



**T.C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI**

**REZİN ESASLI RESTORATİF MATERYALLERİN FARKLI pH
DEĞERLERİNDEKİ SIVILARDA BEKLETİLMESİ SONRASI
YÜZEY TOPOGRAFİSİ VE RENK DEĞİŞİMLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dt. Seniha GÜLER
UZMANLIK TEZİ**

SİVAS

2017



**T.C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ
ÇOCUK DİŞ HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI**

**REZİN ESASLI RESTORATİF MATERYALLERİN FARKLI pH
DEĞERLERİNDEKİ SIVILARDA BEKLETİLMESİ SONRASI
YÜZEY TOPOGRAFİSİ VE RENK DEĞİŞİMLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dt. Seniha GÜLER

UZMANLIK TEZİ




Doç. Dr. Murat ÜNAL

DANIŞMAN ÖĞRETİM ÜYESİ

SİVAS

2017

“Rezin esaslı restoratif materyallerin farklı pH değerlerindeki sıvılarda bekletilmesi sonrası yüzey topoğrafisi ve renk değişimlerinin değerlendirilmesi” adlı **Uzmanlık** Tezi, jürimiz tarafından Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalında **Uzmanlık** tezi olarak kabul edilmiştir.

	AD SOYAD	İMZA
Başkan	Doç.Dr. Murat ÜNAL	
Üye	Doç.Dr. Fatih ÖZNRHAN	
Üye	Yrd.Doç.Dr. Pınar DEMİR	

ONAY

Bu tez çalışması, 28/11/2017 tarihinde Fakülte Yönetim Kurulu tarafından belirlenen ve yukarıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Prof.Dr. İhsan HUBBEZOĞLU
Diş Hekimliği Fakültesi Dekan V.



TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca, bilgi ve tecrübelerini her zaman benimle paylaşan ve zor durumlarımda yol gösterici olan, emeğini ve anlayışını eksik etmeyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Murat ÜNAL'a,

Eğitimim boyunca ve tezimin tüm aşamalarında yol gösteren, bilimsel katkı ve tecrübesini esirgemeyen, değerli hocam Doç.Dr. Fatih ÖZNURHAN'a

Eğitimim süresince bilgi, tecrübe ve klinik deneyimlerinden yararlandığım, yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Doç.Dr. Arife KAPDAN'a,

Uzmanlık eğitimime başladığım ilk günden itibaren teorik ve pratik anlamda deneyim, sabır ve sevgisini benden esirgemeyen değerli hocam Yrd.Doç. Dr. Burak BULDUR'a

Çalışmamda sabır ve titizlikle bana yardımcı olan, her zaman fikirleri ile yol gösteren değerli hocam Yrd. Doç.Dr. Ali ÖZER'e

Tez çalışmalarım sırasında yardımları ile bana destek olan Sayın Prof.Dr. Giray BOLAYIR, Yrd. Doç. Dr. Ziyet ÇINAR, Doç.Dr. Selçuk ŞİMŞEK, Doç.Dr. Mustafa Oğuzhan ÇAĞLAYAN ve Arş. Gör. Merve KÜÇÜKOFLAZ'a,

Tez çalışmalarım sırasında yardımları ve sevgileri ile bana destek veren, güzel bir çalışma dönemi geçirmemi sağlayan kıymetli çalışma arkadaşlarım Dt. Tuba CENGİZ, Dt. Feride ŞAHİN, Dr. Dt. Merve Nur AYDIN, Dt. Cihan HASÇİZMECİ, Dt. Mevlüt KAYABAŞI, Dt. Çiğdem ÇUKURCU, Dt. Elif TEKİN ve Dt. Özge Nur GÜVENDİ'ye

Hayatımın her döneminde destek ve sevgilerini eksik etmeyen ve bugünlere gelmemdeki en büyük pay sahibi olan canım aileme,

Teşekkürlerimi saygı ve sevgilerimle sunarım.

ÖZET

REZİN ESASLI RESTORATİF MATERYALLERİN FARKLI pH DEĞERLERİNDEKİ SIVILARDA BEKLETİLMESİ SONRASI YÜZEY TOPOĞRAFİSİ VE RENK DEĞİŞİMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dt. Seniha GÜLER

Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı

Sivas, 2017

Bu çalışmanın amacı; rezin esaslı restoratif materyallerin farklı pH değerlerindeki sıvılarda bekletilmesinin, yüzey pürüzlülüğüne ve renk değişimlerine etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemektir.

Çalışmada aynı renkte (A2), farklı monomer ve doldurucu içeriklerine sahip 5 farklı rezin esaslı restoratif materyal (Filtek™ Z550, BEAUTIFIL® II, Vertise™ Flow, Dyract® XP, GC Fuji II LC®) kullanıldı. Her bir materyal grubu için 50 adet olmak üzere toplamda 250 örnek, 10 mm çap ve 2 mm kalınlıkta bir kalıp kullanılarak hazırlandı. Örnekler beş farklı pH'daki sıvıya (kola, portakal suyu, kefir, gastrik asit ve yapay tükürük) konulmak üzere her bir grup 10 adet örnekten oluşacak şekilde 5 gruba ayrıldı. Hazırlanan tüm örneklerin, başlangıç renk ve pürüzlülük ölçümleri sonrası, belirlenen sıvılarda 37°C'de %100 nem varlığında, 7 ve 14 gün süre ile bekletildikten sonra, renk ve pürüzlülük ölçümleri bu zamanlarda tekrarlandı. Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde parametrik test varsayımları yerine getirildiğinden (Kolmogorov-Smirnov) Varyans analizi, Tukey testi, renk farklılığının değerlendirilmesinde parametrik test varsayımları yerine getirilmediğinden Kuruskall-Wallis testi, Mann-Whitney U testi, tekrarlı ölçümlerde Varyans analizi, Bonferroni testi, renk değişimi ve pürüzlülük değerleri arasındaki ilişkiyi test etmek için korelasyon analizi uygulandı ve yanılma düzeyi 0.05 alındı.

Ortalama pürüzlülük değerleri (Ra) incelendiğinde; en yüksek değerlerin Fuji II LC'de en düşük değerlerin ise Filtek Z550'de olduğu ($p<0.05$), ΔRa ortalamasını en çok etkileyen sıvının gastrik asit ve portakal suyu olduğu ve kefir ile tükürüğe göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği tespit edildi ($p<0.05$). Renk

değişimi sonuçları incelendiğinde; renk değişiminin (ΔE) en fazla Fuji II LC'de; en az ise Filtek Z550'de olduğu, kola ve gastrik asitin, ΔE ortalamasını en çok etkilediği ve anlamlı farklılık gösterdiği tespit edildi ($p < 0.05$).

Anahtar kelimeler: Asidik içecekler, yüzey pürüzlülüğü, Atomik Kuvvet Mikroskop, renk değişimi, rezin materyal

ABSTRACT**EVALUATION OF SURFACE TOPOGRAPHY AND COLOR CHANGES
AFTER EXPOSURE OF RESIN BASED RESTORATIVE MATERIALS IN
DIFFERENT pH VALUES****Dt. Seniha GÜLER****Department of Pediatric Dentistry****Sivas, 2017**

The purpose of this study is to compare study of the effect of resin-based restorative materials on the surface roughness and color change of the liquids at different pH values.

Five different resin-based restorative materials (Filtek™ Z550, BEAUTIFIL® II, Vertise™ Flow, Dyract® XP, and GC Fuji II LC®) with different monomer and filler contents were used in the study (A2). A total of 250 specimens, 50 for each material group, were prepared using a mold with a diameter of 10 mm and a thickness of 2 mm. The samples were divided into 5 groups consisting of 10 samples per group to be placed in five different pH liquids (cola, orange juice, kefir, gastric acid and artificial saliva). Initial color and roughness measurements of all prepared samples were made. After being kept in the presence of 100% humidity at 37°C for 7 and 14 days in the beverages, the color and roughness measurement was repeated at this time. As the parametric test assumptions are fulfilled in assessing surface roughness, (Kolmogorov-Smirnov) analysis of Variance, Tukey test; as the parametric test assumptions were not fulfilled in assessing color difference Kruskal-Wallis test, Mann-Whitney U test; Variance analysis and Bonferroni test in repeated measures; correlation analysis was applied to test the relationship between color change and roughness values and the error level was taken as 0.05.

When the average roughness values (Ra) are examined; the highest values were in Fuji II LC and the lowest values were in Filtek Z550 ($p < 0.05$), and that the liquid which had the greatest effect on ΔRa was gastric acid and orange and showed a statistically significant difference ($p < 0.05$) with kefir and saliva. When the color

change results are examined; the color change (ΔE) is mostly at Fuji II LC; at least in Filtek Z550, cola and gastric acid had the greatest effect on ΔE averages and significant difference ($p < 0.05$).

Keywords: acidic beverages, surface roughness, Atomic Force microscopy, color change, resin material



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER	xiii
TABLolar.....	xvi
1. GİRİŞ	17
2. GENEL BİLGİLER	18
2.1 Kompozit Rezinler	18
2.1.1 Kompozit Rezinlerin Yapısı.....	18
2.1.2 Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması	20
2.2 Cam İyonomer Simanlar	25
2.2.1 Cam İyonomer Simanların Sertleşme Mekanizması	26
2.2.2 Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar	26
2.3 Giomerler.....	27
2.4 Erozyon	30
2.4.1 Erozyonun Etiyolojisi	30
2.4.2 Restoratif Materyallerin Erozyonla İlişkisi	37
2.5 Renk	37
2.5.1 Renk Stabilitesi.....	38
2.5.2 Renk Ölçüm Sistemleri	38
2.5.3 Renk Ölçüm Yöntemleri	41
2.6 Yüzey Pürüzlülüğü.....	43
2.6.1 Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri.....	44
3. GEREÇ VE YÖNTEM	48

3.1	Çalışmada Kullanılan Materyaller ve Sıvılar	48
3.2	Örneklerin Hazırlanması	51
3.3	Ölçümlerin Yapılması	55
3.3.1	Renk Değişimlerinin Ölçümü	55
3.3.2	Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü	57
3.4	Örneklerin Saklanma Koşulları	58
3.5	SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) Analizi	58
3.6	Atomik kuvvet mikroskobu (AFM) ile yüzey analizi.....	60
3.7	İstatiksel Değerlendirme	60
4.	BULGULAR	61
4.1	Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Sonuçları	61
4.1.1	Başlangıç Yüzey Pürüzlülüğü Değerleri.....	61
4.1.2	Deney Sonrası Yüzey Pürüzlülüğü Değerleri.....	61
4.2	Renk Ölçüm Sonuçları	72
4.2.1	Filtek Z550'in Deney Sonrası Renk Değişimi Bulguları.....	74
4.2.2	Beautifil II'nin Deney Sonrası Renk Değişimi Bulguları	75
4.2.3	Vertise Flow' un Deney Sonrası Renk Değişimi Bulguları	76
4.2.4	Dyract' in Deney Sonrası Renk Değişimi Bulguları	77
4.2.5	Fuji II LC'nin Deney Sonrası Renk Değişimi Bulguları	78
4.3	Örneklerin SEM Bulguları	80
4.4	Örneklerin AFM Bulguları.....	92
5.	TARTIŞMA.....	108
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER	128
7.	KAYNAKLAR	130
8.	ÖZGEÇMİŞ.....	143

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
<	Küçük
>	Büyük
°C	Santigrat derece
ΔE	Renk değişikliği
ΔRa	Pürüzlülük değişimi
a^*	CIE Renk Sistemi, kırmızı-yeşil koordinatı
AFM	Atomik Kuvvet Mikroskobu
ark	Arkadaşları
b^*	CIE Renk Sistemi, sarı-mavi koordinatı
Bis-DMA	Bisfenol A dimetakrilat
Bis-GMA	Bisfenol A Glisidil Metakrilat
CaF ₂	Kalsiyum florid
CIE	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu Renk Sistemi
CİS	Cam iyonomer siman
COO ⁻	Karboksilat iyonları
dk	Dakika
EGDMA	Etilen glikol dimetakrilat
F ⁻	Florür
FAp	Fluoroapatit
F-PRG	Tam reaksiyona girmiş cam iyonomer

gr	Gram
GDPM	Gliserofosfatdimetakrilat
GÖRH	Gastroözofageal reflü hastalığı
HAp	Hidroksiapatit
HCl	Hidroklorik asit
HCO ₃	Hidrojen bikarbonat
HEMA	Hidroksietilmetakrilat
Hz	Hertz
L*	CIE sistemi Renk Değeri Koordinatı
mJ/m ²	Milijoule/metrekare
mm	Milimetre
MMA	Metil metakrilat
mmol/l	Milimol/litre
mW/cm ²	MiliWatt/santimetrekare
n	Örnek sayısı
nm	Nanometre
p	Önem düzeyi
pH	Hidrojen iyon konsantrasyonu negatif logaritması
PRG	Önceden reaksiyona girmiş cam iyonmer
Ra	Yüzey pürüzlülüğü ortalaması
RMCİS	Rezin modifiye cam iyonmer siman
sa	Saat
SEM	Taramalı elektron mikroskobu

S-PRG	Yüzey reaksiyonuna girmiş cam iyonomer
TEGDMA	Trietilen glikol dimetakrilat
UDMA	Üretan dimetakrilat
μm	Mikrometre



ŞEKİLLER

Şekil 2.1. Munsell Renk Sistemi (www. Brittanica.com, 10. 04. 2017).....	39
Şekil 2.2. CIE Lab renk aralığı - Joiner'den (122).	41
Şekil 3.1. Çalışmamızda kullanılan restoratif materyaller	48
Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan sıvılar.....	50
Şekil 3.3. Sıvıların pH ölçümlerinin yapılması	50
Şekil 3.4. Örneklerin hazırlanması; (a) pleksiglass kalıp, (b) şeffaf bant, cam tabaka ve ağız spatülü, (c) hazırlanan örnekler, (d) ışın cihazı	52
Şekil 3.5. Super-Snap Rainbow Technique Kit ile polisaj işlemlerinin yapılması....	54
Şekil 3.6. Spektrofotometre cihazı.....	56
Şekil 3.7. Renk ölçümlerinin yapılması	56
Şekil 3.8. Profilometre cihazı	57
Şekil 3.9. Örneklerin bekletildiği plastik test tüpleri	58
Şekil 3.10. Altın kaplama cihazı.....	59
Şekil 3.11 SEM cihazı.....	59
Şekil 3.12. AFM cihazı	60
Şekil 4.1. İçeceklere ilişkin başlangıç, 7 ve 14.güne ait ortalama Ra değerleri	64
Şekil 4.2. İçeceklere ilişkin başlangıç, 7 ve 14.güne ait ortalama Ra değerleri	65
Şekil 4.3. İçeceklere ilişkin başlangıç, 7 ve 14.güne ait ortalama Ra değerleri	67
Şekil 4.4. İçeceklere ilişkin başlangıç, 7 ve 14.güne ait ortalama Ra değerleri	68
Şekil 4.5. İçeceklere ilişkin başlangıç, 7 ve 14.güne ait ortalama Ra değerleri	69
Şekil 4.6. İçeceklere ilişkin 7. ve 14. güne ait ortalama renk değişimi değerleri.....	75
Şekil 4.7. İçeceklere ilişkin 7. ve 14. Güne ait ortalama renk değişimi değerleri	76
Şekil 4.8. İçeceklere ilişkin 7. ve 14. güne ait ortalama renk değişimi değerleri.....	77
Şekil 4.9. İçeceklere ilişkin 7. ve 14. Güne ait ortalama renk değişimi değerleri	78
Şekil 4.10. İçeceklere ilişkin 7. ve 14. güne ait ortalama renk değişimi değerleri....	79
Şekil 4.11. Filtek Z550 (a) başlangıç, (b) kola, (c) portakal 500x ve 2000x SEM görüntüsü	82
Şekil 4.12. Filtek Z550 (a) kefir, (b) gastrik asit, (c) tükürük 500x ve 2000x SEM görüntüsü	83
Şekil 4.13. Beautifil II (a) başlangıç, (b) kola, (c) portakal 500x ve 2000x SEM görüntüsü	84

