghi RR, Hewlett E, Kim J, 1989. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *Journal of dental research*, 68, 12, 1760-4.
- Seghi RR, Johnston WM, O'brien W, 1986. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *The Journal of prosthetic dentistry*, 56, 1, 35-40.
- Senawongse P, Pongprueksa P, 2007. Surface roughness of nanofill and nanohybrid resin composites after polishing and brushing. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 19, 5, 265-73.
- Shellis R, Addy M, Rees G, 2005. In vitro studies on the effect of sodium tripolyphosphate on the interactions of stain and salivary protein with hydroxyapatite. *Journal of dentistry*, 33, 4, 313-24.
- Shintani H, Satou J, Satou N, Hayashihara H, Inoue T, 1985. Effects of various finishing methods on staining and accumulation of *Streptococcus mutans* HS-6 on composite resins. *Dental Materials*, 1, 6, 225-7.
- Ship J, McCutcheon J, Spivakovsky S, Kerr A, 2007. Safety and effectiveness of topical dry mouth products containing olive oil, betaine, and xylitol in reducing xerostomia for polypharmacy- induced dry mouth. *Journal of Oral Rehabilitation*, 34, 10, 724-32.

- Shobha H, Sankarapandian M, Sun Y, Kalachandra S, McGrath J, Taylor D, 1997. Effect of dilution on the kinetics of cross-linking thermal polymerization of dental composite matrix resins. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 8, 10, 583-6.
- Silin DS, Lyubomska OV, Ershov FI, Frolov VM, Kutsyna GA, 2009. Synthetic and natural immunomodulators acting as interferon inducers. *Current Pharmaceutical Design*, 15, 11, 1238-47.
- Silva MFdA, Giniger MS, Zhang YP, Devizio W, 2004. The effect of a triclosan/copolymer/fluoride liquid dentifrice on interproximal enamel remineralization and fluoride uptake. *The Journal of the American Dental Association*, 135, 7, 1023-9.
- Soares C, do Amaral FLB, Mesquita MF, Franca FMG, Basting RT, Turssi CP, 2014. Toothpastes containing abrasive and chemical whitening agents: efficacy in reducing extrinsic dental staining. *General dentistry*, 63, 6, 24-8.
- Söderholm K-J, Zigan M, Ragan M, Fischlschweiger W, Bergman M, 1984. Hydrolytic degradation of dental composites. *Journal of dental research*, 63, 10, 1248-54.
- Söderholm K, Richards N, 1997. Wear resistance of composites: a solved problem? *General Dentistry*, 46, 3, 256-63; quiz 64-5.
- Splieth CH, Fleßa S, 2008. Modelling lifelong costs of caries with and without fluoride use. *European Journal of Oral Sciences*, 116, 2, 164-9.
- Sproull RC, 2001a. Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 86, 5, 453-7.
- Sproull RC, 2001b. Color matching in dentistry. Part II. Practical applications of the organization of color*. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 86, 5, 458-64.
- St-Georges AJ, Swift EJ, Thompson JY, Heymann HO, 2003. Irradiance effects on the mechanical properties of universal hybrid and flowable hybrid resin composites. *Dental Materials*, 19, 5, 406-13.
- Stein PS, Sullivan J, Haubenreich JE, Osborne PB, 2005. Composite resin in medicine and dentistry. *Journal of long-term effects of medical implants*, 15, 6, 641-54.
- Stookey G, Burkhard T, Schemehorn B, 1982. In vitro removal of stain with dentifrices. *Journal of dental research*, 61, 11, 1236-9.
- Sturdevant C, 1995. *The art and science of operative dentistry* New York, Mosby-Year Book Inc.
- Surdacka A, 2016. The Role of Stabilized Stannous Fluoride and Sodium Hexametaphosphate Contained in Toothpastes in Preventing Tartar Deposition and Tooth Discoloration. *Dental and Medical Problems*, 53, 2, 273-7.
- Suzuki T, Kyoizumi H, Finger WJ, Kanehira M, Utterodt A, Hisamitsu H, Komatsu M, 2009. Resistance of nanofill and nanohybrid resin composites to toothbrush abrasion with calcium carbonate slurry. *Dental materials journal*, 28, 6, 708-16.
- Svinnseth PN, Gjerdet NR, Lie T, 1987. Abrasivity of toothpastes: An in vitro study of toothpastes marketed in Norway. *Acta Odontologica Scandinavica*, 45, 3, 195-202.
- Svizero NdR, Alonso RCB, Wang L, Palma-Dibb RG, Atta MT, D'Alpino PHP, 2012. Kinetic of water diffusion and color stability of a resin composite as a function of the curing tip distance. *Materials Research*, 15, 4, 603-10.
- Sweepston JH, Miller AW, 1985. Esthetic matching. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 54, 5, 623-5.
- Swift EJ, 2005. Nanocomposites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 17, 1, 3-4.
- Şener Y, Koyutürk A, 2006. Üç farklı cam iyonomer simanın yüzey sertliklerinin karşılaştırılması. *Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hek Fak Derg*, 9, 91-4.
- Takatsuka T, Exterkate RA, Jacob M, 2008. Effects of Isomalt on enamel de-and remineralization, a combined in vitro pH-cycling model and in situ study. *Clinical Oral Investigations*, 12, 2, 173-7.

