

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PEDODONTİ ANABİLİM DALI



OZON UYGULAMASININ PEDODONTİDE KULLANILAN
REZİN İÇERİKLİ RESTORATİF MATERYALLERİN
FARKLI İÇECEKLERLE YAŞLANDIRILMASI SONRASI
RENK DEĞİŞİMİ VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE
ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ

TUĞÇE ASLAN

TEZ DANIŞMANI

Dr. Öğr. Üyesi Deniz Sıla ÖZDEMİR ÇELİK

BOLU, MAYIS- 2024

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
PEDODONTİ ANABİLİM DALI



OZON UYGULAMASININ PEDODONTİDE KULLANILAN
REZİN İÇERİKLİ RESTORATİF MATERYALLERİN
FARKLI İÇECEKLERLE YAŞLANDIRILMASI SONRASI
RENK DEĞİŞİMİ VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE
ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ

TUĞÇE ASLAN

TEZ DANIŞMANI

Dr. Öğr. Üyesi Deniz Sıla ÖZDEMİR ÇELİK

BOLU, MAYIS- 2024

KABUL VE ONAY SAYFASI

Tuğçe ASLAN tarafından hazırlanan “**Ozon Uygulamasının Pedodontide Kullanılan Rezin İçerikli Restoratif Materyallerin Farklı İçeceklerle Yaşlandırılması Sonrası Renk Değişimi ve Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisinin Değerlendirilmesi**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Pedodonti Anabilim Dalı’nda Uzmanlık Tezi olarak oy birliği/ oy çokluğuyla kabul edilmiştir. 24/05/2024

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Deniz Sıla ÖZDEMİR ÇELİK
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Melek BELEVÇİKLİ
Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

.....

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep ÖZTÜRK
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir,

aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %30'u geçmemektedir.

TUĞÇE ASLAN

ÖZET

OZON UYGULAMASININ PEDODONTİDE KULLANILAN REZİN İÇERİKLİ RESTORATİF MATERYALLERİN FARKLI İÇECEKLERLE YAŞLANDIRILMASI SONRASI RENK DEĞİŞİMİ VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ

TUĞÇE ASLAN

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ

PEDODONTİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR.ÜYESİ DENİZ SİLA ÖZDEMİR ÇELİK

BOLU, MAYIS- 2024

XII + 90

Çalışmamızın amacı ozon uygulamasının çeşitli içeceklerle yaşlandırılmış üç farklı restoratif materyalin renk ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerini araştırmaktır. Çalışmamızda kullanılan restoratif materyaller, alkasit (Cention N-CN), poliasit modifiye kompozit rezin (Glasiosite) ve rezin modifiye cam iyonomer siman (İonolux), yaşlandırma solüsyonları ise portakal suyu, çikolatalı süt, kola ve kontrol grubu (distile su)'dur. Çalışmamızda n=10 olmak üzere 24 grup belirlendi. Tüm numuneler üzerinde yapılan renk ölçümü için Vita Easyshade Advance, yüzey pürüzlülüğü ölçümü için Marsurf M300 profilometre cihazı kullanıldı. Grupların yarısına Ozononette Dent ozon jeneratörü ile ozonlanmış su uygulanıp, diğer yarısına uygulanmadı. Ozon prosedürü uygulandıktan sonra numuneler solüsyonlara daldırıldı ve bu işlem her gün tekrarlandı. Renk ve yüzey pürüzlülüğü ölçümleri 0., 1., 7. ve 14. günlerde yapıldı. İstatistiksel analizler için IBM SPSS V23 programı kullanıldı. İstatistiksel olarak $p<0,05$ anlamlı kabul edildi. Ozonlanmış su uygulamasının 7. gününde portakal suyuna daldırılan kompomer materyalinin renk değişimi, ozonlanmış su uygulanmayan kompomer materyaline göre daha yüksekti. CN en çok distile suda, kompomer en çok çikolatalı sütte, RMCİS ise en çok kolada renk değişimi gösterdi. CN en çok 7. gün renklenirken, kompomer ve RMCİS, en çok 14. günde renk değişimi gösterdi. Ozon uygulamasının restoratif materyallerin yüzey pürüzlülükleri üzerinde anlamlı etkisi görülmedi. Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülük değerlerinde solüsyonda bekleme süresi arttıkça artış görüldü.

ANAHTAR KELİMELE: Ozonlanmış Su, Alkasit, Resin Modifiye Cam İyonomer Siman, Kompomer, Renk Değişimi, Yüzey Pürüzlülüğü

ABSTRACT

EVALUATION OF THE EFFECT OF OZONE APPLICATION ON DISCOLOURATION AND SURFACE ROUGHNESS OF RESIN- CONTAINING RESTORATİF MATERIALS USED IN PEDODONTICS AFTER AGING WITH DIFFERENT BEVERAGES

FACULTY OF DENTISTRY

TUĞÇE ASLAN

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

PEDODONTICS DEPARTMENT

(SUPERVISOR: DR. ÖĞR.ÜYESİ DENİZ SİLA ÖZDEMİR ÇELİK)

BOLU, MAY 2024

XII + 90

The aim of our study was to investigate the effects of ozone treatment on the colour and surface roughness of three different restorative materials aged with various beverages. The restorative materials used in our study were alkasite (Cention N-CN), polyacid modified composite resin (Glasiosite) and resin modified glass ionomer cement (İonolux), and the aging solutions were orange juice, chocolate milk, cola and control group (distilled water). In our study, 24 groups were determined with n=10. Vita Easyshade Advance was used for colour measurement and Marsurf M300 profilometer was used for surface roughness measurement on all samples. Half of the groups were treated with ozonated water with Ozononette Dent ozone generator and the other half was not treated. After the ozone procedure, the samples were immersed in the solutions and this process was repeated every day. Colour and surface roughness measurements were made on days 0, 1, 7 and 14. IBM SPSS V23 programme was used for statistical analyses. Statistically $p<0.05$ was considered statistically significant. The colour change of the compomer material immersed in orange juice on the 7th day of ozonated water application was higher than the compomer material without ozonated water application. CN showed the most colour change in distilled water, compomer in chocolate milk and RMCIS in cola. CN showed the most colour change on the 7th day, while compomer and RMCIS showed the most colour change on the 14th day. Ozone treatment had no significant effect on the surface roughness of the restorative materials. The surface roughness values of the restorative materials increased as the waiting time in the solution increased.

KEYWORDS: Ozonated Water, Alkasit, Resin Modified Glass Ionomer Cement, Compomer, Colour Change, Surface Roughness

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
ETİK BEYAN.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
TABLO LİSTESİ	x
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xi
TEŞEKKÜR	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Ozon.....	3
2.1.1 Ozonun Yapısı	3
2.1.2 Ozonun Tarihçesi.....	3
2.1.3 Ozonun Biyolojik Etkileri	3
2.1.4 Ozonun Güvenliği, Toksisitesi ve Kontrendikasyonları.....	4
2.1.5 Ozon Uygulama Formları.....	4
2.1.6 Ozonun Diş Hekimliğinde Kullanımı.....	5
2.2 Çocuk Diş Hekimliğinde Kullanılan Restoratif Materyaller	13
2.2.1 Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar (RMCİS)	13
2.2.2 Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler (Kompomerler).....	15
2.2.3 Alkasitler (Cention N- CN)	16
2.3 Renk.....	19
2.3.1 Nesnenin Renginin Ölçülmesi	20
2.3.2 Renk Ölçüm Yöntemleri.....	22
2.3.3 Pedodontide Kullanılan Rezin İçerikli Restoratif Materyallerde Gözlenen Renklenmeler.....	25
2.4 Yüzey Pürüzlülüğü	27
3. GEREÇ VE YÖNTEM	28
3.1 Çalışmada Kullanılan Test Materyalleri	28
3.2 Grupların Oluşturulması	30
3.3 Örneklem Büyüklüğünün Hesaplanması	32
3.4 Numunelerin Hazırlanması	32
3.5 Polisaj İşleminin Uygulanması	33
3.6 Ozonlanmış Su Gargarasının Uygulanması.....	34
3.7 Numunelerin Solüsyonlara Daldırılması	35
3.8 Yüzey Pürüzlülüğünün Profilometre Cihazı İle Ölçülmesi	36
3.9 Renk Ölçümü	36
3.10 İstatistiksel Yöntem	37

4. BULGULAR	38
4.1 Renk Değişimi Sonuçları	38
4.1.1 Restoratif Materyallere Göre Renk Değişimi Sonuçları.....	38
4.1.2 İçeceklere Göre Renk Değişimi Sonuçları	45
4.1.3 Ozonlanmış Su Uygulamaya Göre Renk Değişimi Sonuçları.....	49
4.2 Yüzey Pürüzlülüğü Değişimi Sonuçları	51
4.2.1 Restoratif Materyallere Göre Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçları.....	51
4.2.2 İçeceklere Göre ΔRa Sonuçları	55
4.2.3 Ozon Uygulamaya Göre ΔRa Sonuçları.....	58
5. TARTIŞMA	60
5.1 Materyal Seçimi.....	60
5.2 Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü	61
5.3 Çalışma Süresi	62
5.4 Renk Ölçümü.....	63
5.5 Ozon Uygulama Prosedürü.....	63
5.6 Restoratif Materyallerin Renk Değişimi.....	64
5.6.1 Ozonun Restoratif Materyallerin Renk Değişimi Üzerine Etkileri ..	64
5.6.2 Restoratif Materyallerin Yapısı ve Solüsyonların Restoratif Materyallerin Renk Değişimi Üzerine Etkileri	65
5.7 Restoratif Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğü.....	71
5.7.1 Ozonun Restoratif Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkileri	71
5.7.2 Solüsyonların Restoratif Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkileri	72
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	76
6.1 Renk Değişimi Sonuçları.....	76
6.2 Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçları.....	77
7. KAYNAKLAR.....	77

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Munsell renk sistemi.....	20
Şekil 2.2. Munsell’e göre renk parametreleri.....	21
Şekil 2.3. CIE L*a*b* renk sistemi.....	21
Şekil 2.4. Kolorimetre cihazı.....	24
Şekil 2.5. Spektrofotometre cihazları.....	24
Şekil 2.6. Dijital kamera	25
Şekil 3.1. Restoratif materyallerin boyama prosedürü.....	30
Şekil 3.2. Çalışma için hazırlanan numuneler.....	33
Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan numunelerin yapılışı.....	33
Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan polisaj disk seti	34
Şekil 3.5. Numunelerin solüsyonlara daldırılma prosedürü	34
Şekil 3.6. Numunelerin etüvde bekletilmesi.....	35
Şekil 3.7. Çalışmada kullanılan ozon cihazı.....	35
Şekil 3.8. Çalışmada kullanılan profilometre cihazı.....	36
Şekil 3.9. Çalışmada kullanılan spektrofotometre	37

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1. Cention N Materyalinin İçerik Bilgisi ve Özellikleri.....	18
Tablo 3.1. Çalışmada Kullanılan Restoratif Materyallerin Üretici Firmaları ve İçerik Bilgileri.....	29
Tablo 3.2. Çalışmada Kullanılan İçecek Gruplarının Üretici Firmaları.....	29
Tablo 4.1. Restoratif Materyalere Göre Renk Değişimi Sonuçları.....	43
Tablo 4.2. İçeceklere Göre Renk Değişimi Sonuçları	48
Tablo 4.3. Ozonlanmış Su Uygulanan ve Ozonlanmış Su Uygulanmayan Gruplarına Göre Renk Değişimi Sonuçları	50
Tablo 4.4. Restoratif Materyallere Göre ΔRa Değerlerinin Sonuçları.....	53
Tablo 4.5. İçeceklere Göre ΔRa Değerlerinin Karşılaştırma Sonuçları.....	57
Tablo 4.6. Ozonlanmış Su Uygulanan ve Ozonlanmış Su Uygulanmayan Gruplarına Göre ΔRa Göre Karşılaştırma Sonuçları.....	59

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

RMCİS	: Resin Modifiye Cam İyonomer Siman
CİS	: Cam İyonomer Siman
CN	: Cention N
Bis-GMA	: Bisfenol A glisidil-metakrilat
TEGDMA	: Trietilenglikol dimetakrilat
UDMA	: Üretan Dimetakrilat
DCP	: Dikloropropan
PEGDMA 400	: Polietilen glikol dimetakrilat
HEMA	: 2-hidroksietil metakrilat
AKM	: Atomik kuvvet mikroskobu
TEM	: Taramalı Elektron Mikroskobu
TMB	: Temporomandibular eklem bozuklukları
TME	: Temporomandibular eklem
ΔRa	: Yüzey pürüzlülüğü değişimi
ΔE	: Renk değişimi
ΔE00	: CIEDE2000 renk farkı
AAPD	: American Academy of Pediatric Dentistry-Amerikan Pediatrik Diş Hekimliği Akademisi
BAKH	:Büyük ağı Keser Hipomineralizasyonu
EÇÇ	: Erken çocukluk çağı çürüğü
μm	: Mikrometre
CİE	: The International Commission on Illumination
L	: CIELab sistemi renk koordinatı
a	: CIELab sistemi kırmızı yeşil renk koordinatı
b	: CIELab sistemi sarı mavi renk koordinatı
TA	: Tuğçe ASLAN

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca bana yol gösteren, tecrübe ve deneyimlerini benden esirgemeyen, katkılarıyla beni yönlendiren, kendisini tanımaktan ve birlikte çalışmaktan dolayı mutluluk duyduğum değerli hocam ve danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Deniz Sıla ÖZDEMİR ÇELİK,

Uzmanlık eğitimim boyunca hep hoşgörülü davranan, bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Zeynep ÖZTÜRK ve birlikte çalışma imkanı bulduğum, bilgilerinden faydalandığım Dr. Öğr. Üyesi Serpil SAĞDIÇ'a, tez yazarken bana yardımcı olan Dr. Öğr. Üyesi Nihal ALTUNOK'a

Uzmanlık eğitimim süresince beraber çalışma olanağı bulduğum, her zaman bana destek olan kıymetli asistan arkadaşım Nazlı Şengel'e, özellikle son dönemlerimde bana yoldaşlık yapan Elif Süleymanoğlu, Hande Sena Alkan ve Gamze Kaplan'a ve adını sayamadığım diğer kıymetli asistan arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca beni her konuda koşulsuz destekleyen, sevgileri ve tüm olanaklarıyla her zaman arkamda olduklarını hissettiren, emeklerini asla ödeyemeyeceğim, annem Hatice ASLAN, babam Ferit ASLAN ve kardeşlerim Baran ASLAN ve Mert ASLAN'a,

Pürüzlülük cihazı temini için Mehmet Fatih Kahraman'a,

Tezim için bana materyal katkılarından dolayı USX-RAY Röntgen A.Ş., VOCO ve Ivoclar Vivadent firmalarına teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Diş çürükleri, özellikle çocuklarda önemli bir ağız hastalığıdır. Dünya Sağlık Örgütü, süt dişlerinde çürük prevalansının dünya çapında %60 ila %90 arasında olduğunu bildirmiştir (3). Diş çürüklerinin tedavisindeki temel amaç, fonksiyon ve estetiğin yeniden sağlanmasıdır. Diş hekimliğinde uygun restoratif materyalin seçiminde materyalin kullanım alanları, estetik özellikleri, avantaj ve dezavantajları gibi faktörler dikkate alınır (4). Toplumsal farkındalığın artmasıyla diş hekimliği alanında estetiğe olan ilgi artmıştır. Ebeveynler çocukları için uzun ömürlü ve estetik restorasyonları tercih etmektedir. Günümüzde dişleri restore etmek için diş renginde restoratif materyaller rutin olarak kullanılmaktadır. Amalgama alternatif olarak geliştirilen kompozit, poliasit modifiye kompozit rezin (kompomer) ve rezin modifiye cam iyonomer siman (RMCİS) gibi ışıkla sertleşen rezin esaslı materyallerin çocuk diş hekimliğinde kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (5, 6). Kompozitlerin estetiği, RMCİS ve kompomerlerin florür salınımı ve çocuklarda daha kabul edilebilir olan farklı renk seçenekleri bu materyalleri tercih edilebilir kılmaktadır (7).

Artan talep doğrultusunda, diş hekimliğindeki araştırmalar yeni restoratif materyallerin üretimine veya mevcut restoratif materyallerin özelliklerinin geliştirilmesine odaklanmıştır. Ivoclar Vivadent firması yeni bir restoratif materyal geliştirmiş ve ticari olarak bu ürüne “Cention N” ismini vermiştir. Bu materyal kompozitlerin bir alt grubu olarak “Alkasitler” diye sınıflandırılan, diş rengi ile uyumlu bir materyaldir. Henüz çok sayıda uzun süreli klinik çalışması bulunmasa da cam iyonomer simanlardan daha başarılı sonuçlar göstermiş, derin kavitelerde bulk-fill kompozitlere, estetik özellik göstermesi yönüyle de amalgam dolgulara alternatif bir materyal olarak diş hekimliği pratiğine sunulmuştur (8).

Ozonun antimikrobiyal, virüsidal, dezenfektan ve biyouyumlu özellikleri nedeniyle genel diş hekimliği ve pediatrik diş hekimliğinde tedavi amaçlı kullanımı uzun süredir önerilmektedir (9). Ozonun ayrıca antiinflamatuvar, analjezik ve immün sistemi uyarıcı özellikleri vardır ve doku yenilenmesini destekler (10, 11). Çocuklarda diş tedavisi genellikle karmaşıktır ve ozon,

klinisyenin genç hastalar, işbirliği yapmayan çocuklar veya özel ihtiyaçları olan hastalar için dental yaklaşımı ve prognozu iyileştirebilir (9).

Güncel literatürde restorasyonun yerleştirilmesinden önce profilaktik antimikrobiyal tedavi olarak ozon uygulanmasının yararlı olduğunu ve ozonun geleneksel profilaktik tedavilere bir alternatif olabileceği bildirilmiştir (12). Ozonlu gargaraların periodontal olarak kullanımı da yaygın hale gelmiştir (13, 14). Ozonun profilaktik olarak kullanımının ortodonti hastalarında antimikrobiyal etkinliği ve braketlerin kesme bağlanma dayanımına etkileri araştırılmıştır (15-17). Ozon'un diş beyazlatma üzerine etkileri araştırılmıştır (18, 19).

Ancak literatürde ozonlanmış su gargarasının profilaktik amaçla kullanımının rezin içerikli dental materyaller üzerindeki renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisinin araştırılmadığı görülmüştür.

Bu bilgiler ışığında bu çalışmanın amacı ozonlanmış su gargarası kullanımının, pedodontide kullanılan rezin içerikli materyallerin renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini araştırmaktır.

Çalışmamızın hipotezleri;

H0 Hipotezi

Ozonlanmış su uygulanıp, farklı içeceklere maruz kalan restoratif materyallerin 1., 7. ve 14. günlerdeki renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülüğü değişim ile ozonlanmış su uygulanmayıp, farklı içeceklere maruz kalan restoratif materyallerin 1., 7. ve 14. günlerdeki renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülüğü değişimi arasında anlamlı fark yoktur.

H1 Hipotezi

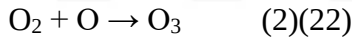
Ozonlanmış su uygulanıp, farklı içeceklere maruz kalan restoratif materyallerin 1., 7. ve 14. günlerdeki renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülüğü değişim ile ozonlanmış su uygulanmayıp, farklı içeceklere maruz kalan restoratif materyallerin 1., 7. ve 14. günlerdeki renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülüğü değişimi arasında anlamlı fark vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Ozon

2.1.1 Ozonun Yapısı

Ozon (O_3), üç oksijen atomundan oluşan triatomik bir moleküldür. Molekül ağırlığı 47,98 g/mol olup, sıcaklık ve basınç gibi sistem koşullarına bağlı olarak kısa yarılanma ömrüyle saf oksijene ayrılan termodinamik açıdan oldukça kararsız bir bileşiktir (20). Ozon 1,6 kat oksijenden daha yoğun ve suda ($0^{\circ}C$ 'de 100 mL suda 49,0 mL) 10 kat daha fazla çözünür. Ozon radikal bir molekül olmamasına rağmen, flor ve sülfattan sonra en güçlü üçüncü oksidandır. Ozon, depolanamayan kararsız bir gazdır ve $20^{\circ}C$ 'de 40 dakikalık yarı ömre sahip olduğundan hemen kullanılması gerekir (21). Ozon (O_3), doğal olarak moleküler oksijenin (O_2) foto ayrışmasıyla üretilir. Aktifleştirilmiş oksijen atomlarına dönüşür ve bunlar daha sonra başka oksijen molekülleriyle reaksiyona girer. Bu geçici radikal anyon hızla protonlanarak hidrojen trioksit (HO_3) üretilir ve bu da daha güçlü bir oksidan olan hidroksil radikale (OH) ayrışır.



2.1.2 Ozonun Tarihçesi

Ozon ilk kez 1840 yılında Christian Friedrich Schönbein tarafından keşfedilmiştir. Ozon 100 yılı aşkın bir süredir diş hekimliğinin çeşitli yönlerinde denenmiştir ve ilk kez 1856'da ameliyathanelerin dezenfekte edilmesinde kullanılmıştır (23). 1870 yılında ozon kanı temizlemek için kullanılmıştır. 1930'larda diş hekimi Edward Fisch, diş ameliyatlarında yaraları dezenfekte etmek ve iyileştirmek için ozon tedavisini büyük bir başarıyla kullanmıştır (24).

2.1.3 Ozonun Biyolojik Etkileri

Ozonun sağlık açısından kanıtlanmış çok sayıda faydası vardır. Bunlar: oksijen metabolizmasının uyarılması; kırmızı kan hücrelerinin glikoliz oranında artış ve bağışıklık sisteminin aktivasyonu; bağışıklık hücrelerinde immünoglobulin sentezinin ve çoğalmasının uyarılması; interleukinlerin, prostaglandinlerin ve lökotrienlerin sentezini teşvik ederek anti-inflamatuar etki ve artırılmış yara iyileşme sürecidir (25, 26).

2.1.4 Ozonun Güvenliği, Toksisitesi ve Kontrendikasyonları

Ozon, diğer birçok ilaçla kıyaslanabilen değerli bir tıbbi maddedir, ancak yalnızca reçete edildiği şekilde ve kontrollü koşullar altında kullanıldığında işe yarar. Literatürde diş çürüklerini tedavi etmek için kullanılan yayınlanmış tek araç silikon vakumla ozon uygulaması yapılabilen HealOzone'dur. Diğer ozon üretim teknikleri kontrollü in vitro koşullarda kullanılmıştır. Ancak operatör ve hasta güvenliği açısından önemli riskler taşırlar. HealOzone, ağız içi uygulamalar için onaylanmış tek cihazdır. Çünkü tam ve uygun bir ozon sızdırmazlığı sağlayan bir dağıtım sistemi ile tasarlanmıştır. Ayrıca, yayınlanmış klinik çalışmaların hiçbirinde herhangi bir olumsuz sonuçtan bahsedilmemiştir (27, 28).

Ozon reaktivitesinin olumsuz etkileri, serbest radikallerin peroksidasyonuna veya oluşumuna ve lipit ozonlama ürünlerinin üretimine bağlıdır (29, 30). Bu, lipazların aktivasyonunu ve inflamatuvar hücrelerin salınmasını tetikler (30). Ozon kullanan güncel tedavilerin çoğu, büyük bir hassasiyetle kullanıldığında oldukça güvenlidir. Ancak küçük yan etkiler arasında bulantı, baş ağrısı, yorgunluk, epifora ve üst solunum yolu tahrişi, rinit, öksürük ve kusma yer alır (31, 32). Ayrıca vagal reaksiyonun ozon infiltrasyonu sırasında ağrıya eşlik eden olumsuz bir etki olduğu da bildirildi. Bu nedenle, özellikle yüksek konsantrasyonlarda bu tür yan etkileri önlemek için yavaş ozon uygulaması tavsiye edilir (33). Avrupa Ozon Tedavisi Derneği'nin 1983'ten beri yasakladığı O₂/O₃'ün doğrudan intravenöz verilmesi sırasında pulmoner emboli meydana gelir. Ozon zehirlenmesinde hastalar uzanmalı, nemli oksijen solumalı ve askorbik asit/C vitamini, E vitamini ve N-asetilsistein almalıdır (27).

2.1.4.1 Ozon Uygulamasının Kontrendikasyonları

Alkol zehirlenmesi, bağışıklık sistemi bozuklukları, kanamalar, hipertiroidizm, miyokard enfarktüsü, ozon alerjisi, gebelik, şiddetli miyasteni, glikoz-6-fosfat dehidrojenaz eksikliği, favism varlığında ozon uygulamaları kontrendikedir (34, 35).

2.1.5 Ozon Uygulama Formları

2.1.5.1 Ozon Gazı

Üretimi için çeşitli sistemler vardır: (35)

- Ultraviyole sistemi minimum konsantrasyonda ozon üretir. Hava temizleme ve estetik amaçlı kullanılır.

- Korona deşarj sistemi büyük miktarda ozon konsantrasyonu üretir. Tıp/diş hekimliği alanlarında en yaygın sistemdir. Kontrollü bir ozon üretim hızına sahiptir ve kullanımı kolaydır.
- Su ve havanın arıtılmasında soğuk plazma sistemi kullanılmaktadır (36).

2.1.5.2 Ozon Yağı

Ozonlanmış yağlar doğal olarak oluşan bitki özleridir; içlerinden saf oksijen ve ozon geçirilir. Ozonlanmış yağ (Oleozon ve Bioperoxoil), Stafilokok, Streptokok, Enterokok, Pseudomonas, Escherichia coli ve özellikle mikobakterilere karşı etkilidir (37-39).

2.1.5.3 Ozon Sulu Çözeltisi

Ozonlanmış sulu form, dezenfektan, sterilizasyon maddesi, irigasyon solüsyonu ve hemostatik ajan olarak kullanılabilir (35).

2.1.6 Ozonun Diş Hekimliğinde Kullanımı

Ozonun tıp ve diş hekimliği alanında kullanımı önerilmiştir. Ozon tedavisi 1950'lere kadar enfeksiyonların tedavisinde, savaş yaralarında ve kanserin rutin tedavisinde yaygın olarak kullanılmıştır (12). Günümüzde diş hekimliğinin hemen hemen her alanında ozon tedavisi, olası bir tedavi yöntemi kapsamındadır.

2.1.6.1 Oral Tıp

Ozonun doku büyüme faktörü $\beta 1$ (TGF- $\beta 1$) üretimini artırarak yara iyileşme sürecini uyardığı gösterilmiştir. Ağız mukozasındaki yaraların planimetrik, immünohistokimyasal ve mikromorfolojik incelemeleri göz önüne alındığında, yaralara ozonlanmış su uygulayan hastalarda iyileşme sürecinin hızlandığı ve kontrol hastalarına göre daha erken kapandığı görülmüştür; bu nedenle, herpes, aftöz ülserler, kandidiyazis görülürken planus ve protez stomatiti dahil olmak üzere çeşitli oral mukozal lezyonlarda ozon tedavisinden faydalanılabilir (40).

2.1.6.2 Ozon ve Dental Ünit Su Hatları

Dental ünit su hattının kontaminasyonu bir sorun haline gelmiştir (41, 42). Ünit kullanılmadığında durgulaşan kontamine su, aerasole maruz kalan sağlık çalışanlarını bakteri ve mantarlara açık hale getirebilmektedir (43). Yapılan bir çalışmada, dental ünit su hattı biyositlerinin rezinin mineye adezyon yeteneğini olumsuz yönde etkileyebileceği bildirilmiştir (44).

2.1.6.3 Endodontide Ozon

Gaz, su veya yağ formundaki ozonun, *Micobacteria*, *Streptococcus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Peptostreptococcus*, *Enterococcus faecalis* ve *Candida albicans* gibi çeşitli bakteri türlerine karşı etkisinin gösterildiği göz önüne alındığında, ozon endodontide antimikrobiyal ajan olarak önemli bir potansiyele sahiptir (40). Literatürde ozonun bakterisidal etkisini araştıran, endodontide standart irrigasyon solüsyonu olan %2,5 NaOCl ile karşılaştırıldığı in vitro çalışmalardaki sonuçlar tartışmalıdır (45-48). Nagayoshi ve ark., ozonlanmış suyun %2,5 NaOCl ile karşılaştırıldığında neredeyse aynı antimikrobiyal aktiviteye (*Enterococcus faecalis* ve *S. mutans*'a karşı) ve daha düşük düzeyde sitotoksositeye sahip olduğunu belirtirken (45); Hems ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, NaOCl'nin et suyu kültüründe ve biyofilmlerde *E. faecalis*'i öldürmede ozonlanmış sudan daha üstün olduğu, gaz halindeki ozonun ise *E. faecalis* biyofilmi üzerinde hiçbir etkisi olmadığını bildirmişlerdir (48). Muller ve ark. da karyojenik bir biyofilmden organize olmuş mikroorganizmaları ortadan kaldırmada %5 NaOCl'yi gaz ozona göre daha üstün bulmuştur (46). Yakın zamanda yapılan başka bir çalışmada, enfekte insan kök kanallarının ozonlanmış su, %2,5 NaOCl, %2 klorheksidin ile irrigasyonunun ve 20 dakika boyunca gaz ozon uygulamasının *E. faecalis*'i inaktive etmek için yeterli olmadığı bildirilmiştir (47).

2.1.6.4 Protetik Diş Tedavisinde Ozonun Rolü

Protez stomatiti klinik uygulamada sık görülen bir durumdur. Ozon protez temizleyicisi olarak yansıtma, yüzey pürüzlülüğü ve ağırlık açısından, hareketli parsiyel protez alaşımlarının kalitesi üzerinde hiçbir etkisi olmadan temizleyici olarak kullanılabilir (34). Ozonlanmış su ile karşılaştırıldığında, gaz halindeki ozona doğrudan maruz kalmanın daha etkili bir mikrobisit olduğu ve hareketli protezlerin dezenfekte edilmesinde klinik olarak faydalı olduğu kanıtlanmıştır. Protezlerin ozonla temizlenmesi, belirli protez temizleyicileri veya asit-elektrolize su ile temizlenmesinden daha güvenlidir (49). Alzarea ve ark., protez kaynaklı travmatik ülserde 60 saniye ozon gazına maruz kalmanın ülserin daha iyi iyileşmesine, iyileşme süresinin kısalmasına, ağrı seviyesinin azalmasına ve ülser boyutunun küçülmesine neden olduğunu bildirmişlerdir (49). İmplant yüzeylerinin dekontaminasyonu için amino-alkole ek olarak sulu ozon uygulamasının etkinliği de kanıtlanmıştır (12).

2.1.6.5 Diş Beyazlatmada Ozonun Rolü

Diş beyazlatma 1848 yılında oksalik asit kullanımı ile başlamış ve daha sonra peroksit ürünlerinin kullanımı ile devam etmektedir. Night Guard beyazlatma işlemi ilk olarak 1989 yılında kurulmuştur (50).

Bir dişin rengi çoğunlukla mine ve dentinin ışığı yansıtma ve emme özelliklerinin yanı sıra kimyasal bileşimi tarafından belirlenir. Diş taşı temizliği ve cilalama, beyazlatıcı diş macunu, internal ve external beyazlatma, asitlerle veya aşındırıcı materyallerle mikro-aşındırma ve dental kuron- veneerler , diş rengini beyazlatmak için kullanılan yöntemlerden bazılarıdır (51). Oksitleyici özellikleri nedeniyle, ozonun lekeli dişleri beyazlatmak için alternatif bir ağartma kimyasalı olarak kullanılması önerilmiştir (34). Al-Omiri ve ark., 60 saniye boyunca ozon ve 20 dakika boyunca %38 hidrojen peroksit (H_2O_2) uygulanmasının benzer sonuçlara ve daha açık diş renklerine yol açtığını bildirmişlerdir (52). Tessier ve ark., tetrasiklin lekeli kesici dişlerin ozon kullanımıyla başarılı bir şekilde beyazlatıldığını bildirmişlerdir (53).

2.1.6.6 Ortodontide Ozon Rolü

Sabit ortodontik aparatların yerleştirilmesiyle ilgili en yaygın sorunlar, ağrı ve hassasiyettir. Ortodonti tedavisi sırasında ağrı gidermek için iki yöntem vardır.

Farmakolojik yöntemler: Ağrı kesiciler (54)

Farmakolojik olmayan yöntemler: Çiğneme tabletleri, lazer terapisi ve ozon tedavisi (55)

Ozonun hücresel oksijenasyon ve kan akışı aktivasyonunda önemli bir rolü vardır. Eritrosit hücre zarı, yağ asidi peroksidasyon reaksiyonunun bir sonucu olarak daha elastik hale gelir. Bunun sonucunda hücreler kılcal damarlardan daha kolay geçer ve bu da doku metabolizmasını önemli ölçüde iyileştirir (55). Ozon gazı, ortodonti alanında çürük önleyici etkisinin yanı sıra ortodontik braketlerin mineye makaslama bağlanma mukavemeti üzerindeki etkisi nedeniyle incelenmiştir (56).

Çürük önleyici etkisinin yanı sıra Ghobashy ve ark., ozonlanmış zeytinyağının mine üzerine uygulanmasının ortodontik braketlerin etrafındaki demineralizasyonu önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir (40).