Şekil 4.14. Beautifil II (a) kefir, (b) gastrik asit, (c) tükürük 500x ve 2000x SEM görüntüsü	85
Şekil 4.15. Vertise Flow (a) başlangıç, (b) kola, (c) portakal 500x ve 2000x SEM görüntüsü	86
Şekil 4.16. Vertise Flow (a) kefir, (b) gastrik asit, (c) tükürük 500x ve 2000x SEM görüntüsü	87
Şekil 4.17. Dyract (a) başlangıç, (b) kola, (c) portakal 500x ve 2000x SEM görüntüsü	88
Şekil 4.18. Dyract (a) kefir, (b) gastrik asit, (c) tükürük 500x ve 2000x SEM görüntüsü	89
Şekil 4.19. Fuji II LC (a) başlangıç, (b) kola, (c) portakal 500x ve 2000x SEM görüntüsü	90
Şekil 4.20. Fuji II LC (a) kefir, (b) gastrik asit, (c) tükürük 500x ve 2000x SEM görüntüsü	91
Şekil 4.21. Filtek Z550 başlangıç 3 boyutlu AFM görüntüsü	92
Şekil 4.22. Filtek Z550 kola 3 boyutlu AFM görüntüsü	93
Şekil 4.23. Filtek Z550 portakal suyu 3 boyutlu AFM görüntüsü	93
Şekil 4.24. Filtek Z550 kefir 3 boyutlu AFM görüntüsü	94
Şekil 4.25. Filtek Z550 gastrik asit 3 boyutlu AFM görüntüsü	94
Şekil 4.26. Filtek Z550 tükürük 3 boyutlu AFM görüntüsü	95
Şekil 4.27. Beautifil II başlangıç 3 boyutlu AFM görüntüsü	95
Şekil 4.28. Beautifil II kola 3 boyutlu AFM görüntüsü	96
Şekil 4.29. Beautifil II portakal suyu 3 boyutlu AFM görüntüsü	96
Şekil 4.30. Beautifil II kefir 3 boyutlu AFM görüntüsü	97
Şekil 4.31. Beautifil II gastrik 3 boyutlu AFM görüntüsü	97
Şekil 4.32. Beautifil II tükürük 3 boyutlu AFM görüntüsü	98
Şekil 4.33. Vertise Flow başlangıç 3 boyutlu AFM görüntüsü	98
Şekil 4.34. Vertise Flow kola 3 boyutlu AFM görüntüsü	99
Şekil 4.35. Vertise Flow portakal suyu 3 boyutlu AFM görüntüsü	99
Şekil 4.36. Vertise Flow kefir 3 boyutlu AFM görüntüsü	100
Şekil 4.37. Vertise Flow gastrik asit 3 boyutlu AFM görüntüsü	100
Şekil 4.38. Vertise Flow tükürük 3 boyutlu AFM görüntüsü	101
Şekil 4.39. Dyract başlangıç 3 boyutlu AFM görüntüsü	101

Şekil 4.40. Dyract kola 3 boyutlu AFM görüntüsü	102
Şekil 4.41. Dyract portakal suyu 3 boyutlu AFM görüntüsü	102
Şekil 4.42. Dyract kefir 3 boyutlu AFM görüntüsü.....	103
Şekil 4.43. Dyract Gastrik asit 3 boyutlu AFM görüntüsü	103
Şekil 4.44. Dyract Tükürük 3 boyutlu AFM görüntüsü.....	104
Şekil 4.45. Fuji II LC başlangıç 3 boyutlu AFM görüntüsü	104
Şekil 4.46. Fuji II LC kola 3 boyutlu AFM görüntüsü	105
Şekil 4.47. Fuji II LC portakal suyu 3 boyutlu AFM görüntüsü	105
Şekil 4.48. Fuji II LC kefir 3 boyutlu AFM görüntüsü.....	106
Şekil 4.49. Fuji II LC gastrik asit 3 boyutlu AFM görüntüsü	106
Şekil 4.50. Fuji II LC tükürük 3 boyutlu AFM görüntüsü	107

TABLOLAR

Tablo 2.1. Kompozit rezin tiplerinin doldurucu boyut ve hacimleri-Powers	21
Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan materyaller ve özellikleri	49
Tablo 3.2. Çalışmada kullanılan sıvılar	51
Tablo 3.3. Çalışmada oluşturulan örnek grupları ve sayıları	55
Tablo 4.1. Resin esaslı restoratif materyallerin başlangıç ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri (μm)	61
Tablo 4.2. Farklı resin esaslı restoratif materyallerin farklı zamanlarda farklı pH değerindeki sıvılardaki ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri (μm)	62
Tablo 4.3. Materyallerin başlangıç (Ra0) ve 14.gün (Ra2) değerleri arasındaki farka göre yüzey pürüzlülük değerlerinin içeceklerden etkilenişi	71
Tablo 4.4. İçeceklerin Ra0 ve Ra2 değerleri arasındaki farka (ΔRa) göre materyalleri etkilemesi	72
Tablo 4.5. Farklı resin esaslı restoratif materyallerin farklı zamanlarda farklı pH değerindeki sıvılardaki bekletilmesi sonrası ΔE değerleri	73
Tablo 4.6. Materyallerin başlangıç ve 14.gün arasındaki renk değişimi (ΔE_2) değerlerinin içeceklerden etkilenişi	79
Tablo 4.7. İçeceklerin, başlangıç ve 14.gün arasındaki renk değişimi (ΔE_2) değerlerinin materyalleri etkilemesi	80

1. GİRİŞ

Kompozit rezinler, 1962 yılında Bowen tarafından tanıtıldıktan sonra sürekli gelişim göstererek, daha iyi renk stabilitesine, daha çok aşınma direncine ve klinik olarak kabul edilebilir yüzey pürüzlülüğüne ulaşmışlardır (1, 2). Kompozit rezinlerin artan fiziksel ve mekanik özellikleri hem posterior hem de anterior bölgede kullanım endikasyonlarını da genişletmiştir (3).

Dental erozyon, herhangi bir bakteri olmaksızın diş yüzeyinin kimyasal olarak asitlenmesi ile oluşan diş sert dokusunun lokalize kaybıyla birlikte görülen kronik ve patolojik bir durumdur (4). Diş yüzeyinde önemli harabiyetle sonuçlanan dental erozyonun, asitli içecekler, meyve suyu ve enerji içecekleri gibi asidik potansiyele sahip yiyecek ve içeceklerle ilişkisi birçok çalışmada rapor edilmektedir (5, 6). Restoratif materyallerin klinik performansı da erozyondan etkilenmektedir. Daha önce yapılan çalışmalar, asidik atağın, kompozit rezinlerin, cam iyonmer simanların ve poliasit modifiye kompozitlerin aşınma, yüzey ve fiziksel özelliklerini olumsuz yönde etkilediğini göstermiştir (7, 8).

Restorasyonların yüzey kalitesi, restorasyonun başarısında rol oynayan önemli faktörlerden biridir. Pürüzsüz bir yüzey; plak birikimini ve yüzey renklenmesini azaltarak, periodonsiyumu korur, restorasyonun kullanım süresini uzatır ve restorasyonun estetik özelliklerinin uzun süre devamını sağlar (9). Bunun yanında restoratif materyallerin en yaygın başarısızlık nedenlerinden biri de renk değişimidir. Bu klinik problem içsel ya da dışsal faktörlere bağlı olarak oluşabilir (10). İçsel faktörler, kompozit rezinlerin yapısı, doldurucu partiküllerin özellikleri, su emilimi ve polimerizasyon derecesi gibi rezin materyallerin kimyasal özellikleri ile ilişkilendirilebilir (11, 12). Dışsal faktörler ise kötü oral hijyen, beslenme alışkanlıkları ve sigara tüketiminden kaynaklanabilir. Ayrıca, dışsal faktörler, restorasyonun yüzey pürüzlülüğü ve yüzey bütünlüğüyle de ilişkilendirilebilir (13).

Çalışmanın amacı; rezin esaslı restoratif materyallerin farklı pH değerlerindeki sıvılarda bekletilmesinin, yüzey pürüzlülüğüne ve renk değişimlerine etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Kompozit Rezinler

Kompozit terminolojik olarak, materyallerin fiziksel karışımı anlamına gelmektedir (14). Kompozitler, dimetakrilat rezin monomerlerin oluşturduğu çapraz bağlı polimer matriks ve silan ile bu yapıya bağlanmış güçlendirici seramik dolduruculardan oluşan karmaşık bir yapıdır (15).

İlk olarak 1962 yılında Dr. Ray Bowen tarafından tanıtılan kompozit rezinler, yapısal ve klinik başarı açısından sürekli bir gelişim göstermektedir (3, 16). Hastaların civa içeren alaşımlardan kaçınmaları ve estetik restorasyonlara olan ilgisinin giderek artmasıyla, bu durum 1990'lı yıllardan itibaren kompozit rezinlere büyük bir popülerite kazandırmıştır (17).

Güncel restoratif diş hekimliğinde amaç, mümkün olan en az madde kaybı ile üst düzeyde fonksiyon ve estetiğin sağlanmasıdır. Bu nedenle kompozit rezinler fiziksel, mekanik, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde kaydedilen gelişmelerle diş hekimliğinde en çok kullanılan restoratif materyal haline gelmiştir (18).

2.1.1 Kompozit Rezinlerin Yapısı

Kompozit Rezinler başlıca 4 farklı yapıdan oluşurlar (19).

- 1) Organik Polimer Matriks
- 2) İnorganik Doldurucu Partiküller
- 3) Bağlayıcı Ajan
- 4) Başlatıcı-Hızlandırıcı Sistem

1) *Organik Polimer Matriks*: Kompozit rezinler, esas olarak inorganik doldurucu partikülleri çevreleyen rezin matriksten meydana gelirler (20). Bowen ilk olarak 1962 yılında, dental kompozitlerde matriks olarak kullanılmak üzere glisidil metakrilat ve Bisfenol A epoksi içeren monomeri geliştirmiştir (21). Bis-GMA (Bisfenol A Glisidil Metakrilat) veya "Bowen rezini" olarak bilinen bu monomer yapı oldukça visköz olduğundan sınırlı sayıda doldurucu partikül ile birleştirilebiliyordu. Daha sonra bu yapıya trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) katılarak viskozitenin azaltılması amaçlanmıştır. Bu monomer kombinasyonu olumlu sonuçlar vermiştir ve dental kompozitlerde en çok kullanılan matriks monomer

kombinasyonunu oluşturmuştur. Daha sonra çeşitli seyreltici monomerler eklenerek monomer matriks formülasyonları oluşturulmuştur (22). Düşük molekül ağırlığına sahip bu monomerler; bisfenol A dimetakrilat (Bis-DMA), etilen glikol dimetakrilat (EGDMA), metil metakrilat (MMA) veya yüksek molekül ağırlığına sahip üretan dimetakrilat (UDMA)'tır (23).

2) *İnorganik Doldurucu Partiküller:* İnorganik doldurucular çeşitli şekil ve büyüklükte olup organik matriks içerisine dağılmış halde bulunurlar (3). Doldurucu partiküllerin boyutları ve miktarları kompozitin tipini ve klinikte kullanım alanını belirlemektedir (24). İnorganik doldurucular, organik matriksin fiziksel ve mekanik özelliklerini güçlendirirler. Termal genişleme katsayısını küçülterek polimerizasyon büzülmesini azaltırlar. Sonuç olarak kompozit rezinin kullanımı kolaylaştırılır ve estetik sonuçları geliştirirler (20, 25).

Silan bağlayıcı ajanlar en iyi silika partikülleri ile bağlantı sağlarlar. Bu nedenle bütün kompozitlerde silika içeren doldurucular esastır. İnorganik doldurucu bileşenleri istenilen özelliklerin elde edilebilmesi için diğer iyonlarla modifiye edilmektedir; lityum (Li) ve alüminyum (Al) iyonları camın küçük partiküllere ayrılmasında kolaylık sağlarlar, baryum (Ba), çinko (Zn), bor (B), zirkonyum (Zr), yitrium (Y) iyonları ise radyoopasite sağlarlar. Saf silika, kristalin formlarda (kristobalit, tridimit veya kuartz) ve nonkristalin formda (cam) olabilmektedir. Kristalin formları daha güçlü ve serttir ancak kullanımları sonucu kompozitin bitirme ve cila işlemleri zorlaşır. Bu nedenle birçok kompozit silikat cam kullanılarak üretilir. Baryum, çinko ve yitrium-modifiye silikat camlar en popüler dolduruculardır (26).

3) *Bağlayıcı Ajan:* Kompozit rezinlerin yapısal bütünlüğünün sağlanması için inorganik doldurucu partiküller ile organik matriks arasında sıkı bir bağlantıya ihtiyaç vardır. Bağlayıcı ajan, ara faz, coupling agent gibi isimlerle anılan organik silisyum bileşiği olan silanlar bu bağlantıyı sağlar (3, 19).

Silan bağlanma ajanları kompozit rezinin fiziksel ve mekanik özelliklerini pozitif yönde etkilediği gibi organik matriks ve inorganik doldurucu ara yüzü boyunca suyun geçişini önleyerek hidrolitik dengeyi sağlar, su emilimini ve kompozit rezinin çözünürlüğünü azaltır (3).

4) *Başlatıcı-Hızlandırıcı Sistem*: Kompozit rezinler ışıkla veya kimyasal olarak aktive edilebilirler. Işıkla aktivasyon yaklaşık 470 nm dalga boyundaki mavi ışık ile gerçekleştirilir. Bu ışık monomere %0.2-1 oranlarında ilave edilen komforokinon tarafından emilir ve aktivasyon sağlanır. Bu reaksiyon, karbon çift bağları içeren organik amin varlığında hızlandırılır. Oligomer oda sıcaklığında muhafaza edildiği ve ışığa maruz kalmadığı sürece içerdiği amin ve komforokinon da stabildir. Kimyasal aktivasyonda ise oda sıcaklığında organik aminin organik peroksit ile reaksiyona girerek serbest radikalleri oluşturması ve onların da karbon çift bağlarına saldırması sonucunda polimerizasyon gerçekleşir (19).