- Tanoue N, Matsumura H, Atsuta M, 2000. Analysis of composite type and different sources of polymerization light on in vitro toothbrush/dentifrice abrasion resistance. *Journal of Dentistry*, 28, 5, 355-9.
- Teixeira EC, Thompson JL, PIASCIK JR, Thompson JY, 2005. In Vitro Toothbrush- Dentifrice Abrasion of Two Restorative Composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 17, 3, 172-81.
- Tellefsen G, Liljeborg A, Johannsen A, Johannsen G, 2011. The role of the toothbrush in the abrasion process. *International journal of dental hygiene*, 9, 4, 284-90.
- Tellefsen G, Liljeborg A, Johannsen G, 2015. How Do Dental Materials React On Tooth brushing. *Dentistry*, 5, 341, 2161-1122.000.
- Terézhalmy G, Chaves E, Bsoul S, Baker R, He T, 2007. Clinical evaluation of the stain removal efficacy of a novel stannous fluoride and sodium hexametaphosphate dentifrice. *American journal of dentistry*, 20, 1, 53-8.
- Terry D, 2004. Applications of nanotechnology. *Practical procedures & aesthetic dentistry: PPAD*, 16, 3, 220-2.
- Topcu FT, Sahinkesen G, Yamanel K, Erdemir U, Oktay EA, Ersahan S, 2009. Influence of different drinks on the colour stability of dental resin composites. *Eur J Dent*, 3, 1, 50-6.
- Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E, 2002. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 88, 6, 585-90.
- Türker S, Biskin T, 2002. The effect of bleaching agents on the microhardness of dental aesthetic restorative materials. *Journal of Oral Rehabilitation*, 29, 7, 657-61.
- Türkün LŞ, Türkün M, 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*, 16, 5, 290-301.
- Um CM, Ruyter I, 1991. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence international*, 22, 5, 386-477.
- Unterbrink GL, Liebenberg WH, 1999. Flowable resin composites as" filled adhesives": literature review and clinical recommendations. *Quintessence international (Berlin, Germany: 1985)*, 30, 4, 249-57.
- Ure D, Harris J, 2002. Nanotechnology in dentistry: reduction to practice. *Dental update*, 30, 1, 10-5.
- Van Dijken JW, Ruyter IE, 1987. Surface characteristics of posterior composites after polishing and toothbrushing. *Acta Odontologica Scandinavica*, 45, 5, 337-46.
- Vargas M, Kirchner H, Diaz-Arnold A, Beck V, 2001. Color stability of ionomer and resin composite restoratives. *Operative dentistry*, 26, 2, 166-71.
- Venturini D, Cenci M, Demarco F, Camacho G, Powers J, 2006. Effect of polishing techniques and time on surface roughness, hardness and microleakage of resin composite restorations. *Operative dentistry*, 31, 1, 11-7.
- Vryonis P, 1988. Aesthetics in ceramics: perceiving the problem. *Perspectives in Dental Ceramics*. Quintessence Publishing Co., Inc, 209-18.
- Walters PA, 2005. Dentinal hypersensitivity: a review. *J Contemp Dent Pract*, 6, 2, 107-17.
- Wang L, GARCIA FCP, DE ARAÚJO PA, Franco EB, Mondelli RFL, 2004. Wear resistance of packable resin composites after simulated toothbrushing test. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 16, 5, 303-14.
- Wang Z, Sa Y, Sauro S, Chen H, Xing W, Ma X, Jiang T, Wang Y, 2010. Effect of desensitising toothpastes on dentinal tubule occlusion: a dentine permeability measurement and SEM in vitro study. *Journal of Dentistry*, 38, 5, 400-10.
- Wee AG, Lindsey DT, Kuo S, Johnston WM, 2006. Color accuracy of commercial digital cameras for use in dentistry. *Dental Materials*, 22, 6, 553-9.