2.1.6.7 Periodontolojide Ozonun Rolü

Periodontitis, subgingival plakta bulunan bakterilerin neden olduğu, kemik kaybına ve bağ dokusu ile epitelyal atışmanların apikale yer değiştirmesine neden olan kronik agresif bir hastalıktır. *Porphyromonas gingivalis* ve *Tannerella forsythia* bu durumla en sık ilişkilendirilen patojenlerdir. Supragingival ve subgingival bölgelerin mekanik temizliği geleneksel olarak diş ve diş etlerinin sağlığına kavuşmasında ilk adım olarak kullanılmaktadır. Ozon tedavisi sonrasında interlökinler, lökotrienler ve prostaglandinler gibi biyolojik olarak aktif moleküller üretilir (34). Literatürdeki birçok çalışma, ozonlanmış suyun canlı bakterileri azaltma, dental plak birikimini engelleme ve gingivitis/periodontitisi azaltmada etkinliğini kanıtlamıştır (57, 58). Bu antimikrobiyal etki özellikle Gram-negatif bakterilere (periodontitisle en ilişkili periodonto patojenlerden biri olan *Porphyromonas gingivalis* dahil), aynı zamanda Gram-pozitif bakterilere ve *Candida albicans*'a karşı uygulanmaktadır (59). Ozon, diş taşı temizliği ve kök yüzeyi düzleştirmesi yapmadan önce periodontal cepleri irriye etmek için tedavi öncesi yıkama olarak başarıyla kullanılmıştır (57). Ozonlanmış suyun ağız boşluğundaki epitelyal yara iyileşme süreci üzerindeki etkisini inceleyen Filippi, günlük olarak uygulanan ozonlanmış suyun ağız mukozasındaki iyileşme oranını hızlandırabildiğini bildirmiştir. (60).

2.1.6.8 Ağız Cerrahisinde Ozonun Rolü

Temporomandibular bozukluklar (TMB) maloklüzyon, travma, zihinsel stres, brüksizm, sinovit, kapsülit, osteoartrit ve iç temporomandibular eklem (TME) düzensizliklerini içeren karmaşık bir etiyolojiye sahiptir. Geleneksel TMB tedavilerinde rutin olarak oklüzal splintler kullanılmaktadır. Oklüzal splint tedavisine ek olarak, belirti ve semptomların etiyolojisine bağlı olarak, düşük seviyeli lazer tedavisi (LLLT), transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu ve ozon tedavisi gibi yeni terapötik yöntemler de dahil olmak üzere diğer TMB tedavi teknikleri mevcuttur (61). Daif ve ark., üst eklem boşluğuna eklem içi gaz enjeksiyonunun temporomandibular eklemdeki iç düzensizliği tedavi etmede başarılı olduğunu belirtmişlerdir (62). Doğan ve ark., temporomandibular eklem kaynaklı ağrıların tedavisinde ozon tedavisinin ilaçlara göre daha etkili olduğunu belirtmişlerdir (63).

Tıbbi müdahalelerin ardından, ozon tedavisinin nöroprotektif mekanizmaları aktive ettiği, kan dolaşımını ve oksijen iletimini iyileştirdiği,

immünokompetan hücre proliferasyonunu uyardığı, immünoglobulin üretimini uyardığı ve büyüme faktörü salınımını artırdığı ortaya konmuştur (34). Ozon tedavisinin ağız cerrahisinde çeşitli uygulamaları vardır. Çene cerrahlarının daha sık uğraşması gereken durumlar, çene osteonekrozu, cerrahi travma (örn. diş çekimi), baş/boyun radyoterapisi veya bifosfonatlarla tedavi sonrasında ortaya çıkan yan etkiler olan kemiğe kan akışının azalması ve alveol kemiğinin açığa çıkmasıdır (57). Ozon, geniş oksidasyon özelliği ve ozonla temas eden bakterilerin granülositler ve kompleman sistemi tarafından daha kolay tanınıp yok edilebilmesi nedeniyle hiperbarik oksijen tedavisine alternatif olarak kullanılabilir. Ayrıca polimorfonükleer hücrelerin fagositoz performansını da artırır (64). Tıbbi ozon gazı insüflasyonunun, özellikle 2,5 cm'den büyük lezyonlar durumunda, çenenin ameliyat sonrası osteonekrozunun tedavisinde etkili olduğu kanıtlanmıştır (65). Kazancıoğlu ve ark., üçüncü molar cerrahisi sonrasında ozon tedavisinin ağrı, şişlik ve trismus üzerindeki etkisini değerlendirmiş ve ozon uygulamasının postoperatif ağrıyı etkili bir şekilde azalttığı sonucuna varılmıştır. Ancak şişlik ve trismus üzerine etkisi olmadığı bildirilmiştir (66).

2.1.6.9 Restoratif Diş Hekimliğinde Ozonun Rolü

Diş çürüğü insanlar arasında en yaygın patolojik durumlardan birini temsil eder. İnsandaki iki ana odontopatojen *Streptococcus mutans* (dişin derin çatlaklarındaki çürüklerde rol oynar) ve *Streptococcus sobrinus* (pürüzsüz yüzeylerdeki çürüklerde rol oynar) tarafından temsil edilir (67). Ozonun sadece antimikrobiyal özellikleriyle değil, aynı zamanda karyojenik bakteriler tarafından üretilen piruvik asidi asetat ve dioksite oksitleyerek de diş çürümelerini önleyebileceği bildirilmiştir (68). Holmes, 40 saniye boyunca ozon uygulamasının ve ardından remineralizasyon ürünlerinin kullanılmasının, kavitesiz primer kök çürüklerini tersine çevirebileceğini ve durdurabileceğini buldu (69). Ancak Baysan ve Lynch bu etkinin kaviteli lezyonlarda azaldığını belirtmişlerdir (70). Ozonun adezyon üzerine etkinliğini araştıran Çehrelî ve ark., profilaktik ozon ön işleminin ne total ne de self-etch adeziv sistemlerin makaslama bağlanma dayanımını etkilemediğini bildirmişlerdir (15).

Açıkta kalan kök yüzeylerinin hassasiyeti Açıkta kalan dentin üzerine 60 saniye boyunca ozon spreyi uygulanması ve ardından tekrarlayan bir şekilde remineralizasyon sonrasında kök hassasiyetinin hızlı bir şekilde azaldığı

kanıtlanmıştır. Dentinin bu şekilde duyarsızlaştırılması daha uzun süre devam eder. Açığa çıkan kök yüzeyi üzerinde bulunan smear tabakası, iyonik kalsiyum ve florun dentin tübüllerinin derinliklerine nüfuz etmesini engeller. Ozon bu smear tabakasını kaldırır, dentin tübüllerini açar, çaplarını genişletir ve daha sonra kalsiyum ve florür iyonları tübüllere kolayca, derinlemesine ve etkili bir şekilde akarak dentin tübüllerini tıkar ve bu tübüllerden sıvı alışverişini önler. Böylece ozon, kök hassasiyeti sorununu saniyeler içinde etkili bir şekilde sonlandırabilir (71).

2.1.6.10 Pedodontide Ozonun Rolü

Bugüne kadar diş hekimliğinin hemen hemen tüm branşlarında ozonun temel etkileri tartışılmıştır. Pedodonti pratiğinde ozon tedavisi uygulamaları esas olarak ozon uygulamasının çok hızlı, etkili, kolay ve özellikle ağrısız bir işlem olmasına dayanmaktadır. Tedavinin bu yönleri yalnızca hekimin verimliliğini arttırmakla kalmaz, aynı zamanda hastanın tedavi prosedürüne uyumunu ve toleransını da etkili bir şekilde artırır. Çocuk hastayla olumlu bir ilişki kurmak, ozon tedavisinin çok etkili bir şekilde eşlik edebileceği başarılı bir pediatrik tedavinin anahtarıdır.

2.1.6.10.1 Derin Diş Çürükleri, Erken Çocukluk Çürükleri (EÇÇ) Yönetimi

Çürük tedavisinde ilk adım olarak, sağlam dentin bulunana kadar çürük dokusunun manüel aletlerle veya döner frezlerle temizlenmesi gerekir. İkinci adım ise kayıp diş dokusunun restoratif materyallerle değiştirilmesidir. İşlem ileri aşamaya geldiğinde pulpa dokusunun uzaklaştırıldığı endodontik tedavi de gerekebilir. Bu tedavi, daha invaziv konservatif veya protetik restorasyonları gerektirebilecek ilave diş dokusu kayıplarına neden olur (72). Beretta ve Federici Canova, derin çürük lezyonlu süt dişlerinin kısmi olarak çürük temizliği ile ultra-konservatif atravmatik tedavinin bir parçası olarak ozon tedavisini önermektedir (73). Bu prosedürün temel avantajı, pulpa odasının enfeksiyonunun ve çürük enfeksiyonunun ilerlemesini mümkün olduğu kadar önleyerek minimum düzeyde diş dokusunun uzaklaştırılmasıdır. Çelik frezler kullanılarak çürük dentinin üst tabakası, pulpa dokusunu açığa çıkarmadan temizlenir. Daha sonra 60 saniye boyunca kavitede kalan enfekte dentin üzerine farklı boyutlarda her hastaya özel silikon vakum (Heal Ozone, Kavo®, Almanya) ile gaz ozon uygulanır. Bu

prosedürlerin amacı, çürük sürecine dahil olan *S. mutans*, *L. acidophilus* ve *E. faecalis* gibi bakterileri elimine etmektir (74).

Beretta ve ark., Büyük azı Keser Hipomineralizasyonu (BAKH) tedavisinde de ozonun etkili ve konforlu bir çözüm olduğunu öne sürmüşlerdir (75). Ozon tedavisi hafif formlarda remineralizasyonu teşvik edebilir ve topikal ürünlerin etkinliğini artırabilir; orta ve şiddetli formlarda ise başka şekilde tedavi edilemeyecek kaviteye uğramış lezyonların erken dönemde durdurulması açısından önemlidir. Biyofilmi uzaklaştırmak amacıyla silikon vakum (HealOzone, Kavo®, Almanya) kullanılarak hafif ve orta düzey BAKH formunda 60 saniye boyunca ozon uygulaması sonrası biyoaktif materyaller kullanılarak hassasiyet azaltılabilir. BAKH'nin ağır formu için tedavinin öncelikli amacı dişin canlılığını korumak ve çürüklerin önlenmesidir. Bu nedenle ozon ve biyoaktif materyal uygulamasından sonra minimal invazif bir teknik kullanılarak kompozit rezin ile restorasyon yapılabilir (9).

Amerikan Pediatrik Diş Hekimliği Akademisi (AAPD), EÇÇ'yi "71 aylık veya daha küçük bir çocuğun herhangi bir süt dişinde bir veya daha fazla çürük (kavitesiz veya kaviteli lezyonlar), kayıp (çürük nedeniyle) veya dolgulu diş yüzeyinin varlığı" olarak tanımlamaktadır (74). Çalışmalar, EÇÇ'nin düşük sosyo-ekonomik duruma sahip çocuklarda daha yaygın olduğunu ve okul öncesi çocuklarda kavite oluşmuş çürük süt dişlerinin büyük bir kısmının tedavi edilmeden bırakıldığını göstermiştir (76, 77). EÇÇ tedavisinde minimal invaziv bir yöntem olan ozon tedavisi, uygun işbirliği ve uyum sağlanana kadar geleneksel diş tedavileri için işbirliği yapmayan çocuklarda çürük ilerlemesini kontrol etmek için yararlı olabilecek sağlık açısından güvenli, basit, ağrısız ve ultra konservatif bir yaklaşımdır (78).

2.1.6.10.2 Pulpektomi

Başarılı bir süt kök kanal tedavisi, kök kanal sisteminin uygun şekilde şekillendirilmesine, temizlenmesine ve ardından hermetik kök kanalı dolgusu ile doldurulmasına bağlıdır. Ancak süt dişlerinin karmaşık iç yapısı, doğru dental morfoloji vermeyi zorlaştırır. Bu nedenle ideal irrigasyon ile kök kanal dezenfeksiyonunun önemi literatürdeki güncel kanıtlarla birlikte artmaktadır (79). Mevcut uygulama, pediatrik diş hekimliğinde süt dişlerinin köklerinde patolojik rezorpsiyon alanlarına bağlı olarak oluşabilecek komplikasyonları önlemek için %2,5'lik NaOCl konsantrasyonunun düşürülmesini önermektedir (80). NaOCl

irrigasyonunun tadı ve kötü kokusunun yanı sıra birincil dezavantajı, özellikle periradiküler dokulara enjekte edildiğinde sitotoksitesidir (79). Ayrıca, çok küçük çocuklarda veya özel ihtiyaçları olan hastalarda olduğu gibi iş birliği sınırlı olduğunda, tüm prosedürler üzerindeki kontrol azalabilir. Ozon nötr bir tade sahiptir, sitotoksitesi yoktur ve sodyum hipoklorit gibi diğer antiseptiklerle karşılaştırıldığında daha yüksek biyolojik uyumluluğa sahiptir (81). Sulu fazdaki ozonun gücü, mutajenite eksikliği, hızlı mikrobisidal etkileri, kullanım kolaylığı gibi avantajları vardır. Ayrıca ozonlanmış su sitotoksite göstermez ve diğer antiseptiklerle karşılaştırıldığında yüksek biyouyumludur (82).

2.1.6.10.3 Başlangıç Lezyonları ve Remineralizasyon

Ozon kullanım kolaylığı nedeniyle özellikle küçük ve koopere olmayan hastaların süt dişlerinde dentin veya minenin doğrudan dekontaminasyonu için önerilmektedir. Ozon uygulamasını takiben yüzeyin remineralizasyonunu sağlamak için çeşitli ürünler uygulanmalıdır (83).

Ozon güçlü bir oksidan olduğundan, çürük lezyonundan proteinleri uzaklaştırabilir. Geleneksel kavite preparasyonu ve doldurma tekniğinin aksine, ozon uygulamasıyla restorasyondan önce minimum miktarda çürük dokunun uzaklaştırılması gerekir. Ayrıca ozon, kalsiyum ve fosfat iyonlarının lezyona nüfuz etmesini kolaylaştırır ve çürük lezyonun remineralizasyon potansiyelinin oluşmasını sağlar (35).

2.1.6.10.4 Yaraların İyileşmesi

Ozonlanmış su uygulamasından sonra yaranın daha fazla oksijene maruz kalması durumunda ağız mukozasının iyileşme hızını arttırabilir. Ayrıca ozon, başlangıçtaki yara iyileşmesi evresinin düzenlenmesi ve koordinasyonu için gerekli olan sitokinlerin artışına yol açar (84). Herpes labialis ve mandibular osteomyelit vakalarında ozonlanmış yağ uygulandığında lezyonların geleneksel yöntemle göre daha hızlı iyileştiği görülmüştür (35).

2.1.6.10.5 Dental Anksiyete

Ozon özellikle dental kaygısı olan hastalarda çürük tedavisinde, döner aletlerle geleneksel tedaviye göre değerli bir yöntemdir. Dahnhardt ve ark., kaygılı çocuklarda yaptıkları çalışmada, açık çürük lezyonlarını ozonla tedavi ettiklerinde dental kaygıda neredeyse tamamen (%93) azalma olduğunu bildirmiştir (85).

2.1.6.10.6 Travmatik Dental Yaralanmalar

Dental travmalar pedodonti pratiğinde sıklıkla karşılaşılan vakalardır. Ozon, suda geniş spektrumlu bir antimikrobiyal aktiviteye sahiptir ve insan oral epitel hücreleri ve diş eti fibroblast hücreleri ile biyolojik olarak uyumludur. Bu özelliklerinden dolayı avülse dişin dekontamine edilmesi için kullanılabilir (35). Ebensberger ve ark.'nın yaptığı çalışmaya göre avülse diş ozonlanmış suda 2 dakika bekletmek, dekontaminasyonun yanı sıra mekanik temizliği de kolaylaştırmaktadır. Geriye kalan diş ve çevre dokusunda herhangi bir olumsuz etki görülmemiştir (86).

Travmatik yaralanmalar sıklıkla çok genç hastalarda meydana gelir ve dişlerin canlılığının korunması çocuk diş hekimliğinin temel amaçlarından biridir. Küçük ve ark., ozonlanmış suyun pulpa hücrelerinde daha yüksek bir rejeneratif potansiyeline sahip olduğunu, biyoyumlu olduğunu ve rejeneratif endodontik prosedürlerde irrigasyon ajanları üzerinde bir adjuvan olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir (87). Aynı zamanda yazarlar, apikal papilla kök hücrelerinin ozonlanmış suya biyolojik tepkisini ve odontoblastik farklılaşma mekanizmasını değerlendirmek için daha ileri çalışmalara ihtiyaç olduğunu öne sürmüştür (87).

2.2 Çocuk Diş Hekimliğinde Kullanılan Restoratif Materyaller

Çocuk diş hekimliğinde hastaların diş restorasyonlarından beklentileri arasında ideal estetik görünüm ve iyi bir renk uyumu sağlanması yer almaktadır. Ancak renk değişiminin meydana gelmesi rezin içerikli materyallerin olumsuz özelliklerinden biridir (88). Diş rengi ile seçilen materyalin renginin uyumlu olması klinik başarı için gerekli olmakla birlikte, restorasyon tamamlandıktan sonra renk stabilitesinin uzun ömürlü olması da önemlidir (89). Resin restorasyonların renk değişiminin miktarı eksik polimerizasyon, restorasyonun su emmesi, kimyasal reaksiyonlar, restorasyonun yüzey özellikleri, hastanın ağız hijyeni ve beslenme alışkanlıkları gibi birçok faktörle ilişkilidir (90). Resin bazlı materyallerin hidrofilik özellikleri bu materyallerin su, diğer sıvılar ve pigmentleri emmesine neden olabilir. Buna bağlı olarak resin bazlı materyallerle yapılan restorasyonlarda renklenmeler meydana gelebilir (90, 91).

2.2.1 Resin Modifiye Cam İyonomer Simanlar (RMCİS)

1980'lerin sonuna doğru piyasaya sürülen resin modifiye cam iyonomer simanlar %20 resin ((2-hidroksietil metakrilat (HEMA), bisphenol A glycidyl methacrylate (BisGMA)) ve %80 cam iyonomer esaslı hibrit restoratif materyallerdir. Geleneksel cam iyonomer simanlara resin ilavesi ile kısa çalışma

zamanı, nem duyarlılığı ve düşük fiziksel özellikler gibi sorunların üstesinden gelmek amaçlanmıştır (92).

RMCİS'ler, metakrilat monomerlerinin radikal polimerizasyon reaksiyonu ile modifiye edilmesiyle cam iyonomer simanlarla (CİS) aynı asit-baz reaksiyonuna sahiptir. Sıvıya monomerler (tipik olarak HEMA) ve ayrıca kamforkinon gibi fotobaşlatıcılar eklenir. Rezin ilavesinin amacı, geleneksel CİS'lere kıyasla sertleşme süresini azaltmak, mekanik özellikleri geliştirmek ve materyalin erken su emme veya tükürük kontaminasyonuna karşı duyarlılığını azaltmaktır (93).

RMCİS'lerin fiziksel ve mekanik özellikleri, CİS ile kompozit rezinler arasındadır. Toz kısmını floroaluminosilikat cam tozları, likit kısmını ise HEMA, metakrilat grupları, poliakrilik asit, tartarik asit ve %8 oranında su oluşturmaktadır. RMCİS'lar dual sertleşme mekanizmasına sahiptirler, yani asit-baz reaksiyonuna ek olarak foto-kimyasal bir sertleşme de gösterirler (94).

RMCİS'ler %23 oranında flor içerir. Flor salınımı ve reşarj kapasitesi CİS'lerden daha fazladır (95). Diş dokularına adezyonları ise, bu simanlardan farklı olarak kimyasal ve fizikseldir. Firma talimatlarına uygun polimerizasyon sağlansa bile artık monomer (HEMA) salınımı olabilir. Bu durum pulpa biyolojisini hassasiyetten enflamasyona kadar çeşitli düzeylerde olumsuz yönde etkileyebilir, alerjik reaksiyonlara ve kontak dermatite yol açabilir. Sonuç olarak, RMCİS'in biyouyumluluğu içerdiği HEMA'ya bağlı olarak CİS'lerden daha düşüktür (96). Sınıf II restorasyonların üç yıllık klinik sonuçlarının değerlendirildiği bir çalışmada, %94 başarı sağlanmış ve CİS restorasyonların başarısızlık ihtimalinin RMCİS restorasyonlardan beş kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir (97). Daha yüksek erken su emme dayanımı, daha az nem hassasiyeti ve çözünürlüğe ve parçalanmaya karşı daha fazla direnç göstererek CİS'in doğal dezavantajının üstesinden gelir (98). Chinelatti ve ark.'nın klinik çalışmalarının bir yıllık sonuçlarına göre ise, USPHS kriterlerine göre değerlendirilen RMCİS restorasyonlar anatomik form kriterinde %60 Bravo değeri ve yüzey pürüzlülüğü değerlendirmesinde %45 Bravo değeri almıştır (99). Sınıf II kavitelere yüzey düzenleyici uygulanan ve uygulanmayan RMCİS ve kompomer restorasyonların ortalama klinik ömrünün beş yıl olduğu ve uygulayıcı klinisyenler arasındaki farkın restorasyonun ömrünün değişiminde en etkili faktör olduğu belirtilmiştir.

Restorasyonların başarısız olmasındaki ana nedenler restorasyon kırığı, retansiyon kaybı ve endodontik komplikasyonlar olarak sıralanmaktadır (100).

2.2.2 Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler (Kompomerler)

1991 yılında geliştirilen kompomerler, cam iyonomer simanların adezyon yeteneği ve flor salınımı gibi avantajlarıyla, kompozit rezinlerin estetik özelliklerini bir araya getirerek geliştirilmiş poliasit modifiye kompozit rezinlerdir (90). Kompomerler %30 cam iyonomer siman ve %70 kompozit rezinin karışımından elde edilmiştir. Kompomerlerin içeriğinde, iki karboksil gruplu dimetakrilat monomer, konvansiyonel cam iyonomer simanlarda bulunan flor salabilen alüminyum florosilikat, reaksiyon başlatıcılar, stabilizatörler ve pigmentler bulunur (101). Kompomerler hem ışıkla hem de kimyasal olarak sertleşir. Birinci aşamada, rezinin foto polimerizasyonu ile monomerler arasında çapraz bağlar meydana gelir ve ilk sertleşme reaksiyonu gerçekleşir. İkinci aşamada polimerize olan asit monomeri ağız ortamında tükürük (su) ile temasa geçip, flor içeren cam bileşenleri ile reaksiyona geçerek kimyasal (asit-baz) sertleşmeyi gerçekleştirir (101). İçeriğinde %71 kompozit rezin bulunan kompomerlerin düşük cam iyonomer siman (%30) içermesi nedeniyle, flor salımı oldukça azdır (102). Kompomerlerde tuz matriks, hidrojel oluşmadığı için bunların flor reşarj özelliği yoktur ve bu sebeple flor salımları da sınırlıdır. Bununla birlikte, kompomerlerin fiziksel ve mekanik özellikleri kompozit rezinler ile cam iyonomer simanların arasında ve kompozitlere daha yakın olacak şekilde yer almaktadır. Kompomer geleneksel ve rezin modifiye cam iyonomer simanlara göre daha estetik bir restoratif materyaldir fakat içeriğindeki rezin oranına bağlı olarak polimerizasyon büzülmesi görülmektedir (103). Kompomerler diş dokularına bağlanma yeteneğinden yoksundurlar. Bu nedenle geleneksel kompozit rezinler ile kullanılan tipte bağlayıcı ajan kullanımı gerektirirler (104). Kompomerlerin klinik uygulamalarında dişin mine dokusuna asitleme yapılmasına gerek yoktur. Kompomerlerde farklı bağlayıcı sistemler kullanılabilir. Genellikle primer ve adezivin tek şişede kombine edildiği tek basamaklı bağlayıcı sistemlerle kullanılmaktadır (103).

Bileşenlerinin çoğu kompozit rezinlerle ortaktır. Tipik olarak bunlar trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) gibi viskoziteyi azaltan seyrelticilerle karıştırılan BisGMA veya türevleri ve/veya urethane dimethacrylate (UDMA) gibi hacimli makromonomerlerdir. Bu polimer sistemleri, kuvars veya silikat cam gibi

reaktif olmayan inorganik tozlar ile doldurulur. Bu tozlar, materyaldeki doldurucular ile matriks arasında bağlanmayı teşvik etmek için bir silan ile kaplanmıştır (105).

Kompomerler renk uyumu, marjinal renk değişikliği, anatomik form ve marjinal bütünlük ve sekonder çürükler açısından kompozit rezin ile karşılaştırılabilir klinik performans göstermiştir (106). Süt dişlenme döneminde Sınıf 2 restorasyonlar için kompomerlerin önerilebileceği sonucuna varılmıştır (107). Kompomerin florür salma kabiliyeti, estetik değeri ve uygulama kolaylığı ile çocuk diş hekimliğinde kullanımı avantajlıdır (108).

2.2.3 Alkasitler (Cention N- CN)

Pedodontik diş hekimliği alanında değişen kavramlarla birlikte materyallerin özellikleri ve kompozisyonlarındaki gelişmeler önem kazanmıştır. Günümüzde dişleri restore etmek için diş rengine restoratif materyaller rutin olarak kullanılmaktadır. Adeziv teknolojisi ve mikromekanik retansiyon kullanımıyla, diş rengine restorasyonlar sadece daha konservatif olmakla kalmaz, aynı zamanda amalgam restorasyonlara göre daha az mikrosızıntıya sebep olur (109). Amalgama alternatif olarak geliştirilen kompozit, kompomer, RMCİS gibi ışıkla sertleşen rezin esaslı materyallerin çocuk diş hekimliğinde kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (5). Kompozitlerin estetiği, RMCİS ve kompomerlerin florür salınımı ve çocuklarda daha kabul edilebilir olan farklı renk seçenekleri, bu materyalleri tercih edilebilir kılmaktadır (7).

Alkasitler, kompozit rezinlerin bir alt grubu olan diş rengi ile uyumlu yeni bir restoratif materyal sınıfını ifade etmektedir. Alkasitler restoratif materyal olarak 2016 yılında Ivoclar Vivadent tarafından geliştirilmiştir. Bu grubun tek örneği Cention N (CN) olduğundan çalışmamızda CN olarak ifade edilecektir. CN materyali alkalin doldurucular içerdiğinden “Alkasitler” olarak yeni bir sınıflama ortaya çıkmıştır (110, 111). CN materyali CİS ve RMCİS'lere göre göreceli olarak daha translüsent yapıdadır bu nedenle daha estetik özellikler sergiler (112).

CN, çürükleri önleme kapasitesi, hazırlanması için kısa zamana ihtiyaç duyması, mekanik özelliklerinin yeterli olması gibi üstün özellikler göstermektedir. CN; VITA skalasına göre A2 renk tonunda, radyoopak, flor, kalsiyum ve hidroksil iyonları salınımı yapabilen, antikaryojenik özellikte bir materyaldir.

CN, CİS'ler tarafından salınan florür ile karşılaştırılabilir seviyelerde florür iyonu salar. Florür iyonlarına ek olarak, alkalın cam ayrıca dişin demineralizasyonunu önlemeye yardımcı olabilecek hidroksit iyonları ve kalsiyum iyonları da salar. Asidik koşullarda CN'den salınan uzun süreli kalsiyum iyonları ve florür iyonları, CİS ile karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu belirtilmiştir (113). Ancak yeniden şarj edilebilme özelliği açısından Cention N'nin CİS'lere benzer olduğunu bildirmişlerdir (114).

Cention N materyali çoğu kompozit rezinin içerdiği BisGMA, HEMA ve TEGDMA monomerlerini içermez. Organik monomerler materyalin sıvı kısmında bulunur. Tozu ile karıştırıldığında ağırlıkça %21,6'sını dört farklı monomer oluşturur. Bunlar UDMA, trisiklodekan-dimetanol dimetakrilat (DCP), tetrametil-ksilen diüretan dimetakrilat (aromatik ve alifatik UDMA) ve polietilen glikol-400 dimetakrilat (PEG-400 DMA) monomerleridir. UDMA ana monomerdır, orta düzeyde viskozite sergiler ve güçlü mekanik özellikler gösterir. Ayrıca UDMA, hidroksil yan gruplara sahip değildir, hidrofobiktir ve düşük su emilimi gösterir.

Tablo 2.1. Cention N Materyalinin İçerik Bilgisi ve Özellikleri			
	İçerik	% Ağırlık	Fonksiyon
Toz kısım	Kalsiyum florosilikat cam	25-35	İyon salınımı
	Baryum-alüminyum silikat cam	20-30	Dayanıklılık
	Kalsiyum-baryum-alüminyum florosilikat cam	10-20	Dayanıklılık, flor salınımı
	İterbiyum triflorür	5-10	Radyoopasite
	İzofiller (Kopolimer)	15-25	Büzülme stres giderici
	Başlatıcı (self-cure: bir bakır tuzu ve tiyokarbamid) (light-cure: Ivocerin ve açıl fosfin oksit)	<1	Sertleşme başlatıcı
	Renk pigmenti	<0.1	Renk verme
Sıvı kısım	Monomerler* • UDMA • DCP • Aromatik ve alifatik UDMA • PEG-400 DMA	95-97	Monomer
	Katkı maddeleri	1-2	
	Başlatıcı (self-cure: hidroperoksit)	2-3	Sertleşme başlatıcı
	Stabilizer	<1	

2.2.3.1 Cention N Materyali'nin Sertleşme Mekanizmaları

Cention N kendiliğinden sertleşebilme (self-cure) ve ışıkla sertleşebilme (light-cure) özelliklerine sahiptir. Self-cure modunda uygulanacak ise karıştırılan materyal kaviteye yerleştirilir, kondanase edilir, şekillendirilir ve 4 dakika beklenilir. Self-cure modunda sertleşme süreci bir bakır tuzu, bir peroksit ve bir

tiyokarbamidden oluşan bir başlatıcı sisteme dayanmaktadır. Cention N'nin sıvı kısmı hidroperoksit içerir ve ürünün toz kısmındaki standart doldurucular diğer başlatıcı bileşenlerle kaplanır. Bakır tuzu sertleşme reaksiyonunu hızlandırır. Bu başlatıcı sistemin benzoil peroksit / amin sistemleri gibi geleneksel kendi kendine sertleşen başlatıcı sistemlere göre belirli avantajları vardır. Benzoil peroksit'e göre daha stabil olan hidroperoksit içermesi, materyale daha yüksek sıcaklıklara dayanma direnci sağlar, yani ısıya karşı daha az duyarlıdır. Bu ise Cention N'nin depolama stabilitesi ile ilgili önemli bir faktördür. Cention N içerisinde amin yerine tiyokarbamid kullanılmış olması, ürünün renk stabilitesini de geliştirir. Genel olarak, bir malzemenin renk stabilitesi, artan amin içeriği ile bozulur. Toz ve sıvı kısımlar karıştırılmadığı sürece self-cure sertleşme gerçekleşmez. Cention N'nin kendiliğinden sertleşebilme özelliği, bulk-fill olarak da güvenle kullanılabileceği anlamı taşır. Restorasyonun hızlı bir şekilde bitirilmesi istenildiğinde, materyalin ışıkla sertleştirilmesi mümkündür. Cention N, isteğe bağlı ışıkla sertleşme için fotobaşlatıcı olarak "Ivocerin" ve "açıl fosfin oksit" içermektedir. Ivocerin, dibenzoil germanyum türevi olan aminsiz Norrish tip I başlatıcıdır. Cention N sertleştirilmesinde 400-500 nm dalga boyundaki ışık cihazları kullanılabilir. Işık cihazlarının restorasyon yüzeyinden en fazla 4 mm'ye kadar sertleştirme sağladığı göz önüne alındığında, 4 mm'den fazla olan Cention N uygulamalarında ışığın ulaşmadığı kısımların kendiliğinden sertleşebilmesi için 4 dakika beklenilmelidir (8).

2.3 Renk

Dental restoratif materyallerin diş sert dokularını fonksiyonel ve estetik olarak tamamlaması beklenir (1). Renk, translusens, parlaklık, opalesans ve floresans gibi faktörler estetik görünümü etkileyen ana etkenlerdir. Gelen ışığın yansıma, kırılma, absorpsiyon ve iletimi gibi özellikleri materyalin rengini belirlemektedir (115). Mine ve porselen gibi materyaller ışığın kısmen geçişine izin verip kalanını dağıtır veya yansıtır. Bu durum opaklık ve saydamlık arasındaki translusensiyi tanımlamaktadır. Dentin ve opak porselenler ise ışığın geçişine izin vermeyerek daha opak şekilde görünmektedir (116). Minedeki opalesans etki ise dişe parlaklık, canlılık ve optik derinlik özellikleri kazandırır. Estetik restorasyonların uygulanması sırasında da seçilen materyalin bu özelliklere sahip olması gerekmektedir. Floresans özelliğe sahip bir materyal ise



Şekil 2.2. Munsell'e göre renk parametreleri (1)

2.3.1.2 CIELAB Renk Sistemi

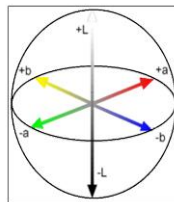
CIELAB renk sistemi dünya çapında neredeyse yalnızca diş hekimliğinde renk araştırmaları için kullanılan bir sistemdir. Bu sistem 1976'da tanıtılmış ve uluslararası aydınlatma komisyonu tarafından önerilmiştir. Bu sistemin gücü, Munsell sisteminin aksine, klinik yorumlama yeteneğidir. CIELAB renk uzayı boyunca eşit mesafeler (renk farklılıkları veya ΔE), insan renk algısında yaklaşık olarak tekdüze adımları temsil eder ve renk ölçümlerinin yorumlanmasını iyileştirir (119).