2.1.2 Kompozit Rezinlerin Sınıflandırılması

Kompozit rezinlerin ilk sınıflandırılması Lutz ve Phillips tarafından doldurucu boyutlarına göre yapılmıştır (27). Daha sonra birçok araştırmacı tarafından kompozit rezinler doldurucuların bileşimlerine, boyutlarına ve yüzdelere göre sınıflandırılmıştır (17).

Kompozit restorasyonlardaki ilerlemelerle birlikte doldurucu partiküllerin boyutları ve dağılımları da değişmiş ve estetik özelliklerin yanı sıra mekanik özellikleri de geliştirilmiş olan kompozitler üretilmiştir. Bu gelişmeler doğrultusunda şu şekilde geniş bir sınıflandırma yapılmıştır (22).

- 1) Mikrofil kompozitler,
- 2) Hibrit kompozitler,
- 3) Kondanse olabilen kompozitler,
- 4) Kompomerler.

Bunlara ek olarak şu alt sınıflama yapılmıştır;

- Akışkan kompozitler,
- Nano dolduruculu kompozitler (nano-hibrit, nanofil)
- Mikrohibrit kompozitler.

Bu kompozitlerin doldurucu partikül özellikleri Tablo 2.1'de gösterilmiştir (19).

Tablo 2.1. Kompozit rezin tiplerinin doldurucu boyut ve hacimleri-Powers'dan (19).

Kompozit Tipi	Doldurucu Partikül Boyutu(μm)	Doldurucu Partikül Hacmi (%)
Mikrofil Kompozit	0.04	32-50
Hibrit Kompozit	0.04, 0.2-3	59-80
Kondanse Olabilen Kompozit	0.04, 0.2-20	59-80
Kompomer	0.7-0.8	43-61
Akışkan Kompozit	0.04, 0.2-3	42-62
Nanokompozit	0.002-0.075	78.5

1) Mikrofil Kompozitler

Mikrofil kompozitler 1970'lerin sonundan 1980'lerin başına kadar piyasaya sunulmuştur. Mikrofil kompozitler iyi cilalanabilme ve üstün estetik özellikler sağlayabilmek amacıyla geliştirilmişlerdir. Bu kompozitlerin partikül büyüklüğü 0.04-0.4 μm 'dir (22). Mikrofil kompozitler bitirme ve cila işlemlerinden sonra oldukça düzgün bir yüzey sergiledikleri için "fine finishing" veya "polishable" kompozitler diye de adlandırılırlar. Ancak bu kompozitlerin kırılma dayanımları ve mekanik özellikleri oldukça zayıftır (3).

Akışkan Kompozitler; mikrofil kompozitlerin alt grubu olarak sınıflandırılmıştır. Bileşimleri geleneksel kompozitler gibidir ancak doldurucu miktarı azaltılmış olup hacimsel olarak %30-55 civarındadır. Doldurucu içeriğinin az olmasından dolayı fiziksel özellikleri zayıfladığından, sadece düşük stres alan bölgelerde veya koruyucu okluzal restorasyonlarda kullanımlarının uygun olduğu bildirilmiştir (28).

Bu tür kompozit rezinler geleneksel hibrit kompozitlere göre daha düşük olan viskoziteleri sayesinde iğne uçlu bir şırınga ile uygulanabilirler (7).

Kendinden Adezivli Akışkan Kompozitler; Adeziv diş hekimliğinde son yıllarda en dikkat çekici konu kendi kendine diş dokusuna bağlanabilen içerisine all in one adeziv rezin ilave edilmiş akıcı kompozitlerin geliştirilmesidir. Kaviteye herhangi başka bir adeziv sistem uygulaması gerekmeden direkt olarak uygulanabilirler. Kendi kendine diş dokularına bağlantı yapabilen bu kompozitlerde hem mineyi hem de dentini asitleyebilen asidik monomerler kullanılmıştır (29). Ayrıca dentinin ıslanabilirliğini artıran ve rezin penetrasyonundan sorumlu olan hidroksietilmetakrilat (HEMA) monomeri kullanılmıştır. Kendinden adezivli akışkan kompozitler iki yolla diş dokularına bağlanabilirler. Birinci yol; gliserofosfatdimetakrilat (GDPM)'ın fosfat grubuyla dişin kalsiyum iyonları arasında kimyasal bağlantı oluşabilir. İkinci yol ise; kollajen fibriller ile kompozit içerisindeki polimerize monomerler arasında mikromekanik bağlantısı ile gerçekleşebilir (30).

2) Hibrit kompozitler

Kliniklerde kullanılan kompozit rezinlerin çoğu genel bir terim olan “hibrit kompozitler” olarak sınıflandırılmaktadır. Bu geniş sınıflandırma geleneksel hibrit, mikrohibrit ve nanohibrit kompozitleri içermektedir. “Hibrit” tanımı submikron boyuttaki (0.04 μm) inorganik doldurucu partiküller ile küçük partiküllerin (1-4 μm) karışımını ifade etmektedir. Farklı boyutlardaki doldurucu partiküllerin birleşimi fiziksel özelliklerde gelişmeye sebep olurken aynı zamanda cilalanabilirliği de yüksek seviyelere çıkarmaktadır (31).

Doldurucu teknolojisindeki gelişmeler neticesinde submikron boyuttaki (0.04 μm) partiküller ve daha küçük partiküllerin (0.1-1 μm) bileşimi ile yeni bir kompozit formülasyonu oluşturulmuştur. Bu materyaller “mikro-hibrit” kompozitler olarak sınıflandırılmıştır. Mikrohibrit kompozitlere daha küçük partiküllerin ilave edilmesi onları geleneksel hibrit kompozitlerden ayırmaktadır ve daha iyi cilalanabilme ve uygulama sağlamaktadır (32). Ancak mikrohibrit kompozitlerin fiziksel özellikleri geleneksel mikrofil kompozitlerden üstün olmasına rağmen cilalanabilirlikleri daha iyi değildir (20).

Mikrohibrit kompozitlerin son versiyonları ise nanodoldurucu teknoloji ile geliştirilen “Nanohibrit” kompozit rezinlerdir. Nanohibrit kompozitler nanometre boyutunda doldurucu partiküller (0.005–0.01 μm) ile geleneksel tipteki doldurucu partiküllerin kombinasyonunu içermektedir. Nanohibritler mikrofil kompozitlerin uygulama ve cilalanabilme özellikleri ile geleneksel hibrit kompozitlerin fiziksel güçleri ve aşınma dirençlerini gerçek anlamda taşıyan üniversal kompozit rezinler olarak sınıflandırılabilir (33).

Nanoteknoloji ve Nanokompozitler: Nanoteknoloji; çeşitli kimyasal ve fiziksel metotlarla 0.1 ile 100 nanometre (nm) aralığında fonksiyonel materyallerin ve yapıların üretimini kapsamaktadır (1 nm=1/1000 μm) (34). Nano birimi metrenin milyarda 1’idir ve boyut olarak küçük olsa da potansiyeli oldukça geniştir. Maddenin bu kadar küçük boyutta manüple edilebilmesi sayesinde birçok alandaki materyallerde ve sistemlerde (telekomünikasyon, bilgisayar, tekstil, mikroelektronik, biyomedikal, diş hekimliği vb.) yeni gelişmeler sağlanmıştır (35). Diş hekimliği araştırmacıları da 2000’li yıllarda ortaya çıkan ve hayatımızın her alanında birçok yenilik getiren nanoteknolojiden faydalanarak kompozit rezinlere katılan inorganik partikülleri bu teknoloji ile üretmişler ve bu sayede bazı avantajların ortaya çıkabileceği hipotezini öne sürmüşlerdir. Bu hipoteze göre, hem fiziksel hem de mekanik her özelliğin ortaya çıktığı ve görüldüğü “kritik boyut” vardır. Bu kritik boyutun altında üretilen materyaller, bu özelliklerin ortaya çıkışında büyük farklılıklar ve gelişimler ortaya koyarlar (34, 36).

Nanokompozitlerin üretimi ile, mikrofil kompozitlerin iyi polisajlanabilme ve hibrit kompozitlerin güçlü mekanik özelliklerini bir araya getirerek, hem anterior hem de posterior bölgelerde kullanılabilmesi amaçlanmıştır. Nanopartiküllerin üretimi diğer geleneksel partiküllerin üretim şekline farklılıklar göstermektedir. Geleneksel doldurucu partiküllerin üretimi, büyük kütlelerin öğütülmesi sonucu küçük partiküllerin elde edilmesi şeklindedir. Ancak bu işlemlerle 100 nm’den daha küçük doldurucu partiküller üretilmemektedir. Nanopartikül teknolojisinde elde edilen partikül ise atomun atoma, molekülün moleküle ilavesi şeklinde olmaktadır (34).

Nanopartiküllü kompozit materyallerin organik yapısı da diğer geleneksel ve hibrit kompozitler gibi benzer polimer yapılardan meydana gelmektedir. İnorganik

yapıyı meydana getiren partiküller ise “Nanomerler” ve “Nanomer grupları (nanoöbekler)” olmak üzere iki ayrı kısımdan oluşmaktadır (36). Nanomerler 5–75 nm boyutlarında, kompozit organik yapısında kümeleşmemiş, tek tek bulunan silika partiküllerini ifade etmektedir. Nanomer grupları ise iki farklı doldurucu tipine sahiptir; ilki zirkonyum ve silika partikülleridir ve primer partikül boyutları 2-20 nm olup öbeklerin ortalama partikül boyutu 0.6 µm'dir. İkincisi ise primer partikül boyutu 75 nm olan silika partikülleridir (34). Yapılan çalışmalar nanokompozitlerin, daha küçük partikül boyutlarının daha iyi bitirme ve polisaj özelliği sağladığı, aynı zamanda uzun dönemde aşınmalarının mikروفil ve hibrit kompozitlere oranla daha az olduğunu göstermektedir (37).

3) Kondanse Olabilen Kompozitler

Kondanse olabilen kompozitler diğer adıyla tepilebilir kompozitler, kavite içerisine amalgam gibi uygulanabilen kompozitler elde etmek amacıyla üretilmişlerdir. Bu kompozitlerin doldurucu miktarı yüksek ve doldurucu dağılımı diğer geleneksel kompozitlerden farklı olduğu için viskozitesi yüksektir ve yapışkanlığı azdır (38). Ancak kondanse olabilen kompozitlerin fiziksel özelliklerinin geleneksel hibrit kompozitlerden çok üstün olmaması ve büyük partikülleri nedeniyle daha çabuk aşınma göstermeleri dezavantajlarıdır (20).

4) Kompomerler

1993'te geliştirilen kompomerler geleneksel kompozit rezinlerin estetiği ile cam iyonomer simanların florür salınımını ve adezyonunu birleştiren yeni bir sınıf dolgu materyali olarak sunulmuştur. Kompomer ismi, bu materyali oluşturan iki ana materyalin, kompozit rezinden gelen “komp” ve iyonomerden gelen “omer” kısaltmalarından oluşmaktadır (39).

Kompomerlerin temel içeriği kompozitlere benzemekle beraber, organik yapısını BisGMA ya da onun türevleri ile birlikte UDMA oluşturmaktadır. İçeriğindeki TEGDMA, viskoziteyi düşürmek ve işlenebilirliği arttırmak için kullanılmıştır. İnorganik yapı ise yine kompozitlere benzer şekilde silan ile kaplanmış kuartz, silika cam gibi partiküllerden oluşmaktadır. Bunlara ilave geleneksel kompozitlerden farklı olarak monomer yapıları asidik fonksiyonel gruplar içerir. Bu amaçla en çok kullanılan monomer TCP olarak adlandırılan 2-hidroksietil

metakrilatın diesteri ile tetrakarboksilik asittir. Ayrıca kompomerin yapısında cam iyonmer simalarda kullanılan reaktif cam tozları da bulunmaktadır (40)

Kompomerlerdeki sertleşme reaksiyonu, kompozitlerde olduğu gibi spesifik dalga boyuna hassas kamforokinon ve tersiyer aminin uyarılması ile başlar (41). Kompozitlerden farklı olarak kompomerlerde ikincil bir reaksiyon daha meydana gelir (42). Bu reaksiyon, ortamdaki nemden emilerek yapısına kattığı su sayesinde reaktif cam tuzları ile asidik fonksiyonel monomer arasında gerçekleşen bir asit-baz reaksiyonudur. Bu reaksiyon sonucunda cam tuzlarından ortama az miktarda da olsa flor salınımı gerçekleşir (43).

Kompomerlerin mekanik özellikleri ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır ve kompresif, çift eksenli esneklik ve çapsal tensil dayanıklılığı, kırığa karşı dayanıklılık ve yüzey sertliği gibi birçok özellik için genel değerler rapor edilmiştir. Genel olarak, bu değerler geleneksel kompozit rezinlerinkinden çok fazla farklılık göstermemektedir (39).

2.2 Cam İyonomer Simanlar

İlk defa 1972 yılında Alan Wilson ve Brian Kent tarafından geliştirilen cam iyonomer simanlar (CİS'ler), kompozit rezinlerin estetiği ve asitlere direnci, polikarboksilat simanların pulpayı irrite etmeme özellikleri ve diş yapısına adezyonu, silikat simanların Florür (F⁻) salımından kaynaklanan antikaryojenik özelliklerini örnek olarak geliştirilmiş simanlardır (44).

Silikat siman ile polikarboksilat simanın hibriti biçiminde tanımlanan klasik CİS'ler, toz-likit sisteminden oluşmaktadır. Toz kısmı, kalsiyum veya stronsiyum aluminoflorosilikat cam tozlarının, likiti ise poliakrilik asit, akrilik-itakonik, akrilik-maleik asit ve sertleşme hızını çalışma süresini arttırmak için eklenen tartarik asit kopolimerlerinin karışımından oluşmaktadır (45, 46). Bu asitler polielektrolitler ve genel olarak polialkenoik asitler adı altında gruplandırılırlar. Polialkenoik asitlerin polialkenoat tuzlarını oluşturması nedeniyle CİS'lere "polialkenoat simanlar" adı da verilir (47).

CİS'ler, mine ve dentine kimyasal olarak bağlanan, uzun süreli flor iyonu salınımı yapan ve rezervuar olabilen, yüksek biyouyumluluğa sahip ve diş dokularına hemen hemen yakın bir termal genişleme gösterebilen restoratif materyallerdir (3,

48). Bu avantajlarının yanı sıra, kısa çalışma süresi, nispeten uzun sertleşme zamanı, düşük kırılma dayanıklılığı, zayıf aşınma direnci, nem kontaminasyonuna hassasiyet ve sertleşme reaksiyonunun erken aşamalarında dehidratasyona uğrayabilmeleri gibi dezavantajları da mevcuttur (49, 50).