- Wee AG, Monaghan P, Johnston WM, 2002. Variation in color between intended matched shade and fabricated shade of dental porcelain. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 87, 6, 657-66.
- Wee AG, Rang EY, Johnston WM, Seghi RR, 2000. Evaluating Porcelain Color Match of Different Porcelain Shade- Matching Systems. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 12, 5, 271-80.
- Weitman RT, Eames WB, 1975. Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. *The Journal of the American Dental Association*, 91, 1, 101-6.
- West N, Hughes J, Addy M, 2002. Dentine hypersensitivity: the effects of brushing toothpaste on etched and unetched dentine in vitro. *Journal of Oral Rehabilitation*, 29, 2, 167-74.
- Westland S, 2003. Review of the CIE system of colorimetry and its use in dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 15, 1, 5-12.
- White D, 2000. Development of an improved whitening dentifrice based upon "stain-specific soft silica" technology. *The Journal of clinical dentistry*, 12, 2, 25-9.
- White DJ, 1997. Dental calculus: recent insights into occurrence, formation, prevention, removal and oral health effects of supragingival and subgingival deposits. *European Journal of Oral Sciences*, 105, 5, 508-22.
- Wiegand A, Kuhn M, Sener B, Roos M, Attin T, 2009. Abrasion of eroded dentin caused by toothpaste slurries of different abrasivity and toothbrushes of different filament diameter. *Journal of dentistry*, 37, 6, 480-4.
- Wiegand A, Schlueter N, 2014. The role of oral hygiene: does toothbrushing harm? In: *Erosive Tooth Wear*. Eds: Karger Publishers, p. 215-9.
- Wilson NH, Burke F, Mjör IA, 1997. Reasons for placement and replacement of restorations of direct restorative materials by a selected group of practitioners in the United Kingdom. *Quintessence International*, 28, 4, 245-48.
- Wulknitz P, 1997. Cleaning power and abrasivity of European toothpastes. *Advances in Dental Research*, 11, 4, 576.
- Yanikoglu N, Duymus ZY, Yilmaz B, 2009. Effects of different solutions on the surface hardness of composite resin materials. *Dental Materials Journal*, 28, 3, 344-51.
- Yannikakis SA, Zissis AJ, Polyzois GL, Caroni C, 1998. Color stability of provisional resin restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 80, 5, 533-9.
- Yap A, Low J, Ong L, 2000. Effect of food-simulating liquids on surface characteristics of composite and polyacid-modified composite restoratives. *Operative Dentistry*, 25, 3, 170-6.
- Yap A, Wee K, 2002. Effects of cyclic temperature changes on water sorption and solubility of composite restoratives. *Operative dentistry*, 27, 2, 147-53.
- Yap A, Yap S, Teo C, Ng J, 2004. Finishing/polishing of composite and compomer restoratives: effectiveness of one-step systems. *Operative Dentistry-University of Washington*, 29, 275-9.
- Yazici A, Celik C, Dayangaç B, Özgünaltay G, 2007. The effect of curing units and staining solutions on the color stability of resin composites. *Operative dentistry*, 32, 6, 616-22.
- Yildiz M, Bayindir YZ, 2004. Fluoride release from conventional glass-ionomer cements and polyacid-modified composite resins. *FLUORIDE.*, 37, 38-42.
- Yin W, Li X, He S, Ma H, Hu D, Zhang YP, Delgado E, Devizio W, Mateo LR, 2010. Extrinsic stain removal efficacy of a new desensitizing dentifrice containing 8.0% arginine, calcium carbonate and 1450 ppm fluoride. *American Journal of Dentistry*, 23, 36-40
- Zero DT, 2006. Dentifrices, mouthwashes, and remineralization/caries arrestment strategies. *BMC Oral health*, 6, Suppl 1, S9.
- Zimmerli B, Strub M, Jeger F, Stadler O, Lussi A, 2009. Composite materials: composition, properties and clinical applications. A literature review. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin= Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie= Rivista mensile svizzera di odontologia e stomatologia/SSO*, 120, 11, 972-86.