CIELAB renk sıralama sistemi, renk uzayını üç koordinatla tanımlar: L^* , a^* ve b^* .

- L^* , Munsell sisteminin value değerine benzer ve rengin açıklığını, parlaklığını veya 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında değişen değerlerle açıklık koordinatını temsil eder.
- a^* ve b^* koordinatları rengin kromatik özelliklerini tanımlar.

L^* rengin akromatik karakterini tanımlar. Bir rengin kromatik veya siyah/beyaz olmayan özellikleri, Munsell sisteminde Hue ve Chroma ile; CIELAB sisteminde ise a^* ve b^* ile temsil edilir (119).

Munsell sisteminde renk, bir kutupsal koordinat (Hue) ve bir doğrusal veya Kartezyen koordinat (Chroma) ile tanımlanır; CIELAB sisteminde her iki koordinat (a^* ve b^*) kartezyendir. a^* koordinatı, Munsell renk uzayındaki kırmızı-mor/mavi-yeşil eksenine karşılık gelir. Pozitif a^* ağırlıklı olarak kırmızı-mor rengi belirtirken negatif a^* daha mavi-yeşil bir rengi belirtir. Benzer şekilde b^* koordinatı da sarı/mor-mavi eksenine karşılık gelir (119).



Şekil 2.3. CIE $L^*a^*b^*$ renk sistemi (1)

L*a*b* renk uzayında renk farkı tek bir sayısal değer olarak ifade edilebilir, ΔE^*ab ; bu, renk farkının boyutunu gösterir ancak renklerin ne şekilde farklı olduğunu göstermez (2, 120).

Gözün renk farklarını ayırt edebilme yeteneği materyalin parlaklığına, doygunluğuna, tonuna bağlıdır. Parlaklık farkı sebebiyle oluşan renk farkını gözün algılaması daha zor görülürken, ton farkı sebebiyle oluşan renk farkının algılanması daha kolaydır. CIE Lab formülünde ise tüm değişkenler eşit değerlendirilmektedir. Bundan dolayı 2000 yılında uluslararası renk bilimciler CIEDE 2000 formülünü geliştirerek gözün algısını daha çok etkileyen faktörlerin katsayılarını değiştirmişlerdir. Böylece renk değişim ölçümlerini gözün algılama değerlerine en yakın şekilde tespit edecek şekilde daha kabul edilebilir ve algılanabilir ölçümler yapmak mümkün olmuştur (121, 122). CIELAB ΔE ve CIEDE2000 formülleri karşılaştırılıp, rezin kompozitlerin polimerizasyon ve termosiklus sonrası renk değişimleri incelenmiş ve iki sistemin yüksek derecede korelasyon gösterdiği sonucuna varılmıştır. Çalışma iki formülünde kullanılabileceğini göstermekle birlikte parlaklık, kroma ve hue parametreleri tek tek incelenmek istendiğinde CIEDE 2000 formülünü önermektedir (123, 124).

CIEDE2000 renk farkı (ΔE_{00}) şu şekilde hesaplanır:(123, 125)

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H}\right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H}\right)^2}$$

CIEDE2000 denkleminde, $\Delta L'$, $\Delta C'$ ve $\Delta H'$ sırasıyla parlaklık, kroma ve renk tonu farkıdır. R_T , mavi bölgedeki renk ve ton farklılıkları arasındaki etkileşimi ifade eder ($\Delta R = R_T (\Delta C' \times \Delta H')$). S_L , S_C ve S_H , L^* , a^* ve b^* koordinatlarındaki toplam renk farkını ayarlayan ağırlıklandırma fonksiyonlarıdır. K_L , K_C , K_H deneysel koşullar için düzeltme terimleridir (126).

2.3.2 Renk Ölçüm Yöntemleri

Estetik restoratif materyallerdeki gelişmelerle birlikte restore edilecek dişlerin doğal dişlerle arasında renk uyumu olması büyük önem kazanmıştır. Rutinde dental restoratif materyallerin renk uyumu görsel olarak renk skalaları kullanılarak yapılmakla birlikte bu yöntem çok güvenilir olmadığından tek başına önerilmemektedir (127). Renk ölçüm cihazları ve sistemleri, görsel renk eşiklerinin değerlendirilmesinde, görsel ve enstrümantal değerlendirmelerin karşılaştırılmasında, renk uyumunun ve stabilitesinin değerlendirilmesinde ve diş beyazlatma çalışmalarında giderek daha fazla kullanılmaktadırlar (128).

Dişlerin ve restoratif materyallerin renklerini ölçmek için, spektrofotometreler, kolorimetreler, spektoradyometreler ve dijital kameralar ve görüntüleme sistemleri gibi çeşitli enstrümantal ölçümler gibi birçok yöntem bulunmaktadır (118, 129).

2.3.2.1 Görsel Ölçüm

Görsel renk analizi renk skalaları kullanılarak yapılan bir ölçüm yöntemidir. Diş hekimliğinde rengin değerlendirilmesinde en sık görsel teknikten yararlanılır (130). Renk algısı subjektif ve psikofizyolojik bir durum olduğundan, tekrarlayan ölçümlerde tutarsızlıklar görülebilmektedir (128, 131). Daha objektif ve güvenilir ölçümler elde etmek için renk ölçüm cihazları geliştirilmiştir (132).

Diş renklerini görsel olarak algılamaya yönelik bir dizi yöntem belirlenmiştir. Genel olarak, bir dişin temel rengi dişin yalnızca orta üçte birlik kısmında temsil edilir. Çünkü renk aralığı insizal bölgeden diş eti bölgesine doğru değişir ve deneyimli gözlemci dişin orta üçte birlik kısmına odaklanmak için kendini eğitmelidir. Önce value seçilmelidir daha sonra temel renk tonu ve kroma varyasyonları belirlenmelidir (118).

Günümüzde en sık kullanılan renk skala sistemleri şunlardır:

- Vita Classic (Vita, Bad Sackingen, Almanya),
- Vitapan 3D-Master (Vita),
- Chromascop (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) (128)

2.3.2.2 Kolorimetre

Kolorimetreler, matematiksel olarak analiz edildiğinde farklı nesnelerin renk parametrelerini karşılaştırabilen CIELAB birimlerinde (L^*, a^*, b^*) ölçümler sağlar (129, 133). Kolorimetrelerin çalışma prensibi belirli açıda ışın gönderip, sabit bir açıyla geri dönen ışınların yansıma değerlerini ölçme şeklindedir (133). Kolorimetre ölçümleri spektrofotometre okumalarıyla karşılaştırılmış ve renk farkı ölçümleri için güvenilir ve doğru kabul edilmiştir (130, 134). Genel olarak kolorimetrelerde, in vitro ve in vivo doğal diş rengi ölçümlerinin iyi tekrarlanabildiği gösterilmiştir (135, 136). Kolorimetrelerin bazı dezavantajları mevcuttur. Kolorimetre üreticileri daha iyi sonuçlar için düz bir temas yüzeyi önermektedir. Bu nedenle eğimli yüzeylerde kullanımları her zaman güvenilir sonuçlar vermeyebilir (135). Ayrıca dar açıklığa sahip kolorimetre cihazlarının,

ölçüm yapılan materyalden yansıyan ışığın cihaza tam olarak geri dönememesi (edge-loss effect) gibi dezavantajları da bulunmaktadır (137, 138).



Şekil 2.4. Kolorimetre cihazı

2.3.2.3 Spektrofotometreler

Spektrofotometreler, bir nesnenin yansımından veya geçirgenliğinden tek seferde bir dalga boyunu ölçer ve çekilmiş ve canlı dişlerin görünür spektrumunu ölçmek için kullanılır (139, 140). Spektrofotometreler, görünür spektrum boyunca 1–25 nm aralıklarla bir nesneden yansıyan ışık enerjisi miktarını ölçer ve ölçülen spektral yansımayı renk koordinatlarına (CIEXYZ, CIELAB veya CIELCH) ve çeşitli renk değerlerine dönüştürebilir (129). Ancak Tung ve ark., diş hekimliği araştırmalarında ve klinik ortamlarda spektrofotometrelerin yaygın kullanımının, ekipmanların karmaşık ve pahalı olmasından ve daha da önemlisi bu makinelerle diş rengini in vivo olarak ölçmenin zor olmasından dolayı kısıtlandığını belirtmişlerdir (135). Diş hekimliğinde sıklıkla CrystalEye (Olympus America, Center Valley, ABD), Vita Easyshade Compact (Vident, Brea, CA, ABD) ve Shade-X (Xrite Grandville, MI, ABD) spektrofotometre cihazları kullanılır (141).



Şekil 2.5. Spektrofotometre cihazları

2.3.2.4 Dijital Kameralar ve Görüntü Sistemleri

Oldukça kolay kullanıma sahip olan cihazlardır. Cismin tüm renk görünümünün elde edilmesi dijital kameraların önemli bir avantajıdır (142). Dijital bir kamera ile belirlenen cismin görüntüsü kaydedildikten sonra, bilgisayarda bu değerler CIEL*a*b* cinsine dönüştürülür (143). Diş hekimi ve teknisyen arasında daha kolay iletişim kurulması açısından oldukça faydalı olan

dijital kameralar ile yapılan renk ölçümü, geleneksel renk skalalarıyla birlikte kullanıldığında daha güvenilir sonuçlar vermektedir. Ayrıca fotoğraflar dışın translusensi, yüzey karakteristiği ve opasite özellikleri gibi diğer estetik özellikleri hakkında da teknisyene bilgi aktarımını kolaylaştırmaktadır (128).

Sınırlılıkları genellikle hem muayenehane hem de hasta için daha uygun maliyetli bir deneyim sağlamak üzere personele cihaz kullanımı hakkında eğitim verilmesi gerekliliğinden kaynaklanmaktadır. Dijital kameraların bir diğer kısıtlaması da gölge eşleştirme protokolünü öğrenmek için gri kart ve Adobe Photoshop literatürüne dayalı protokollere ihtiyaç duyulmasıdır. Ancak bunlar günlük pratik için mevcut değildir. Ayrıca, dijital kamera tek başına gölge analizi için etkili bir araç değildir (127).



Şekil 2.6. Dijital kamera

2.3.3 Pedodontide Kullanılan Rezin İçerikli Restoratif Materyallerde Gözlenen Renklenmeler

Günümüzün artan estetik beklentileri göz önüne alındığında, restoratif diş hekimliğinin en önemli başarı kriteri uzun vadede dişler ile restorasyonlar arasında renk uyumu ve stabilitenin sağlanmasıdır. Diş dokusuyla renk uyumu sergileyen materyallerde dahi dış veya iç etkenlere bağlı renklenmeler tespit edilebilmektedir (144). Renk stabilitesini etkileyen iç faktörler materyalin yapısından kaynaklanır ve amin hızlandırıcıların oksidasyonu gibi etkileri içerir; bu oksidasyon polimerizasyon için gereklidir ancak sıvı emilimini artırır (145).

Rezin matriksinin yapısı ve dolgu maddesi parçacıklarının özellikleri, yüzeyin düzgünlüğü ve dışsal renklenmeye karşı duyarlılığı üzerinde doğrudan etkiye sahiptir (146, 147). Rezin matriksindeki değişiklikler, dolgu maddesi, dolgunluk ve parçacık boyutu dağılımları, fotobaşlatıcı türü ve yetersiz polimerizasyon gibi içsel faktörler resin materyalinin rengini bozar (145, 148, 149).

İçsel renklenmeyi etkileyen faktörler arasında organik içerik, foto başlatıcıların miktarı ve polimerizasyon derecesi yer alır. BisGMA veya TEGDMA içeren resin bazlı materyaller, hidrofilik özelliklerinden dolayı daha yüksek emilim oranlarına sebep olabilir (150, 151).

Çeşitli çalışmalar diyetin dışsal pigmentasyonun gelişmesine yol açan faktörlerden biri olduğunu ileri sürmektedir. Sürekli ağız ortamına ve günlük olarak, yiyecek ve içeceklere maruz kalan restoratif materyaller bu nedenle renk değişikliklerine uğrayabilir (147, 152).

Dış faktörler, günlük olarak tüketilen sıvı ve katı gıda maddeleri ile ilgili olup renk değişiklikleri, sistemik koşullar, beslenme ve ağız hijyeni alışkanlıkları ve restorasyonların yüzey pürüzlülüğünden etkilenir (144, 153). Meyve suyu, çay, kahve, kola gibi sık tüketilen içecekler de aynı şekilde diş materyallerinde renk değişikliğini artırır (154, 155). Bununla birlikte rezin içerikli materyallerin renk değişimi multifaktöriyel bir durumdur (156).

Lekelerin adsorpsiyonu veya emilmesi gibi dış faktörler de renk bozulmasına neden olabilir (157). External etkiler dişte koyulaşmaya neden olurken, internal konjenital veya sistemik etkiler diş renginin bozulmasına neden olur. Mine kusurları varsa, var olan lekeler şiddetlenebilir. Dişte renk değişikliği söz konusu olduğunda diş hekiminin ilk görevi lekeye neyin sebep olduğunu bulmak, ikincisi ise onu tedavi etmektir (158).

Işıkla sertleşen restoratif diş materyallerinin rengini, ışık başlatıcı bileşenleri ve rezin matriks bileşimleri gibi çeşitli faktörler etkiler. Kamforokinon (CQ), dental rezin kompozitlerinde en sık kullanılan foto başlatıcıdır ve az miktarda kullanılmasına rağmen materyallerin rengini önemli ölçüde etkiler (159).

Bir rezin matriksinin hidrofilikliği ve su emme derecesi, rezin kompozitlerinin renklenme duyarlılığını etkileyebilir. Rezin kompoziti suyu emebiliyorsa diğer sıvıları da emebilir, bu da renginin bozulmasına neden olur (147). Su emilimi esas olarak rezin matriksine doğrudan emilim yoluyla gerçekleşirken, cam dolgu parçacıkları materyallerin büyük bir kısmı tarafından suyu emmez, ancak suyu yüzeye adsorbe edebilir. Rezin kompozitin bu su emilimi, rezin bileşenini genişletip plastikleştirerek, silanı hidrolize ederek ve mikro çatlak oluşumlarına neden olarak restorasyonun ömrünü kısaltabilir. Bu mikro çatlaklar veya dolgu maddesi ile matriks arasında oluşan boşluklar, lekenin nüfuz etmesine ve renk bozulmasına izin verir (160). Hidrofilik materyallerin, hidrofobik materyallere göre daha yüksek bir su emme derecesine sahip olduğu ve boyama çözeltileri ile nispeten daha yüksek renk değiştirme değerine sahip olduğu gösterilmiştir (161, 162).

2.4 Yüzey Pürüzlülüğü

Rezin bazlı materyallerin yüzey topoğrafyası ve renk stabilitesi estetik restorasyonların klinik başarısını etkileyen önemli faktörler arasındadır (163). İdeal bir restorasyon, plak birikimini azaltmak ve dış renklenmeyi önlemek için mümkün olduğunca pürüzsüz bir yüzeye sahip olmalıdır. Günlük olarak tüketilen asitli içeceklerin diş yüzeyinde pürüzlülük ve renklenmeye neden olduğu, ayrıca rezin esaslı restoratif materyalleri de olumsuz etkilediği gösterilmiştir (164).

Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü, kenar bütünlüğünü ve aşınmayı olumsuz etkiler. Bu durum restorasyonun renklenmesine, plak birikmesine ve diş eti tahrişine neden olarak klinik başarısızlığa yol açar (165, 166). Yüzey pürüzlülüğü, dolgu parçacıklarının miktarına, türüne, şekline, boyutuna ve dağılımına, rezin matriksinin türüne, dolgu ve matriks kombinasyonuna, bitirme ve cilalama aletlerinin esnekliğine, aşındırıcı sertliğine ve uygulama yöntemlerine bağlıdır (148, 164).

Daha yüksek yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerlerinin ($>0,2 \mu m$), diş materyalleri üzerinde yoğun plak birikimi için bir risk faktörü olduğu ve rezin restorasyonlarının çok faktörlü renk değişiminde ana sebep olduğu rapor edilmiştir (167).

Bu parametreyi değerlendirmek için çeşitli teknikler kullanılabilir. Bu konuyla ilgili araştırmalar niteliksel değerlendirmeleri (atomik kuvvet mikroskobu (AKM) ve taramalı elektron mikroskobu (TEM)) ve niceliksel yöntemleri (yüzey 2D ve 3D profil analizi) içermektedir. Kantitatif profil analizi temaslı elmas ve temassız lazer modlarıyla gerçekleştirilebilir (165, 168). Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesi için çeşitli yöntemler mevcut olmasına rağmen en yaygın kullanılan ve kabul edilen yöntem mekanik profilometredir. Genel olarak R_a , evrensel olarak tanınan ve en çok kullanılan uluslararası pürüzlülük parametresidir (169). Tanım gereği profilin ortalama çizgiden sapmalarının aritmetik ortalamasıdır (170). Niteliksel değerlendirme göz önüne alındığında, TEM genellikle materyal yüzeylerindeki çizikleri ve kusurları gözlemlemek için kullanılır. Yüzey topoğrafyasının tanımlanmasında TEM kullanımının sınırlılıkları, numune yüzeyinin yalnızca morfolojik değerlendirmesine izin vermesi kaynaklıdır (171). Yüzey topoğrafyasının görsel ve yüksek çözünürlüklü niteliksel analizi için AKM'nin kullanılması daha uygun görünmektedir. AKM,

TEM'in yanı sıra nanometre çözünürlükte üç boyutlu yüzey analizi sağlayarak daha ayrıntılı yüzey topoğrafyası sunabilir (172).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı'nda yürütülmüştür. 3 farklı restoratif materyalin (RMCİS, kompomer, CN) in vitro ortamda ozonlanmış su uygulanarak kola, portakal suyu, çikolatalı süt ve distile su ortamlarına maruz bırakıldıktan sonra renk değişikliği ve yüzey pürüzlülüğü incelenmiştir.

3.1 Çalışmada Kullanılan Test Materyalleri

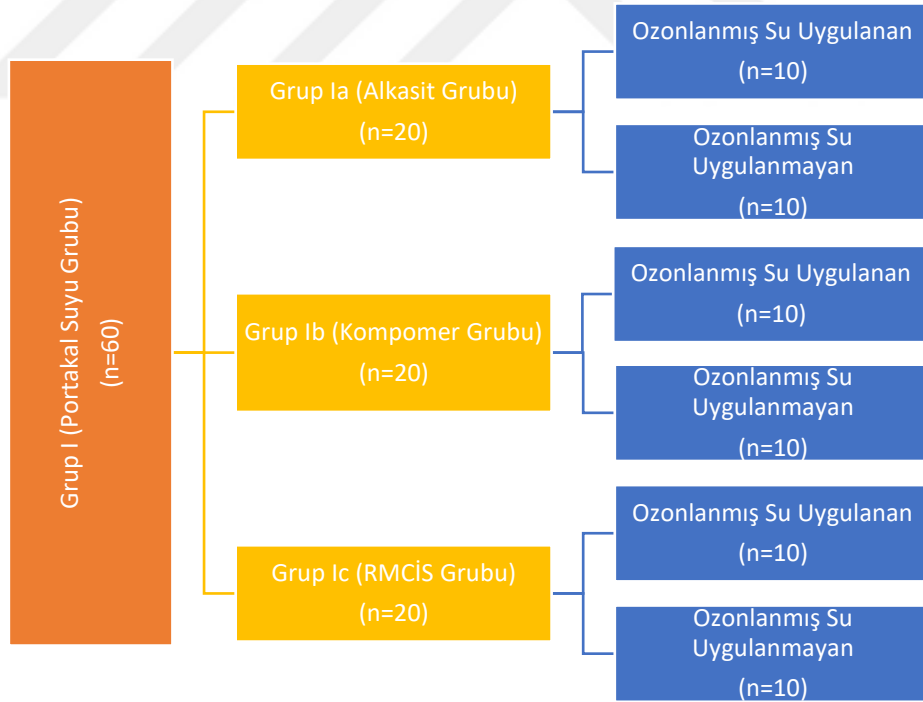
Bu çalışmada alkasit (Cention N, Ivoclar Vivadent AG FL-9494 schaan/Liechtenstein), kompomer, (Glasiosite, VOCO GmbH, Cuxhaven, Germany) ve RMCİS (İonolux, VOCO GmbH, Cuxhaven, Germany) olmak üzere üç farklı restoratif materyal, portakal suyu (Cappy Orange Juice, Türkiye), kola (Coca Cola Classic, Türkiye), çikolatalı süt (Pınar Kido Kakaolu Süt, Türkiye) olmak üzere üç farklı içecek ve kontrol grubu olarak distile su kullanıldı. Ozon uygulamak için ozon jeneratörü (Ozonette Dent, Sedecal, Spain) kullanıldı. Numunelere polisaj yapmak için alüminyum oksit kaplamalı disk seti (Super Snap Rainbow, Shofu, Japan) kullanıldı. Renk analizi için spektrofotometre cihazı olarak Easy Shade Advance Vita (VitaZahnfabrik, BadSackingen, Almanya), pürüzlülük ölçüm cihazı olarak Marsurf M300 (MAHR, Germany) kullanıldı. Numuneleri bekletmek için etüv cihazı (EN055, NÜVE, Türkiye) kullanıldı.

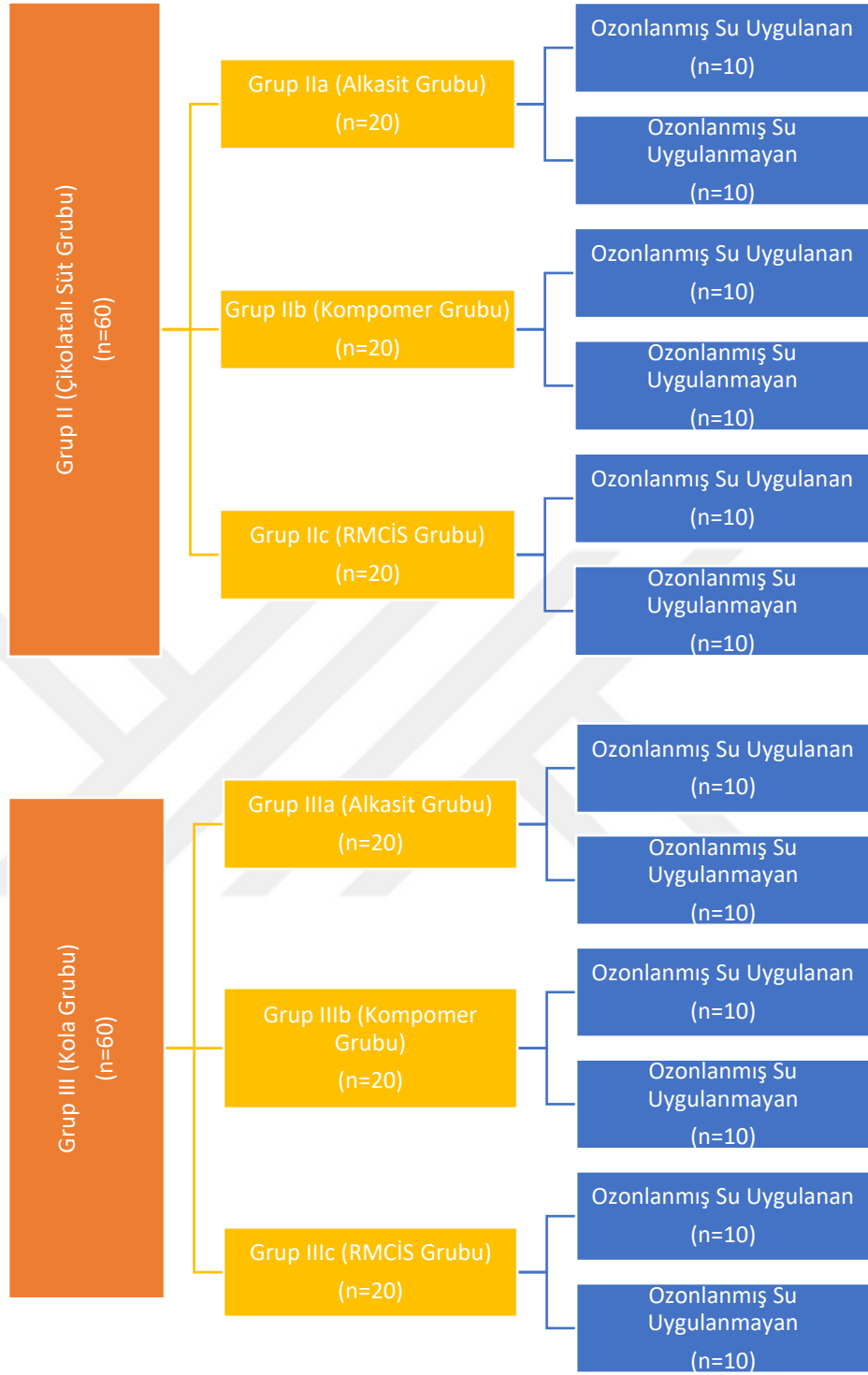
Tablo 3.1. Çalışmada Kullanılan Restoratif Materyallerin Üretici Firmaları ve İçerik Bilgileri				
Materyal	Marka	Üretici	İçerik	Doldurucu
Cention N	Cention N A2 Lot: ZP5PM2	İvoclar Vivadent AG FL-9494 schaan/Liechtenste in	Likit: UDMA, DCP, tetrametil- ksilen diüretan dimetakrilat, PEGDMA 400, ivocerin, hidroksiperoksit. Toz: Baryum alüminyum silikat cam, iterbiyum triflorür, izofiller, kalsiyum baryum alüminyum, İnorganik dolgucular %78,4 florosilikat cam, kalsiyum florosilikat cam	0,1-7 µm
Kompomer	Glasiosite A3 Lot:2345478	VOCO GmbH, Cuxhaven, Germany	BİS-GMA, Diüretan- dimetilakrilat, TEGDMA ve BHT (2,6- bis(1,1- dimethylethyl)- 4-methylpheno), Inorganik doldurucular %77.5	3 µm
Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman	İonolux A3 Lot:2345091	VOCO GmbH, Cuxhaven, Germany	Bis-GMA, poliakrilik asit (%2,5-10), UDMA (%2,5- 10), HEMA (%2,5-10), floro- alümino-silikat cam	

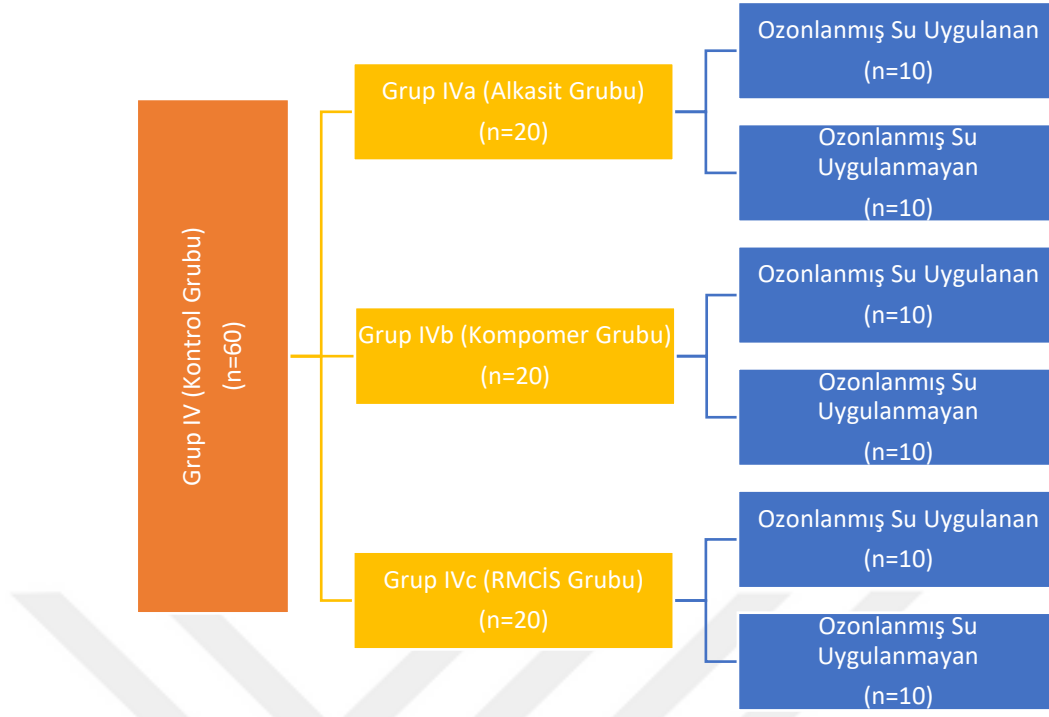
Tablo 3.2. Çalışmada Kullanılan İçecek Gruplarının Üretici Firmaları	
İçecek	Marka ve üretici bilgileri
Portakal suyu	Cappy Orange Juice, Türkiye
Çikolatalı süt	Pınar Kido Kakaolu Süt, Türkiye
Kola	Coca Cola Classic, Türkiye

3.2 Grupların Oluşturulması

240 numune, kullanılan restoratif materyale göre üç ana gruba ayrıldı (n= 80): alkasit (Cention N), kompomer (Glasiosite) ve rezin modifiye cam iyonomer siman (İonolux). Bu materyallerin üretici bilgileri Tablo 3.1 de sunulmuştur. Daha sonra her grup, kullanılan yaşlandırma solüsyonuna göre dört alt gruba (n= 20) ayrıldı: Portakal suyu, çikolatalı süt, kola ve distile su (n=20). Grupların yarısı ozonlanırken diğer yarısı ise ozonlanmadan bırakıldı (n=10).







Şekil 3.1. Restoratif materyallerin boyama prosedürü

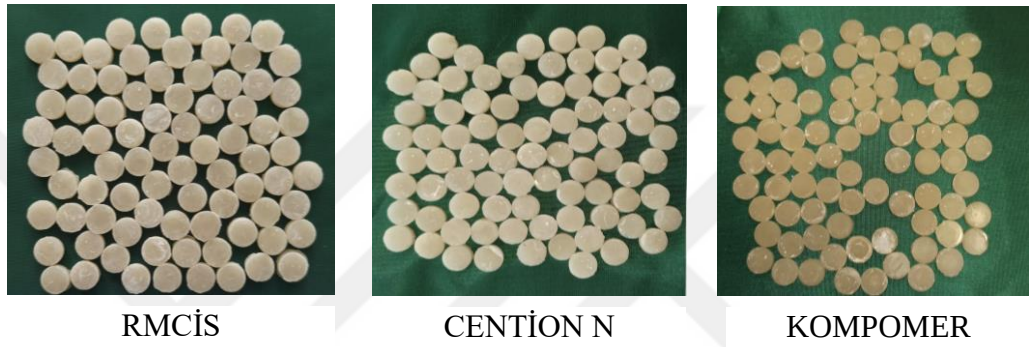
3.3 Örneklem Büyüklüğünün Hesaplanması

Araştırmanın ana hipotezlerinde üç ve daha fazla bağımsız grupların arasındaki farkların araştırılması planlandı. Bu çalışmada “G. Power-3.1.9.2” programı kullanılarak, %95 güven düzeyinde örneklem büyüklüğü hesaplandı. Analiz sonucunda $\alpha=0,05$, standardize etki büyüklüğü daha önce yapılan benzer bir çalışmadan(164) 0,9158 olarak elde edildi ve 0,95 teorik güç ile her bir grup için minimum örneklem hacmi 6 olarak hesaplandı. Olası veri kayıpları göz önünde bulundurularak n=10 kabul edildi.

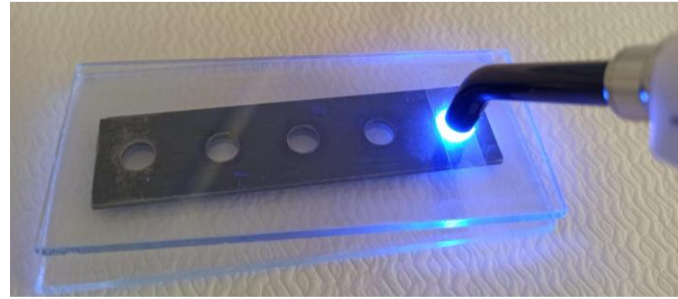
3.4 Numunelerin Hazırlanması

Metal kalıp (6 mm genişlik, 2 mm kalınlık) kullanılarak toplam 240 adet disk şeklinde numune hazırlanmıştır. Restoratif materyaller kalıba yerleştirilmeden önce diskin kolay çıkması için kalıba aplikatör yardımıyla vazelin sürüldü. Kalıbın altına cam levha ve mylar şerit yerleştirdikten sonra kompomer tabanca yardımı ile kalıba yerleştirildi ve metal ağız spatülü ile düzeltildi. CN grubu üretici talimatlarına göre 1-1 toz likit oranı ile karıştırıldı. Materyal plastik ağız spatülü ile tek tabaka olacak şekilde yerleştirildi. RMCİS grubu kapsül formunda amalgamatörde 10 sn karıştırılıp kalıba direkt uygulandı. Disklerin tamamı için fazla materyaller mylar şerit ile kaplanmış iki cam levha ile

baskı uygulanarak uzaklaştırıldı. Diskler daha sonra üreticinin talimatlarına göre 430-480 nm dalga boyuna ve 1200 mW/cm² ışık yoğunluğuna sahip bir LED ışık (LED F, Woodpecker, China) aracılığıyla cama direkt temas halinde 20 sn polimerize edildi. Işık cihazının ışık yoğunluğu işlem sırasında radyometre ile tekrar tekrar kontrol edildi. Hazırlanan numuneler polimerizasyonun tamamlanması için 37°C'deki distile suda 24 saat bekletildi. Tüm numuneler etken maddeye göre farklı kaplara yerleştirildi ve örnekler çalışma boyunca 37°C'de etüvde (EN055, NÜVE, Türkiye) bekletildi.