2.2.1 Cam İyonomer Simanların Sertleşme Mekanizması

CİS'lerin sertleşme reaksiyonu, alümina silikat cam tozu ile poliasit likiti arasındaki asit-baz reaksiyonu ile karakterizedir (51). Sertleşme reaksiyonu üç aşamada değerlendirilmektedir. İlk aşama; iyon salımı fazı da denilen; alümina silika cam tozu ile poliasidin karıştırılmasından hemen sonra başlar. Poliasitten gelen H^{+1} iyonları fluoroalümina silikatın dış yüzeyini çözer ve Al^{+3} , Ca^{+2} , Na^{+1} ve F^{-} iyonlarının salınımını artırır. Bu iyonların salımı tartarik asit varlığında daha kolay olmaktadır (45).

İkinci aşama; Hidrojel fazı da denen bu aşama, karıştırılmaya başlandıktan 5-10 dakika (dk) sonra başlar, ortama salınan Ca^{+2} ve Al^{+3} asitten gelen karboksilat iyonları (COO^{-}) ile reaksiyona girer ve zincirler arasında ikili (divalent) veya üçlü (trivalent) çapraz bağlar ile iyonik köprüler oluşur. Başlangıç aşamasında camdan salınan Ca^{+2} , kalsiyumpoliakrilat çapraz bağlarını oluşturmaktadır ve simanın ilk 3-5 dk erken dönemde sertleşmesinden sorumludur (45). Daha sonra simanın 24-48 saat (sa.) süren geç sertleşmesinden sorumlu Al^{+3} salınmaktadır. Reaksiyon sonucu oluşan alüminyumpoliakrilat çapraz bağları, kalsiyumpoliakrilata göre suya karşı daha dayanıklıdır (52). Bu evrede CİS'ler, su ve tükürük kontaminasyonuna karşı hassastır. Su ile erken dönemde kontaminasyonu yüzey bozulmasına ve metal iyonların kaybına neden olmaktadır (45).

Üçüncü aşama, polikarboksilat jel fazı da denen bu aşamada materyal sert bir yapıdadır ve materyalin olgunlaşması Al^{+3} iyonlarının yavaş salımı sonucu oluşmaktadır. Silika jel tabakası bir hafta ile bir aylık periyotta tamamen sertleşmekte ve simanın direnci bir yıl boyunca giderek artmaktadır (45).

2.2.2 Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar

Rezin modifiye cam iyonomer simanlar (RMCİS'ler), CİS'lerin fiziksel özelliklerini arttırmak amacıyla materyale rezin ilave edilerek üretilmiştir (3).

RMCİS'lerin yapısının toz kısmında florealüminosilikat cam tanecikleri, likit kısmında ise modifiye polialkenoik asitler, metakrilat grupları, HEMA ve %8 su bulunmaktadır. Sertleşme, CİS'lerin bilinen asit-baz reaksiyonu ve HEMA'nın polimerizasyonu ile gerçekleşmektedir. RMCİS'lerin sertleşme mekanizması, iki aşamalı ya da üç aşamalı olarak gerçekleşmektedir. İki aşamalı (dual-cure) sertleşme mekanizması, RMCİS'lerdeki asit-baz reaksiyonuyla birlikte HEMA'nın sadece ışıkla polimerizasyonu sonucu meydana gelen sertleşmedir. Materyalin, asit-baz reaksiyonuyla birlikte HEMA'nın hem ışık, hem de kimyasal yolla polimerizasyonuna ise üç aşamalı (triple-cure) sertleşme mekanizması adı verilmektedir (3).

RMCİS'ler, CİS'ler ile karşılaştırıldığında, daha uzun çalışma süresine sahip olması, ışıkla sertleşmesi ve uygulamanın diş hekimi tarafından kontrol edilebilir olması nedeniyle konvansiyonel CİS'e göre daha avantajlıdır. Bunun yanında, daha az flor salımı eğiliminde olması, sertleşme sırasında daha fazla polimerizasyon büzülmesi görülmesi, buna bağlı olarak gelişen mikrosızıntı problemi ise bu simanın dezavantajlarını oluşturmaktadır (53).

Kapsül formundaki CİS restoratif materyallerin, kolay kullanımı, firma talimatları doğrultusunda toz/likit içermesi ve standart bir süre karıştırılmasına bağlı uygun kıvamda olması gibi birçok avantajları mevcuttur. Buna karşın, kapsül şeklinde hazırlanan CİS'lerde, el ile karıştırılarak hazırlanan CİS'lere göre daha yüksek porözite bulunmuştur (54). Bununla birlikte, kapsül şeklindeki konvansiyonel CİS'ler daha düşük viskoziteleri nedeniyle, elle karıştırılan CİS'lere göre daha düşük basma dayanıklılığı değerlerine sahiptir (55).

2.3 Giomerler

Giomerler, yeni bir cam iyonomer sınıfıdır. CİS'lerin temel bileşenlerini içerirler, ancak asit baz reaksiyonu olmadığı için kompomer olarak sınıflandırılmazlar. Bu nedenle, malzemeyi tanımlamak için, "önceden reaksiyona girmiş cam iyonomer (PRG) kompozit" olan yeni bir terim kullanılmıştır (56).

Giomerler PRG doldurucuları içeren ve florid salınımı yapan rezin esaslı restoratif materyallerdir. Fluoroalümina silikat cam, cam iyonomer matriks yapısını oluşturabilmek için poliasit ile önceden reaksiyona girmekte ve sonra rezin ile

karışmaktadır. Asit-baz reaksiyonu rezin ile birleşme öncesinde gerçekleşmektedir. PRG doldurucuların kullanımı, önceden reaksiyona girmiş hidrojel içerisinde iyon değişimi ile hızlı florid salınımının gerçekleşmesini sağlamaktadır. Bu durum giomeri, florid salınımı yapan diğer rezin esaslı restoratif materyallerden farklı kılmaktadır (57).

Giomerler, klinik dayanıklılığı, kolay manüple edilmesi, kolay polisaj yapılabilmesi, biyouyumluluğu ve estetik özelliğiyle birlikte CİS'in florid salınımı ve geri alım özelliklerine de sahiptir (58, 59). Üretici firmanın iddiasına göre giomerler; kompozit rezin, kompomer ve CİS'in avantajlarının kombinasyonu olan bir restoratif materyaldir. Kompomere benzer şekilde ışıkla polimerize olmakta ve diş yüzeyine bağlanmak için bonding sistemler kullanılmaktadır. Giomerlerin uzun dönem florid salınımı tartışmalı olmakla beraber çalışmalar cam iyonomere benzer şekilde olduğunu göstermektedir. Ayrıca giomerlerin diğer rezin materyallere göre iyi bir renk uyumuna sahip olduğu ve mikrosızıntıda da azalmaya neden olduğu savunulmaktadır (58).

Giomerlerin kompomer olarak sınıflandırılmamasının temel nedeni olarak asit-baz reaksiyonunun önceden meydana gelmesi gösterilmektedir. Giomerlerde, cam doldurucular ile rezinin birleşmesi öncesinde daha geniş bir asit-baz reaksiyonu gerçekleştiğinden giomerlerin hidrojel tabakasının kompomerlerden daha kalın olduğu bildirilmektedir (60-62). Itota ve ark. (63) cam iyonomer matriksteki cam doldurucu miktarının florid salınım ve geri alım özelliğinde önemli rol oynadığını bildirmektedirler.

Giomerlerin florid salınım mekanizması geleneksel CİS ile aynıdır. Bunun nedeni CİS'te florid salınım mekanizmasından sorumlu olan cam iyonomer fazının giomerlerde de bulunmasıdır (61, 63-65). Okuyama ve ark. (61) günlük topikal florid uygulaması öncesi ve sonrasında geleneksel CİS, RMCİS, iki farklı giomer, florid içeren ve içermeyen kompozit rezinlerden salınan florid miktarlarını karşılaştırmışlardır. Topikal florid uygulamasının ardından ilk günde geleneksel CİS ile giomer arasında florid salınımı açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak takip eden günlerde CİS'in diğer materyallere göre florid salınımı açısından anlamlı üstünlük sağladığı bildirilmektedir. Sonuç olarak en iyi florid salınımının geleneksel CİS'te olduğunu ve giomerlerin de bunu takip ettiğini bildirmişlerdir.

Giomer Tipleri:

- 1- F-PRG Teknolojisi: Tam reaksiyona girmiş cam iyonomer (Fully Reacted Glass Ionomer) Reactmer olarak bilinmektedir.
- 2- S-PRG Teknolojisi: Yüzey reaksiyonuna girmiş cam iyonomer (Surface Reacted Glass Ionomer) Beautifil olarak bilinmektedir (60-62, 66).

Son yıllarda florid salınımı yapan all-in-one rezin bonding sistemi olan 'Reactmer Bond' ve florid salınımı yapan rezin materyal 'Reactmer Paste' piyasaya sürülmüştür. Bu yeni bonding sistemi, işlem basamaklarının azalmasını sağlamış, yeni rezin materyali ise CİS'lerin florid salınımı ve biyouyumluluk gibi avantajları ile ışıkla sertleşen kompozit rezinlerin kolay uygulanması özelliğini bir araya getirmiştir (60). Reactmer'ın tek tüpte 'Reactmer Bond' ile kullanımı önerilirken, Beautifil'in; 'İmperva Fluoro Bond (FL-Bond)' ile kullanımı önerilmektedir (61).

Yap ve Mok (59), estetik restoratif materyallerin yüzey özelliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, giomerlerin yüzey özelliklerini geleneksel CİS ve RMCİS'den anlamlı şekilde daha üstün olduğunu bulgulamışlardır. Kompomer ve kompozit rezinler ile karşılaştırıldığında ise kompomerden daha üstün, kompozit rezinden daha zayıf yüzey özellikleri gösterdiği bildirilmektedir.

Sonoda ve ark. (60), florid salınımı yapan restoratif materyallerin pulpa cevabı ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında; giomerlerin RMCİS ve geleneksel CİS'e göre yüzey özelliklerinin daha iyi olduğu, pulpa cevabında ise giomerin minimal farklılıklar gösterdiğini bulgulamışlardır. Sonuç olarak giomerlerin biyolojik açıdan vital pulpalı dişlerde başarılı olduğu ancak florid salınımı yapan restoratif materyallerin pulpa cevabını uzun dönemde etkileyebildiği, bunun için daha çok çalışmaya ihtiyaç olduğu vurgulanmaktadır.

Mohamed-Tahir ve ark. (64)'nın, ağız içi pH değişikliklerinin rezin içerikli restoratif materyallerin yüzey sertliği üzerine etkilerini inceledikleri çalışmaları sonucunda; rezin içerikli materyallerin yüzey sertliğinin materyalin yapısına bağlı olduğu, kompomer ve giomerin düşük pH'dan daha çok etkilendiği ancak özellikle pH'nın 6 ve 7 olduğu durumda giomerin başarılı olduğu ve tüm pH değerlerinde giomerin kompomere göre daha yüksek dayanıma sahip olduğu saptanmıştır.

2.4 Erozyon

Erozyon, Latince çürümek, yenmek anlamına gelen erodere, erosi, erosum kelimelerinden türemiştir. Genellikle elektrolitik veya kimyasal yollarla bir maddenin yüzeyinin kademeli olarak yıkılması olayını tanımlamaktadır (67). Dental erozyon, herhangi bir bakteri olmaksızın asit veya kimyasal bağlanma nedeniyle diş yüzeyinin kimyasal olarak asitlenmesi ile oluşan diş sert dokusunun lokalize kaybıyla birlikte görülen kronik ve patolojik bir durumdur (4).

2.4.1 Erozyonun Etiyolojisi

Dental erozyonun multifaktöriyel bir etiyojolojiye sahip olduğu, içsel ya da dışsal kaynaklı asidik etkenler ile oluştuğu birçok araştırmacı tarafından genel kabul görmektedir (68, 69).

Lussi ve ark. (70) tarafından yapılan sınıflamaya göre, erozyon üzerinde etkili olan tüm dışsal kaynaklı faktörlerin; diyet, iş ve spor faaliyetleri, ağız hijyen ürünleri ve ilaçlar olmak üzere 3 ana başlık altında incelendiği görülmektedir. Lussi ve ark. (70) tarafından yapılan sınıflama şu şekildedir;

1. Dış kaynaklı faktörler
 - A. Diyet faktörleri
 - A1. Kimyasal faktörler
 - A2. Biyolojik faktörler
 - A3. Davranışsal faktörler
 - B. Spor ve meslek faktörleri
 - C. Oral hijyen ürünleri, asitli ilaçlar
2. İç kaynaklı faktörler

2.4.1.1 Dış Kaynaklı Faktörler

A-Diyet Faktörleri

A1.Kimyasal Faktörler

Literatürde, farklı yiyecek ve içeceklerin eroziv potansiyellerini ortaya koyan birçok in vivo, in vitro ve in situ çalışma bulunmaktadır (71). Bu çalışmalar, asidik bir içeceğin eroziv potansiyelinin, sadece içeceğin pH'ına bağlı olmadığını, aynı zamanda sıvının; Ca_3PO_4 ve F^- konsantrasyonunun, tamponlama kapasitesinin, diş yüzeylerine adezyon kuvvetinin, şelasyon özelliğinin ve içerdiği asit tipinin de ürünün eroziv potansiyelini çok güçlü bir şekilde etkilediğini ortaya koymaktadır

(71-73). Yiyecek ve içeceklerin eroziv potansiyellerini belirleyen kimyasal faktörler; pH seviyesi, ürünün kalsiyum, fosfat ve florid konsantrasyonu, asit türü ve tamponlama kapasitesidir (71).

pH Seviyesi: Ürünlerin eroziv potansiyellerini belirleyen faktörlerin başında pH seviyeleri gelmektedir. Rytomma ve ark. (74), minede demineralizasyonun başladığı kritik pH'nın 5.5 olduğuna vurgu yapmış ve pH'ı 4'ün altında olan asidik ürünlerin diş sert dokularında erozyona neden olacağını bildirmişlerdir.

Lussi ve ark. (71), erozyonun oluşması için kesin bir pH derecesinin hedef gösterilemeyeceğini, düşük pH seviyelerinde bile diğer bir faktörün erozyonu önleyebilecek şekilde baskın olabileceğini belirtmektedirler.

Ürünün Kalsiyum, Fosfat ve Florid Konsantrasyonu: Larsen (75), bir çözeltinin pH seviyesi ile Ca_3PO_4 ve florid konsantrasyonunu, o ürünün diş sert dokularına oranla doymuşluğunu ifade ettiğini, bunun ise; diş yüzeylerinde çözünmeyi etkileyen bir faktör olduğunu belirtmiştir.

Asit Türü: Yiyecek ve içeceklerin içerisinde bulunun temel diyet asitleri, sitrik, malik, tartarik, laktik ve fosforik asittir. Meyve ve sebzelerde daha çok sitrik asit bunun ardından malik asit yer almaktadır. Malik asit, elma, erik ve şeftali gibi meyvelerde; tartarik asit ise üzüm ve şarap içerisinde yer almaktadır. Laktik asit, özellikle fermente ürünler içerisinde yer alır ve yoğurt, krema, sodalar ve lahana yemeği içerisinde de bulunmaktadır. Fosforik asit ise özellikle kolada bulunmaktadır (76).