8. EKLER

EK A: Etik Kurul Onayı



**SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
DİŞHEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ DEKANLIĞI
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
DEĞERLENDİRME KOMİSYONU**

Sayı: 03
Konu: 2014/03 sayılı komisyon kararları

26.03.2014

Sayın; Yrd.Doç.Dr.Nevin ÇOBANOĞLU

Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Değerlendirme Komisyonu'nun 25.03.2014 tarihinde yapılan 2014/03 sayılı toplantısında yürütücüsü olduğunuz "**Çeşitli estetik restoratif materyallerin çay ile renklendirilmelerinden ve farklı macunlarla fırçalanmalarından sonra renklerinin ve yüzey pürüzlülüklerinin değerlendirilmesi**" konu başlıklı projenin, bilimsel etik açısından uygun olduğuna oy birliği ile karar verildi.

Gereğini bilgilerinize saygılarımla rica ederim.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "B. Öztürk".

Prof.Dr.Bora ÖZTÜRK

Komisyon Başkanı



SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
DEĞERLENDİRME KOMİSYONU

Toplantı Sayısı : 2014/03

Toplantı Tarihi : 25.03.2014

Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalından Yrd.Doç.Dr.Nevin ÇOBANOĞLU'nun ve aynı Anabilim Dalından Dt.Derya DİNÇ tarafından sunulan "Çeşitli estetik restoratif materyallerin çay ile renklendirilmelerinden ve farklı macunlarla fırçalanmalarından sonra renklerinin ve yüzey pürüzlülüklerinin değerlendirilmesi" araştırma projesi 9 üyenin katılımı ile değerlendirildi.

Değerlendirme sonucunda, Projenin, Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Değerlendirme Yönergesi İlkelerine uygun olduğundan "kabulüne" oybirliği ile karar verildi.

	Prof.Dr.Bora ÖZTÜRK Üye	
Prof.Dr.Nilgün ÖZTÜRK Katılmadı	Yrd.Doç.Dr.Esra ÖLKER Üye	Prof.Dr.Doğan DOLANMAZ Üye
Prof.Dr.Sema S.HAKKI Üye	Prof.Dr.Duygu HINDIK Üye	Prof.Dr.Ender ERDOĞAN Katılmadı
Prof.Dr. Ayşe ELDENİZ Üye	Prof.Dr.Faruk AKGÜNLÜ Üye	Doç.Dr.Gül TOSUN Katılmadı
Yrd.Doç.Dr.Zehra H.ER Üye	Yrd.Doç.Dr.Hüsamettin VATANSEV Katılmadı	Doç.Dr.K.Hakan DOĞAN Üye

9. ÖZGEÇMİŞ

04 Kasım 1986 tarihinde Ermenek' de doğdu. İlköğrenimini Konya Şükriye Onsun İlköğretim Okulu'nda, orta öğrenimini Meram Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2006 yılında başladığı Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nden 2011 yılında mezun oldu. 2012 yılının eylül ayında yapılan DUS sınavı ile Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı'na yerleşerek uzmanlık eğitimi görmeye hak kazandı. Evli ve bir çocuk annesidir. Yabancı dili İngilizce' dir.