Şekil 3.2. Çalışma için hazırlanan numuneler



Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan numunelerin yapısı

3.5 Polisaj İşleminin Uygulanması

Hazırlanan örneklerin polisaj işlemi, örneklerin sadece tek bir yüzeyiyle sınırlı tutulmuş olup, üretici firma talimatları doğrultusunda yapıldı. Polisaj işlemi Super Snap Rainbow (Shofu, USA) disk seti ile yapıldı. Sırasıyla kaba, orta, ince ve çok ince grenli diskler her biri 15'er sn olacak şekilde, aynı yönde anguldruva ile 10.000-20.000 rpm hızda uygulandı. Numuneler her yeni boyuttaki diske geçişte akan su altında 20 sn yıkandı. Diskler 5 numunede bir yenilendi. Numunelerin polisaj işlemleri yapıldıktan sonra polimerizasyonlarının tamamlanması için distile su içerisinde 24 saat 37 °C etüv cihazında bekletildi.



Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan polisaj disk seti

3.6 Ozonlanmış Su Gargarasının Uygulanması

Numunelerin polimerizasyon işlemi tamamlandıktan sonra her numune, ayrı ayrı kapalı kutulara yerleştirildi. Numunelerin ilk renk ve yüzey pürüzlülüğü ölçümleri yapıldıktan sonra ozon prosedürü uygulandı. Ozonlanmış su, Ozonette Dent ozon jeneratörü ile 10 dakika süreyle, 30 l/h akış hızıyla, 50 µg/ml konsantrasyonda hazırlandı (13, 14). Bu prosedür 14 gün boyunca her gün tekrarlandı. Yaşlandırma prosedüründen önce ozonlanacak grupta yer alan restoratif materyaller bulundukları kutularda 2 dakika ozonlanmış suda bekletildi ve bekleme süresi boyunca numuneler çalkalandı. 2 dakikalık sürenin sonunda ozonlanmış su dökülüp, numuneler yaşlandırma işlemine kadar distile suda bekletildi.



Şekil 3.5. Çalışmada kullanılan ozon cihazı

3.7 Numunelerin Solüsyonlara Daldırılması

Ozon prosedürü uygulandıktan sonra numuneler içeceklerle yaşlandırma prosedürüne tabi tutuldu. Her restoratif materyal grubu 4 ayrı solüsyona daldırıldı. Solüsyonlar, numunelerin ayrı ayrı içinde bulunduğu üstü kapalı saklama kaplarına eşit miktarda koyuldu. Portakal suyu (Cappy Orange Juice, Türkiye) süzgeçte süzülüp tortusuz şekilde kullanıldı. İçecekler günlük taze olarak açıldı. Distile su ise kontrol grubunu oluşturdu. Numunelere günde 3 saat solüsyonlara daldırma işlemi uygulandı. Yaşlandırma işlemi sonunda 20 sn akan musluk altında yıkandıktan sonra kaplara yerleştirildi. Numuneler solüsyonlara daldırma işlemi dışındaki zamanlarda distile su içerisinde saklandı. Tüm renklendirme prosedürü boyunca solüsyonlar günlük olarak yenilendi. Ölçümlerden önce diskler kağıt havluyla kurulandı. Tüm prosedür tek araştırmacı (TA) tarafından gerçekleştirildi.



Şekil 3.6. Numunelerin solüsyonlara daldırılma prosedürü



Şekil 3.7. Numunelerin etüvde bekletilmesi

3.8 Yüzey Pürüzlülüğünün Profilometre Cihazı İle Ölçülmesi

Çalışmamızda test edilen materyallerin ortalama temel yüzey pürüzlülüğü (Ra, μm), Marsurf M300 mobil profilometre cihazı ile ölçülmüştür. Yüzey pürüzlülük değeri ölçümünden önce standart bir kalibrasyon numunesi kullanılarak profilometrenin kalibrasyonu yapılmıştır. Cihazın ölçüm mesafesi 4 mm, kesme değeri ise 0,8 mm olacak şekilde yüzey pürüzlülük ölçümleri yapılmıştır. Ortalama Ra değeri mikrometre (μm) cinsinden belirlendi. Ölçümler dört kez tekrarlandı ve test sonuçlarının ortalama değerleri kullanıldı. Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri başlangıç, 1., 7. ve 14. günlerde yapıp ΔRa_1 , ΔRa_7 ve ΔRa_{14} olarak kaydedildi.

Yüzey pürüzlülüğü değişimi (ΔRa) aşağıdaki formüle göre hesaplandı:

$$\Delta\text{Ra} = \text{Raf} - \text{Rai}$$

Burada Rai başlangıç pürüzlülük ölçümüdür, Raf ise son pürüzlülük ölçümüdür.



Şekil 3.8. Çalışmada kullanılan profilometre cihazı

3.9 Renk Ölçümü

Renk ölçümleri, düz mat beyaz standartlaştırılmış arka plan üzerinde bir spektrofotometre cihazı (Easy Shade Advance Vita; Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Baden-Württemberg, Almanya) kullanılarak yapıldı. Her numuneden üç ölçüm alındı ve elde edilen L^* , a^* ve b^* değerlerinin ortalaması kaydedildi. Spektrofotometre cihazı her ölçüm öncesi kalibre edildi. Numunelerin renk ölçümleri başlangıçta, 1., 7. ve 14. günlerde hesaplanmıştır. Her numune için toplam renk farkı ΔE_{00} formülü kullanılarak hesaplandı:

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H}\right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H}\right)^2}$$

ΔE_{00} hesaplaması, CIEDE2000 (ΔE_{00}) renk sistemine göre ortalama L, a, b formülünün Excel elektronik tablo uygulaması kullanılarak gerçekleştirildi. KL, KC ve KH değerleri 1 olarak kabul edildi (173).

Bu çalışmada Ghinea ve ark.'nın kabul ettiği %50 kabul edilebilirlik ve algılanabilirliğe karşılık gelen ΔE_{00} değerleri sırasıyla 2,25 ve 1,30 olarak kabul edildi (174). Elde edilen ΔE_{00} değerleri, 1. gün için ΔE_{001} , 7. gün için ΔE_{007} ve 14. gün için ΔE_{0014} adıyla kaydedildi.



Şekil 3.9. Çalışmada kullanılan spektrofotometre

3.10 İstatistiksel Yöntem

Veriler IBM SPSS V23 ile analiz edildi. Normal dağılıma uygunluk Shapiro-Wilk testi ile incelendi. İkili gruplara göre normal dağılan verilerin karşılaştırılmasında Bağımsız iki örnek t testi ve normal dağılmayan verilerin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi kullanıldı. Üç ve üzeri gruplara göre normal dağılan verilerin karşılaştırılmasında Tek yönlü ANOVA kullanıldı ve çoklu karşılaştırmalar Tukey testi ve Tamhane's T2 testleri ile incelendi. Üç ve üzeri gruplara göre normal dağılmayan verilerin karşılaştırılmasında Kruskal Wallis testi kullanıldı ve çoklu karşılaştırmalar Dunn testi ile incelendi. Gruplar içi üç ve üzeri zamana göre normal dağılan verilerin karşılaştırılmasında Tekrarlı varyans analizi kullanıldı ve çoklu karşılaştırmalar Bonferroni testi ile incelendi. Gruplar içi üç ve üzeri zamana göre normal dağılmayan verilerin karşılaştırılmasında Friedman testi kullanıldı ve çoklu karşılaştırmalar Dunn testi ile incelendi. Analiz sonuçları ortalama $\pm$ standart sapma ve ortanca (minimum – maksimum) şeklinde sunuldu. Önem düzeyi $p < 0,050$ olarak alındı.

4. BULGULAR

4.1 Renk Değişimi Sonuçları

4.1.1 Restoratif Materyallere Göre Renk Değişimi Sonuçları

Ozonlanmış su uygulanan ve uygulanmayan numunelerin distile su, portakal suyu, çikolatalı süt ve kola solüsyonlarına daldırılması sonucu oluşan renk değişimleri Tablo 4.1’de gösterildi.

4.1.1.1 Ozonlanmış Su Uygulanmayan Restoratif Materyallerin Distile Suya Daldırma Sonucu Renk Değişimi

Ozonlanmış su uygulanmadan distile su içerisine daldırılan numunelerin materyallere göre ΔE_{001} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,017$). 1. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanmadan distile su içerisine daldırılan restoratif materyallerden en fazla renk değişimi kompomer ($\Delta E_{001}=2,29(1,05- 3,25)$)’de görülürken, en az renk değişimi RMCİS ($(\Delta E_{001}=0,87 (0,05- 3,88))$)’de görüldü. Kompomer klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00}>2.25$). Materyallere göre ΔE_{007} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,001$). 7. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanmadan distile su içerisine daldırılan restoratif materyallerden en fazla renk değişimi CN ($\Delta E_{007}=2,40 (1,33- 3,54)$)’de görüldü. CN klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00}>2.25$). Materyallere göre ΔE_{0014} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p<0,001$). 14. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanmadan distile su içerisine daldırılan restoratif materyallerden en az renk değişimi CN ($\Delta E_{0014}=1,21 (0,37- 2,60)$)’de görüldü. CN materyalinin zamana göre ΔE_{00} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,002$). 7. gün ($2,40 (1,33- 3,54)$) ile 14. gün ($1,21 (0,37- 2,60)$) arasında anlamlı fark elde edildi. 7. gün CN materyali klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00}>2.25$). Kompomer materyalinin zamana göre ΔE_{00} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p<0,001$). 14. gün ($3,21 (2,73- 3,88)$) ile diğer zamanlar arasında anlamlı fark elde edildi. 14. gün kompomer materyali klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00}>2.25$). RMCİS materyalinin zamana göre ΔE_{00} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,006$). 1. gün ($0,87 (0,05- 3,88)$) ile 14. gün ($4,11 (2,57- 5,11)$) arasında anlamlı fark elde edildi. 14. gün RMCİS

materyali klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00} > 2.25$) (Tablo 4.1).

4.1.1.2 Ozonlanmış Su Uygulanmayan Restoratif Materyallerin Portakal Suyuna Daldırma Sonucu Renk Değişimi

Ozonlanmış su uygulanmadan portakal suyu içerisine daldırılan numunelerin materyallere göre ΔE_{007} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,006$). Kompomer ile diğer materyaller arasında anlamlı fark elde edildi. 7. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanmadan portakal suyu içerisine daldırılan restoratif materyallerden en az renk değişimi kompomer (0,99 (0,27- 1,34))’de görüldü. Materyallere göre ΔE_{0014} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p<0,001$). CN materyali ile diğer materyaller arasında anlamlı fark elde edildi. 14. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanmadan portakal suyu içerisine daldırılan restoratif materyallerden en az renk değişimi CN (1,11 (0,35- 1,67))’de görüldü. Kompomer materyalinin zamana göre ΔE_{00} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,001$). 14. gün (2,55 (2,06- 3,93)) ile diğer zamanlar arasında anlamlı fark elde edildi. 14. gün kompomer materyali klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00} > 2.25$). RMCİS materyalinin zamana göre ΔE_{00} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,02$). 1. gün (0,73 (0,19- 18,75)) ile 14. gün (3,44 (2,43- 12,06)) arasında anlamlı fark elde edildi. 14. gün RMCİS materyali klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00} > 2.25$) (Tablo 4.1).

4.1.1.3 Ozonlanmış Su Uygulanmayan Restoratif Materyallerin Çikolatalı Süte Daldırma Sonucu Renk Değişimi

Ozonlanmış su uygulanmadan çikolatalı süt içerisine daldırılan numunelerin materyallere göre ΔE_{0014} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p<0,001$). CN materyali ile diğer materyaller arasında anlamlı fark ile 14. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanmadan çikolatalı süt içerisine daldırılan restoratif materyallerden en az renk değişimi CN (1,51 (0,80- 2,87))’de görüldü. Kompomer materyalinin zamana göre ΔE_{00} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p<0,001$). 14. gün (3,46 (2,83- 4,20)) ile diğer zamanlar arasında anlamlı fark elde edildi. 14. gün kompomer materyali klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00} > 2.25$). RMCİS materyalinin zamana göre ΔE_{00} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p<0,001$). 14. gün (4,89 (3,62- 75,42))

ile diğer zamanlar arasında anlamlı fark elde edildi. 14. gün RMCİS materyali klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00} > 2.25$) (Tablo 4.1).

4.1.1.4 Ozonlanmış Su Uygulanmayan Restoratif Materyallerin Kolaya Daldırma Sonucu Renk Değişimi

Ozonlanmış su uygulanmadan kola içerisine daldırılan numunelerin materyallere göre ΔE_{00} 14 ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p < 0,001$). RMCİS ile diğer materyaller arasında anlamlı fark ile 14. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanmadan çikolatalı süt içerisine daldırılan restoratif materyallerden en fazla renk değişimi RMCİS (5,32 (4,36- 6,84))’de görüldü. RMCİS klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00} > 2.25$). Kompomer materyalinin zamana göre ΔE_{00} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p < 0,001$). 14. gün (2,93 (2,47- 3,90)) ile diğer zamanlar arasında anlamlı fark elde edildi. 14. günde kompomer materyali klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00} > 2.25$). RMCİS materyalinin zamana göre ΔE_{00} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p < 0,001$). 14. gün (5,32 (4,36- 6,84)) ile diğer zamanlar arasında anlamlı fark elde edildi. 7. ve 14. gün RMCİS materyali klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00} > 2.25$) (Tablo 4.1).

4.1.1.5 Ozonlanmış Su Uygulanan Restoratif Materyallerin Distile Suyu Daldırma Sonucu Renk Değişimi

Ozonlanmış su uygulanarak distile su içerisine daldırılan numunelerin materyallere göre ΔE_{00} 7 ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p = 0,01$). Kompomer ile CN arasında anlamlı fark ile 7. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanarak distile su içerisine daldırılan restoratif materyallerden en fazla renk değişimi CN (2,31 (0,80- 3,91))’de görülürken, en az renk değişimi kompomer (1,22 (0,84-2,12))’de görüldü. CN klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00} > 2.25$). Materyallere göre ΔE_{00} 14 ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p < 0,001$). 14. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanarak distile su içerisine daldırılan restoratif materyallerden en az renk değişimi CN (1,40 (0,69-2,75))’de görüldü. CN materyalinin zamana göre ΔE_{00} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p = 0,003$). 7. gün CN klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00} > 2.25$). Kompomer materyalinin zamana göre ΔE_{00} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p = 0,002$).

14. gün kompomer materyali klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00} > 2.25$). RMCİS materyalinin zamana göre ΔE_{00} ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,002$). 14. gün RMCİS materyali klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00} > 2.25$) (Tablo 4.1).

4.1.1.6 Ozonlanmış Su Uygulanan Restoratif Materyallerin Portakal Suyuna Daldırma Sonucu Renk Değişimi

Ozonlanmış su uygulanarak portakal suyu içerisine daldırılan numunelerin materyallere göre ΔE_{001} ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,043$). 1. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanarak portakal suyu içerisine daldırılan restoratif materyallerden en az renk değişimi CN (1,16 (0,73-2,06))’de görüldü. Materyallere göre ΔE_{0014} ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p<0,001$). 14. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanarak portakal suyu içerisine daldırılan restoratif materyallerden en fazla renk değişimi RMCİS (3,65 (2,97-4,28))’de görülürken, en az CN (1,04 (0,59-2,72))’de görüldü. RMCİS klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00} > 2.25$). Kompomer materyalinin zamana göre ΔE_{00} ortalama değerleri arasında anlamlı fark elde edildi ($p<0,001$). 14. gün kompomer materyali klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00} > 2.25$). RMCİS materyalinin zamana göre ΔE_{00} ortalama değerleri arasında anlamlı fark elde edildi ($p<0,001$). 14. gün RMCİS materyali klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00} > 2.25$) (Tablo 4.1).

4.1.1.7 Ozonlanmış Su Uygulanan Restoratif Materyallerin Çikolatalı Süte Daldırma Sonucu Renk Değişimi

Ozonlanmış su uygulanarak çikolatalı süt içerisine daldırılan numunelerin materyallere göre ΔE_{001} ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,047$). 1. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanarak çikolatalı süt içerisine daldırılan restoratif materyallerden renk değişimi en fazla RMCİS (1,03 (0,40-1,84))’de görülürken en düşük kompomer (0,50 (0,22-2,46))’de görüldü. Materyallere göre ΔE_{0014} ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p<0,001$). Her bir materyal birbirine göre anlamlı fark gösterdi. 14. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanarak çikolatalı süt içerisine daldırılan restoratif materyallerden renk değişimi en fazla RMCİS (4,48 (4,04-5,59))’de görülürken, en düşük CN (0,95 (0,11-3,20))’de görüldü. Kompomer materyalinin zamana göre ΔE_{00} ortalama değerleri arasında

istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p<0,001$). 14. gün kompomer materyali klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00}>2.25$). RMCİS materyalinin zamana göre ΔE_{00} ortalanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p<0,001$). 14. gün RMCİS materyali klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00}>2.25$) (Tablo 4.1).

4.1.1.8 Ozonlanmış Su Uygulanan Restoratif Materyallerin Kolaya Daldırma Sonucu Renk Değişimi

Ozonlanmış su uygulanarak kola içerisine daldırılan numunelerin materyallere göre ΔE_{007} ortalanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,006$). Kompomer ile RMCİS arasında anlamlı fark ile 7. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanarak kola içerisine daldırılan restoratif materyallerden en fazla renk değişimi RMCİS (2,19 (1,39-3,44))’de görülürken, en az kompomer (1,26 (0,96-1,57))’de görüldü. Materyallere göre ΔE_{0014} ortalanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,001$). 14. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanarak kola içerisine daldırılan restoratif materyallerden en fazla renk değişimi RMCİS (4,49 (3,02-6,32))’de görüldü. RMCİS klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00}>2.25$). CN materyalinin zamana göre ΔE_{00} ortalanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,025$). 1. gün (1,54 (1,08-4,58)) ile 14. gün (0,94 (0,51-5,32)) arasında anlamlı fark elde edildi. Kompomer materyalinin zamana göre ΔE_{00} ortalanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,001$). 14. gün (2,72 (2,15-3,86)) ile diğer zamanlar arasında anlamlı fark elde edildi. 14. gün kompomer materyali klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00}>2.25$). RMCİS materyalinin zamana göre ΔE_{00} ortalanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p<0,001$). 14. gün (4,49 (3,02-6,32)) ile diğer zamanlar arasında anlamlı fark elde edildi. 7. ve 14. gün RMCİS materyali klinik olarak kabul edilemez renk değişikliğine uğradı ($\Delta E_{00}>2.25$) (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Restoratif Materyalere Göre Renk Değişimi Sonuçları

Ozon	İçecek	Parametreler	CN		Kompomer		RMCİS		p
			Ortalama±s. sapma	Ortanca (min.-maks.)	Ortalama±s. sapma	Ortanca (min.-maks.)	Ortalama±s. sapma	Ortanca (min.-maks.)	
Ozonlanmış Su Uygulanmayan	Disile su	ΔE001	1,90±0,65	1,59 (1,14-3,03) abAB	2,39±0,69	2,29 (1,05-3,25) aA	1,30±1,18	0,87 (0,05-3,88) bA	0,017*
		ΔE007	2,51±0,64	2,40 (1,33-3,54) aA	1,31±0,22	1,28 (1,01-1,76) bA	1,65±0,76	1,51 (0,84-3,48) bAB	0,001*
		ΔE0014	1,38±0,65	1,21 (0,37-2,60) aB	3,34±0,41	3,21 (2,73-3,88) bB	4,07±0,74	4,11 (2,57-5,11) bB	<0,001*
		p***	0,002		<0,001		0,006		
	Portakal suyu	ΔE001	1,47±0,41	1,46 (0,79-2,13)	1,02±0,48	0,86 (0,51-1,94) A	3,86±6,75	0,73 (0,19-18,75) A	0,094*
		ΔE007	1,69±0,53	1,72 (0,87-2,46) b	0,91±0,33	0,99 (0,27-1,34) aA	2,77±4,05	1,68 (0,70-14,19) bAB	0,006*
		ΔE0014	1,11±0,42	1,11 (0,35-1,67) a	2,73±0,52	2,55 (2,06-3,93) bB	4,36±2,85	3,44 (2,43-12,06) bB	<0,001*
		p***	0,082		0,001		0,020		
	Çikolatalı süt	ΔE001	1,03±0,53	0,97 (0,32-2,18)	0,66±0,35	0,57 (0,27-1,24) A	8,33±23,10	1,02 (0,45-74,06) A	0,074*
		ΔE007	1,48±0,71	1,18 (0,72-3,07)	1,44±0,28	1,43 (1,16-1,89) A	8,76±22,79	1,58 (0,83-73,59) A	0,445*
		ΔE0014	1,56±0,57	1,51 (0,80-2,87) a	3,47±0,43	3,46 (2,83-4,20) bB	11,76±22,38	4,89 (3,62-75,42) bB	<0,001*
		p***	0,150		<0,001		<0,001		
	Kola	ΔE001	1,54±0,36	1,59 (1,02-2,03)	1,24±0,85	0,76 (0,47-2,67) A	1,55±0,38	1,52 (0,98-2,07) A	0,285*
		ΔE007	1,91±1,09	1,43 (0,68-4,35)	1,59±0,52	1,44 (0,90-2,71) A	2,31±0,56	2,30 (1,35-3,29) A	0,06*
		ΔE0014	2,39±1,27	1,96 (1,36-5,57) a	3,04±0,47	2,93 (2,47-3,90) aB	5,49±0,78	5,32 (4,36-6,84) bB	<0,001*
		p***	0,150		<0,001		<0,001		

*Kruskal Wallis testi, **Tek yönlü ANOVA, ***Friedman testi, a-c: Aynı harfe sahip materyaller arasında anlamlı fark yoktur, A-C: Aynı harfe sahip zamanlar arasında anlamlı fark yoktur

Tablo 4.1. Restoratif Materyalere Göre Renk Değişimi Sonuçları (Devam)

Ozon	İçecek	Parametreler	CN		Kompomer		RMCİS		p
			Ortalama±s. sapma	Ortanca (min.-maks.)	Ortalama±s. sapma	Ortanca (min.-maks.)	Ortalama±s. sapma	Ortanca (min.-maks.)	
Ozonlanmış Su Uygulanan	Distile su	ΔE001	1,83±0,62	1,60 (1,28-3,06) AB	1,65±1,12	1,45 (0,39-3,81) A	1,29±0,97	1,12 (0,20-3,75) A	0,103*
		ΔE007	2,29±0,80	2,31 (0,80-3,91) aA	1,38±0,43	1,22 (0,84-2,12) bA	1,78±0,54	1,76 (0,98-2,60) abA	0,01*
		ΔE0014	1,37±0,61	1,40 (0,69-2,75) aB	3,33±0,50	3,48 (2,32-4,00) bB	4,06±0,92	4,01 (2,68-5,61) bB	<0,001*
		p****	0,003		0,002		0,002		
	Portakal suyu	ΔE001	1,36±0,51a	1,16 (0,73-2,06)	0,83±0,61bA	0,64 (0,24-2,14)	0,79±0,47bA	0,65 (0,19-1,56)	0,043**
		ΔE007	1,78±0,49	1,79 (1,03-2,85)	1,33±0,45A	1,23 (0,71-1,92)	1,45±0,29B	1,52 (0,91-1,88)	0,056**
		ΔE0014	1,23±0,70a	1,04 (0,59-2,72)	2,80±0,39bB	2,61 (2,44-3,50)	3,68±0,41cC	3,65 (2,97-4,28)	<0,001**
		p****	0,079		<0,001		<0,001		
	Çikolatalı süt	ΔE001	0,88±0,50	0,78 (0,36-2,08) ab	0,70±0,68	0,50 (0,22-2,46) aA	1,04±0,36	1,03 (0,40-1,84)bA	0,047*
		ΔE007	1,28±0,72	1,23 (0,27-2,39)	1,49±0,56	1,35 (0,77-2,63) AB	1,78±0,52	1,74 (1,08-2,55)AB	0,217*
		ΔE0014	1,10±0,90	0,95 (0,11-3,20) a	3,44±0,54	3,46 (2,36-4,09) bB	4,61±0,53	4,48 (4,04-5,59)cB	<0,001*
		p****	0,407		<0,001		<0,001		
	Kola	ΔE001	2,09±1,28	1,54 (1,08-4,58) A	1,12±0,41	1,17 (0,49-1,87) A	1,77±1,10	1,42 (0,44-3,61)A	0,115*
		ΔE007	2,13±1,44	1,28 (1,00-4,32) abAB	1,24±0,22	1,26 (0,96-1,57) aA	2,31±0,74	2,19 (1,39-3,44)bA	0,006*
		ΔE0014	1,82±1,71	0,94 (0,51-5,32) aB	2,88±0,57	2,72 (2,15-3,86) aB	4,67±0,97	4,49 (3,02-6,32)bB	0,001*
		p****	0,025		0,001		<0,001		
*Kruskal Wallis testi, **Tek yönlü ANOVA, ***Friedman testi, ****Tekrarlı varyans analizi, a-c: Aynı harfe sahip materyaller arasında anlamlı fark yoktur, A-C: Aynı harfe sahip zamanlar arasında anlamlı fark yoktur									

4.1.2 İçeceklerle Göre Renk Değişimi Sonuçları

Ozonlanmış su uygulanan ve uygulanmayan numunelerin içerisine daldırıldığı distile su, portakal suyu, çikolatalı süt ve kola solüsyonlarının restoratif materyaller üzerinde renk değişimine etkisi Tablo 4.2’de gösterildi.

4.1.2.1 Ozonlanmış Su Uygulanmayan CN Grubu’nun Renk Değişimi

Ozonlanmış su uygulanmayan CN grubunda içeceklerle göre ΔE_{001} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,005$). 1. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanmayan CN grubunda görülen renk değişimi en fazla distile su ($1,90\pm 0,65$)’da görülürken en az çikolatalı süt ($1,03\pm 0,53$)’te görüldü. İçeceklerle göre ΔE_{007} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,022$). 7. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanmayan CN grubunda görülen renk değişimi en fazla distile su ($2,40 (1,33-3,54)$)’da görülürken, en az çikolatalı süt ($1,18 (0,72-3,07)$)’te görüldü. İçeceklerle göre ΔE_{0014} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,005$). 14. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanmayan CN grubunda görülen renk değişimi en fazla kola ($1,96 (1,36-5,57)$)’da görülürken en az portakal suyu ($1,11 (0,35-1,67)$)’nda görüldü (Tablo 4.2).

4.1.2.2 Ozonlanmış Su Uygulanmayan Kompomer Grubu’nun Renk Değişimi

Ozonlanmış su uygulanmayan kompomer grubunda içeceklerle göre ΔE_{001} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p<0,001$). 1. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanmayan kompomer grubunda görülen renk değişimi en fazla distile su ($2,29 (1,05- 3,25)$)’da görülürken en az çikolatalı süt ($0,57 (0,27- 1,24)$)’te görüldü. İçeceklerle göre ΔE_{007} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,001$). 7. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanmayan kompomer grubunda görülen renk değişimi en fazla kola ($1,59\pm 0,52$)’da görülürken, en az portakal suyu ($0,91\pm 0,33$)’nda görüldü. İçeceklerle göre ΔE_{0014} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,005$). 14. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanmayan kompomer grubunda görülen renk değişimi en fazla çikolatalı süt ($3,47\pm 0,439$)’te görülürken, en az portakal suyu ($2,73\pm 0,52$)’nda görüldü (Tablo 4.2).

4.1.2.3 Ozonlanmış Su Uygulanmayan RMCİS Grubu'nun Renk Değişimi

Ozonlanmış su uygulanmayan RMCİS grubunda içeceklere göre ΔE_{0014} ortalanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,001$). 14. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanmayan RMCİS grubunda görülen renk değişimi en fazla kola ($5,32 (4,36- 6,84)$)'da görülürken, en az portakal suyu ($3,44 (2,43- 12,06)$)'nda görüldü (Tablo 4.2).

4.1.2.4 Ozonlanmış Su Uygulanan CN Grubu'nun Renk Değişimi

Ozonlanmış su uygulanan CN grubunda içeceklere göre ΔE_{001} ortalanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,002$). 1. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanan CN grubunda görülen renk değişimi en fazla distile su ($1,60 (1,28- 3,06)$)'da görülürken en az çikolatalı süt ($0,78 (0,36- 2,08)$)'te görüldü (Tablo 4.2).

4.1.2.5 Ozonlanmış Su Uygulanan Kompomer Grubu'nun Renk Değişimi

Ozonlanmış su uygulanan kompomer grubunda içeceklere göre ΔE_{001} ortalanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,019$). 1. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanan kompomer grubunda görülen renk değişimi en fazla distile su ($1,45 (0,39-3,81)$)'da görülürken, en az çikolatalı süt ($0,50 (0,22-2,46)$)'te görüldü. İçeceklere göre ΔE_{0014} ortalanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,015$). 14. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanan kompomer grubunda görülen renk değişimi en fazla çikolatalı süt ($3,44\pm0,54$)'te görülürken, en az portakal suyu ($2,80\pm0,39$)'nda görüldü (Tablo 4.2).

4.1.2.6 Ozonlanmış Su Uygulanan RMCİS Grubu'nun Renk Değişimi

Ozonlanmış su uygulanan RMCİS grubunda içeceklere göre ΔE_{007} ortalanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,017$). 7. gün ölçümlerinde ozonlanmış su uygulanan RMCİS grubunda görülen renk değişimi en fazla kola ($2,31\pm0,74$)'da görülürken, en az portakal suyu ($1,45\pm0,29$)'nda görüldü. İçeceklere göre ΔE_{0014} ortalanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,016$). Portakal suyu ile çikolatalı süt ve kola arasında anlamlı fark elde edildi. 14. gün ölçümlerinde ozonlanmış su

uygulanan RMCİS grubunda görülen renk değışimi en fazla kola ($4,67\pm0,97$)’da görülürken, en az portakal suyu ($3,68\pm0,41$)’nda görüldü (Tablo 4.2).



Tablo 4.2. İçeceklerle Göre Renk Değişimi Sonuçları

Ozon	Materyal	Parametreler	Distile su	Portakal suyu	Çikolatalı süt	Kola	p
Ozonlanmış Su Uygulanmayan	CN	ΔE001	1,90±0,65a	1,47±0,41ab	1,03±0,53b	1,54±0,36ab	0,005*
		ΔE007	2,40 (1,33-3,54) a	1,72 (0,87-2,46) ab	1,18 (0,72-3,07) b	1,43 (0,68-4,35) ab	0,022**
		ΔE0014	1,21 (0,37-2,60) ab	1,11 (0,35-1,67) a	1,51 (0,80-2,87) ab	1,96 (1,36-5,57) b	0,005**
	Komponet	ΔE001	2,29 (1,05-3,25) a	0,86 (0,51-1,94) b	0,57 (0,27-1,24) b	0,76 (0,47-2,67) b	<0,001**
		ΔE007	1,31±0,22ab	0,91±0,33a	1,44±0,28b	1,59±0,52b	0,001*
		ΔE0014	3,34±0,41b	2,73±0,52a	3,47±0,43b	3,04±0,47ab	0,005*
	RMCİS	ΔE001	0,87 (0,05-3,88)	0,73 (0,19-18,75)	1,02 (0,45-74,06)	1,52 (0,98-2,07)	0,11**
		ΔE007	1,51 (0,84-3,48)	1,68 (0,70-14,19)	1,58 (0,83-73,59)	2,30 (1,35-3,29)	0,088**
		ΔE0014	4,11 (2,57-5,11) a	3,44 (2,43-12,06) a	4,89 (3,62-75,42) ab	5,32 (4,36-6,84) b	0,001**
Ozonlanmış Su Uygulanan	CN	ΔE001	1,60 (1,28-3,06) b	1,16 (0,73-2,06) ab	0,78 (0,36-2,08) a	1,54 (1,08-4,58) b	0,002**
		ΔE007	2,31 (0,80-3,91)	1,79 (1,03-2,85)	1,23 (0,27-2,39)	1,28 (1,00-4,32)	0,062**
		ΔE0014	1,40 (0,69-2,75)	1,04 (0,59-2,72)	0,95 (0,11-3,20)	0,94 (0,51-5,32)	0,572**
	Komponet	ΔE001	1,45 (0,39-3,81) a	0,64 (0,24-2,14) ab	0,50 (0,22-2,46) b	1,17 (0,49-1,87) ab	0,019**
		ΔE007	1,38±0,43	1,33±0,45	1,49±0,56	1,24±0,22	0,63*
		ΔE0014	3,33±0,50ab	2,80±0,39a	3,44±0,54b	2,88±0,57ab	0,015*
	RMCİS	ΔE001	1,12 (0,20-3,75)	0,65 (0,19-1,56)	1,03 (0,40-1,84)	1,42 (0,44-3,61)	0,097**
		ΔE007	1,78±0,54ab	1,45±0,29b	1,78±0,52ab	2,31±0,74a	0,017*
		ΔE0014	4,06±0,92ab	3,68±0,41a	4,61±0,53b	4,67±0,97b	0,016*

*Kruskal Wallis testi, **Tek yönlü ANOVA, a-b: Aynı harfe sahip materyaller arasında anlamlı fark yoktur, A-B: Aynı harfe sahip zamanlar arasında anlamlı fark yoktur.