Sitrik asit, pH yükselmesinin ardından bile minedeki kalsiyumu bağlayabilme özelliğini kaybetmemesi nedeniyle yüksek eroziv özelliğe sahiptir (76). İçerisinde kalsiyum, fosfat veya flor bulunan içeceklerin eroziv potansiyelinin daha az olduğu in vitro çalışmalarda gösterilmiştir (77, 78) Gazlı içeceklerde yer alan karbonik asit, karbondioksitin solüsyonda yer alan formudur. Karbondioksit gazı açığa çıktığı zaman bile içeceğin pH'ı düşüktür. Ayrıca kola benzeri içeceklere fosforik, sitrik ve karbonik asit eklenmektedir (79).

Hanning ve ark. (80) değişik asit tiplerinin mine üzerindeki çözücü etkisini sığır dişleri üzerinde inceledikleri çalışmalarında; laktik asit, maleik asit, asetik asit,

sitrik asit, oksalik asit, fosforik asit ve tartarik asitin eroziv potansiyellerini karşılaştırmışlar ve laktik asitin en eroziv, maleik asitin ise en az eroziv olduğunu bildirmişlerdir.

Tamponlama kapasitesi: Sıvının ortamdaki asiti nötrale etme potansiyeli olarak tanımlanmaktadır. Bir solüsyonun tamponlama kapasitesi ne kadar yüksekse, tükürüğün o asiti nötrale etme gücünün o kadar yüksek olduğu belirtilmektedir. (81).

İçeceklerin ağız ortamından kolay uzaklaşıp uzaklaşmaması da erozyonda önemli bir etkidir. İçeceklerin adezyonu termodinamik özellikleri ile ilgilidir. Adeziv özelliği yüksek olan içecek, diş yüzeyi ile daha uzun süre temas eder ve erozyon oluşturur. Örneğin kolanın oluşturduğu film tabakasının diş yüzeyinden uzaklaştırılması için 45 mJ/m^2 tükürük gerekli iken, tükürüğün diş yüzeyinden uzaklaştırılması için 14 mJ/m^2 kola yeterlidir. Buradan da anlaşıldığı gibi bu tür içeceklerin tükürük ile uzaklaştırılması daha zordur. Sonuç olarak, içeceklerin pH ve tamponlama kapasiteleri eroziv potansiyeli belirlemede tek başına yeterli değildir. Ayrıca minenin, hidroksiapatitin (HAp), floroapatitin (FAP) doygunluk dereceleri de erozyon oluşumunda çok etkilidir. Tüm bunlara rağmen erozyon oluşumuna neden olan kritik pH'ın ne olduğu daha net olarak bilinmemektedir (82).

A2. Biyolojik Faktörler

Diş erozyonuna neden olan biyolojik faktörler;

- tükürük: akış hızı, bileşimi, tamponlama kapasitesi, uyarılma kapasitesi
- pelikil: difüzyon sınırı özellikleri, bileşimi, olgunluk derecesi ve kalınlığı
- dental materyalin tipi (süt veya sürekli, mine veya dentin), flor (F) içerip içermediği, floridli hidroksiapatit (FHAp) veya kalsiyum florid (CaF_2) benzeri partiküllerin bulunması
- dişin anatomisi ve oklüzyon
- dişlerle ilişkili yumuşak dokuların anatomisi
- fizyolojik yumuşak doku hareketleridir (83, 84).

En önemli biyolojik faktör tükürüktür. Tükürüğün koruyucu mekanizmaları eroziv değişiklikler sırasında rol oynar. Bunlar; seyreltme ile eroziv ajanların ağızdan uzaklaştırılması, nötralizasyon ve asitlerin tamponlanmasıdır. Tükürük, kalsiyum fosfat iyonların etkisi ile mine remineralizasyonunu arttırıp, çözünme hızını azaltır (84, 85). Kişinin uyarılmamış tükürük akış hızı 0.1 mm/dk'dan az ise 5 kat daha fazla dental erozyon oluşma riski taşır (86).

Tükürüğün tamponlayıcı bileşiği olarak gösterilen hidrojen bikarbonat (HCO_3)'ın uyarılmamış tükürükteki konsantrasyonu 5 mmol/l iken, uyarılmış tükürükte 60 mmol/l'ye kadar çıktığı bildirilmektedir. Bikarbonat konsantrasyonu yüksek olan, yüksek akış hızlı tükürüğün; tamponlama kapasitesinin de yüksek olacağı belirtilmektedir (87, 88).

Pelikül; diş yüzeyinde oluşan, spesifik tükürük protein ve yağlarından oluşan bir tabakadır. Pelikülün erozyondaki etkisi protein yağ membranı gibi bir difüzyon bariyeri oluşturarak, asitin direkt olarak diş yüzeyine etki etmesini engeller. (89, 90).

Aktif erozyonu olan ve normal tükürük değerlerine sahip bireylerde, erozyon görülmeyen bireylere göre daha uzun temizlenme zamanı gözlenir. Tüm bu farklılıklar dişin anatomisi ve yumuşak dokuların yıkayıcı özelliğine bağlıdır. Ayrıca dilin ve bukkal mukozanın hareketleri ve yutkunma durumu temizlenme hızını etkiler (90).

Tükürük kompozisyonu ve akış hızı, tükürüğün yapısını etkiler ve ağızın farklı bölgelerinde değişiklik gösterir. Örneğin üst keser dişlerin palatinal yüzeyleri tükürüğün az temas ettiği bölgeler iken, alt dişlerinin lingual yüzeyleri submandibular ve sublingual bezler tarafından tükürük ile sürekli yıkanır. Dolayısıyla bu bölgede erozyon görüldüğü bildirilmemiştir. Bu nedenle tükürük erozyonun ağız içinde oluşacağı bölgenin ve şiddetinin belirlenmesinde önemli rol alır (91).

A3. Davranışsal Faktörler

Hayat koşullarının değişmesi, bazı alışkanlıklar dental erozyonun oluşmasında önemli risk faktörleridir. Bunlar;

- Anormal yeme ve içme
- Sağlıklı yaşam sekli: asitli meyve ve sebze tüketiminin sıklığı
- Sağlıksız yaşam sekli: şekerli içeceklerin ve ilaçların tüketim sıklığı
- Alkol bağımlılığı
- Asitli yiyecek ve içeceklerin sık tüketimi
- Gece boyunca biberonla asitli içecek tüketimi
- Oral hijyen alışkanlıkları (abraziv diş macunlarının, beyazlatma ajanlarının sık kullanımı) dır (90).

İçeceklerin tüketilmesi sırasında pipet kullanımı ile içecek doğrudan farenkse geçerek dişlerle temas kesileceğinden erozyon oluşumu azalır. İçecekleri yutmadan önce ağızda tutmak diş yüzeyinde pH'ın belirgin derecede düşmesine ve böylece erozyonun artışına neden olur. Özellikle asidik gıdaların gece tüketilmesi tükürük salgısının da azalmasıyla erozyon oluşumunu arttırır (92).

B-Spor ve Meslek Faktörleri

Çalışma yerinde asit ile sık temas eden bireylerde dental erozyon oluşma sıklığı ve şiddeti fazladır. Yapılan bir epidemiyolojik çalışmada erozyon ve atrizyon sıklığının sanayideki asidik gazlarla ilişkisi araştırılmıştır. Almanya'da pil sanayide çalışan işçilerde yapılan ölçümler sonucunda bu işçilerin sülfürik asite maruz kaldıkları saptanmıştır. Bu grupta eroziv lezyonların üst keserler bölgesinde olduğu ve dişlerin orta derecede etkilendiği belirtilmiştir (93).

Profesyonel yüzücüler çok uzun süre havuzda kalırlar. Havuz sularını dezenfekte etmek için pH'ı düşük olan klor gazı ve sodyum hipoklorit kullanılır. Havuz suyunun tavsiye edilen pH seviyesi 7.2 ile 8 arasında olup, pH seviyesi yüksek havuz suyu dişlere herhangi bir zarar vermemektedir. Ancak pH'ı 2.7 olan, H⁺ konsantrasyonu tavsiye edilenden 100.000 kez daha fazla olan havuzlarda yüzen profesyonel yüzücülerin %39'unda, erozyon görülmüştür (93).

C- Oral Hijyen Ürünleri, Asitli İlaçlar

Asidik ilaçların uzun süreli ve sık kullanımı dişlerde eroziv lezyonlara yol açabilmektedir (94). Bu durum çocuklar için çoğunlukla likit ya da efervesan tablet formunda olan ilaçların göreceli asiditesi nedeniyle ortaya çıkmaktadır (95, 96).

Çocuklar tarafından uzun süreli olarak kullanılan antibiyotikler, analjezikler, kardiyovasküler ilaçlar, gastrointestinal ilaçlar, antipsikotikler, antiemetikler, potasyum takviyeleri ve astım ilaçları gibi yaygın olarak reçete edilen ilaçların düşük pH'ları nedeniyle eroziv potansiyele sahip oldukları bulunmuştur (96, 97). Bunun yanında yaygın olarak kullanılan C Vitamini çiğneme tabletlerinin yüzeyi sert ve geniştir ve çiğneme ile dişlerle uzun süre temasta kalır (98). Yapılan bazı araştırmalar sonucunda çiğneyerek kullanılan C vitamini tabletlerinin, tükürük pH'ını 2'nin altına düşürdüğü bildirilmiştir (99). Juvenil Romatoid Artriti olan çocuklar aspirin tabletlerini günde 3-4 kez çiğneyerek kullanırlar. Bu çocuklarda aspirin tabletlerini yutarak kullananlara göre özellikle okluzal yüzeylerde daha fazla erozyon olduğu görülmüştür (94).

Scatena ve ark.'nın (100) yaptıkları in-vitro araştırmada, çocuklar tarafından sık kullanılan ilaçların içeriğinde yer alan guaifenesin (ekspektoran), ferröz sülfat (demir preparatı) ve salbutamol sülfat (astım ilacı) maddelerinin süt dişleri üzerindeki aşındırıcı etkileri değerlendirilmiş ve salbutamol sülfatın minenin mikrosertliğini 7. günden itibaren kademeli olarak azalttığı, diğer maddelerin ise 28. günden sonra minenin mikrosertliğinde anlamlı kayıp oluşturduğu belirlenmiştir.

2.4.1.2 İç Kaynaklı Faktörler

Gastroözofageal reflü hastalığı (GÖRH), psikosomatik orjinli yeme bozuklukları (blumia, anorexia nevroza), kusma, dental erozyona sebep olan iç kaynaklı faktörlerdir (101). Bu faktörlerin hepsinde midenin yan duvarından üretilen hidroklorik asit etkilidir. Kusma veya regürjitasyon (geri kaçış) ile mide asidi ağza gelir. Özellikle üst keser dişlerin palatinal yüzeyleri en çok etkilenen bölgelerdir (102).

Gastroözofageal Reflü Hastalığı

Gastrik asitin mideden ağıza doğru gelmesi ile ilişkilendirilen birçok durum vardır. Bunlardan en sık görüleni gastroözofageal reflüdür. Genellikle ailesel yatkınlık gösterir (102, 103). Regürjitasyon ile ağıza gelen gastrik içeriklerin pH'ı 1-1.5 arasındadır. Gastrik asitin, dental erozyon oluşturabilmesi için en az 1-2 yıl haftada birkaç kez dişlerle temas etmesinin gerekli olduğu belirtilmektedir (104).

Erozyon derecesi hastalığın süresi, sıklığı ve regürjitasyonun miktarı ile doğru orantılıdır. Asit reflüsü öncelikle üst keser dişlerin ve üst molar dişlerin palatinal yüzeyini etkiler, asit atağı devam ettikçe iki çenede de arka bölgedeki dişlerin okluzal yüzeyleri etkilenir ve en son labial /bukkal yüzeylere ulaşır. Dilin koruyucu etkisi nedeniyle alt dişlerin lingual yüzeyleri erken dönemde pek etkilenmemektedir (105).

Yeme Bozuklukları

Yeme bozuklukları; kişinin fiziksel ya da psikososyal durumdan dolayı herhangi bir medikal duruma bağlı olmaksızın yemek yemeyi ısrarla reddetmesi olarak tanımlanır. Hastalığın gelişiminde hem biyolojik, hem psikolojik, hem de kültürel faktörlerin rol oynadığı düşünülmektedir. Yeme bozukluğu, sıradan bir zayıflama kürünün kontrolden çıkmasından daha öte bir rahatsızlıktır. Anoreksia Nevroza ve Bulimia olmak üzere iki grupta incelenir.

Anoreksia Nevroza; psikolojik bozukluklar, artan aktivite, amenore (menapoz dönemine girme), şiddetli kilo kaybı gibi belirtileri vardır. Kişi sürekli çok şişman olduğunu düşünür ve yemek yemesini sınırlar. İki alt grubu vardır; birincisinde yemek yeme kısıtlanır, ikincisi ise bir takım laksatif ve müshil ilaçlarıyla yediklerini çıkarma şeklindedir.

Bulimia; kişi anormal derecede yemek yer ve ardından kilo almamak için kusarak yediklerini çıkarır. Mide asidinin ağıza gelmesi ile erozyon, mide delinmeleri, ellerde kusmak için zorlama sırasında oluşan diş izleri ve yaralar, âdet düzensizlikleri görülebilmektedir. Tedavisi, semptomları azaltacak, kendine güveni arttıracak psikolojik destekle birlikte yapılmalıdır (106).

2.4.2 Restoratif Materyallerin Erozyonla İlişkisi

Düşük pH değerli solüsyonların olumsuz etkileri sadece diş yüzeyleri ile sınırlı değildir. Rezin esaslı materyallerin bozulmasını da hızlandırabilmektedir (107, 108).

Erozyona uğramış dişlerin tedavisinde diş rengi restoratif materyallerin kullanımını oldukça yaygındır. Bunun nedenlerinden birisi, aşınmış dişlerde daha fazla madde kaybı yaratmadan minimal invaziv teknikle uygulayabileceğimiz diş rengi restoratif materyallerin belirli bir kavite preparasyonu gerektirmemesidir (109).

Diş rengindeki dolgu maddelerinin de diş sert dokuları gibi asidik şartlar altında erozyona uğrama eğiliminde olduğu rapor edilmiştir (107). Restoratif materyallerin klinik performansı erozyondan etkilenmektedir. Daha önce gerçekleştirilen çalışmalar, asidik atağın, CİS'lerin, poliasit modifiye kompozitlerin ve kompozit rezinlerin aşınma, yüzey ve fiziksel özellikleri üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğunu ortaya koymuştur (8, 110).

Birçok çalışmada erozyonun etiolojisinde yiyecek ve içeceklerin rolü araştırılmıştır. Sitrik asit, malik asit ve fosforik asit içeren asitli içeceklerin erozyon potansiyelini arttırdığı gösterilmiştir (78, 111).

2.5 Renk

Işığın cisimlere çarparak yansmasıyla gözümüze ulaşan olguya renk denir. Işığın bulunmadığı yerdeki bütün renkler siyahtır. Dolayısıyla renk ışığın var olması ile oluşur. Elementlerin biri mevcut değilse renk var olmaz. Renk soyut bir bilim olarak tanımlanır ve kişiseldir. Farklı kişiler aynı objeyi farklı görebilir (112).

Renklerin algılanışı dış koşullara bağlı olarak da değişir. Aynı renk güneş ışığında veya mum ışığında farklı algılanabilir. Fakat insanın görme duyusu ışığın kaynağına uyum sağlayarak, her iki koşuldakinin de aynı renk gibi algılanmasını sağlar (112).

Diş ve restorasyonun renk uyumunda, materyalin optik özellikleri belirleyici rol oynar. Kompozit rezinlerin ışık geçirgenliği, renk oluşumunda etkindir. Materyalin içerisinde dağılan ışık arka plandan ve çevreden tekrar yansiyarak kompozitin görünümünü etkiler (113).

2.5.1 Renk Stabilitesi

Estetik rezin kompozitlerin en yaygın bozulma nedenlerinden biri renklenmedir (10). Mükemmel bir estetik sağlamak için diş rengindeki restoratif materyaller içsel renk stabilitesine sahip olmalı ve yüzey renklenmesine karşı dirençli olmalıdır (114).

Renk stabilitesi, bir materyalin belirli bir ortamda çeşitli etkenler karşısında belirli bir sürede başlangıçtaki rengini koruyabilmesi olarak tanımlanabilir ve diş hekimliğinde kullanılan materyaller için önemli bir fiziksel özelliktir (115). Kompozit rezinlerin renklenmesi, dışsal faktörler ve içsel faktörler olarak iki gruba ayrılmaktadır.

Dışsal Faktörler Sonucu Oluşan Renklenme; daha çok plak ve renk pigmentlerinin kompozit rezinin yüzeyine birikmesi sonucunda meydana gelen renklemelerdir (34). Boyayıcı maddelerin yüzeyle kontaminasyonu sonucu absorpsiyon veya yüzeyde birikimi ile gerçekleşir (116). Dışsal renklemeler, kötü oral hijyen, beslenme alışkanlıkları ve sigara tüketiminden kaynaklanabilir (117). Dahası, restorasyonun yüzey pürüzlülüğü ve yüzey bütünlüğüyle de ilişkilendirilebilir (13).

İçsel Faktörler Sonucu Oluşan Renklenme; kompozit rezinlerin yapısı, doldurucu partiküllerin özellikleri, su emilimi ve polimerizasyon derecesi gibi rezin materyallerin kimyasal özellikleri ile ilişkilidir (11). Kompozit rezinlerin renklenmeye yatkınlıkları rezin matriksin su emilimi ve hidrofilik yapısına bağlıdır. Eğer rezin matriks su emiyorsa diğer renklendirici sıvıların da emilimi gerçekleşebilmektedir (114).

2.5.2 Renk Ölçüm Sistemleri

Renk sistemleri nesnelerin renk parametrelerini tanımlamak için kullanılmaktadırlar (118). Dental restoratif materyallerin rengi yansıyan ışıktaki genellikle enstrümantal veya görsel tekniklerle ölçülür (119).

2.5.2.1 Görsel Teknik (Munsell Renk Sistemi)

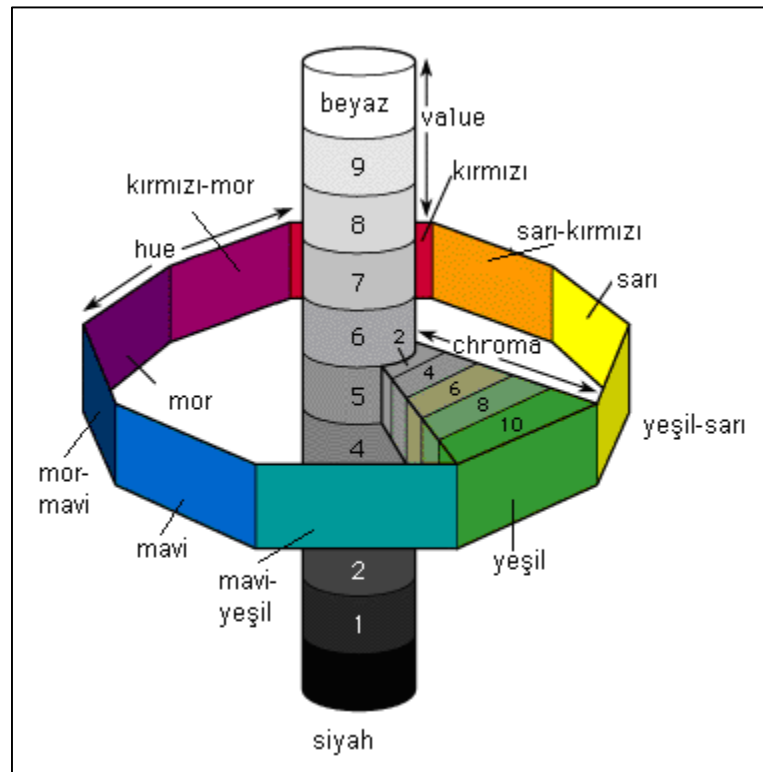
Rengin görsel olarak değerlendirilmesinde kullanılan en popüler teknik Munsell renk sistemidir (119). Munsell sistemi nesnenin algılanan rengi ile standardize edilmiş ve sıralanmış renk fişlerini kıyaslamaktadır. Renkleri, renk tonu

(hue), renk değeri (value) ve renk yoğunluğundan (chroma) oluşan 3 boyutlu koordinat sisteminde tanımlar (Şekil 2.1).

“Hue”: Renk veya renk tonu anlamına gelir. Rengi tanıtan ve diğer renklerden ayrılmasını sağlayan bir özelliktir. Kırmızı, mavi ve yeşil gibi değişik renklerin ayrımını sağlar. Hue değeri, gençlerde bütün dişlerde hemen hemen aynıdır. Yaşlandıkça yiyecek ve içecekler, dış ve iç renklemeler, sigara gibi etkenlerle dişlerde değişiklikler göstermektedir (120).

“Value”: Saf siyah ve saf beyaz arasındaki parlaklığın derecesidir. Rengin gri skalası üzerindeki yerini tarif eder. Açık renklere ait value değerleri yüksek, koyu renklere ait value değerleri ise düşüktür. Rengin tonu aynı olsa bile cismin koyu ya da açık renkte görünmesi value değerlerine bağlıdır. Renk seçiminde en önemli faktör value'dür (112, 120).

“Chroma”: Rengin doygunluk derecesidir, güç ya da berraklık olarak tanımlanır. Rengin içindeki hue miktarını bildirir dolayısıyla sadece hue varlığında chroma özelliğinden bahsedilebilir. Yaşla birlikte dişlerin chroması yükselmektedir (112, 120).



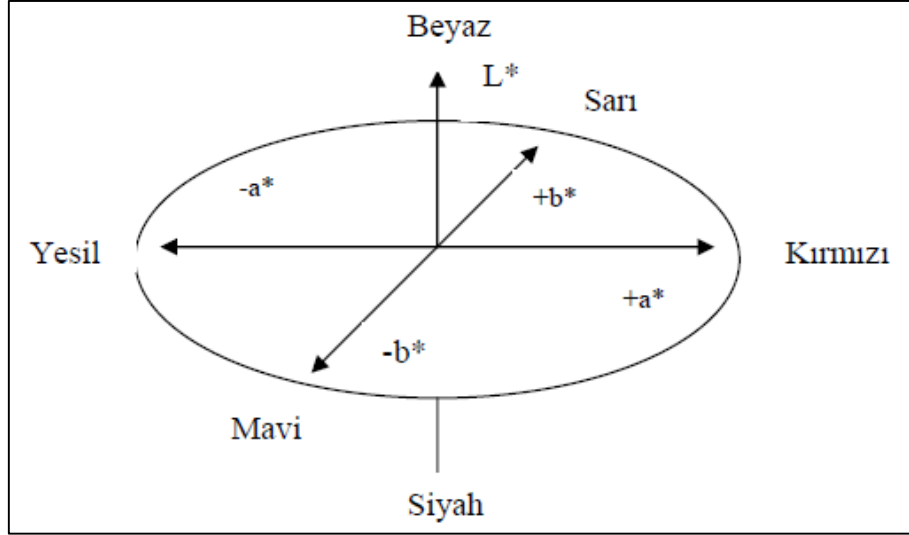
Şekil 2.1. Munsell Renk Sistemi (www. Brittanica.com, 10. 04. 2017).

Munsell düzensiz bir küre şeklinde rengin 3 boyutunu göstermiştir. Kürenin dikey eksenini renk değeri (value) boyutudur. Bu eksen 10 basamaklıdır; 0. basamak koyu siyahı, 5. basamak nötral griyi, 10. basamak beyazı gösterir. Bu eksen etrafında 10 basamaklı renk tonu (hue) uzantıları bulunur. Eksenden dışarı doğru ise renk yoğunluğu (chroma) uzanır. Küre simetrik değildir çünkü tüm renk tonları aynı parlaklığa sahip değildir(121) .

2.5.2.2 Enstrümantal Teknik

Bu sistem renk ölçümlerinde spesifik renk ayrımları yapıldığında kullanılır. Comission Internationale de l'Eclairage (CIE) renk ve görünüm gibi alanlarda standardizasyonu sağlayan bir organizasyondur. 1931'de standart bir ışık kaynağı ve standart bir gözlemci kullanarak, insan gözünün renge cevabı incelenmiştir. 1976'da CIE, CIE L*a*b* adı verilen üç ayrı renk reseptörü (kırmızı X, yeşil Y ve mavi Z) üzerine kurulmuş renk aralığını tanımlamıştır. Bu renk sisteminin temeli, tüm renklerin bu üç ana rengin belirli oranlarda karışımından meydana geldiği esasına dayanır (122).

CIE Lab renk sisteminde L*, a*,b* eksenleri mevcuttur; L* eksenini, rengin açıklık ve koyuluk koordinatlarını belirler. Mükemmel siyah rengin L* değeri 0, mükemmel beyaz rengin L* değeri ise 100'dür. a* değeri kırmızı-yeşil eksenini, b* değeri ise sarı-mavi eksenini oluşturur. Pozitif a* değerleri kırmızıya değişimi gösterirken negatif a*değerleri ise yeşile değişimi gösterir. Benzer şekilde pozitif b* değerleri sarı renk dizisini gösterirken negatif b* değerleri ise mavi renk dizisini gösterir (Şekil 2.2) (122).



Şekil 2.2. CIE Lab renk aralığı - Joiner'den (122).

CIE Lab sisteminde ΔE değeri, iki cisim arasındaki algılanan renk farklılığının miktarını gösteren sayısal bir değerdir (123). Gruplar arasındaki renk farklılıkları aşağıda verilen formülle hesaplanmaktadır (118, 119, 124).

$$\Delta E^* = [(L1^* - L0^*)^2 + (a1^* - a0^*)^2 + (b1^* - b0^*)^2]^{1/2}$$

Formülde $L0^*$, $a0^*$, $b0^*$ ilk ölçüm değerlerini, $L1^*$, $a1^*$, $b1^*$ ise ikinci ölçüm değerlerini verir.

ΔE değeri renk farklılıklarını göstererek bir eşik değer olma özelliğini taşır (123). Kural olarak eğer bir materyal test ortamına bırakıldıktan sonra renk değişimi tespit edilemiyorsa rengi tamamen stabildir ve $\Delta E=0$ ' dır. Çeşitli çalışmalarda renk değişimi değerlerinin insan gözüne duyarlı olduğu farklı eşik değerler bildirilmiştir. ΔE değerinin 3.7 veya daha az olduğu durumlarda renk değişiminin görsel olarak algılanamadığı ve dolayısıyla klinik olarak kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir (125, 126). Bazı araştırmalarda ise, estetik restorasyonlardaki renk farklılıklarını gözlemlendiğinde, $\Delta E > 1$ değerinin görsel olarak algılanabildiği, $\Delta E > 3.3$ 'in ise, restorasyonun görsel algısı için kritik değer olduğu bildirilmiştir (127, 128).

2.5.3 Renk Ölçüm Yöntemleri

Diş renginin ölçülmesinde birçok metot kullanılmaktadır. Bunlar porselen veya akrilik rezin tonlarını içeren skalaların kullanımı gibi sübjektif kıyaslamalar

olabildiği gibi, spektrofotometre, kolorimetre ve imaj analiz teknikleri gibi enstrümanların kullanıldığı objektif teknikler de olabilmektedir (122).

2.5.3.1 Görsel Renk Analizi

Munsell renk skalası kullanılarak yapılan görsel renk tespit yöntemleri dışın standart bir renk skalası ile kıyaslanması ile gerçekleştirilmektedir. Bu yöntem dışın ve skalanın aynı aydınlanma koşullarında birbiri ardına gözlemlenmesiyle uygulanır (129). Ancak bu yöntem ile renk seçimi oldukça subjektif ve zordur. Çevresel ışıkla ilgili değişkenler, gözlemciden kaynaklanan deneyim, yaş, göz yorgunluğu ve renk körlüğü gibi fizyolojik değişkenler hatalı sonuçlara sebep olabilir (130, 131).

2.5.3.2 Kolorimetre

Standart bir renk kalibrasyonuna dayanarak renk verilerini analiz eden cihazdır (120). Kolorimetreler doğrudan gözümüzün algıladığı üç temel renk üzerinden (kırmızı, yeşil, mavi) ölçüm yapmaktadır.

Bu cihazlar objenin rengini üç boyutlu x, y, z değerleri veya CIE Lab sistemindeki L, a, b değerleri ile belirler. Değerler rengi istatistiksel olarak analiz edebilir ve farklı objelerin renk değerleri ile karşılaştırılabilir (120).

Genel olarak kolorimetreler doğal dişlerin renk ölçümlerinde in vivo ve in vitro şartlarda kolay tekrarlanabilirlik göstermektedirler (132). Ancak kolorimetreler düz yüzeyler için üretilmişlerdir ve dişlerin yüzeyleri genellikle düz değildir ve yüzey düzensizlikleri mevcuttur. Ayrıca diş minesi translusens bir materyaldir ve enstrümandan gelen ışığı saçmaktadır. Dolayısıyla enstrümana geri yansıyan ışık yanlış sonuçların elde edilmesine neden olabilmektedir (118).

2.5.3.3 Spektrofotometre

Spektrofotometre, in vitro şartlarda diş rengini, rengin yansıması ve geçirgenliğini tam olarak belirleyebilen en güvenilir renk ölçüm cihazıdır (133). Restoratif rezinlerin, protez dişlerin, porselenlerin, renk skalalarının renk parametrelerini ve renk değişikliklerini ölçmede kullanılmaktadırlar (118).

Spektrofotometreler çok sayıda sensör içerdikleri için insan gözünün ayırt edemediği renk farklılıklarını da tespit edebilir. Birden fazla ışık kaynağı ile ölçüm yapabildiklerinden metamerizmi (bir cismin renginin farklı ışık kaynakları altında

farklı algılanması) ayırt edebilirler. Uzun süre doğru ve standartlara uygun sonuçlar vermesi nedeniyle tercih edilmektedir (112, 120).