4.1.3 Ozonlanmış Su Uygulamaya Göre Renk Değişimi Sonuçları

Ozon uygulamaya göre renk değişimine ait sonuçlar Tablo 4.3 de verildi. Portakal suyu içerisine daldırılmış kompomer materyalinin ozonlanmış su uygulamaya göre ΔE_{007} ortalama değerleri arasında anlamlı fark elde edildi ($p=0,029$). Ozonlanmış su uygulanmayan grubu'nun ortalaması $0,91\pm0,33$ görülürken ozonlanmış su uygulanan grubu'nun ortalaması $1,33\pm0,45$ olarak elde edildi. 7. gün ozonlanmış su uygulanan kompomer materyalinin renk değişimi ozonlanmış su uygulanmayan kompomere göre daha yüksekti.



Tablo 4.3. Ozonlanmış Su Uygulanan ve Ozonlanmış Su Uygulanmayan Gruplara Göre Renk Değişimi Sonuçları

Materyal	İçecek	Parametreler	Ozonlanmış Su Uygulanmayan	Ozonlanmış Su Uygulanan	p
CN	Distile su	ΔE001	1,59 (1,14-3,03)	1,60 (1,28-3,06)	0,796*
		ΔE007	2,51±0,64	2,29±0,80	0,517**
		ΔE0014	1,38±0,65	1,37±0,61	0,983**
	Portakal suyu	ΔE001	1,47±0,41	1,36±0,51	0,612**
		ΔE007	1,69±0,53	1,78±0,49	0,677**
		ΔE0014	1,11±0,42	1,23±0,70	0,651**
	Çikolata lı süt	ΔE001	0,97 (0,32-2,18)	0,78 (0,36-2,08)	0,436*
		ΔE007	1,18 (0,72-3,07)	1,23 (0,27-2,39)	0,579*
		ΔE0014	1,56±0,57	1,10±0,90	0,191**
	Kola	ΔE001	1,59 (1,02-2,03)	1,54 (1,08-4,58)	0,631*
		ΔE007	1,43 (0,68-4,35)	1,28 (1,00-4,32)	0,853*
		ΔE0014	1,96 (1,36-5,57)	0,94 (0,51-5,32)	0,075*
Komponer	Distile su	ΔE001	2,39±0,69	1,65±1,12	0,091**
		ΔE007	1,31±0,22	1,38±0,43	0,669**
		ΔE0014	3,34±0,41	3,33±0,50	0,973**
	Portakal suyu	ΔE001	1,02±0,48	0,83±0,61	0,443**
		ΔE007	0,91±0,33	1,33±0,45	0,029**
		ΔE0014	2,73±0,52	2,80±0,39	0,763**
	Çikolata lı süt	ΔE001	0,57 (0,27-1,24)	0,50 (0,22-2,46)	0,393*
		ΔE007	1,44±0,28	1,49±0,56	0,791**
		ΔE0014	3,47±0,43	3,44±0,54	0,879**
	Kola	ΔE001	0,76 (0,47-2,67)	1,17 (0,49-1,87)	0,912*
		ΔE007	1,59±0,52	1,24±0,22	0,066**
		ΔE0014	3,04±0,47	2,88±0,57	0,518**
RMcis	Distile su	ΔE001	0,87 (0,05-3,88)	1,12 (0,20-3,75)	0,684*
		ΔE007	1,65±0,76	1,78±0,54	0,674**
		ΔE0014	4,07±0,74	4,06±0,92	0,996**
	Portakal suyu	ΔE001	0,73 (0,19-18,75)	0,65 (0,19-1,56)	0,631*
		ΔE007	1,68 (0,70-14,19)	1,52 (0,91-1,88)	0,481*
		ΔE0014	3,44 (2,43-12,06)	3,65 (2,97-4,28)	0,684*
	Çikolata lı süt	ΔE001	1,02 (0,45-74,06)	1,03 (0,40-1,84)	0,853*
		ΔE007	1,58 (0,83-73,59)	1,74 (1,08-2,55)	0,739*
		ΔE0014	4,89 (3,62-75,42)	4,48 (4,04-5,59)	0,481*
	Kola	ΔE001	1,55±0,38	1,77±1,10	0,562**
		ΔE007	2,31±0,56	2,31±0,74	0,989**
		ΔE0014	5,49±0,78	4,67±0,97	0,05**

*Kruskal Wallis testi, **Tek yönlü ANOVA, ***Friedman testi, ****Tekrarlı varyans analizi, a-b: Aynı harfe sahip materyaller arasında anlamlı fark yoktur, A-B: Aynı harfe sahip zamanlar arasında anlamlı fark yoktur.

4.2 Yüzey Pürüzlülüğü Değişimi Sonuçları

4.2.1 Restoratif Materyallere Göre Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçları

Ozonlanmış su uygulanan ve uygulanmayan numunelerin distile su, portakal suyu, çikolatalı süt ve kola solüsyonlarına daldırılması sonucu oluşan yüzey pürüzlülüğü değişimine etkisi Tablo 4.4’de gösterildi.

4.2.1.1 Ozonlanmış Su Uygulanmadan Distile Suya Daldırma Sonucu Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçları

Ozonlanmış su uygulanmadan distile su içerisine daldırılan numunelerin materyallere göre ΔRa_{14} ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,008$). Kompomer ile CN arasında anlamlı fark elde edildi. 14. günde CN en fazla yüzey pürüzlülüğüne sahip materyaldi. CN materyalinin zamana göre ΔRa ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,003$). ΔRa_1 ile ΔRa_{14} arasında anlamlı fark elde edildi. 14. gün en yüksek ΔRa değerine sahipti (Tablo 4.4).

4.2.1.2 Ozonlanmış Su Uygulanmadan Portakal Suyuna Daldırma Sonucu Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçları

Ozonlanmış su uygulanmadan portakal suyu içerisine daldırılan numunelerin materyallere göre ΔRa_7 ortalama değerleri arasında anlamlı fark elde edildi ($p=0,004$). CN ile diğer materyaller arasında anlamlı fark elde edildi. 7. günde en yüksek ΔRa değeri CN ‘de görüldü. Materyallere göre ΔRa_{14} ortalama değerleri arasında anlamlı fark elde edildi ($p=0$). Kompomer ile diğer materyaller arasında anlamlı fark elde edildi. 14. günde kompomer en az ΔRa değerine sahipti. CN materyalinin zamana göre ΔRa ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi (0,001). 1. gün ile 7. ve 14. günler arasında anlamlı fark elde edildi. 1. gün en düşük ΔRa değerine sahipti. RMCİS materyalinin zamana göre ΔRa ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi (0,001). 1. ve 7. günler ile 14. gün arasında anlamlı fark ile 14. gün en yüksek ΔRa değerine sahipti (Tablo 4.4).

4.2.1.3 Ozonlanmış Su Uygulanmadan Çikolatalı Süte Daldırma Sonucu Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçları

Materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmedi. Kompomer materyalinin zamana göre ΔRa ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,001$). ΔRa_1 ile ΔRa_{14} arasında anlamlı fark elde edildi. 14. gün en yüksek ΔRa değerine sahipti (Tablo 4.4).

4.2.1.4 Ozonlanmış Su Uygulanarak Distile Suya Daldırma Sonucu Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçları

Ozonlanmış su uygulanarak distile su içerisine daldırılan numunelerin materyallere göre ΔRa_7 ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,011$). CN ile diğer materyaller arasında anlamlı fark elde edildi. CN en yüksek ΔRa değerine sahipti. Materyallere göre ΔRa_{14} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,003$). CN ile diğer materyaller arasında anlamlı fark elde edildi. CN en yüksek ΔRa değerine sahipti. CN materyalinin zamana göre ΔRa ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,002$). ΔRa_1 ile ΔRa_{14} arasında anlamlı fark elde edildi. 14. gün en yüksek ΔRa değerine sahipti. Kompomer materyalinin zamana göre ΔRa ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,033$). ΔRa_7 ile ΔRa_{14} arasında anlamlı fark elde edildi. 14. gün en yüksek ΔRa değerine sahipti (Tablo 4.4).

4.2.1.5 Ozonlanmış Su Uygulanarak Portakal Suyuna Daldırma Sonucu Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçları

Ozonlanmış su uygulanarak portakal suyu içerisine daldırılan numunelerin restoratif materyallere göre ΔRa_7 ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,002$). CN ile diğer materyaller arasında anlamlı fark ile CN 14. gün en yüksek ΔRa değerine sahipti. Materyallere göre ΔRa_{14} ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,005$). Kompomer ile CN arasında anlamlı fark elde edildi. CN 14. gün en yüksek ΔRa değerine sahipti. CN materyalinin zamana göre ΔRa ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,001$). ΔRa_1 ile ΔRa_7 ve ΔRa_{14} arasında anlamlı fark elde edildi. CN, 1. gün en düşük ΔRa değerine sahipti (Tablo 4.4).

4.2.1.6 Ozonlanmış Su Uygulanarak Çikolatalı Süte Daldırma Sonucu Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçları

Ozonlanmış su uygulanarak portakal suyu içerisine daldırılan numunelerin hiçbirinde restoratif materyallere göre ve zamana göre ΔRa ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmedi (Tablo 4.4)

4.2.1.7 Ozonlanmış Su Uygulanarak Kola Daldırma Sonucu Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçları

Ozonlanmış su uygulanarak kola içerisine daldırılan numunelerin restoratif materyallere göre ve ΔRa ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmedi. Zamana göre ΔRa ortanca değerlerinde ise RMCİS materyalinde istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi. ΔRa_1 ile ΔRa_{14} değerleri arasında anlamlı fark elde edildi. 14. gün en yüksek ΔRa değerine sahipti (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Restoratif Materyallere Göre ΔRa Değerlerinin Sonuçları

Ozon	İçecek		Materyal						P
			CN		Kompomer		RMCİS		
			Ortalama±s. sapma	Ortanca (min.-maks.)	Ortalama±s. sapma	Ortanca (min.-maks.)	Ortalama±s. sapma	Ortanca (min.-maks.)	
Ozonlanmış Su Uygulanmayan	Distile su	ΔRa1	0,05±0,24	0,06 (-0,42 – 0,52) A	-0,03±0,19	-0,001 (-0,54 – 0,21)	-0,17±0,65	0,06 (-1,82 – 0,60)	0,686*
		ΔRa7	0,30±0,30	0,18 (0,04-0,89) AB	0,05±0,24	0,10 (-0,53 – 0,40)	-0,03±0,83	0,07 (-1,77 – 1,42)	0,178*
		ΔRa14	0,41±0,16	0,39(0,15- 0,72) aB	0,07±0,18	0,07 (-0,23 – 0,47) b	0,01±0,66	0,12 (-1,52 – 0,97) ab	0,008*
		p***	0,003		0,150		0,407		
	Portakal suyu	ΔRa1	0,13±0,14 A	0,13(-0,09 – 0,43)	0,07±0,30	0,07 (-0,48-0,58)	0,002±0,29 A	-0,001 (-0,69 – 0,41)	0,492**
		ΔRa7	0,50±0,30 aB	0,56 (-0,12 – 0,87)	0,098±0,20 b	0,10 (-0,36-0,37)	0,13±0,30 bA	0,13 (-0,51 – 0,52)	0,004**
		ΔRa14	0,71±0,30 bB	0,72 (0,32 – 1,22)	0,005±0,18a	0,004 (-0,40 – 0,23)	0,85±0,63 bB	0,78 (-0,01 – 2,11)	<0,001**
		p****	<0,001		0,306		0,001		
	Çikolata lı süt	ΔRa1	0,25±0,40	0,22 (-0,14 – 1,24)	-0,10±0,18	-0,03 (-0,46 – 0,12) A	0,13±0,58	0,034 (-0,90 – 1,22)	0,103*
		ΔRa7	0,19±0,32	0,20 (-0,41 – 0,62)	-0,02±0,16	-0,03 (-0,29 – 0,22) AB	0,14±0,29	0,13 (-0,28 – 0,70)	0,132*
		ΔRa14	0,50±0,49	0,56 (-0,50 – 1,04)	0,18±0,28	0,18 (-0,26 – 0,71) B	0,13±0,57	0,20 (-1,02 – 0,90)	0,153*
		p***	0,067		0,001		0,497		
	Kola	ΔRa1	0,20±0,45 A	0,23 (-0,89 – 0,68)	0,17±0,19 A	0,13 (-0,02 – 0,59)	0,24±0,68	0,04 (-0,74 – 1,53)	0,948**
		ΔRa7	0,49±0,40 AB	0,55 (-0,36 – 1,13)	0,24±0,16 A	0,21 (0,04 – 0,60)	0,26±0,47	0,34 (-0,61 – 0,90)	0,231**
		ΔRa14	0,82±0,62 B	0,72 (-0,30 – 1,76)	0,49±0,29 B	0,53 (0,12 – 1,05)	0,70±0,41	0,75 (0,13 – 1,22)	0,257**
		p****	0,001		<0,001		0,163		

Tablo 4.4. Restoratif Materyallere Göre ΔRa Değerlerinin Sonuçları (Devam)

Ozon	İçecek		Materyal						p
			CN		Kompomer		RMCİS		
			Ortalama±s. sapma	Ortanca (min.-maks.)	Ortalama±s. sapma	Ortanca (min.-maks.)	Ortalama±s. sapma	Ortanca (min.-maks.)	
Ozonlanmış Su Uygulanan	Distile su	ΔRa1	0,09±0,25	0,16 (-0,38 – 0,45) A	0,003±0,37	-0,006 (-0,70 – 0,70) AB	0,031±0,30	-0,002 (-0,31 – 0,77)	0,514*
		ΔRa7	0,16±0,22	0,11 (-0,04 – 0,55) aAB	-0,07±0,16	-0,04 (-0,44 – 0,17) bA	-0,03±0,18	-0,066 (-0,281 – 0,407) b	0,011*
		ΔRa14	0,43±0,24	0,44 (-0,04 – 0,79) aB	0,05±0,11	52,88 (-0,10-0,31) bB	0,12±0,24	0,06 (-0,23-0,51) b	0,003*
		p***	0,002		0,033		0,150		
	Portakal suyu	ΔRa1	0,07±0,15	0,05 (-0,11 – 0,36) A	-0,04±0,22	-0,03 (-0,54 – 0,29)	-0,06±0,31	-0,01 (-0,59 – 0,34)	0,272*
		ΔRa7	0,58±0,27	0,64 (0,08 – 1,09) aB	0,05±0,21	0,07 (-0,42 – 0,33) b	0,03±0,40	0,11 (-0,61 – 0,72) b	0,002*
		ΔRa14	0,66±0,14	0,66 (0,43 – 0,89) aB	0,07±0,33	0,13 (-0,82 – 0,33) b	0,34±0,04	0,23 (-0,22 – 1,01) ab	0,005*
		p***	<0,001		0,061		0,082		
	Çikolata sütü	ΔRa1	0,24±0,35	0,22 (-0,30 – 1,03)	0,03±0,29	-0,05 (-0,17 – 0,80)	0,11±0,35	0,05 (-0,47 – 0,72)	0,183*
		ΔRa7	0,37±0,26	0,43 (-0,19 – 0,72)	0,15±0,26	0,03 (-0,22 – 0,61)	0,03±0,59	0,04 (-1,01 – 1,03)	0,053*
		ΔRa14	0,43±0,28	0,46 (-0,08 – 0,82)	0,17±0,39	0,02 (-0,17 – 0,90)	0,19±0,58	0,05 (-0,35 – 1,58)	0,127*
		p***	0,122		0,202		0,407		
	Kola	ΔRa1	0,24±0,35	0,20 (-0,35 – 0,81)	0,12±0,23	0,07 (-0,13 – 0,73)	-0,03±0,57	-0,07 (-0,82 – 1,15) A	0,165*
		ΔRa7	0,40±0,25	0,41 (-0,03 – 0,81)	0,15±0,11	0,16 (-0,02 – 0,33)	0,21±0,74	0,13 (-0,84 – 1,87) AB	0,105*
		ΔRa14	0,44±0,33	0,47 (-0,11 – 0,92)	0,19±0,08	0,18 (0,07 – 0,35)	0,49±0,62	0,46 (-0,29 – 1,92) B	0,161*
		p***	0,067		0,202		0,025		

*Kruskal Wallis testi, **Tek yönlü ANOVA, ***Friedman testi, a-b: Aynı harfe sahip materyaller arasında anlamlı fark yoktur, A-B: Aynı harfe sahip zamanlar arasında anlamlı fark yoktur.

4.2.2 İçeceklerle Göre ΔRa Sonuçları

Ozonlanmış su uygulanan ve uygulanmayan numunelerin içerisine daldırıldığı distile su, portakal suyu, çikolatalı süt ve kola solüsyonlarının restoratif materyaller üzerinde yüzey pürüzlülüğü değişimine etkisi Tablo 4.5’de gösterildi.

4.2.2.1 Ozonlanmış Su Uygulanmayan CN Grubu’nun Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçları

Ozonlanmış su uygulanmayan CN grubu’nun içeceklerle göre ΔRa_{14} ortalama değerleri arasında anlamlı fark elde edildi ($p=0,046$). Distile su ortalaması 0,41, portakal suyu ieğeğinin ortalaması 0,71, çikolatalı süt ieğeğinin ortalaması 0,50 ve kola ieğeğinin ortalaması 0,82 olarak elde edildi. Ancak oklu karşılaştırma sonucunda anlamlı fark elde edilmedi (Tablo 4.5).

4.2.2.2 Ozonlanmış Su Uygulanmayan Kompomer Grubu’nun Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçları

Ozonlanmış su uygulanmayan kompomer grubu’nun içeceklerle göre ΔRa_1 ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,02$). Kola ile çikolatalı süt arasında anlamlı fark elde edildi. 1. gün kola en yüksek ΔRa değerine sahipti. İçeceklerle göre ΔRa_7 ortalama değerleri arasında anlamlı fark elde edildi ($p=0,039$). Kola ile çikolatalı süt arasında anlamlı fark elde edildi. 7. gün kola en yüksek ΔRa değerine sahipti. İçeceklerle göre ΔRa_{14} ortalama değerleri arasında anlamlı fark elde edildi ($p=0$). Kola ile diğer içecekler arasında anlamlı fark elde edildi. 14. gün kola en yüksek ΔRa değerine sahipti (Tablo 4.5).

4.2.2.3 Ozonlanmış Su Uygulanmayan RMCİS Grubu’nun Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçları

Ozonlanmış su uygulanmayan RMCİS grubu’nun içeceklerle göre ΔRa_{14} ortalama değerleri arasında anlamlı fark elde edildi ($p=0,005$). Portakal suyu ile distile su ve çikolatalı süt arasında anlamlı fark elde edildi. 14. gün portakal suyu en yüksek ΔRa değerine sahipti (Tablo 4.5).

4.2.2.4 Ozonlanmış Su Uygulanan CN Grubu’nun Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçları

Ozonlanmış su uygulanan CN grubu’nun içeceklerle göre ΔRa_7 ortalama değerleri arasında anlamlı fark elde edildi ($p=0,008$). Portakal suyu ile distile su arasında anlamlı fark elde edildi. 7. gün portakal suyu en yüksek ΔRa değerine sahipti (Tablo 4.5).

4.2.2.5 Ozonlanmış Su Uygulanan Kompomer Grubu'nun Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçları

Ozonlanmış su uygulanan kompomer grubu'nun içeceklere göre ΔRa ortalama değerleri arasında hiçbirinde anlamlı fark elde edilmedi (Tablo 4.5).

4.2.2.6 Ozonlanmış Su Uygulanan RMCİS Grubu'nun Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçları

Ozonlanmış su uygulanan RMCİS grubu'nun içeceklere göre ΔRa ortalama değerleri arasında hiçbirinde anlamlı fark elde edilmedi (Tablo 4.5).





Tablo 4.5. İçeceklerle Göre ΔRa Değerlerinin Karşılaştırma Sonuçları

Tablo 4.5. İçeceklerle Göre ΔRa Değerlerinin Karşılaştırma Sonuçları							
Ozon	Materyal		Distile su	Portakal suyu	Çikolatalı süt	Kola	p
Ozonlanmış Su Uygulanmayan	CN	ΔRa1	0,06 (-0,42 – 0,52)	0,13 (-0,09 – 0,43)	0,22 (-0,14 – 1,24)	0,23 (-0,89 – 0,68)	0,241**
		ΔRa7	0,18 (0,04 – 0,89)	0,56 (-0,12 – 0,87)	0,20 (-0,41 – 0,62)	0,55 (-0,36 – 1,13)	0,062**
		ΔRa14	0,41±0,16	0,71±0,30	0,50±0,49	0,82±0,62	0,046*
	Kompomer	ΔRa1	-0,001 (-0,54 – 0,21) ab	0,07 (-0,48 – 0,58)ab	-0,03 (-0,46 – 0,12)a	0,13 (-0,02 – 0,59)b	0,020**
		ΔRa7	0,05±0,24 ab	0,09±0,20 ab	-0,02±0,16 a	0,24±0,16b	0,039*
		ΔRa14	0,07±0,18 a	0,005±0,18 a	0,18±0,28 a	0,49±0,29b	<0,001*
	RMCİS	ΔRa1	0,06 (-1,82 – 0,60)	-0,01 (-0,69 – 0,41)	0,03 (-0,90 – 1,22)	0,04 (-0,74 – 1,53)	0,837**
		ΔRa7	-0,03±0,83	0,13±0,30	0,14±0,29	0,26±0,47	0,635*
		ΔRa14	0,01±0,66 b	0,85±0,63 a	0,13±0,57 b	0,70±0,41 ab	0,005*
Ozonlanmış Su Uygulanan	CN	ΔRa1	0,09±0,25	0,07±0,15	0,24±0,35	0,24±0,35	0,406*
		ΔRa7	0,16±0,22 a	0,58±0,27 b	0,37±0,26 ab	0,40±0,25 ab	0,008*
		ΔRa14	0,43±0,24	0,66±0,14	0,43±0,28	0,44±0,33	0,149*
	Kompomer	ΔRa1	-0,006 (-0,70 – 0,70)	-0,03 (-0,54 – 0,29)	-0,05 (-0,17 – 0,80)	0,07 (-0,13 – 0,73)	0,347**
		ΔRa7	-0,07±0,16	0,05±0,21	0,05±0,26	0,15±0,11	0,101*
		ΔRa14	0,05 (-0,10 – 0,31)	0,13 (-0,82 – 0,33)	0,02 (-0,17 – 0,90)	0,18 (0,07 – 0,35)	0,056**
	RMCİS	ΔRa1	-0,002 (-0,31 – 0,77)	-0,01 (-0,59 – 0,34)	0,50 (-0,47 – 0,72)	-0,07 (-0,82 – 1,15)	0,685**
		ΔRa7	-0,03±0,18	0,03±0,40	0,03±0,59	0,21±0,74	0,755*
		ΔRa14	0,12±0,24	0,34±0,48	0,19±0,58	0,49±0,62	0,394*
*Tek yönlü ANOVA, **Kruskal Wallis testi, a-b: Aynı harfe sahip içecekler arasında anlamlı fark yoktur							

4.2.3 Ozon Uygulamaya Göre ΔR_a Sonuçları

Ozon uygulamaya göre ΔR_a sonuçları Tablo 4.6’da verilmiştir. Ozonlanmış su uygulanan gruplar ile ozonlanmış su uygulanmayan gruplar arasında ΔR_a sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmedi.



Tablo 4.6. Ozonlanmış Su Uygulanan ve Uygulanmayan Gruplarına Göre ΔRa Karşılaştırma Sonuçları

Materyal	İçecek		Ozonlanmış Su Uygulanmayan	Ozonlanmış Su Uygulanan	P
CN	Distile su	ΔR1	52,85±242,09	93,22±256,68	0,501**
		ΔR7	185,83 (44,50 - 894,33)	118,38 (-45,25 - 557,42)	0,226*
		ΔR14	413,78±163,62	438,58±247,30	0,487**
	Portakal suyu	ΔR1	139,54±140,12	78,58±150,59	0,718**
		ΔR7	503,39±301,22	589,27±270,00	0,348**
		ΔR14	714,38±302,19	665,62±141,86	0,810**
	Çikolatalı süt	ΔR1	224,96 (-140,67 - 1248,08)	227,67 (-308,58 - 1036,25)	0,821*
		ΔR7	191,64±324,78	371,16±267,02	0,751**
		ΔR14	508,80±497,88	431,39±287,57	0,146**
	Kola	ΔR1	201,75±456,06	244,71±354,78	0,680**
		ΔR7	493,40±402,41	404,60±254,11	0,563**
		ΔR14	822,63±622,72	441,45±336,01	0,074**
Kompomer	Distile su	ΔR1	-1,20 (-543,40 - 215,73)	-6,97 (-704,85 - 702,00)	0,821*
		ΔR7	51,83±245,02	-71,80±160,64	0,895**
		ΔR14	72,73±185,28	52,55±118,38	0,460**
	Portakal suyu	ΔR1	75,32±300,26	-48,08±226,91	0,093**
		ΔR7	98,76±200,88	57,45±210,61	0,152**
		ΔR14	4,08 (-401,40 - 234,00)	135,18 (-826,05 - 335,20)	0,112*
	Çikolatalı süt	ΔR1	-34,67 (-466,47 - 125,73)	-57,17 (-178,67 - 808,75)	0,496*
		ΔR7	-20,71±169,89	56,84±267,86	0,808**
		ΔR14	182,80 (-263,05 - 713,90)	26,63 (-176,92 - 906,75)	0,406*
	Kola	ΔR1	136,92 (-27,92 - 597,75)	71,25 (-135,33 - 737,50)	0,364*
		ΔR7	240,31±164,24	155,24±114,50	0,868**
		ΔR14	498,65±294,27	197,07±81,92	0,050**
RMCİS	Distile Su	ΔR1	67,67 (-1822,50 - 603,83)	-2,67 (-310,00 - 778,33)	0,880*
		ΔR7	-39,62±837,25	-35,23±188,45	0,409**
		ΔR14	10,81±662,56	129,91±240,87	0,685**
	Portakal suyu	ΔR1	2,24±291,32	-63,61±315,52	0,226**
		ΔR7	134,48±306,39	36,76±408,27	0,434**
		ΔR14	856,89±635,39	343,71±480,48	0,134**
	Çikolatalı süt	ΔR1	131,45±587,07	114,01±359,77	0,966**
		ΔR7	140,57±298,57	37,79±591,98	0,855**
		ΔR14	138,63±572,53	196,63±583,03	0,782**
	Kola	ΔR1	249,59±682,85	-34,08±576,32	0,809**
		ΔR7	268,87±479,63	211,08±741,09	0,474**
		ΔR14	701,13±412,84	493,03±627,85	0,666**
*Tek yönlü ANOVA, **Kruskal Wallis testi, a-b: Aynı harfe sahip içecekler arasında bir fark yoktur					

5. TARTIŞMA

Estetik görünüm yetişkinlerin olduğu kadar çocukların da temel kaygısıdır. Pediatrik diş hekimliğinde çok çeşitli estetik restoratif dental materyaller mevcuttur. Mükemmel estetiği sağlamak için diş rengindeki materyalin kendine özgü renk stabilitesini ve yüzey renklenmesine karşı direncini koruması gerekir. Özellikle çocuklar arasında içecek tüketimi çok yaygındır. Yiyecek ve içecekler ağız boşluğundaki pH'ı etkiler. Dişler ve dişler üzerindeki restorasyonlar pH değişikliklerinden etkilenebilir (175). Bu renklenmeleri önlemek oral hijyen alışkanlıklarını iyileştirmek uygun restoratif materyal seçimi ile mümkün olabilir. Oral hijyen için kullanılan ürünlerden biri de ozonlanmış su uygulanan gargaralardır. Bu çalışmada amacımız, ozonlanmış su uygulamasının farklı solüsyonlarla yaşlandırılmış restoratif materyallerin renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerini in vitro olarak araştırmaktır.

5.1 Materyal Seçimi

Pedodontide restoratif materyal seçiminde flor salınımı, estetik, uygulama kolaylığı ve fiziksel stabilite gibi birçok faktör göz önünde bulundurulmaktadır. Pedodontide yaygın kullanılan RMCİS ve kompomer materyallerinin renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğü, çalışmalarda sıkça araştırılan bir konudur (164, 176). Kompomer ve RMCİS'lerin çocuklarda kullanılan ideal restoratif materyaller olduğu düşünülmektedir (177). Özellikle süt dişlerinde yaygın olarak bu iki materyalin tercih edilmesinde flor salınımı ve çürükten koruyucu özellikleri etkili olmaktadır.

Literatürde CİS alt gruplarında yer alan restoratif materyallerden bazılarının kompomerden daha fazla renk değişikliği gösterdiği belirlenmiş ve florür salan materyallerin pH değişimlerine maruz kaldıklarında önemli miktarda iyon saldıgı, dolayısıyla yüksek iyon değişim hızına neden olduğu ve bu durumun sonuçta renk değişikliğine yol açtığını belirten çalışmalar yer almaktadır (178, 179). Bu nedenle çalışmamızda karşılaştırılabilirliğini arttırmak için flor içerikli olan rezin esaslı materyaller seçildi. Cam iyonomer içerikli materyallerin; minimal preparasyon ile diş dokularına kimyasal bağlanabilirliği ve flor salınımı özellikleri sayesinde diş hekimliği rutin uygulamalarında popülarlığı artan materyaller olması nedeniyle, geliştirilmeleri ihtiyacı ortaya çıkmıştır (180). Cam

iyonomer içerikli restoratif materyallerde pH değişikliklerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisinin materyal yapısıyla ilgili olduğu belirtilmiştir. Rezin içeriği fazla olan restoratif materyallerin düşük pH'dan daha az etkilendiği sonucuna varılmıştır (181). Çalışmamızda özellikle, kısa sürede uygulanabilme ve yüksek oranda flor salma özelliklerine sahip güncel ve yeni geliştirilmiş olan; Cention-N materyali ile kompomer ve RMCİS materyalleri değerlendirildi.

Rezin içeren materyallerin yüksek renk değişimleri, başlatıcı sistemdeki, aktivatördeki ve kompozit monomerlerin su emme özelliklerindeki kimyasal değişikliklerle ilişkilendirilmiştir (182). Ayrıca inorganik doldurucu partiküllerin boyutu, organik matriks içeriği ve renklendiricilerin adsorpsiyon ve absorpsiyon özellikleri de renk stabilitesini olumsuz yönde etkileyen faktörler olarak değerlendirilmektedir (147).

Çocuklar arasında içecek tüketimi çok artmaktadır. Yiyecek ve içecekler ağız boşluğundaki pH'ı etkiler, bu nedenle dişler ve dental restorasyonlar etkilenebilir (178). Birçok çalışmada kola, portakal suyu ve çikolatalı süt en çok tüketilen içecekler olmaları, mükemmel boyama yetenekleri nedeniyle tercih edildiğinden çalışmamızda bahsedilen solüsyonlar kullanılmıştır (152, 175, 183).

5.2 Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü

Boyanabilirliği etkileyen diğer önemli faktörler yüzey pürüzlülüğü, yüzey bütünlüğü ve cilalama tekniğidir. Asidik koşulların CİS, RMCİS, kompomerler ve kompozit rezinler üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğu rapor edilmiştir (184). Yüzey pürüzlülüğünde 0,2 µm'nin üzerindeki herhangi bir artış, plak birikiminde eş zamanlı bir artışa ve ardından çürük ve periodontal inflamasyon riskinde artışa neden olur (185, 186). Artan pürüzlülük nispeten pürüzsüz yüzeylere göre daha fazla plak tutulmasına ve renk değişikliğine yol açabilir (187). CİS ve kompomerler üzerine yapılan önceki çalışmalarda çok sayıda yazarın gösterdiği gibi, en pürüzsüz yüzeyler mylar şeritle elde edilir (188, 189). Rezin bazlı restorasyonların bitirilmesinde de mylar şerit kullanımı daha pürüzsüz bir yüzey oluşturmaya rağmen mylar şerit ile temas halinde polimerize edilen resin bazlı materyaller, resin açısından zengin bir yüzey tabakası bırakır.

Ağız ortamında kolayca aşınarak kaba inorganik dolgu maddelerini açığa çıkaran bu oksijen inhibisyon tabakası, daha fazla su emme eğilimindedir ve renklenmeye daha yatkındır (190). Adsorpsiyon ve absorpsiyonun derecesini etkileyebilecek faktörler arasında yüzey kalitesi, hidrofiliklik, termal stres ve

yaşlandırma çözeltisinin pH değeri yer alır. Yüzey kalitesi cilalama tekniğine de bağlıdır (191). Diş rengindeki restoratif materyallerin bitirilmesi ve cilalanması için çeşitli materyaller kullanılır; elmas ve karbür bitirme frezleri, alüminyum oksit kaplı aşındırıcı diskler, aşındırıcı şeritler ve parlatma patları dahil olmak üzere kalından ince grenli aletlere doğru kademeli olarak kullanımları tercih edilir. Bu aletlerin her biri, rezinin oksijen inhibisyon tabakasını ortadan kaldırır (192).

Klinikte en çok kullanılan yöntem, bitirme işleminin elmas frezle ve polisaj işleminin alüminyum oksit disklerle yapılmasıdır (193). Bouvier ve ark., en düzgün kompomer yüzeyinin alüminyum oksit disk sistemi ile oluştuğunu bildirmişlerdir (194). Çalışmalarda alüminyum oksit disk sistemlerinden olan Super-Snap Rainbow polisaj kitinin, diğer polisaj sistemlerinden daha pürüzsüz bir yüzey oluşturduğu gösterilmiştir (195, 196). Bu bilgiler doğrultusunda biz de çalışmamızda Super-Snap Rainbow polisaj kitini kullandık.

5.3 Çalışma Süresi

Literatürde farklı içeceklerin restoratif materyellerin renk ve pürüzlülüğü üzerine etkisini araştıran çalışmalar mevcuttur (164, 187). Çalışmamızda çalışma süresi belirlerken hem solüsyonlar için ideal bekleme süresi hem de ozonun gargara formunda kullanımı göz önünde bulunduruldu. Renklendirici içecekler içerisinde farklı sürelerde bekletilen örneklerin renk değişim değerlerinin incelendiği bir çalışmada ilk bir haftada meydana gelen renklenmenin en fazla olduğu bildirilmiştir (197). Literatürde ozonlanmış suyla yapılan gargara hakkında sınırlı sayıda çalışma bulunmakla birlikte Anumula ve ark.'nın ozonlanmış su ve klorheksidin gargarasını karşılaştırdıkları bir çalışmada test süresi olarak 14 gün kullanılmıştır (198). Güler ve ark.'nın 5 farklı rezin içerikli restoratif materyali farklı asidik solüsyonlara maruz bırakarak yaptıkları çalışmada 7 ve 14. günlerde ölçüm yapılmıştır (164). Çalışmamızda ozonun gargara formunda kullanılması planlandığından literatürde bulunan gargara süreleri değerlendirildi. Thomas ve ark., yeşil çay ve klorheksidin içerikli iki gargaranın antimikrobiyal etkilerini araştırdıkları çalışmada 2 haftalık bir süreç kullanılmıştır (199). Jain ve ark.'nın 4 farklı ağız gargarasının antimikrobiyal etkinliğini araştırdıkları çalışmada gargara kullanım süresi 14 gündür (200). Literatürdeki bilgiler doğrultusunda ozonlanmış su uygulaması 14 gün boyunca yapıldı. 0., 1., 7. ve 14. günlerde yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçümleri yapıldı.

Günlük içecek tüketimini simüle etmek için literatürdeki bilgiler doğrultusunda, örnekler her gün, günde 3 saat boyunca solüsyonlara batırıldı ve günün geri kalanında, distile suda saklandı (175, 178, 201). Turssi ve ark., distile su veya yapay tükürükte saklanan rezin bazlı materyallerin benzer bir mikromorfolojiye sahip olduğunu bildirmişler (202). Bu nedenle çalışmamızda numunelerin saklanması için yapay tükürük yerine distile su kullanıldı.

5.4 Renk Ölçümü

Bu çalışmada, renk hassasiyetinden kaynaklanan yanlılığı en aza indirmek ve tekrarlanabilirlik, hassasiyet ve objektiflik sağlayabilmek için bir spektrofotometre kullanıldı. CIELAB, materyallerdeki L^* , a^* , b^* renk değişim değerleri kullanılarak ΔE_{ab} formülü ile hesaplanır. 2001 yılında CIE tarafından güncellenen yeni bir formül olan CIEDE2000 (ΔE_{00}) tanıtılmıştır (203). Sharma ve ark., çalışmalarında CIEDE2000 (ΔE_{00}) formülünün renk değişimlerini ölçmede CIELAB (ΔE_{ab}) formülüne göre daha hassas olduğunu belirttikleri için çalışmamızda CIEDE2000 formülü tercih edilmiştir (204).

Boyama prosedürlerinin neden olduğu renk değişiklikleri istatistiksel olarak anlamlı ancak klinik olarak kabul edilebilir düzeylerde olabilir. Ghinea ve ark.'na göre %50 kabul edilebilirlik ve algılanabilirliğe karşılık gelen ΔE_{ab} değerleri sırasıyla 3,46 ve 1,80 iken, %50 kabul edilebilirlik ve algılanabilirliğe karşılık gelen ΔE_{00} değerleri sırasıyla 2,25 ve 1,30 idi (174). Bu çalışmada ΔE_{00} için Ghinea ve ark.'nın değerleri benimsenmiştir.

5.5 Ozon Uygulama Prosedürü

Tıbbi ozon uygulamalarında, farklı hastalıklar ve sistemik durumlar için uygulanması gereken optimum doz aralıkları belirlenmiş, bu sayede sistemik ozon uygulamaları uluslararası standardizasyona kavuşmuştur (205). Buna karşın diş hekimliğinde ozon kullanımına ilişkin yazılan ilk kılavuz olan Madrid Bildirisi'nde, diş hekimliği dallarında yapılan önceki çalışmalara dayanarak teröpatik aralığı daraltmanın ve optimum doz aralığı vermenin zor olduğu, verilen bilgilerin ise yeni çalışmalarla güncellenebileceği bildirilmiştir (205). Nicolini ve ark., ozonlanmış su gargarasının erken plak oluşumu ve diş eti iltihabı üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. İn vivo yapılan çalışmada 70 $\mu\text{g/ml}$ 'de 10 dakika sürede ozonlanmış su gargarası günde 1 kere kullanılmıştır (13). Cosola ve ark., ortodontik hastaların ağız hijyeninin korunmasında klorheksidin ve ozonlanmış suyun klinik etkinliğini karşılaştırmışlardır. Çalışmada 50 mg/saat (20 °C) ve 0,2

l/dak'lık akış hızı ile elde ettiği ozonlanmış su ile günde 2 kere gargara olarak kullanılmıştır (14). Mon ve ark.'nın 10-12 yaş grubundan 100 kişiyle yaptıkları klinik çalışmada ozonlanmış su, bitkisel gargara ve klorheksidin gargarasının antimikrobiyal etkinliği araştırılmıştır. Ozon jeneratörü (Ozone Engineers, Coimbatore) kullanılarak suyun 1 dakika süreyle ozonlanmasıyla her gün taze olarak ozonlanmış su hazırlanmıştır. Dakikada 2,4 mg/L (>2 ppm) konsantrasyonda ozonlanmış su üretilmiştir. Deneklerin 15 gün boyunca her gün 1 dakika boyunca gargara yapmaları istenmiştir (206). Ozon gaz veya sulu fazda güçlü bir oksitleyici güce sahip olduğu ve güvenilir bir mikrobisidal etkiye sahip olduğundan dolayı, su formunda kullanılmıştır (207). Çalışmamızda henüz piyasaya yeni sürülen bir ozon jeneratörü olan Ozonette Dent kullanıldı. Literatürde Ozonette Dent ozon jeneratörü ile yapılan çalışma mevcut değildir. Mevcut literatür çalışmalarında kullanılan ozon konsantrasyonları dikkate alınarak 10 dakika süreyle, 30 l/h akış hızıyla, 50 µg/ml dozunda ozonlanmış su elde edilmiştir.

Ozonun profilaktik olarak kullanımının faydalı olacağını bildiren güncel çalışmalar mevcuttur (15, 16). Ozonun ortodonti hastalarında antibakteriyel etkisiyle plak oluşumunu engellemek amacıyla, ortodontik braketlerin bağlanma başarısını arttırmak amacıyla ve osteotomi sonrası enfeksiyonlara karşı profilaktik antimikrobiyal tedavi olarak kullanım alanları bulunmaktadır (15, 16, 208). Ozonun gargara olarak kullanıldığı çalışmalar mevcuttur (13, 209, 210). Bu çalışmalarda ozonun kullanımı genellikle periodontal amaçla olmuştur (13, 14, 198). Ozonun dişleri beyazlatma amacıyla kullanıldığı çok sayıda çalışma yapılmıştır (211, 212). Ozonun profilaktik kullanımının restoratif materyaller üzerinde renklenmeyi engelleyici etkisi daha önce araştırılmamıştır. Ozon biyolojik açıdan güvenli bir materyal olarak kabul edildiği için günlük ozonlanmış su ile gargara yapılabileceği ve bu uygulamanın restoratif materyallerin renk stabilitesine katkıda bulunacağı düşünülmektedir (78). Bu yüzden çalışmamızda ozon uygulamasının farklı solüsyonlara maruz bırakılan restoratif materyallerin renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini araştırmak üzere numunelerin yarısına yaşlandırılma solüsyonlarına daldırılmadan önce ozonlanmış su uygulaması yapıldı.

5.6 Restoratif Materyallerin Renk Değişimi

5.6.1 Ozonun Restoratif Materyallerin Renk Değişimi Üzerine Etkileri

Ozon organik ve inorganik maddelerle çeşitli kimyasal reaksiyonlara katılabilen oldukça oksitleyici bir ajandır (213). Ozonun ayrışması sonucunda güçlü okside edici özelliklere sahip olan peroksit ve hidroksil radikalleri oluşur. Bu radikaller, eşleşmemiş elektronlara sahip oldukları için son derece elektrofilitir ve stabilize olabilmek için mine yapısındaki inorganik tuzlar ile organik pigment molekülleri arasındaki kromofor moleküllerinden oluşan çift bağlar ile tepkimeye girerler. Buna bağlı olarak kromofor moleküllerinin enerji Emilimi değişir ve daha az ışık yansıtan basit moleküller oluşur. Özetle ozonun ayrışması sonucu oluşan serbest oksijen radikalleri renkli organik moleküller ile tepkimeye girerek mine yüzeyinde ağartma sağlar (214).

Tiwari ve ark. tarafından ozonun koruyucu madde olarak portakal sularında kullanılmasının araştırıldığı çalışmada artan gaz akış hızı, ozon konsantrasyonu ve ozonlama süresiyle birlikte portakal sularının renk tonunda artışa neden olduğu saptanmıştır (215). Tiwari ve ark., renk değişiminin sebebinin sulu çözeltide oluşan ozon ve hidroksil radikallerinin (OH-) portakal suyunda bulunan renkten sorumlu olan karotenoid pigmentlerinin aromatik halkalarını açması ve organik asitler, aldehitler ve ketonlar gibi ürünlerin kısmi oksidasyonuna sebep olabilmesi ile açıklamıştır. Çalışmamızda ozonlanmış su uygulanan ve uygulanmayan grupların karşılaştırılmasında tek anlamlı fark portakal suyuna daldırılan kompomer grubunda ΔE_{007} değerlerinde görülmüştür. Ozonlanmış su uygulanan grup ozonlanmış su uygulanmayan gruptan daha yüksek renk değişimi gösterdi. Bunun nedeninin çalışmamızda disklerin önceden ozonlanması ile ozonun oksitleyici etkisinin resin materyallerin organik yapılarını çözmesi ve ardından uygulanan asidik özellikteki portakal suyunun daha çok penetre olması ile renklenmeyi arttırmış olabileceği düşünülmektedir.

5.6.2 Restoratif Materyallerin Yapısı ve Solüsyonların Restoratif Materyallerin Renk Değişimi Üzerine Etkileri

Çalışmalar, restoratif materyallerin renklerinin çay, kahve, kola, kırmızı şarap, meyve suları ve enerji içecekleri gibi renklendirici pigment içeren içeceklerden etkilendiğini göstermektedir (216, 217). Ayrıca içecek türü gibi faktörler, pigment miktarı ve hidrojen gücü (pH) değerinin farklı derecelerde renklenmeye neden olduğu bildirilmektedir (218). Resin bazlı materyaller hidrofilik özelliklerinden dolayı suyu emebilmektedir. Bu yapıları nedeniyle pigmentleri ve diğer sıvıları da emebilirler; buna bağlı olarak restorasyonlarda

renklenmeler görülebilmektedir (90, 91). Özellikle RMCİS materyalinin aşırı renk değişimi hidrofilik bir monomer olan HEMA içeriğiyle ilişkilidir (152). Ayrıca Catelan ve ark. tarafından suyun, su absorpsiyon sürecinde renklendirici ajanlar için taşıyıcı görevi gördüğü rapor edilmiştir (219). CN'nin gözle görülür derecede renk stabilitesi, bileşimindeki rezinler ile ilişkilidir (220). CN materyali; UDMA, DCP, aromatik bir alifatik-UDMA ve PEG-400 DMA içeren organik sıvının yanı sıra yüksek doldurucu içerir. Böyle bir kombinasyon düşük su emilimine izin verir, bu da kromoforların yüzeye daha az nüfuz etmesini ve daha az renk değişimi sağlar (220). Ayrıca CN, fotobaşlatıcı olarak amin yerine tiyokarbamid kullanır. Tersiyer aminler en yaygın kullanılan aktivatörlerdir. Bu aktivatörler zamanla oksidasyona uğrayarak yaygın olarak amin renk değişikliği olarak bilinen renk değişikliklerine yol açtıkları bilinmektedir (221). Materyalde gözlemlenen renk değişiklikleri minimum düzeyde olsa da, polimerik matriks materyalinin veya diğer bileşenlerin bozulmasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir (220).

Literatürde var olan, CN'nin renk değişimini değerlendiren çalışmaların çoğu CN'nin renk değişiminin fazla olduğunu belirtmişlerdir (222, 223). Lastre ve ark., kompozit rezin, bulk fill, cam iyonomer ve CN materyallerinin üç farklı içeceklerle yaşlandırılması ile renk değişimlerini inceledikleri çalışmalarında CN'nin en çok renklenme eğilimi olan materyal olduğunu saptamışlardır (222). Amalavathy ve ark., CN ve Equa Forte materyallerini dört farklı içeceklerle yaşlandırıp, bunların renk ve sertlik değerlerini incelemişlerdir. CN'nin, Equia Forte'a kıyasla renk değişikliğine uğrama potansiyelinin daha fazla olduğunu bildirmişlerdir (224). Majeti ve ark., kompozit ve CN materyallerini karşılaştırmış ve 60 gün sonunda CN'nin daha fazla renklendiğini saptamışlardır (217). Raman ve ark. da benzer şekilde CN'nin kompozitten daha fazla renklendiğini saptamışlardır (225). Bhattacharya ve ark. tarafından yapılan çalışmada CN, Fuji IX GP ve Fuji IX GP Extra ile karşılaştırıldığında ısı döngüsüyle en az renk değişimi gösteren materyal olarak bulunmuştur (220). Fuji IX GP Extra ve Fuji IX GP, materyallerinin poliasit içeriği ve metal poliakrilat tuzlarının bozunması nedeniyle renk stabilitesinin düşük olabileceği bildirilmiştir (220). Çalışma sonuçlarımıza göre ozonlanmış su uygulamasından bağımsız olarak restoratif materyallerin hepsi tüm solüsyonlarda renk değişimi gösterdi. CN grubu'nun 7. gün ozonlanmış su uygulanan ve ozonlanmış su uygulanmayan distile su grupları hariç hepsi Ghinea ve ark.'nın belirlediği kabul edilebilir değerde renk

değişikliğine uğrarken, kompomer ve RMCİS grupları 14 gün sonunda tamamı kabul edilemez renk değişikliğine uğradı (174). Benzer şekilde çalışmamızda kullanılan kompomer ve RMCİS içeriğinde poliasit olduğundan, CN'e göre daha çok renklenmelerinde etkili olmuş olabileceği düşünülmektedir. Çalışmalarda CN'nin renk değişiminin diğer restoratif materyallere göre yüksek olmasının sebebinin karşılaştırılan restoratif materyallerin çalışmalar arasında farklılık göstermesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Amalavathy ve ark. yaptıkları çalışmada CN numunelerinde 7. günden 14. güne kadar kahve solüsyonunda renklenmeye karşı bir miktar direnç geliştiği bildirilmiştir (224). Aynı çalışmada 21. gün gözle görülür bir renk değişimi olmuş, 28. güne kadar ise ihmal edilebilir bir renk değişimi gözlenmiştir. Benzer şekilde çalışmamızda ozonlanmış su uygulanan ve ozonlanmış su uygulanmayan CN grubu'nun 1. ve 7. günlerde distile su gruplarında yüksek renk değişikliği görüldü. 7. gün en yüksek renk değişimi gözlendikten sonra 14. gün ise renk değişimi oldukça azaldı ve diğer restoratif materyal gruplarına göre daha düşük ΔE_{00} değeri gözlendi. CN, dual cure özelliği nedeniyle daha hidrofobiktir ve daha düşük çözünme oranına sahiptir (225). Daha az çözünmesi sebebiyle totalde renk değişimi fazla olmamıştır (161). Çalışmamızda da görüldüğü gibi CN kendi içinde dalgalı, diğer restoratif materyallerle karşılaştırılınca stabil bir renk değişimine sahiptir. CN'nin kompozite göre daha yüksek renk değişikliklerinin, materyalden florür salınımının sonucu olduğu kabul edilmiştir (179, 217). Rai ve ark., CN'nin 1. günde en fazla flor saldıgını ve 6. günde flor salınımının azaldığını belirtmişlerdir (226). Çalışmamızda CN materyalinde distile suda 7. günde en yüksek renk değişiminin sebebi 1-7 gün arasındaki yoğun flor salınımından ve su absorpsiyonundan kaynaklanmış olabilir. Yapılan bir çalışmada CN'nin florür salınımının, RMCİS veya kompomerlere göre önemli ölçüde daha düşük olduğu belirtilmiştir (227). CN'nin 14 gün sonunda en az renklenen restoratif materyal olmasının sebebinin bu olabileceği ve uzun dönemde su absorpsiyonunun dengelendiği düşünülmektedir.

Aşırı su emiliminin rezin bileşenini genişletip plastikleştirdiği, silanı hidrolize ettiği ve mikro çatlaklara neden olduğu kanıtlanmıştır (228, 229). Böylece dolgu maddesi ve matriks arasındaki arayüz boşlukları, lekenin nüfuz etmesine ve renk bozulmasına izin verir. Test edilen RMCİS materyalinin renklenmeye karşı daha fazla duyarlılığı aynı zamanda yüksek su emilimine de

bağlanabilir. Yap ve ark., RMCİS'nin, fotopolimerizasyondan sonra meydana gelen asit-baz reaksiyonundan dolayı renk bozulmasına maruz kaldığını bildirmişlerdir (230). Kompomer de Bis-GMA ve HEMA gibi hidrofilik rezinler ve artan su afinitesine sebep olan karboksil grupları içerdiğinden renklenmeye meyilli bir materyaldir (231). Bu materyallerde gecikmiş asit-baz reaksiyonu sırasında suyun emilmesi nedeniyle polimerizasyon sonrası renk değişikliği meydana gelir (232). Resin matriksinin su emmesi geç dönemde renk bozulmasına neden olabilir (233). Literatürde renk değişimlerinin en fazla ilk 1. haftada gözlemlendiği görülmüştür (147, 179). Çalışmamızda, kompomer ve RMCİS materyallerinde en fazla 14. gün renk değişimi gözlemlendi. Bu farklılığın sebebinin kompomer ve RMCİS'nin resin içeriğinden dolayı uzun süreli daldırmadan sonra oluşan suyun higroskopik emilimine bağlanabileceği düşünülmektedir (234, 235).

RMCİS genellikle CİS ile kompomer arasında renk değişimi değerleri göstermiştir (152, 236). Tunc ve ark tarafından yapılan çalışmada çalışmamıza benzer şekilde test edilen materyallerden renklenmeye karşı en dirençli olanın CİS (Fuji IX) olduğu, ardından kompozit rezinin (Filtek Z250), kompomer'in (Dyract Extra) ve RMCİS'nin (Fuji II LC) yer aldığı bildirilmiştir (152). Hotwani ve ark., portakal suyu, süt ve kolaya batırılmış giomer (Beautifil II) ve RMCİS'nin (Fuji II LC) renk stabilitesini karşılaştırmışlardır. Giomer'in (Beautifil II), pürüzsüz bir yüzey sağlayan küçük boyutlu dolgu parçacıkları nedeniyle RMCİS'den (Fuji II LC) daha iyi renk stabilitesine sahip olduğunu bulmuşlardır (179). Benzer şekilde Güler ve ark.'nın yaptığı çalışmada 5 farklı resin içerikli restoratif materyal (nanohibrit kompozit, giomer, akışkan kompozit, kompomer, RMCİS), 5 farklı asidik solüsyon ile yaşlandırılmıştır (164). Restoratif materyaller içerisinde en yüksek renk değişiminin RMCİS, en düşük değişimin ise nanohibrit kompozitte olduğu görülmüştür (164). Çalışmamızda RMCİS diğer restoratif materyallere göre içerisine daldırıldığı solüsyonlardan ozonlanmış su uygulanmayan kola grubu ΔE_{0014} , ozonlanmış su uygulanan çikolatalı süt grubu ΔE_{001} , ozonlanmış su uygulanan kola grubu ΔE_{007} ve ΔE_{0014} değerlerinde anlamlı olarak yüksek bulunduğundan literatürü desteklemektedir.

Bezgin ve ark.'nın çalışmalarında CİS, kompomere göre daha az renk değişimi gösterirken, en fazla renk değişimi kompozit rezinlerde gösterilmiştir. CİS ve kompomerin renk değişiminin düşük olmasının olası nedeni olarak

materyallerin rengi absorbe etmemesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir (237). Ayrıca kompomerin rezin içeriğine sahip olmasına rağmen, içindeki cam dolgu partiküllerinin renklendiricilerin daha fazla absorbe edilmesine izin vermediğini belirtmişlerdir (237). Kompomerin renk stabilitesinin RMCİS'e üstünlüğünü bir çok çalışma ele almıştır (238, 239). Savaş ve ark.'nın yaptığı dört farklı içeceğin (distile su, kola, portakal suyu ve çikolatalı süt), dört farklı restoratif materyal (Glasiosit, Ketac N100 ve GCP Glass Fill, GC Equia) üzerindeki renk değişimini incelediği çalışma da bu sonuçları desteklemektedir (183). Kompomer (Glasiosite), her ikisi de yüksek boyama kabiliyetine sahip olan çikolatalı süt ve kolayca batırıldıktan sonra bile diğer restoratif materyallerden önemli ölçüde daha az renk değişimi sergilemiştir (183). Çalışmamızda kompomer gruplarının çoğu bu sonucu destekler niteliktedir. Kompomerdeki renk değişimi ozonlanmış su uygulanmayan distile su grubunun 1. günü hariç bütün zaman dilimlerinde anlamlı olarak RMCİS grubundan daha düşük bulunmuştur.

Çalışmalar, renk stabilitesinin materyallere bağlı olduğunu ve hastaların tükettiği içecek türlerinin de restoratif materyallerin renk stabilitesini etkilediğini göstermiştir (240, 241). Kolada ortofosforik ve karbonik asitlerin varlığından dolayı düşük pH, rezin bazlı restorasyonların renginin bozulmasına ve renklenmesine neden olabilir. Ayrıca kola çözeltisindeki karamel rengi, en soluk sarıdan en koyu kahverengiye kadar değişen renk değişikliklerine neden olur (242). Mohan ve ark., kolanın kompozit, RMCİS ve kompomerin renk stabilitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada RMCİS'nin en fazla renklenen materyal olduğunu bildirmişlerdir (243). Kola'nın diğer içeceklerden daha fazla renklenme yaptığını gösteren çok sayıda çalışma mevcuttur (152, 244). Çalışmamızda ozonlanmış su uygulanmayan gruplardan kompomerin 7. günü, CN ve RMCİS'nin 14. günü ile ozonlanmış su uygulanan gruplardan CN'nin 14. günü ve RMCİS'nin 7. ve 14. günlerindeki ΔE_{00} değerleri kolada anlamlı fark ile daha yüksekti. Kola materyaller arasında en fazla RMCİS materyalinde renk değişimine neden oldu.

Portakal suyunun renk çalışmalarında genellikle diğer solüsyonlar kadar renklenme yapmadığı gözlenmiştir (183, 245). Çok az çalışmada portakal suyu çözeltisindeki renk değişimi diğer içeceklere göre daha fazla bulunmuştur (246). Çalışmamızda da ΔE_{00} değerleri anlamlı çıkan içeceklerin çoğunda portakal suyu en düşük değere sahiptir. Günlere göre değerlendirildiğinde ise ozondan bağımsız

olarak portakal suyunda kompomer ve RMCİS grupları anlamlı olarak 14. gün en yüksek ΔE_{00} değerlerini gösterdi.

Savaş ve ark.'nın çalışmasında, RMCİS, kompomer ve CİS materyalleri arasından kompomer grubunda 28 gün sonunda en fazla renklenmeyi çikolatalı süt yapmıştır (183). Bezgin ve ark., üç farklı restoratif materyalin; Kompomer (Dyract AP), CİS (Ionofill Molar AC) ve kompozit rezinin (Filtek Z250) farklı içeceklere (meyve suyu, kola ve çikolatalı süt) daldırılmasından sonra renk değişimlerini değerlendirmişlerdir (175). En belirgin renk değişimi çikolatalı süte batırılan gruplarda meydana gelmiştir. Çalışmamızda ozonlanmış su uygulanan kompomerde 14. gün ve ozonlanmış su uygulanmayan kompomerde 7. ve 14. günler en fazla renk değişimi çikolatalı süt grubunda görüldü. Habib ve ark.'nın çalışmalarında bildirildiği gibi çikolatalı sütün renklendirme etkisi, organik bileşenlerinden ve yağlı doğasından kaynaklanıyor olabilir. Bu nedenle çikolatalı süt rezin yüzeyine kolayca adsorbe olur ve organik matriksle etkileşime girerek renginin bozulmasına neden olur (247). Çeşitli boyama solüsyonlarına daldırıldıktan sonraki renk değişiklikleri yalnızca pH ile ilişkili yüzey değişikliklerine atfedilemez çünkü çalışmamızda hafif asidik olan çikolatalı süt (pH: 6,4) kolayca (Ph: 3,0) yakın renk değişikliğine neden olurken, asidik olan portakal suyu (pH: 3,6), distile suya (pH: 5,6) yakın renk değişikliğine neden oldu. Çalışmamızda tüm materyaller için 14. gün en çok renklendirmeyi kola ve çikolatalı süt yaparken, 1. ve 7. günlerde en çok distile su ve kola renklenme yaptı. Çalışmamızdan kolanın genellikle her zaman diliminde renk değişikliği yaptığı ve çikolatalı sütün renklenme yapabilmesi için zaman geçmesi gerektiği anlaşılırken distile suyun ise erken evrede su Emilimi ile renklenmeye neden olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Dişlerde, restorasyonlarda ve hatta ağız mukozasında renklenmeye neden olabilecek ekstrinsik faktörlerden biri olan gargaralar araştırmacılar tarafından incelenmiştir (233, 248). İlginç bir şekilde, su içeriği de renk değişimini etkiler ve ağız gargaralarının sergilediği etkilerin aynısı distile su kullanımından da kaynaklanabilir (232). Gargara ve jellerin renk stabilitesi üzerindeki etkileri distile sudan farklı değildir. Çünkü gargaranın bileşiminde koruyucu madde olarak florür parçacıklarının yanı sıra su da bulunur, bu da renk değişimi üzerinde olumsuz etkiye neden olabilir (249). Hotwani ve ark., florür salan materyallerin pH değişimlerine tabi tutulduğunda, yapay tükürük veya salinde depolandığından

daha fazla iyon salımına sahip olduğunu ve bunun da daha fazla renk değişimine neden olacağını bildirmişlerdir (179). Bunun aksine Bezgin ve ark.'nın kompomer, CİS ve kompozit rezin materyallerini üç farklı solüsyonla yaşlandırdıkları, fırçalanan ve fırçalanmayan gruplara ayırdıkları çalışmada 60 gün sonra fırçalanmayan distile su grubunda kabul edilemez renklenme olduğunu saptamışlardır (175). Çalışmamızda benzer şekilde CN materyali distile suda daha fazla renk değişimi gösterdi. Ayrıca ilk 24 saatteki renk değişiklikleri, 24 saate kadar süren ışınlama sonrası polimerizasyon reaksiyonuna bağlanabilir (235). Çalışmamızda distile suyun en fazla renk değişikliği yaptığı dönem ilk 24 saat olmuştur. Bu polimerizasyon reaksiyonlarına bağlanabilir. Oysa uzun süreli daldırmadan sonraki değişiklikler materyaldeki suyun higroskopik emilimine bağlanabilir (234, 235). Bunun aksine distile suyun renklenmeyi etkilemediği çalışmalar daha fazladır (233, 250). Ulusoy ve ark., dört ağız gargarası ve distile suyun kompozit rezinler, kompomerler, giomerler ve rezin modifiye cam iyonomerlerde renk değişikliği üzerindeki etkilerini incelemişlerdir (233). Sonuçta distile suya daldırılan materyallerin tümünde renk değişikliği gözlenmiş, ancak aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Al-Samadani ve ark.'nın yaptığı çalışmada estetik kompozit rezin materyalleri 24, 48 ve 72 saat boyunca distile suya daldırıldığında toplam renk farklılıkları algılanamaz ve klinik olarak kabul edilebilir bulmuştur (250). Çalışmamızda ozonlanmış su uygulanmayan CN grubunda 1. ve 7. günler ve ozonlanmış su uygulanan kompomer grubunda 1. gün ve ozonlanmış su uygulanmayan kompomer grubunda ise 1. ve 14. günlerde anlamlı fark ile distile suyun diğer solüsyonlardan daha yüksek renk değişimine neden olduğu görüldü. Distile suyun boyama etkisinin gruplar arasında en düşük olması beklenirken tam tersi bir sonuç elde edilmesinin distilasyon yöntemi ve kullanılan cihazdan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca diğer solüsyonlarda olduğu gibi solüsyonların numunelerden temizlenmesi için yıkama prosedürünün uygulanmaması ve su emiliminden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

5.7 Restoratif Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğü

5.7.1 Ozonun Restoratif Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkileri

Ozondan salınan serbest radikallerin oksitleyici etkileri, mine renk değişimlerinden sorumlu olan organik maddeleri parçalayarak, minenin

gözenekliliğini ve erozyonunu arttırır (207). Ancak ozon farklı restoratif veya protetik materyallere uygulandığında farklı sonuçlar bulunmuştur. Afifi ve ark., 20, 40, 60 sn, 4 mg/l konsantrasyonda ozonlanmış su uygulayarak kompozit ve CİS ile restore edilen dişlerin yüzey pürüzlülüğü ve marjinal sızdırmazlığını değerlendirdiği çalışmada tüm gruplarda ozon uygulama süresi arttıkça yüzey pürüzlülüğünün arttığını görmüşlerdir (207). Protez materyallerinin dezenfeksiyonunda ozonlanmış su kullanımını araştıran Punia ve ark., en fazla pürüzlüğün ozonlanmış su uygulanan grupta olduğunu göstermişlerdir (251). Nishikiori ve ark. ise ozonlanmış suyun sodyum hipokloritten belirgin düzeyde daha az yüzey pürüzlülüğüne sebep olduğunu saptamışlardır (252). Elhamid ve ark. tarafından kompozitler üzerinde yapılan çalışmada ozonlanmış jelin ortalama yüzey pürüzlülüğünün daha düşük olduğu gösterilmiştir (253). Elhamid ve ark., bu etkinin serbest aktif radikallerin güçlü oksitleyici etkisi ile olabileceğini açıklamışlardır. Bu tür serbest radikallerin etkisi sadece rezin matriksiyle sınırlı olmayabileceğini, aynı zamanda cam veya seramik olsun dolgu parçacıklarını da etkileyecek şekilde genişletilebileceğini açıklamışlardır (253). Çalışmamızda ozon uygulamasının rezin içerikli materyallerin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisinin gruplar arasında anlamlı fark olmadığı görüldü. Bu farklılığın sebebinin ozon uygulama prosedürü ve ozon uygulama şeklindeki farklılıktan kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz.

5.7.2 Solüsyonların Restoratif Materyallerin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Etkileri

Kasraei ve ark. tarafından Fuji II LC, Activa BioActive, Cention N ve Z250 materyallerinin iyon salınımının araştırıldığı çalışmada, Cention N daha yüksek fosfat iyonu salınımı göstermiştir. CN'den fosfat iyonlarının 24 saatte Activa BioActive materyaline kıyasla daha fazla salınması, toz ve sıvının karıştırılması sırasında CN'de boşluk ve gözeneklerin oluşması ve kalsiyum florosilikatın alkali dolgu maddelerinin varlığı ile ilgili olabileceği açıklanmıştır (254). Materyal yapısında boşlukların varlığı su emilimine ve materyalin çözünmesine yol açmaktadır (255). Ayrıca, boşlukların varlığı polimerizasyon reaksiyonlarını engeller ve polimerize olmamış materyal miktarını artırarak daha fazla iyon salınımına yol açar (254). CN içeriğinde hidrofilik sıvı monomer (PEG-400 DMA) bulundurması ve florür, kalsiyum ve hidroksit iyonlarını salabilmesini, CN gruplarında gözlenen belirgin pürüzlülüğün nedeni olabileceği belirtilmiştir

(256, 257). CN'nin rezin yapısı temel olarak çift kütleme başlatıcıları içerir ve elle karıştırma gerektirir. Bu nedenle, Hatırlı ve ark., tek tüp kompozit rezin sistemleriyle karşılaştırıldığında CN'nin daha gözenekli rezin yapısının daha yüksek çözünürlükten sorumlu olabileceğini belirtmişlerdir (256). Ayrıca Yap ve ark.'nın yaptıkları çalışmada kullanılan kompomer ve RMCİS materyallerinde bulunan cam doldurucular bir polimer rezin içerisinde gömülü bulunmalarından dolayı asidik ortamda çözünmemektedir. Bu da yüzey pürüzlülüğüne direnç sağlamaktadır (258). Yüzey pürüzlülüğü sonuçlarımız bu çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Restoratif materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark çıkan grupların hepsinde CN en yüksek yüzey pürüzlülüğüne sahip materyaldi.