Vita Easy Shade spektrofotometre (Vita Zahnfabrik, Almanya) diş hekimliği kliniklerinde diş ve restorasyonların renk seçimi için üretilmiş cihazdır. Klasik spektrofotometrelerden en önemli farkı renk ölçümlerini CIE Lab değerleri üzerinden ölçmekle kalmayıp bu değerleri Vita renk skalası değerlerine çevirerek vermesidir (134). Vita Easy Shade Spektrofotometre, belirli vücut dalga boylarının yansımaya dayanarak ve onları ΔE birimlerinde ifade edilen değerlere dönüştürerek, 400-700 nm'de görünür ışık spektrumunun kesin bölümlerini ölçer (12). Bu sistemlerin çevre ışıklarından etkilenmediği için kolorimetrelerden daha hassas olduğu bildirilmektedir.

Burgt ve ark. (129), kolorimetre ve spektrofotometre ölçümleri arasında belirgin bir farklılığın olmadığını belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra Paul ve ark. (135), spektrofotometrelerle kalorimetre ile kıyaslandığında, daha detaylı ölçümler yapıldığını ve spektrofotometrelerin 0.48 ΔE hata payı ile yüksek oranda tekrarlanabilir sonuçlar verdiğini rapor etmişlerdir. Pusatri ve ark. (136) farklı renk ölçüm cihazlarını güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik açısından karşılaştırdıkları çalışmanın sonucunda spektrofotometrelerin, kalorimetrelerden daha güvenilir ve kesin sonuç verdiğini belirtmişlerdir.

Vita EasyShade (Vita Zahnfabrik) spektrofotometreler arasında yapılan çalışmalarda, tekrarlanan ölçümlerde güvenilir bir aygıt olduğu bildirilmektedir (137, 138). Witkowski ve ark. (137) yaptıkları çalışmada farklı ışık kaynakları ve gözlemci kullanıldığı durumlarda bile Vita EasyShade'in tutarlı sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir. Kanawati ve ark. (138) Vita EasyShade'in in vivo kullanımda %85 doğruluk oranı olduğunu ortaya koyarak benzer sonuçlara varmışlardır.

2.6 Yüzey Pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğü; bir materyalin özelliklerine ya da elde edilme yöntemine bağlı olarak oluşan yüzey dokusundaki düzensizliklerdir (120).

Pürüzsüz bir yüzey, rezin restorasyonların estetik kalitesini ve uzun vadeli başarısını belirlediğinden, klinik olarak önemlidir (117). İdeal olarak, rezin

materyalinin yüzey dokusu, plak birikimini azaltmak ve sonrasında dışsal renklenmeyi önlemek için mümkün olduğunca iyi olmalıdır (139).

Kompozit rezin restorasyonlarda düzgün bir yüzey elde edilmesi ile plak retansiyonu azaltılarak gingival irritasyonların, yüzey renklenmelerinin, hasta memnuniyetsizliğinin ve rekürrent çürüklerin önlenebileceği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (9, 140-142). Ayrıca yüzeyin düzgün olması sürtünme katsayısını azalttığından sonrasında oluşabilecek aşınmayı da azaltarak klinik performansı arttırabileceği bildirilmiştir (143). Bunun yanında pürüzlü yüzeyler kırılmaya daha eğilimli olduklarından yüzey düzgünlüğünün sağlanması ile kırılma riskinin de azalabileceği rapor edilmiştir (144).

Kompozit rezinlerde polisaj işlemi yapılması sırasında uygulanan basınç, kullanılan polisaj sisteminin kompozit yüzeyine tam uyum sağlaması ve yine kullanılan polisaj sisteminin uygulanma süresi gibi faktörler elimine edilebilse dahi, farklı kompozit rezinler üzerinde uygulanan aynı polisaj sistemleri farklı sonuçlar verebilmektedir. Bu farklılığın, kompozit rezinlerin farklı partikül büyüklüğüne sahip olması sebebiyle ortaya çıktığı öne sürülmektedir (145). Buna ek olarak partikül sertliği ve doldurucu partiküllerin miktarı da, kompozit rezinlerin bitirme ve polisaj işlemleri sonrasında yüzey mikromorfolojisine etki eden faktörlerdir. Cila işlemi sırasında sert ve büyük partiküller, yumuşak olan rezin matriksten daha kolay kopabilmektedir (146).

2.6.1 Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri

Yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde optik veya mekanik sensörlere sahip cihazlar kullanılabilir. Tarayıcı elektron mikroskobu (SEM) gibi kalitatif (nitel) ve yüzey profili analizi (Profilometre) gibi kantitatif (sayısal) metodlarla yüzey pürüzlülüğü ölçümleri yapılabilmektedir. Bunların yanı sıra son yıllarda yeni bir teknik olan Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM) ile de yüzey pürüzlülüğü ölçümü yapılmaktadır (147).

2.6.1.1 Profilometreler

Profilometreler mekanik ve optik profilometreler olmak üzere farklı tiptedir. İki metotta da benzer pürüzlülük parametreleri kullanılarak sayısal ölçümler yapılmaktadır (148).

Mekanik Profilometreler

Mekanik profilometreler iki boyutlu ölçüm yaparlar ve örnek yüzeyi üzerinde sabit doğrusal bir mesafede, boyutları belirli elmas bir uç yardımıyla yüzeye temas ederek, yüzeyin taranması prensibiyle çalışırlar. Sensor X eksenini boyunca hareket eder ve dikey eksenindeki yükseklik farklarını makinenin dönüştürüm sistemini referans alarak hesaplar. Bu nedenle çalışılan bölgedeki yüzeyin paralelliği ve sensörün eksen dönüştürümü mutlaka dikkatli bir şekilde ayarlanmalıdır (148).

Mekanik profilometreler hem dijital hem de analog donanım ve yazılım kullanılarak değerleri kaydedilebilmektedir (149). Bu değerlerden;

*Ra; belirli bir ölçüm mesafesinde tüm yüzey düzensizliklerinin (yükseklik ve derinliklerinin) mutlak toplamalarının aritmetik ortalamasını,

*Rmax; belirli mesafedeki en yüksek ve en derin noktalar arası mesafeyi,

*Rz; belirli mesafedeki birbirini izleyen 5 maksimum yükseklik ve derinliğin ortalamasını ifade etmektedir. Yüzey pürüzlülüğü çoğunlukla aritmetik ortalama pürüzlülük (Ra) olarak ifade edilir (150).

Mekanik profilometreler, yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesinde uzun yıllardır yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (142). Bu yöntemin en önemli avantajı değerlendirmeden önce örneklerin herhangi bir hazırlık aşamasına gerek olmamasıdır. Bu sayede aynı örnekler tekrar kullanılabilir ve çeşitli zaman dilimlerinde tekrar ölçümleri yapılabilir (148).

Mekanik ve optik profilometreler karşılaştırıldığında optik sensörlerin daha yüksek pürüzlülük değeri verdiği belirtilmiştir. Ra değerlerinde, iki sensör arasında uyumlu sonuçlar verirken; Rz, Rpm ve Rt ölçümlerinde farklılıklar oluşmaktadır (151). Ra parametresi pürüzlülük profilinin orta hattın sapmalarının aritmetik ortalamalarının hesaplanmasıdır (152). Ra değeri, dental materyallerin yüzey topografisinin belirlenmesinde en sık kaydedilen değerdir (59, 142, 153).

Optik Profilometreler

Optik profilometreler üç-boyutlu ölçüm sağlayan cihazlardır. Yüzey ile mekanik bir temas yoktur ve optik ışınla tarama yapmaktadır. Cihaz yüzey üzerinde

belirlenen referans noktaları arasındaki mesafede ölçüm yapmaktadır. Cihazın optik parçaları 100 μm^2 'lik bir alanda birkaç nanometrelik çözünürlük sağlayabilmektedir (148). Yüzey topografisi 3 boyutludur dolayısıyla optik profilometreler ile yüzeyin doğal karakteri gösterilebilmektedir (147).

2.6.1.2 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

SEM'de görüntü meydana getirilmesi örnek üzerine gönderilen elektron demetinin örnekten yansması ve yansıyan sinyallerin algılanması temeline dayanır (154). SEM bir yüzeyde oluşan çiziklerin ve bozuklukların incelendiği en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Ancak yüzey topografisinin tanımlanmasında bir takım sınırlamalara sahiptir ve üç-boyutlu yüzey özelliği görüntülenememektedir (147).

2.6.1.3 Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM)

AFM, son yıllarda popülerite kazanan bir tekniktir. Çalışma prensibinde, örnek yüzeyi çok ince bir manivela (sivri uç) yardımıyla taranır (155). Genellikle AFM tekniklerinde kullanılan uçlar 40-60 nm çapındadır ve AFM ucu yüzeyi tararken, AFM uç ve yüzey arasındaki etkileşimi kayıt eder. Bu etkileşimler Van der Waals kuvvetleri, kapiller kuvvetler ve sürtünme kuvvetlerine bağlıdır (156).

AFM analizinde, atomik boyutlara kadar inceltilmiş bir iğne ucu ile yüzeyin üç boyutlu yüksek çözünürlüklü görüntülenmesi sağlanır. Görüntüleme, iğne ucunun yüzey ile etkileşiminin okunması sonucunda gerçekleşir. Farklı analizler için farklı iğne uçları kullanılmaktadır (157).

AFM analizinde üç farklı teknik kullanabilmektedir; iğnenin yüzeye temas ettirilerek uygulandığı temas yöntemi (çekici mod), iğnenin yüzeye temas etmediği temassız yöntem (itici mod) ve iğnenin yüzeye vurularak uygulandığı vurma yöntemi (tıklatma modu). AFM analizi ile örneklerin yüzey görüntülenmesi, faz, elektrik iletkenlik, manyetik farklılıklar, örneklerin yüzey pürüzlülüğü gibi kantitatif bilgiler ve yüzey görüntüleri gibi kalitatif bilgiler de saptanabilmektedir (157, 158). AFM'nin konvansiyonel tekniklere göre 3 boyutlu ölçüm yapması, vakum veya örneklere özel bir işlem (kaplama vb.) gerektirmemesi gibi avantajları vardır. Ancak

tarama hızının düşük olması, örnek sayısının az olması ve undercutları belirleyememesi ise dezavantajlarıdır (155).

Kakaboura ve ark. (147), yaptıkları çalışmada kompozit rezinlerin yüzey özellikleri profilometre, SEM ve AFM ile değerlendirilmiş ve AFM'de 3 boyutlu görüntü elde edildiği için profilometreye göre yüzey pürüzlülüğünü belirlemede daha iyi olduğu ve SEM'e göre de daha detaylı bilgi verdiği bildirilmiştir.

Yüzey pürüzlülüğü analizinde sadece bir yöntemle güvenmek sakıncalı olabilir. Bir yöntemle elde edilen bulguların başka bir yöntemle kıyaslanması, daha doğru sonuçların elde edilmesine olanak sağlar. Profilometreye kıyasla SEM ve AFM gibi yöntemler daha ayrıntılı yüzey bilgisi verdiği için, profilometre bulgularının bu tip yöntemlerle desteklenmesi sonuçların güvenilirliğine katkı sağlayacaktır (38, 149, 159).

AFM analizi, örnek yüzeylerinde üç boyutlu görüntü elde edilmesine ve profilometre ve görsel değerlendirmeye kıyasla daha detaylı bir incelenmeye olanak sağlar (160). AFM cihazıyla yapılan çalışmalarda, SEM'in aksine örnek yüzeyine herhangi bir işlem yapılmadan direk olarak inceleme yapılabilir. AFM analizi üç boyutlu, topografik bir yüzey görüntüsü elde etmekle birlikte yüzey pürüzlülüğü parametrelerini rakamsal olarak da verebilir. Ancak, tarama yapılan saha diğer yöntemlere nazaran küçük bir alan olduğundan, tekrarlanan ölçümlerde aynı sahayı yeniden bulmak zordur (158, 160). Ayrıca, ölçümlerin uzun zaman alması ve pahalı bir metot olması diğer dezavantajlarındandır.

Çalışmanın amacı; rezin esaslı restoratif materyallerin farklı pH değerlerindeki sıvılarda bekletilmesinin yüzey pürüzlülüğüne ve renk değişimlerine etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemektir. Çalışmamızın hipotezi; farklı pH değerindeki sıvılar restoratif materyallerin renk stabilitesi ve yüzey pürüzlülüğü değerlerini etkilememektedir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız, Cumhuriyet Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'nın 25.03.2016 tarih ve 2016-03/40 sayılı etik kurul onayı ile yürütüldü.

Rezin esaslı restoratif materyallerin farklı pH değerlerindeki sıvılarda bekletilmesi sonrası yüzey topoğrafisi ve renk değişimlerinin değerlendirilmesini amaçlayan çalışmamız, Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarı, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı ile Cumhuriyet Üniversitesi Nanoteknoloji Merkezi'nde yapıldı.