Restoratif materyallerin partikül boyutunun artması, polimer zincirleri yoluyla su emiliminin artmasıyla matriks ve dolgu partikülleri arasındaki bağları etkileyerek düzensiz bir yüzeyle sonuçlanmasına neden olur (233). Yazkan ve ark., CN'nin yüzey pürüzlülüğü değerini kompozitten düşük CİS'den yüksek bulmuştur (257). Hamouda ve ark. da aynı şekilde çalışmasında CİS'i, asidik ortamda en pürüzlü materyal olarak bulmuştur ve bunu RMCİS ve kompomer restoratif materyalleri takip etmiştir (201). Mohamed-Tahir, kompomer (DyractAP), giomer (Beautifil), CİS (Fuji IX), RMCİS (KetacMolar) ve rezin kompozit (Esthet-X) materyallerini farklı pH'larda sitrik asit içerisinde daldırmıştır. CİS ve RMCİS, kompomer'den istatistiksel olarak anlamlı olarak yüksek yüzey pürüzlülüğü değerlerine sahip olduğu bulunmuştur (259). Güler ve ark.'nın 5 farklı rezin içerikli restoratif materyali (nanohibrit kompozit, giomer, akışkan kompozit, kompomer, RMCİS), 5 farklı asidik solüsyon ile yaşlandırdıkları çalışmada en yüksek yüzey pürüzlülüğü değerini, en büyük partikül boyutuna sahip olan RMCİS'de bulurken, en düşük yüzey pürüzlülüğü değerini ise en küçük partikül boyutuna sahip olan kompozit materyalinde bulmuşlardır (164). Bani ve ark.'nın yaptıkları 5 farklı cam iyonmer içerikli materyali farklı pH değerlerine sahip sitrik asit çözeltisine maruz bıraktıkları çalışmada, Fuji II (RMCİS) ve Ketac N100 (RMCİS) materyalinin düşük pH'da en yüksek yüzey pürüzlülüğü değerine sahip olduğunu ve giomer ve kompomer materyalinin en pürüzsüz yüzeye sahip olduğunu bulmuşlardır (181). Kompomerler, saklama ortamındaki suyla reaksiyona girerek en üst katmanda karboksilat açısından zengin bir yüzey oluşmasına neden olan anhidrit özelliktedirler. Bu kompomeri

CİS ve RMCİS'e göre bozunmaya karşı daha dirençli hale getirir (260). Yüzey pürüzlülüğü değerlerinin küçük parçacık boyutuna sahip rezin esaslı restoratif materyallerde düşük, büyük parçacık boyutuna sahip restoratif materyallerde ise daha yüksek olduğu bulunmuştur (147, 164). Çalışmamızda en yüksek ΔRa_{14} değeri ozonlanmış su uygulanmayan portakal suyuna daldırılan RMCİS'de görülürken, en düşüğü ozonlanmış su uygulanmayan portakal suyuna daldırılan kompomerde görüldü. Ayrıca restoratif materyaller arasında kompomerin ozonlanmış su uygulanmayan distile su ve ozonlanmış su uygulanan ve uygulanmayan portakal suyu grupları'nın ΔRa_{14} değerlerinin en düşük değere sahip olmasının, kompomer'in (3 μm), CN (0,1-7 μm) ve RMCİS'e göre daha küçük ortalama partikül boyutlarının bir sonucu olabileceği düşünülmektedir.

Yaşlandırma çözeltisinin pH değeri aynı zamanda yüzey pürüzlülüğü üzerinde de etkili olabilir ve bu durum su emiliminde değişikliklere neden olabilir (191). Narenciye sularında (portakal ve nar suyu gibi) bulunan ana organik asit sitrik asittir. Bu baskın asit, kalsiyumu daha yüksek pH seviyelerinde şelatlayabilir, bu da onu aşındırıcı hale getirir (261). Güler ve ark.'nın kola, portakal suyu, kefir, gastrik asit ve tükürük solüsyonlarının kompomer, kompozit, RMCİS, giomer'in yüzey pürüzlülüğünü değerlendirdiği çalışmalarında pürüzlülük değerlerini en çok etkileyen sıvılar mide asidi ve portakal suyu olurken, kefir ve yapay tükürük ise en az etkileyen sıvılar olmuştur (164). Hamouda ve ark.'nın çalışmasında RMCİS, kompomer, kompozit ve CİS'in asitli ve nötr pH'lı içeceklere maruziyeti sonucu pürüzlülük değerlerine bakıldığında mirinda portakalı ve mango suyu; distile su ve doğal süttten daha fazla pürüzlülüğe sebep olmuştur. Ayrıca düşük pH'lı içecekler cam iyonomerler ve kompomerler için en agresif ortam olmuştur, buna karşılık kompozit rezin nispeten daha az etkilenmiştir (201). Meyve sularının gazlı içeceklerden daha yüksek aşındırıcı potansiyele sahip olduğunu tespit eden çalışmalar vardır (262, 263). Savaş ve ark.'nın CİS, kompomer ve RMCİS ile yaptığı renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğünü değerlendirdikleri çalışmada RMCİS diğer gruplardan daha yüksek yüzey pürüzlülüğü sergilemiştir. Portakal suyu, kola ve çikolatalı süt ile yaptıkları çalışmada portakal suyunun çalışılan tüm restoratif materyallerde en yüksek yüzey pürüzlülüğüne sebep olduğunu belirtmişlerdir (183). Çalışmamızda benzer şekilde ozonlanmış su uygulanmayan RMCİS ve ozonlanmış su uygulanan CN grubunda portakal suyu anlamlı olarak daha yüksek ΔRa değerine sahiptir.

Wongkhantee ve ark., kısa bir süre asitli içeceklere maruz bırakıldığında diş rengindeki restoratif materyallerin yüzey özelliklerinde istatistiksel anlamlı farklılık göstermediğini bildirmişlerdir (264). Cam iyonomer içerikli materyallerin bekletilme ortamlarında materyalin su emilimine bağlı olarak daha uzun bir asit-baz reaksiyonu oluşabileceği belirtilmiştir (265). Bu, restoratif materyallerin yüzey özelliklerinin değişmesinde içeceklerle temas süresinin önemli olduğunu göstermektedir. Çalışmamızda zamana göre yüzey pürüzlülüğü(ΔRa) değerlerinde anlamlı fark çıkan restoratif materyallerin 14. gün en yüksek yüzey pürüzlülüğü değerine sahip olduğu görüldü. Gazlı içecekler, çözelti içinde karbondioksitin oluşturduğu karbonik asit içerir. Karbondioksit uçup gittiğinde ve içecekler düz hale geldiğinde bile pH düşük kalır (206). Ancak içeceğin etkisi sadece pH'a değil aynı zamanda içinde bulunan pigmentlere de bağlıdır (206). Koladaki fosfat iyonlarının varlığı, kalsiyum fosfatın dişten çözünme hızını azalttığı için çözünmeyi baskılayabilir (234). Kolanın RMCİS üzerindeki etkisine gelince; yüzey altı renk değişikliği, matriksteki metal katyonların yerine dışarıya doğru yayılan ve yüzeyden salınan bileşenlerin içine yayılan hidrojen iyonlarına atfedilebilir. Buna göre çevredeki cam parçacıklarından daha fazla katyon çıkarılacak ve bunların çözülmesine neden olacaktır. Zamanla materyal, boşluklar ve çıkıntılı, çözünmemiş cam parçacıkları içeren pürüzlü bir yüzey sunar ve bu da daha fazla su ve gıdalardaki renklendiricilerin emilimine neden olur (266). Zajkani ve ark., kolanın sarı-kahverengi gazlı bir içecek olduğunu, renklendirici etkisinin yanı sıra rezin materyalleri üzerinde aşındırıcı etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir (244). Kola, portakal suyu ve yapay tükürüğün restoratif materyaller üzerinde yaptıkları yüzey pürüzlülüğünü değerlendiren çalışmalar mevcuttur (267, 268). Singh ve ark. tarafından yapılan farklı solüsyonların kompozitlerin pürüzlülüğü üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada kolanın portakal suyundan yüksek pürüzlülüğe sahip olduğunu bulmuşlardır (267). Rajavardhan ve ark. tarafından yapılan, kola ve portakal suyunun giomer ve kompomerin üzerindeki pürüzlülüğünü araştırdığı çalışmada kolanın portakal suyundan daha fazla yüzey pürüzlülüğüne neden olduğunu bildirmişlerdir (268). Çalışmamızda benzer şekilde Ozonlanmış su uygulanmayan kompomer grubunda ΔRa_1 , ΔRa_7 değerlerinde ve ΔRa_{14} değerinde anlamlı fark ile kola en yüksek yüzey pürüzlülüğü değerini gösterdi. Yapılan bir çalışmada meyve suyu ve fermente sütün, diğer rezin bazlı materyallerde kola'ya göre daha az yüzey

pürüzlülüğüne neden olduğu bildirilmiştir (269). Çikolatalı sütün yüksek kalsiyum ve fosfat konsantrasyonu varlığı ve yağlı doğası çalışmamızda olduğu gibi pürüzlülüğün azalmasına sebep olabilir (247). Fermente sütün, laktik asit nedeniyle yapısal kayıp olacağından daha fazla pürüzlülüğe neden olarak restoratif materyallerin yapısının çözünmesine katkıda bulunabileceği rapor edilmiştir (270). Belevcikli ve ark.'nın geleneksel ve renkli kompomerlerin kola, meyve suyu, süt ve distile suya daldırılarak yüzey pürüzlülüğününü değerlendirdikleri çalışmalarında süt içerisine daldırılan geleneksel kompomerlerde önceki günlerde anlamlı fark yokken, 21. gündeki yüzey pürüzlülüğü değerlerinin kola, meyve suyu ve distile sudan anlamlı olarak daha yüksek olduğu belirtilmiştir (271). Bu da zamanla sütün yüzey pürüzlülüğünü arttırabileceğini düşündürmektedir. Çikolatalı süt her ne kadar sınırlı yüzey pürüzlülüğü yapsa da çalışmamızda ozonlanmış su uygulanmayan kompomer materyalinin çikolatalı süte daldırılması sonrası zamana göre 1. ve 14. günler arasında anlamlı fark ile yüzey pürüzlülüğünün zamanla arttığı görüldü.

Pedodontide kullanılan üç farklı restoratif materyalin ozonlanmış su uygulaması sonrası farklı solüsyonlarda renk ve yüzey pürüzlülüğü değişimini araştırdığımız çalışmamızda en önemli sınırlamalar; diş hekimliği alanında ozon dozu belirlemedeki güçlükler ve literatürdeki sınırlı bilgiler, renk değişimi için ΔE_{00} değerinin değerlendirmeye alınırken L, a, b değerlerinin ayrı olarak değerlendirilmemiş olmasıdır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada amacımız, ozonlanmış su uygulamasının farklı solüsyonlarla yaşlandırılmış restoratif materyallerin renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerini in vitro olarak araştırmaktır.

6.1 Renk Değişimi Sonuçları

- 1) Çalışmamızda ozon uygulamaya göre 7. gün ozonlanmış su uygulanan portakal suyuna daldırılan kompomer materyalinin ΔE_{00} değeri, ozonlanmış su uygulanmayan kompomer materyaline göre daha yüksekti.
- 2) Restoratif materyaller arasında CN materyali ozondan bağımsız olarak 7. gün distile suda en yüksek ΔE_{00} değerini gösterirken 14. günde en düşük ΔE_{00} değerini gösterdi.

- 3) Restoratif materyaller arasında RMCİS materyalinin ozondan bağımsız olarak içerisine daldırıldığı tüm solüsyonlarda renklenmesi artarak devam etti ve diğer restoratif materyallere göre 14. gün en yüksek ΔE_{00} değerine sahipti.
- 4) Restoratif materyaller arasında kompomer materyalinin ozondan bağımsız olarak distile su hariç diğer solüsyonlara maruziyet süresi arttıkça ΔE_{00} değeri arttı.
- 5) Ozondan bağımsız olarak 14. gün kompomer materyali en fazla çikolatalı süt grubunda renk değişimi gösterdi.
- 6) Ozondan bağımsız olarak tüm zaman dilimlerinde RMCİS, solüsyonlar arasında en fazla kolada renk değişimi gösterdi.

6.2 Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçları

- 1) Restoratif materyaller arasında ozonlanmış su uygulamaya göre yüzey pürüzlülüğü değişiminde anlamlı fark elde edilmedi.
- 2) Ozondan bağımsız olarak 14. gün distile suya daldırılmış CN diğer materyallere göre yüksek yüzey pürüzlülüğü değeri gösterdi.
- 3) Ozondan bağımsız olarak 14. gün portakal suyuna daldırılmış kompomer materyalinde diğer materyallere göre en düşük ΔRa değeri görüldü.
- 4) Ozonlanmış su uygulanmayan kompomer materyalinde üç zaman diliminde de kolada en yüksek yüzey pürüzlülüğü görüldü.
- 5) Ozonlanmış su uygulanmayan RMCİS materyalinde 14. gün portakal suyunda en yüksek yüzey pürüzlülüğü görüldü.
- 6) Ozonlanmış su uygulanan CN materyalinde 7. gün portakal suyunda en yüksek yüzey pürüzlülüğü görüldü.

7. KAYNAKLAR

1. Abdulsamee N, Nagi P. Contemporary Understanding of Colors in Aesthetic Dentistry: Review. *EC Dental Science*. 2020;19(2):1-18.
2. Ragain JC. A review of color science in dentistry: Colorimetry and color space. *J Dent Oral Disord Ther*. 2016;4:1-5.
3. Petersen PE, Bourgeois D, Ogawa H, Estupinan-Day S, Ndiaye C. The global burden of oral diseases and risks to oral health. *Bulletin of the world health organization*. 2005;83:661-9.
4. Kanik O, Turkun S. Recent approaches in restorative glass ionomer cements. *J Dent Ege Uni*. 2016;37:54-65.
5. Celik N, Binnetoglu D, Ozakar Ilday N, Hacimuftuoglu A, Seven N. The cytotoxic and oxidative effects of restorative materials in cultured human gingival fibroblasts. *Drug and chemical toxicology*. 2021;44(5):502-7.
6. Genç G, Toz T. Color stability of resin composites used for direct anterior restorations. *OMÜ Diş Hek Fak Derg*. 2014;15:7-18.
7. Yan LJ, Chang P, Tian RH. A comprehensive evaluation of application of light-cured colored compomer for deciduous teeth. *Journal of biological regulators and homeostatic agents*. 2017;31(2):439-45.
8. ÖZMEN B. Yeni bir restoratif materyal" Cention N". *Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Dergisi*. 2021;3(2):84-90.
9. D'Amario M, Di Carlo M, Natale SM, Memè L, Marzo G, Matarazzo G, et al. Application of ozone therapy in paediatric dentistry. *Applied Sciences*. 2022;12(21):11100.
10. Gupta S, Deepa D. Applications of ozone therapy in dentistry. *Journal of Oral Research and Review*. 2016;8(2):86-91.
11. Mampieri G, Alushi A, Di Girolamo M, Rasicci P, Capogreco M, Marino R, et al. Ozone therapy new protocols and innovations: A systematic review. *JOURNAL OF BIOLOGICAL REGULATORS & HOMEOSTATIC AGENTS*. 2022;36:117-21.
12. Azarpazhooh A, Limeback H. The application of ozone in dentistry: a systematic review of literature. *Journal of dentistry*. 2008;36(2):104-16.
13. Nicolini AC, Rotta IdS, Langa GPJ, Friedrich SA, Arroyo-Bonilla DA, Wagner MC, et al. Efficacy of ozonated water mouthwash on early plaque formation and gingival inflammation: a randomized controlled crossover clinical trial. *Clinical oral investigations*. 2021;25:1337-44.
14. Cosola S, Giammarinaro E, Genovesi AM, Pisante R, Poli G, Covani U, et al. A short-term study of the effects of ozone irrigation in an orthodontic population with fixed appliances. *Eur J Paediatr Dent*. 2019;20(1):15-8.
15. Cehreli SB, Guzey A, Arhun N, Cetinsahin A, Unver B. The effects of prophylactic ozone pretreatment of enamel on shear bond strength of orthodontic brackets bonded with total or self-etch adhesive systems. *European journal of dentistry*. 2010;4(04):367-73.
16. Aykut-Yetkiner A, Eden E, Ertuğrul F, Ergin E, Ateş M. Antibacterial efficacy of prophylactic ozone treatment on patients with fixed orthodontic appliances. *Acta odontologica Scandinavica*. 2013;71(6):1620-4.
17. AKTAŞ N, Atabek D, Gülçin A, ÖZTAŞ N. Antibacterial Effectiveness of Prophylactic Ozone Application with Full-Mouth-Tray in Orthodontic Patients with High Caries Activity. *Journal of Gazi University Health Sciences Institute*. 2019;1(1):10-20.
18. Dietrich L, de Assis Costa MDM, Blumenberg C, Nascimento GG, Paranhos LR, da Silva GR. A meta-analysis of ozone effect on tooth bleaching. *Scientific reports*. 2021;11(1):13177.
19. Manton DJ, Bhide R, Hopcraft MS, Reynolds EC. Effect of ozone and Tooth Mousse on the efficacy of peroxide bleaching. *Aust Dent J*. 2008;53(2):128-32.
20. Burns DT. Early problems in the analysis and the determination of ozone. *Fresenius' journal of analytical chemistry*. 1997;357:178-83.
21. Bocci VA. Scientific and medical aspects of ozone therapy. State of the art. *Archives of medical research*. 2006;37(4):425-35.
22. Suh Y, Patel S, Kaitlyn R, Gandhi J, Joshi G, Smith NL, et al. Clinical utility of ozone therapy in dental and oral medicine. *Medical gas research*. 2019;9(3):163-7.
23. Van Oss J. *Chemical Technology: An Encyclopedic Treatment*. Barnes and Noble. 1972.
24. Srikanth A, Sathish M, Harsha AVS. Application of ozone in the treatment of periodontal disease. *Journal of pharmacy & bioallied sciences*. 2013;5(Suppl 1):S89.
25. Gulafsha M, Anuroopa P. Miracle of ozone in dentistry: an overview. *World Journal of Pharmaceutical Research*. 2019;8(3):665-77.

26. Alpan AL, Bakar O. Ozone in dentistry. *Ozone in Nature and Practice*. 2018;57-76.
27. El Meligy OA, Elemam NM, Talaat IM. Ozone Therapy in Medicine and Dentistry: A Review of the Literature. *Dentistry Journal*. 2023;11(8):187.
28. Santos GM, Pacheco RL, Bussadori SK, Santos EM, Riera R, Latorraca CdOC, et al. Effectiveness and safety of ozone therapy in dental caries treatment: systematic review and meta-analysis. *Journal of Evidence Based Dental Practice*. 2020;20(4):101472.
29. Di Filippo C, Cervone C, Rossi C, di Ronza C, Marfella R, Capodanno P, et al. Antiarrhythmic effect of acute oxygen-ozone administration to rats. *European Journal of Pharmacology*. 2010;629(1):89-95.
30. Kafoury RM, Huang M-J. Application of quantitative structure activity relationship (QSAR) models to predict ozone toxicity in the lung. *Environmental Toxicology*. 2005;20(4):441-8.
31. Pattanaik B, Jetwa D, Pattanaik S, Manglekar S, Naitam DN, Dani A. Ozone therapy in dentistry: A literature review. *Journal of Interdisciplinary Dentistry*. 2011;1(2):87-92.
32. Smith NL, Wilson AL, Gandhi J, Vatsia S, Khan SA. Ozone therapy: an overview of pharmacodynamics, current research, and clinical utility. *Medical gas research*. 2017;7(3):212-9.
33. Zambello A, Bianchi M, Bruno F. Sicurezza in ozonoterapia. *Rivista Italiana di Ossigeno-Ozonoterapia*. 2004;3:25-34.
34. Liaqat S, Tariq S, Hayat I, Mobeen B, Fayyaz S, Jabeen H, et al. Therapeutic effects and uses of ozone in dentistry: A systematic review. *Ozone: Science & Engineering*. 2023;45(4):387-97.
35. Malik T, Kaura S, Kakria P. Dental Ozone: A Boon for Dentistry. *Indian Journal of Dental Sciences*. 2020;12(1):49-52.
36. Abhishek GM. Ozone: An emerging prospect in dentistry. *Indian J Dent Sci*. 2012;4:47-50.
37. Nogales CG, Ferrari PH, Kantorovich EO, Lage-Marques JL. Ozone therapy in medicine and dentistry. *J Contemp Dent Pract*. 2008;9(4):75-84.
38. Sechi LA, Lezcano I, Nunez N, Espim M, Duprè I, Pinna A, et al. Antibacterial activity of ozonized sunflower oil (Oleozone). *Journal of applied microbiology*. 2001;90(2):279-84.
39. Rodrigues KL, Cardoso CC, Caputo LR, Carvalho JCT, Fiorini JE, Schneedorf JM. Cicatrizing and antimicrobial properties of an ozonised oil from sunflower seeds. *Inflammopharmacology*. 2004;12(3):261-70.
40. Gallo S, Scribante A, editors. Ozone therapy in dentistry: From traditional applications towards innovative ones. A review of the literature. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science; 2021: IOP Publishing.
41. Putnins EE, Di Giovanni D, Bhullar AS. Dental Unit Waterline Contamination and Its Possible Implications During Periodontal Surgery. *Journal of Periodontology*. 2001;72(3):393-400.
42. Wirthlin MR, Marshall Jr GW, Rowland RW. Formation and decontamination of biofilms in dental unit waterlines. *Journal of periodontology*. 2003;74(11):1595-609.
43. Szymanska J. Evaluation of mycological contamination of dental unit waterlines. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 2005;12(1).
44. Taylor-Hardy TL, Leonard Jr R, Mauriello S, Swift Jr E. Effect of dental unit waterline biocides on enamel bond strengths. *General Dentistry*. 2001;49(4):421-5.
45. Nagayoshi M, Kitamura C, Fukuizumi T, Nishihara T, Terashita M. Antimicrobial effect of ozonated water on bacteria invading dentinal tubules. *Journal of endodontics*. 2004;30(11):778-81.
46. Müller P, Guggenheim B, Schmidlin PR. Efficacy of gasiform ozone and photodynamic therapy on a multispecies oral biofilm in vitro. *European journal of oral sciences*. 2007;115(1):77-80.
47. Estrela C, Estrela C, Decurcio D, Hollanda A, Silva J. Antimicrobial efficacy of ozonated water, gaseous ozone, sodium hypochlorite and chlorhexidine in infected human root canals. *International endodontic journal*. 2007;40(2):85-93.
48. Hems R, Gulabivala K, Ng YL, Ready D, Spratt D. An in vitro evaluation of the ability of ozone to kill a strain of *Enterococcus faecalis*. *International endodontic journal*. 2005;38(1):22-9.
49. AlZarea BK. Management of denture-related traumatic ulcers using ozone. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2019;121(1):76-82.
50. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching. *Quintessence international*. 1989;20(3).
51. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *Journal of dentistry*. 2006;34(7):412-9.

52. Al-Omiri MK, Hassan ReSA, Kielbassa AM, Lynch E. Bleaching efficacy of ozone/hydrogen peroxide versus hydrogen peroxide/ozone application. *Quintessence International*. 2017;48(10).
53. Tessier J, Rodriguez PN, Lifshitz F, Friedman SM, Lanata EJ. The use of ozone to lighten teeth: An experimental study. *Acta odontologica latinoamericana*. 2010;23(2):84-9.
54. Farzanegan F, Zebadjad SM, Alizadeh S, Ahrari F. Pain reduction after initial archwire placement in orthodontic patients: a randomized clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2012;141(2):169-73.
55. Matys J, Jaszczak E, Flieger R, Kostrzevska-Kaminiaz K, Grzech-Leśniak K, Dominiak M. Effect of ozone and diode laser (635 nm) in reducing orthodontic pain in the maxillary arch—a randomized clinical controlled trial. *Lasers in medical science*. 2020;35:487-96.
56. Dhingra K, Vandana K. Management of gingival inflammation in orthodontic patients with ozonated water irrigation—a pilot study. *International journal of dental hygiene*. 2011;9(4):296-302.
57. Suh Y, Patel S, Kaitlyn R, Gandhi J, Joshi G, Smith NL, et al. Clinical utility of ozone therapy in dental and oral medicine. *Medical gas research*. 2019;9(3):163.
58. MI R GH, MI M ZB. Management of aggressive periodontitis using ozonized water. *Egypt Med JNR C*. 2005;6(1):229-45.
59. Nagayoshi M, Fukuizumi T, Kitamura C, Yano J, Terashita M, Nishihara T. Efficacy of ozone on survival and permeability of oral microorganisms. *Oral microbiology and immunology*. 2004;19(4):240-6.
60. Filippi A. The influence of ozonised water on the epithelial wound healing process in the oral cavity. *Clinic of Oral Surgery, Radiology and Oral Medicine, University of Basel, Switzerland* and Available at: WWW OXYPLUS NET. 2001.
61. Celakil T, Muric A, Gokcen Roehlig B, Evlioglu G, Keskin H. Effect of high - frequency bio - oxidative ozone therapy for masticatory muscle pain: a double - blind randomised clinical trial. *Journal of oral rehabilitation*. 2017;44(6):442-51.
62. Daif ET. Role of intra-articular ozone gas injection in the management of internal derangement of the temporomandibular joint. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*. 2012;113(6):e10-e4.
63. Doğan M, Özdemir Doğan D, Düger C, Özdemir Kol İ, Akpınar A, Mutaf B, et al. Effects of high-frequency bio-oxidative ozone therapy in temporomandibular disorder-related pain. *Medical principles and practice*. 2014;23(6):507-10.
64. Tiwari S, Avinash A, Katiyar S, Aarthi Iyer A, Jain S. Dental applications of ozone therapy: A review of literature. *The Saudi Journal for Dental Research*. 2017;8(1):105-11.
65. Ripamonti CI, Maniezzo M, Pessi MA, Boldini S. Treatment of osteonecrosis of the jaw (ONJ) by medical ozone gas insufflation. A case report. *Tumori Journal*. 2012;98(3):e72-e5.
66. Kazancioglu H, Kurklu E, Ezirganli S. Effects of ozone therapy on pain, swelling, and trismus following third molar surgery. *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2014;43(5):644-8.
67. Loesche WJ. Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. *Microbiological reviews*. 1986;50(4):353-80.
68. Kumar A, Bhagawati S, Tyagi P, Kumar P. Current interpretations and scientific rationale of the ozone usage in dentistry: A systematic review of literature. *European Journal of General Dentistry*. 2014;3(03):175-80.
69. Holmes J. Clinical reversal of root caries using ozone, double - blind, randomised, controlled 18 - month trial. *Gerodontology*. 2003;20(2):106-14.
70. Baysan A, Lynch E. Clinical reversal of root caries using ozone: 6-month results. *American journal of dentistry*. 2007;20(4):203-8.
71. Garg R, Tandon S. Ozone: A new face of dentistry. *Int J Dent Sci*. 2009;7(2).
72. Libonati A, Di Taranto V, Mea A, Montemurro E, Gallusi G, Angotti V, et al. Clinical antibacterial effectiveness Healozone Technology after incomplete caries removal. *European journal of paediatric dentistry*. 2019;20(1):73-8.
73. Beretta M, Federici Canova F. A new method for deep caries treatment in primary teeth using ozone: a retrospective study. *Eur J Paediatr Dent*. 2017;18(2):111-5.

74. Ximenes M, Cardoso M, Astorga F, Arnold R, Pimenta LA, Viera RdS. Antimicrobial activity of ozone and NaF-chlorhexidine on early childhood caries. *Brazilian Oral Research*. 2017;31.
75. Beretta M, Federici Canova F, Moscati M, Campanella V, Gallusi G. State-of-the-art on MIH. Part. 2 MIH clinical management using ozone. *Eur J Paediatr Dent*. 2020;21(2):163-6.
76. Duangthip D, Jiang M, Chu CH, Lo EC. Non-surgical treatment of dentin caries in preschool children–systematic review. *BMC oral health*. 2015;15:1-10.
77. Pieper K, Dressler S, Heinzel-Gutenbrunner M, Neuhäuser A, Krecker M, Wunderlich K, et al. The influence of social status on pre-school children's eating habits, caries experience and caries prevention behavior. *International journal of public health*. 2012;57:207-15.
78. Luppieri V, Manfra A, Ronfani L, Chermetz M, Cadenaro M. Ozone therapy for early childhood caries (ECC) treatment: an in vivo prospective study. *Applied Sciences*. 2022;12(4):1964.
79. Öter B, Topcuoglu N, Tank MK, Cehreli SB. Evaluation of antibacterial efficiency of different root canal disinfection techniques in primary teeth. *Photomedicine and laser surgery*. 2018;36(4):179-84.
80. Moradi F, Haghgoo R. Evaluation of antimicrobial efficacy of nanosilver solution, sodium hypochlorite and normal saline in root canal irrigation of primary teeth. *Contemporary clinical dentistry*. 2018;9(Suppl 2):S227-S32.
81. Agarwal S, Tyagi P, Deshpande A, Yadav S, Jain V, Rana KS. Comparison of antimicrobial efficacy of aqueous ozone, green tea, and normal saline as irrigants in pulpectomy procedures of primary teeth. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*. 2020;38(2):164-70.
82. Goztas Z, Onat H, Tosun G, Sener Y, Hadimli HH. Antimicrobial effect of ozonated water, sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in primary molar root canals. *European journal of dentistry*. 2014;8(04):469-74.
83. Dukic W, Juric H, Tambic Andrasevic A, Kovacevic V, Lulic Dukic O, Delija B. The efficacy of gaseous ozone on some cariogenic bacteria. *Collegium antropologicum*. 2013;37(1):109-13.
84. Gupta G, Mansi B. Ozone therapy in periodontics. *Journal of medicine and life*. 2012;5(1):59.
85. Dähnhardt JE, Jaeggi T, Lussi A. Treating open carious lesions in anxious children with ozone. A prospective controlled clinical study. *American journal of dentistry*. 2006;19(5):267-70.
86. Ebensberger U, Pohl Y, Filippi A. PCNA - expression of cementoblasts and fibroblasts on the root surface after extraoral rinsing for decontamination. *Dental Traumatology*. 2002;18(5):262-6.
87. Küçük F, Yıldırım S, Çetiner S. Cytotoxicity assessment of different doses of ozonated water on dental pulp cells. *BMC Oral Health*. 2021;21:1-7.
88. Schulze KA, Marshall SJ, Gansky SA, Marshall GW. Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. *Dental materials*. 2003;19(7):612-9.
89. Um CM, Ruyter IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*. 1991;22(5):377-86.
90. Kaizer Mda R, Diesel PG, Mallmann A, Jacques LB. Ageing of silorane-based and methacrylate-based composite resins: effects on translucency. *J Dent*. 2012;40 Suppl 1:e64-71.
91. Aykam D, Bodrumlu EH. The color change effect of children's beverages on preheated polyacid-modified composite resins. *Tanta Dental Journal*. 2023;20(2):154-60.
92. Sidhu S. Glass - ionomer cement restorative materials: a sticky subject? *Australian dental journal*. 2011;56:23-30.
93. Francois P, Fouquet V, Attal J-P, Dursun E. Commercially Available Fluoride-Releasing Restorative Materials: A Review and a Proposal for Classification. *Materials*. 2020;13(10):2313.
94. KANIK Ö, TÜRKÜN LŞ. Restoratif Cam iyonomer simanlarda güncel yaklaşımlar. *Ege Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi*. 2016;37(2):54-65.
95. Hes K, Leung S, Wei S. Resin - ionomer restorative materials for children: A review. *Australian dental journal*. 1999;44(1):1-11.
96. Nicholson JW, Czarnecka B. The biocompatibility of resin-modified glass-ionomer cements for dentistry. *dental materials*. 2008;24(12):1702-8.

97. Hübel S, Mejäre I. Conventional versus resin - modified glass - ionomer cement for Class II restorations in primary molars. A 3 - year clinical study. *International journal of paediatric dentistry*. 2003;13(1):2-8.
98. Arora V, Kundabala M, Parolia A, Thomas MS, Pai V. Comparison of the shear bond strength of RMGIC to a resin composite using different adhesive systems: An in vitro study. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2010;13(2):80.
99. Chinelatti M, Ramos R, Chimello D, Palma - Dibb R. Clinical performance of a resin - modified glass - ionomer and two polyacid - modified resin composites in cervical lesions restorations: 1 - year follow - up. *Journal of oral rehabilitation*. 2004;31(3):251-7.
100. Qvist V, Laurberg L, Poulsen A, Teglers P. Class II restorations in primary teeth: 7 - year study on three resin - modified glass ionomer cements and a compomer. *European journal of oral sciences*. 2004;112(2):188-96.
101. Uzel İ. Yüzey örtücü ile kaplanmış kompomer ve cam iyonomer simanın in-vivo ve in-vitro koşullarda karşılaştırmalı olarak incelenmesi. 2012.
102. Aboush Y, Torabzadeh H. Fluoride release from tooth-colored restorative materials: a 12-month report. *Journal-Canadian Dental Association*. 1998;64:561-8.
103. ALTAN H, ALTAN A, ARSLANOĞLU Z. Cam iyonomer siman, türevleri ve cam karbomer siman. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*. 2013;6(4):1319-22.
104. Moodley D, Grobler SR. Compomers: adhesion and setting reactions. *SADJ: journal of the South African Dental Association= tydskrif van die Suid-Afrikaanse Tandheelkundige Vereniging*. 2003;58(1):21, 4-8.
105. Eliades G, Kakaboura A, Palaghias G. Acid-base reaction and fluoride release profiles in visible light-cured polyacid-modified composite restoratives (compomers). *Dental Materials*. 1998;14(1):57-63.
106. Attin T, Opatowski A, Meyer C, Zingg-Meyer B, Monting J. Class II restorations with a polyacid-modified composite resin in primary molars placed in a dental practice: results of a two-year clinical evaluation. *Operative dentistry*. 2000;25(4):259-64.
107. Nainar SH. Compomers may be an alternative material for class II restorations in the primary dentition. *Journal of Evidence Based Dental Practice*. 2011;11(1):29-30.
108. Nicholson JW. Polyacid-modified composite resins ("compomers") and their use in clinical dentistry. *Dental materials*. 2007;23(5):615-22.
109. Burke F, McHugh S, Hall A, Randall R, Widstrom E, Forss H. Amalgam and composite use in UK general dental practice in 2001. *British dental journal*. 2003;194(11):613-8.
110. Todd J. Scientific Documentation: Cention N. Ivoclar-Vivadent Press: Schaan, Liechtenstein. 2016:1-58.
111. Ilie N. Fracture and viscoelastic behavior of novel self-adhesive materials for simplified restoration concepts. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2022;125:104970.
112. Ilie N. Comparative effect of self-or dual-curing on polymerization kinetics and mechanical properties in a novel, dental-resin-based composite with alkaline filler. *Materials*. 2018;11(1):108.
113. Meshram P, Meshram V, Palve D, Patil S, Gade V, Raut A. Comparative evaluation of microleakage around Class V cavities restored with alkasite restorative material with and without bonding agent and flowable composite resin: An in vitro study. *Indian Journal of Dental Research*. 2019;30(3):403.
114. Lee D, Kim J, Han M, Shin J. Fluoride release and recharge properties of several fluoride-containing restorative materials. *Journal of the Korean Academy of Pediatric Dentistry*. 2020;47(2):196-204.
115. Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. *Dental Clinics*. 2004;48(2):341-58.
116. Jm P. Craig's restorative dental materials. Mechanical properties. 2006:51-96.
117. Dozić A, Kleverlaan CJ, El - Zohairy A, Feilzer AJ, Khashayar G. Performance of five commercially available tooth color - measuring devices. *Journal of Prosthodontics*. 2007;16(2):93-100.
118. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *Journal of dentistry*. 2004;32:3-12.

119. Wee AG. Description of color, color replication process and esthetics. Contemporary fixed prosthodontics Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J 4th ed St Louis: Mosby. 2006:710-2.
120. Seghi RR, Johnston WM, O'Brien WJ. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. J Prosthet Dent. 1986;56(1):35-40.
121. Perez CdR, Hirata Jr R, Silva A, Sampaio EM, Miranda M. Effect of a glaze/composite sealant on the 3-D surface roughness of esthetic restorative materials. Operative Dentistry. 2009;34(6):674-80.
122. Ghinea R, Pérez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. Journal of dentistry. 2010;38:e57-e64.
123. Luo MR, Cui G, Rigg B. The development of the CIE 2000 colour - difference formula: CIEDE2000. Color Research & Application: Endorsed by Inter - Society Color Council, The Colour Group (Great Britain), Canadian Society for Color, Color Science Association of Japan, Dutch Society for the Study of Color, The Swedish Colour Centre Foundation, Colour Society of Australia, Centre Français de la Couleur. 2001;26(5):340-50.
124. Lee Y-K. Comparison of CIELAB ΔE^* and CIEDE2000 color-differences after polymerization and thermocycling of resin composites. Dental Materials. 2005;21(7):678-82.
125. Durand LB, Ruiz - López J, Perez BG, Ionescu AM, Carrillo - Pérez F, Ghinea R, et al. Color, lightness, chroma, hue, and translucency adjustment potential of resin composites using CIEDE2000 color difference formula. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. 2021;33(6):836-43.
126. Akleyin E, BAKIR EP, Samican Ü, Polat G, Özata MY. Effect of single serve sachet powder drinks on color stability of a nano-hybrid composite resin. Journal of Health Sciences and Medicine. 2023;6(1):13-7.
127. Chu SJ, Devigus A, Mieleszko AJ. Fundamentals of color: shade matching and communication in esthetic dentistry: Quintessence Publishing Company Illinois; 2004.
128. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. Journal of dentistry. 2010;38:e2-e16.
129. Joiner A, Luo W. Tooth colour and whiteness: A review. Journal of dentistry. 2017;67:S3-S10.
130. Van der Burgt T, Ten Bosch J, Borsboom P, Kortsmid W. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. The Journal of prosthetic dentistry. 1990;63(2):155-62.
131. Mahn E, Tortora SC, Olate B, Cacciuttolo F, Kernitsky J, Jorquera G. Comparison of visual analog shade matching, a digital visual method with a cross-polarized light filter, and a spectrophotometer for dental color matching. The Journal of prosthetic dentistry. 2021;125(3):511-6.
132. SF R. Contemporary fixed prosthodontics. クラウンブリッジの臨床. 1988:45-65.
133. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. The Journal of prosthetic dentistry. 1998;80(6):642-8.
134. Goldstein GR, Schmitt GW. Repeatability of a specially designed intraoral colorimeter. The Journal of prosthetic dentistry. 1993;69(6):616-9.
135. Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. The Journal of prosthetic dentistry. 2002;88(6):585-90.
136. Douglas RD. Precision of in vivo colorimetric assessments of teeth. The Journal of prosthetic dentistry. 1997;77(5):464-70.
137. Liu C-L, Sun W-T, Liao W, Lu W-X, Li Q-W, Jeong Y, et al. Colour stabilities of three types of orthodontic clear aligners exposed to staining agents. International journal of oral science. 2016;8(4):246-53.
138. Johnston WM. Color measurement in dentistry. Journal of dentistry. 2009;37:e2-e6.
139. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hämmerle C. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. Journal of dental research. 2002;81(8):578-82.
140. Ishikawa-Nagai S, Sato RR, Shiraishi A, Ishibashi K. Using a computer color-matching system in color reproduction of porcelain restorations. Part 3: A newly developed spectrophotometer designed for clinical application. International Journal of Prosthodontics. 1994;7(1).

141. Chu SJ, Paravina RD, Sailer I, Mieleszko AJ. Color in dentistry: a clinical guide to predictable esthetics: Quintessence Publishing; 2017.
142. Lath D, Wildgoose D, Guan Y, Lilley T, Smith R, Brook A. A digital image analysis system for the assessment of tooth whiteness compared to visual shade matching. *The Journal of clinical dentistry*. 2007;18(1):17-20.
143. Wee AG, Lindsey DT, Kuo S, Johnston WM. Color accuracy of commercial digital cameras for use in dentistry. *Dental Materials*. 2006;22(6):553-9.
144. Menon A, Ganapathy DM, Mallikarjuna AV. Factors that influence the colour stability of composite resins. *Drug Invention Today*. 2019;11(3).
145. Sarafianou A, Iosifidou S, Papadopoulos T, Eliades G. Color stability and degree of cure of direct composite restoratives after accelerated aging. *Operative dentistry*. 2007;32(4):406-11.
146. Ergücü Z, Türkün LS, Aladag A. Color stability of nanocomposites polished with one-step systems. *Operative Dentistry*. 2008;33(4):413-20.
147. Bagheri R, Burrow M, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *Journal of dentistry*. 2005;33(5):389-98.
148. Erdemir U, Yıldız E, Eren MM. Effects of sports drinks on color stability of nanofilled and microhybrid composites after long-term immersion. *Journal of dentistry*. 2012;40:e55-e63.
149. Almutairi M, Moussa I, Alsaeri N, Alqahtani A, Alsulaiman S, Alhajri M. The Effects of Different Pediatric Drugs and Brushing on the Color Stability of Esthetic Restorative Materials Used in Pediatric Dentistry: An In Vitro Study. *Children*. 2022;9(7):1026.
150. Dos Santos PA, Garcia PPNS, De Oliveira ALBM, Chinelatti MA, Palma - Dibb RG. Chemical and morphological features of dental composite resin: Influence of light curing units and immersion media. *Microscopy research and technique*. 2010;73(3):176-81.
151. Özdaş DÖ, Kazak M, Çilingir A, Subaşı MG, Tiryaki M, Günel Ş. Color stability of composites after short-term oral simulation: An in vitro study. *The open dentistry journal*. 2016;10:431.
152. Tunc ES, Bayrak S, Guler AU, Tuloglu N. The effects of children's drinks on the color stability of various restorative materials. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2009;34(2):147-50.
153. Barutçigil Ç, Yıldız M. Intrinsic and extrinsic discoloration of dimethacrylate and silorane based composites. *Journal of Dentistry*. 2012;40:e57-e63.
154. Tekçe N, Tuncer S, Demirci M, Serim ME, Baydemir C. The effect of different drinks on the color stability of different restorative materials after one month. *Restorative dentistry & endodontics*. 2015;40(4):255-61.
155. Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2005;94(2):118-24.
156. Mundim FM, Garcia LdFR, Cruvinel DR, Lima FA, Bachmann L, Pires-de FdCP. Color stability, opacity and degree of conversion of pre-heated composites. *Journal of dentistry*. 2011;39:e25-e9.
157. Villalta P, Lu H, Okte Z, Garcia-Godoy F, Powers JM. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2006;95(2):137-42.
158. Hattab FN, Qudeimat MA, AL - RIMAWI HS. Dental discoloration: an overview. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 1999;11(6):291-310.
159. Luiz BK, Amboni RD, Prates LHM, Bertolino JR, Pires AT. Influence of drinks on resin composite: Evaluation of degree of cure and color change parameters. *Polymer testing*. 2007;26(4):438-44.
160. Mair L. Staining of in vivo subsurface degradation in dental composites with silver nitrate. *Journal of dental research*. 1991;70(3):215-20.
161. Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, Ambrosano GM. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dental Materials*. 2003;19(1):12-8.
162. Douglas W, Craig RG. Resistance to extrinsic stains by hydrophobic composite resin systems. *Journal of dental research*. 1982;61(1):41-3.
163. Rohym S, Tawfeek HEM, Kamh R. Effect of coffee on color stability and surface roughness of newly introduced single shade resin composite materials. *BMC oral health*. 2023;23(1):236.

164. Guler S, Unal M. The evaluation of color and surface roughness changes in resin based restorative materials with different contents after waiting in various liquids: An SEM and AFM study. *Microscopy research and technique*. 2018;81(12):1422-33.
165. Joniot S, Gregoire G, Authier A, Roques Y. Three-dimensional optical profilometry analysis of surface states obtained after finishing sequences for three composite resins. *Operative dentistry*. 2000;25(4):311-5.
166. Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, dos Santos Dias CT. The effect of six polishing systems on the surface roughness of two packable resin-based composites. *American journal of dentistry*. 2002;15(3):193-7.
167. Bagis B, Tüzüner T, Turgut S, Korkmaz FM, Baygın Ö, Bağış YH. Effects of protective resin coating on the surface roughness and color stability of resin-based restorative materials. *The Scientific World Journal*. 2014;2014.
168. Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. 2007;18:155-63.
169. Gadelmawla E, Koura MM, Maksoud TM, Elewa IM, Soliman H. Roughness parameters. *Journal of materials processing Technology*. 2002;123(1):133-45.
170. ABU-BAKR N, HAN L, OKAMOTO A, IWAKU M. Evaluation of the surface roughness of compomer by laser scanning microscopy. *Dental Materials Journal*. 2001;20(2):172-80.
171. Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. Microscopy investigations: techniques, results, limitations. *Am J Dent*. 2000;13:3D18D.
172. Cazzaniga G, Ottobelli M, Ionescu A, Garcia-Godoy F, Brambilla E. Surface properties of resin-based composite materials and biofilm formation: A review of the current literature. *Am J Dent*. 2015;28(6):311-20.
173. Ayaz E, Ustun S. Effect of staining and denture cleaning on color stability of differently polymerized denture base acrylic resins. *Nigerian journal of clinical practice*. 2020;23(3):304-9.
174. Costa MP, Jacomine JC, Mosquim V, Santin DC, Zabeu GS, Agulhari MAS, et al. Analysis of color stability and degree of conversion of different types of resin composites. *Brazilian Oral Research*. 2024;38:e003.
175. Bezgin T, Özer L, Tulga Öz F, Özkan P. Effect of toothbrushing on color changes of esthetic restorative materials. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry [et al]*. 2015;27 Suppl 1:S65-73.
176. Yildiz E, Karaarslan ES, Simsek M, Ozsevik AS, Usumez A. Color stability and surface roughness of polished anterior restorative materials. *Dental materials journal*. 2015;34(5):629-39.
177. Buerkle V, Kuehnisch J, Guelmann M, Hickel R. Restoration materials for primary molars—results from a European survey. *Journal of dentistry*. 2005;33(4):275-81.
178. Shalan HM, Alagami R, Hasan M. Effect of coloring beverages on different esthetic restorative materials in primary teeth. *Acta Sci Dent Sci*. 2019;3:64-8.
179. Hotwani K, Thosar N, Baliga S. Comparative in vitro assessment of color stability of hybrid esthetic restorative materials against various children's beverages. *Journal of conservative dentistry*. 2014;17(1):70-4.
180. Faridi MA, Khabeer A, Haroon S. Flexural strength of glass carbomer cement and conventional glass ionomer cement stored in different storage media over time. *Medical Principles and Practice*. 2018;27(4):372-7.
181. Bani M, Öztaş N. Cam iyonomer içerikli farklı restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüklerinin değerlendirilmesi. *Acta Odontologica Turcica*. 2013;30(1):13-7.
182. Tüzüner T, Turgut S, Baygın O, Yılmaz N, Tuna EB, Ozen B. Effects of different pediatric drugs on the color stability of various restorative materials applicable in pediatric dentistry. *BioMed research international*. 2017;2017.
183. Savas S, Colgecen O, Yasa B, Kucukyilmaz E. Color Stability, Roughness, and Water Sorption/Solubility of Glass Ionomer-Based Restorative Materials. *Nigerian Journal of Clinical Practice*. 2019;22(6).
184. Ozdemir-Ozenen D, Sungurtekin-Ekci E, Ozenen G, Ozdemir-Karatas M. Effect of common daily acidic beverages on the surface roughness of glass ionomer-based dental restorative biomaterials. *Glass Physics and Chemistry*. 2019;45:496-502.

185. Pacifici E, Bossù M, Giovannetti A, La Torre G, Guerra F, Polimeni A. Surface roughness of glass ionomer cements indicated for uncooperative patients according to surface protection treatment. *Annali di stomatologia*. 2013;4(3-4):250.
186. Komalsingsakul A, Srisatjaluk RL, Senawongse P. Effect of brushing on surface roughness, fluoride release, and biofilm formation with different tooth-colored materials. *Journal of Dental Sciences*. 2022;17(1):389-98.
187. Kumari RV, Nagaraj H, Siddaraju K, Poluri RK. Evaluation of the effect of surface polishing, oral beverages and food colorants on color stability and surface roughness of nanocomposite resins. *Journal of international oral health: JIOH*. 2015;7(7):63.
188. Pearson G, Knibbs P. Finishing an anhydrous glass ionomer cement (an in vitro and in vivo study). *Restorative Dentistry*. 1987;3(2):35-9.
189. Pedrini D, Candido MS, Rodrigues AL. Analysis of surface roughness of glass-ionomer cements and compomer. *J Oral Rehabil*. 2003;30(7):714-9.
190. Marufu C, Kisumbi BK, Osiro OA, Otieno FO. Effect of finishing protocols and staining solutions on color stability of dental resin composites. *Clinical and experimental dental research*. 2022;8(2):561-70.
191. Sulaiman TA, Rodgers B, Suliman AA, Johnston WM. Color and translucency stability of contemporary resin-based restorative materials. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry [et al]*. 2021;33(6):899-905.
192. Marufu C, Kisumbi BK, Osiro OA, Otieno FO. Effect of finishing protocols and staining solutions on color stability of dental resin composites. *Clinical and experimental dental research*. 2022;8(2):561-70.
193. Hoelscher D, Neme A, Pink F, Hughes P. The effect of three finishing systems on four esthetic restorative materials. *Operative dentistry*. 1998;23:36-42.
194. Bouvier D, DUPREZ JP, Lissac M. Comparative evaluation of polishing systems on the surface of three aesthetic materials. *Journal of oral rehabilitation*. 1997;24(12):888-94.
195. Setcos JC, Tarim B, Suzuki S. Surface finish produced on resin composites by new polishing systems. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*. 1999;30(3):169-73.
196. Rai R, Gupta R. In vitro evaluation of the effect of two finishing and polishing systems on four esthetic restorative materials. *Journal of conservative dentistry : JCD*. 2013;16(6):564-7.
197. Nasim I, Neelakantan P, Sujeer R, Subbarao C. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins—an in vitro study. *Journal of dentistry*. 2010;38:e137-e42.
198. Anumula L, Kumar KS, Krishna CM, Lakshmi KS. Antibacterial Activity of Freshly Prepared Ozonated Water and Chlorhexidine on Mutans Streptococcus When Used as an Oral Rinse - A Randomised Clinical Study. *Journal of clinical and diagnostic research : JCDR*. 2017;11(7):Zc05-zc8.
199. Thomas A, Thakur SR, Shetty SB. Anti-microbial efficacy of green tea and chlorhexidine mouth rinses against Streptococcus mutans, Lactobacilli spp. and Candida albicans in children with severe early childhood caries: A randomized clinical study. *Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*. 2016;34(1):65-70.
200. Jain I, Jain P. Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of three different formulations of mouth rinses with multi-herbal mouth rinse. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*. 2016;34(4):315-23.
201. Hamouda IM. Effects of various beverages on hardness, roughness, and solubility of esthetic restorative materials. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry [et al]*. 2011;23(5):315-22.
202. Turssi C, Hara A, Serra MC, Rodrigues Jr A. Effect of storage media upon the surface micromorphology of resin - based restorative materials. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2002;29(9):864-71.
203. Paravina RD, Pérez MM, Ghinea R. Acceptability and perceptibility thresholds in dentistry: A comprehensive review of clinical and research applications. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2019;31(2):103-12.
204. Sharma G, Wu W, Dalal EN. The CIEDE2000 color - difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. *Color Research & Application: Endorsed by Inter - Society Color Council, The Colour Group (Great Britain), Canadian Society for Color, Color Science Association of Japan, Dutch Society for the Study of Color, The Swedish*

- Colour Centre Foundation, Colour Society of Australia, Centre Français de la Couleur. 2005;30(1):21-30.
205. Schwartz A, Sánchez GM, Sabah F. Madrid declaration on ozone therapy. Faculdade do Centro Oeste Paulista Madrid Disponível em: <https://www.aboz.org.br/biblioteca/madriddeclaration-on-ozone-therapy-/210>. 2010.
 206. Mon J, Asokan S, Priya PR, Kumar TD, Balasubramaniam MG. Effect of herbal water, ozonated water, water, and chlorhexidine mouthrinses on oral health status of children: a randomized controlled trial. *International journal of clinical pediatric dentistry*. 2019;12(6):514.
 207. Afifi R, Mosallam RS, Abi Al Hassan MH. effect of ozonated water on marginal integrity and surface topography of class 5 restorative system. *Future*. 2013;1:1.
 208. Gupta M. Ozone: An Emerging Prospect In Dentistry. *Indian Journal of Dental Sciences*. 2012;4(1).
 209. Nardi GM, Fais S, Casu C, Mazur M, Di Giorgio R, Grassi R, et al. Mouthwash based on ozonated olive oil in caries prevention: A preliminary in-vitro study. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(23):9106.
 210. Anumula L, Kumar KS, Krishna CM, Lakshmi KS. Antibacterial activity of freshly prepared ozonated water and chlorhexidine on mutans streptococcus when used as an oral rinse—a randomised clinical study. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*. 2017;11(7):ZC05.
 211. Al-Omiri MK, Lamfon HA, Nazeh AAA, Kielbassa AM, Lynch E. Randomized clinical trial on the comparison of bleaching outcomes using either ozone or hydrogen peroxide. *Quintessence International*. 2018;49(8).
 212. Dietrich L, de Assis Costa MDM, Blumenberg C, Nascimento GG, Paranhos LR, da Silva GR. A meta-analysis of ozone effect on tooth bleaching. *Scientific Reports*. 2021;11(1):13177.
 213. Boztaş G, Ömürlü H. Restoratif diş hekimliğinde ozon tedavileri. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*. 2014;24(3):158-68.
 214. Perincek SD, Duran K, Korlu AE, Bahtiyari İM. An investigation in the use of ozone gas in the bleaching of cotton fabrics. *Ozone: Science and Engineering*. 2007;29(5):325-33.
 215. Tiwari BK, Muthukumarappan K, O' Donnell CP, Cullen PJ. Modelling colour degradation of orange juice by ozone treatment using response surface methodology. *Journal of Food Engineering*. 2008;88(4):553-60.
 216. Ertas E, Gueler AU, Yucel AC, Koepruelue H, Gueler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dental materials journal*. 2006;25(2):371-6.
 217. Majeti C, Ravi R, Kambhampati B, Borugadda R, Athkuri S, Kakani AK. Evaluation of the color stability of two different posterior tooth colored restorative materials. *F1000Research*. 2020;9(1251):1251.
 218. Ozkanoglu S, Akin E. Evaluation of the Effect of Various Beverages on the Color Stability and Microhardness of Restorative Materials. *Nigerian Journal of Clinical Practice*. 2020;23(3):322-8.
 219. Catelan A, Briso ALF, Sundfeld RH, Goiato MC, dos Santos PH. Color stability of sealed composite resin restorative materials after ultraviolet artificial aging and immersion in staining solutions. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2011;105(4):236-41.
 220. Bhattacharya S, Purayil TP, Ginpall K, Kini S, Pai S. Effect of thermocycling on the colour stability of aesthetic restorative materials: An in-vitro spectrophotometric analysis. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*. 2020;20:e5174.
 221. Asmussen E. Factors affecting the color stability of restorative resins. *Acta odontologica Scandinavica*. 1983;41(1):11-8.
 222. Lastre CCM, Pedraza MCC, Visbal JHW. Efecto de las bebidas pigmentantes sobre materiales restaurativos directos del sector posterior. *Nova*. 2023;21(40):165-80.
 223. Amalavathy RK, Sahoo HS, Shivanna S, Lingaraj J, Aravinthan S. Staining effect of various beverages on and surface nano-hardness of a resin coated and a non-coated fluoride releasing tooth-coloured restorative material: An in-vitro study. *Heliyon*. 2020;6(6).
 224. Kurinji Amalavathy R, Sahoo HS, Shivanna S, Lingaraj J, Aravinthan S. Staining effect of various beverages on and surface nano-hardness of a resin coated and a non-coated fluoride releasing tooth-coloured restorative material: An in-vitro study. *Heliyon*. 2020;6(6):e04345.
 225. Raman V, Srinivasan D, Eagappan AS, Harish SS. A Comparative Evaluation of Dissolution Rate of Three Different Posterior Restorative Materials used in Pediatric Dentistry: An In Vitro Study. *International journal of clinical pediatric dentistry*. 2023;16(Suppl 1):S20-s6.

226. Rai S, Kumari RA, Meena N. Comparative assessment of fluoride release and recharge through newer fluoride releasing posterior restorative materials: An: in vitro: study. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*. 2019;22(6):544-7.
227. Marovic D, Par M, Posavec K, Marić I, Štajdohar D, Muradbegović A, et al. Long-term assessment of contemporary ion-releasing restorative dental materials. *Materials*. 2022;15(12):4042.
228. Martin N, Jedyakiewicz NM, Fisher AC. Hygroscopic expansion and solubility of composite restoratives. *Dental Materials*. 2003;19(2):77-86.
229. Musanje L, Darvell B. Aspects of water sorption from the air, water and artificial saliva in resin composite restorative materials. *Dental Materials*. 2003;19(5):414-22.
230. Yap A, Sim C, Loganathan V. Color stability of a resin-modified glass ionomer cement. *Operative dentistry*. 2001;26(6):591-6.
231. Llena C, Fernández S, Forner L. Color stability of nanohybrid resin-based composites, ormocers and compomers. *Clinical oral investigations*. 2017;21:1071-7.
232. Geurtsen W, Leyhausen G, Garcia-Godoy F. Effect of storage media on the fluoride release and surface microhardness of four polyacid-modified composite resins ("compomers"). *Dental Materials*. 1999;15(3):196-201.
233. Ulusoy N, Arikan V, Akbay Oba A. Effect of mouthwashes on the discolouration of restorative materials commonly used in paediatric dentistry. *European Archives of Paediatric Dentistry*. 2018;19:147-53.
234. Seghi R, Gritz M, Kim J. Colorimetric changes in composites resulting from visible-light-initiated polymerization. *Dental Materials*. 1990;6(2):133-7.
235. Buchalla W, Attin T, Hilgers R-D, Hellwig E. The effect of water storage and light exposure on the color and translucency of a hybrid and a microfilled composite. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2002;87(3):264-70.
236. Lee YK, Lim BS, Rhee SH, Yang HC, Lim YK. Changes in scattering and absorption properties of esthetic filling materials after aging. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*. 2007;80(1):131-9.
237. Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *Journal of Dentistry*. 2005;33(5):389-98.
238. Loguercio AD, Reis A, Barbosa AN, Roulet JF. Five-year double-blind randomized clinical evaluation of a resin-modified glass ionomer and a polyacid-modified resin in noncarious cervical lesions. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2003;5(4).
239. Ermiş RB. Two-year clinical evaluation of four polyacid-modified resin composites and a resin-modified glass-ionomer cement in Class V lesions. *Quintessence international*. 2002;33(7).
240. Spina DRF, Grossi JRA, Cunali RS, Baratto Filho F, Cunha LFD, Gonzaga CC, et al. Evaluation of discoloration removal by polishing resin composites submitted to staining in different drink solutions. *International Scholarly Research Notices*. 2015;2015.
241. Meenakshi CM, Sirisha K. Surface quality and color stability of posterior composites in acidic beverages. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*. 2020;23(1):57-61.
242. Douglas RD, Brewer JD. Acceptability of shade differences in metal ceramic crowns. *The Journal of prosthetic dentistry*. 1998;79(3):254-60.
243. Mohan M, Shey Z, Vaidyanathan J, Vaidyanathan TK, Munisamy S, Janal M. Color changes of restorative materials exposed in vitro to cola beverage. *Pediatric dentistry*. 2008;30(4):309-16.
244. Zajkani E, Abdoh Tabrizi M, Ghasemi A, Torabzade H, Kharazifard M. Effect of staining solutions and repolishing on composite resin color change. *Journal of Iranian Dental Association*. 2013;25(3):139-46.
245. Hotwani K, Thosar N, Baliga S. Comparative in vitro assessment of color stability of hybrid esthetic restorative materials against various children's beverages. *Journal of conservative dentistry : JCD*. 2014;17(1):70-4.
246. Shishehian A, Firouz F, Khazaee S, Rajabi H, Farhadian M, Niaghiha F. Evaluating the color stability of 3D-printed resins against various solutions. *European journal of translational myology*. 2023;33(3).

247. Habib ANE-dA, Abdelmoniem SA, Mahmoud SA. Effect of children's drinks on color stability of different dental composites: an in vitro study. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2017;41(2):120-5.
248. ElEmbaby AES. The effects of mouth rinses on the color stability of resin - based restorative materials. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2014;26(4):264-71.
249. Al-Samadani KH. The effect of preventive agents (Mouthwashes/Gels) on the color stability of dental resin-based composite materials. *Dentistry journal*. 2017;5(2):18.
250. Al-Samadani KH. Color stability of restorative materials in response to Arabic coffee, Turkish coffee and Nescafe. *The journal of contemporary dental practice*. 2013;14(4):681.
251. Punia V, Khandelwal M, Sharda C, Porwal A, Sethia A. A comparative evaluation of effect of denture cleansers on color stability, surface roughness and hardness of polyamide denture base material. *Journal of Cancer Research and Therapeutics*. 2023;19(7):2031-5.
252. Chowdhury D, Mazumdar P, Desai P, Datta P. Comparative evaluation of surface roughness and color stability of nanohybrid composite resin after periodic exposure to tea, coffee, and Coca-cola—An in vitro profilometric and image analysis study. *Journal of Conservative Dentistry and Endodontics*. 2020;23(4):395-401.
253. Elhamid MA, Mosallam R. Effect of bleaching versus repolishing on colour and surface topography of stained resin composite. *Australian dental journal*. 2010;55(4):390-8.
254. Kasraei S, Haghi S, Valizadeh S, Panahandeh N, Nejadkarimi S. Phosphate ion release and alkalizing potential of three bioactive dental materials in comparison with composite resin. *International Journal of Dentistry*. 2021;2021.
255. Braga RR. Calcium phosphates as ion-releasing fillers in restorative resin-based materials. *Dental Materials*. 2019;35(1):3-14.
256. HATIRLI H, Tonga G, BOYRAZ Ş. Water sorption, solubility and color stability of different bulk-fill restorative materials. *Cumhuriyet Dental Journal*. 2022;25(4):293-301.
257. Yazkan B, Celik E, Recen D. Effect of aging on surface roughness and color stability of a novel alkasite in comparison with current direct restorative materials. *Operative Dentistry*. 2021;46(5):E240-E50.
258. Yap A, Mok B. Surface finish of a new hybrid aesthetic restorative material. *Operative Dentistry*. 2002;27(2):161-6.
259. Mohamed-Tahir M, Yap A. Effects of pH on the surface texture of glass ionomer based/containing restorative materials. *OPERATIVE DENTISTRY-UNIVERSITY OF WASHINGTON*-. 2004;29:586-91.
260. Correr GM, Alonso RCB, Sobrinho LC, Puppim - Rontani RM, Ferracane JL. In vitro wear of resin - based materials—Simultaneous corrosive and abrasive wear. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*. 2006;78(1):105-14.
261. Behrendt A, Oberste V, Wetzel WE. Fluoride concentration and pH of iced tea products. *Caries research*. 2002;36(6):405-10.
262. Bamise CT, Ogunbodede EO, Olusile AO, Esan TA. Erosive potential of soft drinks in Nigeria. 2007.
263. Jensdottir T, Bardow A, Holbrook P. Properties and modification of soft drinks in relation to their erosive potential in vitro. *Journal of Dentistry*. 2005;33(7):569-75.
264. Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, Tantbirojn D. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. *Journal of dentistry*. 2006;34(3):214-20.
265. Wan AC, Yap AU, Hastings GW. Acid-base complex reactions in resin-modified and conventional glass ionomer cements. *Journal of biomedical materials research*. 1999;48(5):700-4.
266. Hamouda Y, El Sayed H, Genaid TM. RELIABILITY OF TWO STAIN REMOVAL REGIMES ON COLOR CHANGE OF CONTEMPORARY RESIN-BASED RESTORATIVE MATERIALS IN VITRO STUDY. *Egyptian Dental Journal*. 2016;62(1-January (Part 2)):493-504.
267. Singh T, Mahalakshmi V, Sahu S, Chatterjee S, Khan AM, Haq MF, et al. A Comparative Evaluation of the Effect of Different Beverages on Colour Stability and Surface Micromorphology of Nanocomposite Restorative Material. *Cureus*. 2023;15(7).

268. Rajavardhan K, Sankar A, Kumar M, Kumar K, Pranitha K, Kishore K. Erosive potential of cola and orange fruit juice on tooth colored restorative materials. *Annals of Medical and Health Sciences Research*. 2014;4(3):208-12.
269. Baca-Solano G, Contreras-Bulnes R, Rodríguez-Vilchis LE, Teutle-Coyotecatl B, Velazquez-Enriquez U. Effect of some industrialized acidic beverages on the roughness of pit and fissure sealants: an in vitro study. *J Clin Pediatr Dent*. 2023;47(1):36-43.
270. Karda B, Jindal R, Mahajan S, Sandhu S, Sharma S, Kaur R. To analyse the erosive potential of commercially available drinks on dental enamel and various tooth coloured restorative materials—an in-vitro study. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*. 2016;10(5):ZC117.
271. Belevcikli M, Bodrumlu EH. Effects of frequently consumed beverages by children on the surface roughness of compomers. *American Journal of Dentistry*. 2024;37(1):19-23.