3.1 Çalışmada Kullanılan Materyaller ve Sıvılar

Bu çalışmada aynı renkte (A2), farklı monomer ve doldurucu içeriklerine sahip 5 farklı rezin esaslı restoratif materyal kullanıldı (Şekil 3.1). Kullanılan materyallerin özellikleri Tablo 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışmamızda kullanılan restoratif materyaller

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan materyaller ve özellikleri

Materyal	Türü	Kompozisyon	Doldurucu Oranı (Ağırlıkça)	Partikül Boyutu	Üretici Firma	Üretim No
Filtek™ Z550	Nano-hibrit Kompozit Rezin	Bis-GMA, Bis-EMA, PEGDMA, TEGDMA, UDMA, 20 nm slika partikülleri, 0.1-10µ zirkonya/slika patikülleri,	%81.8	0.02 µm	3M/ESPE, St. Paul, MN, USA	N636062
BEAUTIFIL®II	Giomer	Bis-GMA, TEGDMA, S-PRG, Alüminoflora-borosilikat cam, komforokinon, 0.01- 4.0µm partikül boyutu	%83.3	0.8 µm	Shofu Inc, Kyoto, Japan	071528
Vertise™ Flow	Kendinden Adezivli Akışkan Kompozit Rezin	GPDM, PPF (önceden polimerize edilmiş doldurucu), 1-µm baryum cam doldurucu, nano-boyutta koloidal slika, nano- boyutta iterbiyum florid	%70	1 µm	Kerr, Orange, CA, USA	5842135
Dyract®XP	Poliasit Modifiye Kompozit (Kompomer)	UDMA, TCB rezin, TEGDMA, trimetakrilat rezin (TMPTMA), dimetakrilat rezin, etil-4(dimetilalumino) benzat, BHT, stronsiyum-alumino-sodyum-floro-fosfor-slikat cam, stronsiyum florid, slika dioksit, komforokinon, UV stabilizatör	%47	0.8 µm	Dentsply, DeTrey, Konstanz, Germany	1511000295
GC Fuji II LC®	Rezin Modifiye Cam İyonomer Siman	HEMA, TEGDMA, metakrilat, tartarik ve poliakrilikasit, floroalümino Silikat cam.	%58	5.9 µm	GC Corporation, Tokyo, Japan	1601271

Çalışmamızda kola, portakal suyu, kefir ve Cumhuriyet Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Anabilim Dalı'nda hazırlanan yapay gastrik asit ve yapay tükürük kullanıldı (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan sıvılar

Sıvıların pH ölçümü Cumhuriyet Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Anabilim Dalı tarafından sağlanan pH meter PH-2005 ile yapıldı (Şekil 3.3). Çalışmada kullanılan sıvıların içeriği ve pH değerleri Tablo 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Sıvıların pH ölçümlerinin yapılması

Tablo 3.2. Çalışmada kullanılan sıvılar

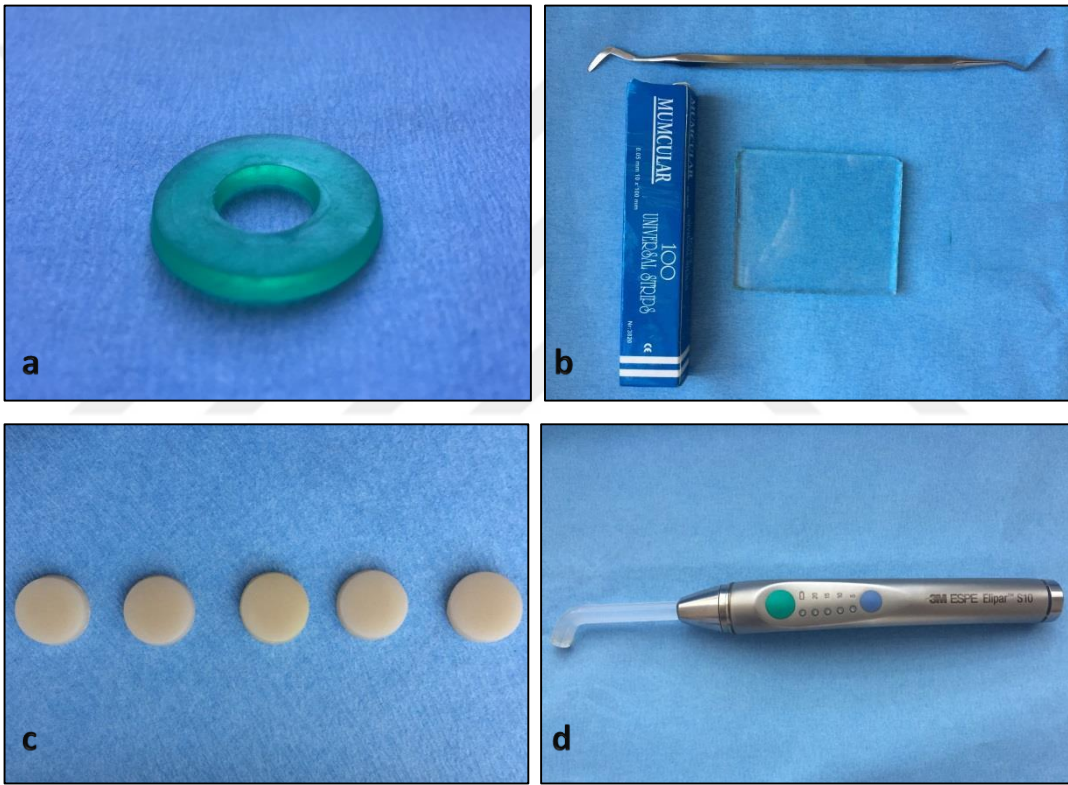
Ürün	İçerik	pH değeri
Kola (The Coca Cola Company, ABD)	Su, şeker, karbondioksit, renklendirici, kola özütü, kafein, asitliği düzenleyici (fosforik asit)	2.53
Portakal suyu (The Coca Cola Company Cappy, ABD)	Konsantreden üretilmiş portakal parçacıklı portakal suyu (%100) su, aromalar	3.87
Kefir (Ülker İçim, Bursa,TR)	Pastörize inek sütü, kefir kültürü	4.5
Yapay Gastrik asit	0.06 M HCL Deiyonize suda %0.113 çözelti	1.2
Yapay Tükürük	1.160 g/L sodyum klorid, 0.600 g/L kalsiyum klorid, 0.600 g/L potasyum fosfat, 1.491 g/L potasyum klorid, 0.050 g/L sodyum florid, pH değerini ayarlamak için eser miktar sodyum hidroksit.	6.93

3.2 Örneklerin Hazırlanması

Bu çalışmada $\alpha= 0.05$ $\beta= 0.20$ $(1-\beta) = 0.80$ olarak alındığında ayrı ayrı her bir gruba 10 örnek alınmasına karar verildi ve testin gücü $\rho= 0.80301$ olarak bulundu.

Çalışmamızda her bir restoratif materyal grubu (Filtek™ Z550, BEAUTIFIL®II, Vertise™ Flow, Dyract®XP, GC Fuji II LC®) için 50 adet olmak üzere toplamda 250 örnek hazırlandı. Örneklerin hazırlanmasında 10 mm çap ve 2 mm kalınlıkta pleksiglass kalıplar kullanıldı (Şekil 3.4a). Materyaller ağız spatülü yardımıyla kalıplara hafif taşkın olacak şekilde yerleştirildikten sonra, her iki

yüzeyine şeffaf matriks bandı konularak, cam tabaka ile taşkın materyali uzaklaştırmak için basınç uygulandı (Şekil 3.4b). Hazırlanan örnekler (Şekil 3.4c) üretici firma talimatlarına uygun olarak 430-480 nm dalga boyu ve 1200 mW/cm² ışık yoğunluğuna sahip Elipar S10 (3M Espe, St. Paul, MN, USA) LED ışın cihazı ile (Şekil 3.4d) polimerize edildi. Işın cihazının ucu restoratif materyal yüzeyine dik olacak şekilde tutularak, örneğin her iki yüzeyinden, ilgili materyalin kullanım kılavuzunda yazıldığı gibi 10-20 sn süreyle polimerize edildi. Her polimerizasyon öncesi ışık gücü sensör yardımıyla ölçüldü.



Şekil 3.4. Örneklerin hazırlanması; (a) pleksiglass kalıp, (b) şeffaf bant, cam tabaka ve ağız spatülü, (c) hazırlanan örnekler, (d) ışın cihazı

Filtek™ Z550

3M ESPE Filtek Z550 nano hibrit universal restoratif, görünür ışıkla aktive edilen, radyoopak bir kompozit rezindir. Filtek Z550, minimum 400 mW/cm² gücündeki halojen veya led ışık cihazlarıyla polimerize edilebilir; 2 mm'lik dolgu

materyali için polimerizasyon süresi yaklaşık olarak 20 sn'dir. (3M ESPE Filtek Z550 kullanım kılavuzu, 2014).

Beautiful® II

440-490 nm dalga boyu ve 1000 mW/cm² gücündeki ışık cihazı ile 10 sn polimerize edilir. (Beautiful® II kullanım kılavuzu).

Vertise™ Flow

Vertise™ Flow kompozit, doğrudan yerleştirilmek üzere tasarlanmış, kendinden adezivli, ışıkla sertleşen, rezin esaslı kompozit dental restoratifdir. Önce ince bir tabaka (<0.5 mm) elde etmek için, fırça ile 15-20 sn orta basınç uygulanır ve ışınlanır, ardından 1.5 mm tabaka eklenir ve ışınlanır. Her tabaka en az 800 mW/cm² gücündeki ışık cihazı ile 20 sn polimerize edilir (Vertise™ Flow kullanım kılavuzu).

Dyract®XP

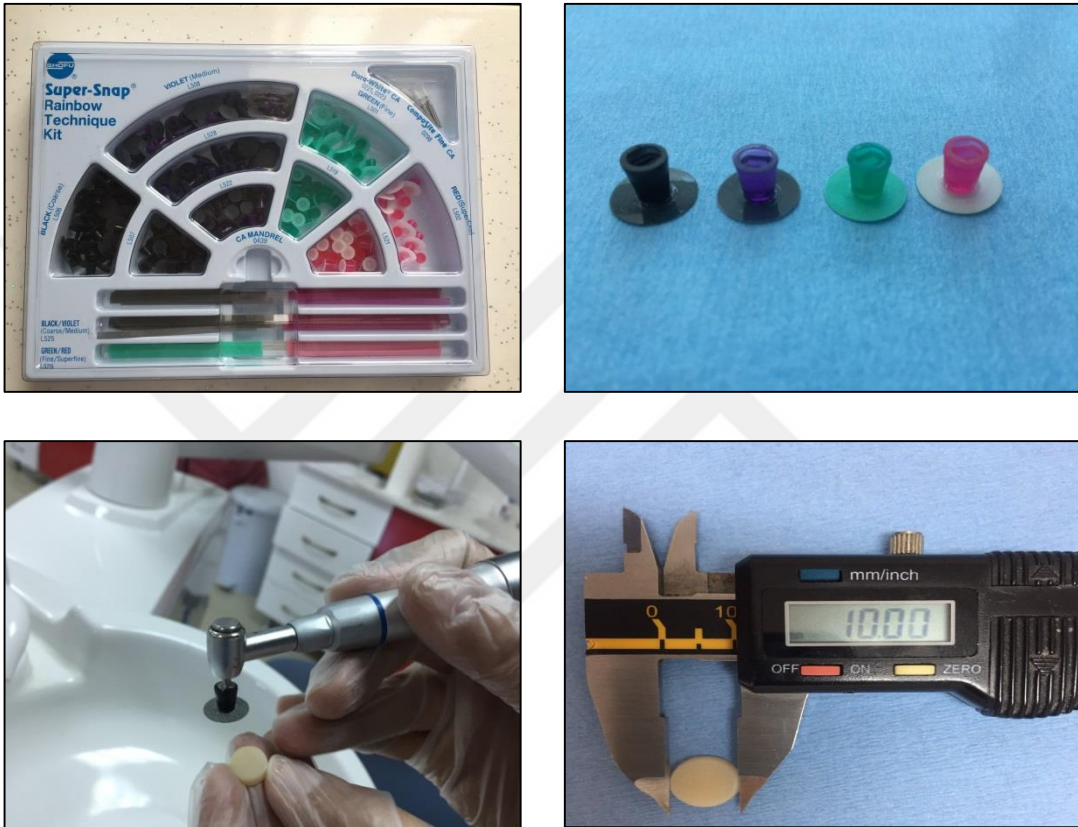
Kapsül formundadır, özel tabancası ile taşınır, çeşitli renk tonlarında kullanıma sunulmuştur. Minimum 500 mW/cm² gücündeki ışık cihazlarıyla, opak renkler dışındaki 2 mm'lik Dyract XP restoratif materyali için polimerizasyon süresi yaklaşık 10 saniyedir (Dentsply Dyract XP kullanım kılavuzu, 2013).

GC Fuji II LC®

Kapsül formunda radyoopak rezinle güçlendirilmiş cam iyonomer restoratif simandır. Çeşitli renk tonlarında kullanıma sunulmuştur. Toz/likit oranı 0.33/0.10 gram(gr); karıştırma süresi 10 sn; çalışma süresi 3 dk 15 sn ve ışık tutma süresi 20 saniyedir. Kapsül aktivasyonu ve simanın yerleştirilmesi için bir GC kapsül tabancası kullanılır. Aktivasyondan sonra kapsül amalgamatörle 10 sn boyunca karıştırılır. Daha sonra GC kapsül tabancası ile kalıba yerleştirilir. Yaklaşık olarak 470 nm dalga boylu uygun bir ışık kaynağı ile 20 sn ışık uygulanır.

Hazırlanan örnekler polimerizasyonun tamamlanması için 37°C'de distile suda 24 sa bekletildikten sonra şeffaf bant altında meydana gelen parlak yüzey ve rezinden zengin tabakayı uzaklaştırmak için bitirme ve polisajlama işlemleri her örnek için farklı bir cila diski olmak üzere sırasıyla kalın (siyah) konturlama diski, orta (mor) bitirme diski, ince (yeşil) cilalama diski ve süper ince (kırmızı) grenli süper cilalama

diskleri Super-Snap Rainbow Technique Kit (SS, Shofu) ile hafif el basıncıyla tek yönde rotasyon hareketiyle 10.000 rpm düşük devirde mikromotor kullanılarak 20 sn süresince su soğutması altında yapıldı (Şekil 3.5). Her bir grenden sonra örnekler 10 sn boyunca debrisi atmak için yıkandı ve 5 sn de hava ile kurutuldu. Değişkenlerin ortadan kaldırılması amacıyla, bitirme ve cila işlemleri üretici firmanın talimatları doğrultusunda aynı araştırmacı tarafından örneklerin her iki yüzeyine de yapıldı.



Şekil 3.5. Super-Snap Rainbow Technique Kit ile polisaj işlemlerinin yapılması.

Her bir restoratif materyale ait örnekler (n=50), polisajları tamamlandıktan sonra; beş farklı asidik sıvıya (kola, portakal suyu, kefir, gastrik asit ve yapay tükürük) konulmak üzere her bir grup 10 adet örnekten oluşacak şekilde 5 gruba ayrıldı. Oluşturulan deney grupları Tablo 3.3'te gösterilmiştir.

Tablo 3.3. Çalışmada oluşturulan örnek grupları ve sayıları

	Kola	Portakal Suyu	Kefir	Gastrik Asit	Yapay Tükürük	Toplam
Filtek Z550	10	10	10	10	10	50
BEAUTIFILII	10	10	10	10	10	50
Vertise Flow	10	10	10	10	10	50
Dyract XP	10	10	10	10	10	50
GC Fuji II LC	10	10	10	10	10	50
Toplam örnek						250

Örnekler sıvılarda bekletilmeden önce başlangıç yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçümleri aşağıda anlatıldığı gibi yapıldı.

3.3 Ölçümlerin Yapılması

3.3.1 Renk Değişimlerinin Ölçümü

Örneklerin renk değişimlerinin ölçümü için Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı'nda bulunan spektrofotometre (VITA EasyShade Advance; VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Almanya) kullanıldı (Şekil 3.6). Bu spektrofotometre renk ölçümlerini CIE Lab değerleri üzerinden ölçmektedir.



Şekil 3.6. Spektrofotometre cihazı

Her bir ölçüm öncesi cihazın üzerinde bulunan seramik blok ile kalibrasyon sağlandı. Ölçümlerin standardizasyonunu sağlamak için standart beyaz arka plan kullanıldı. Ölçümler sırasında cihazın optik ucu yere paralel ve örneklere dik olacak şekilde konumlandırıldı. Tüm ölçümler gün ışığı altında kalibrasyonu sağlanmış aynı kişi tarafından gerçekleştirildi. Her örnekten 3 ölçüm yapıldı ve CIE Lab renk sisteminde her örnek için elde edilen L^* , a^* ve b^* ölçümlerinin ortalamaları kaydedildi (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Renk ölçümlerinin yapılması

Renk ölçümleri başlangıç, 7.gün ve 14. günde hesaplandı. Başlangıç-7.gün arasındaki ve başlangıç-14.gün arasındaki renk değişiminin belirlenmesi için aşağıdaki formül kullanıldı;

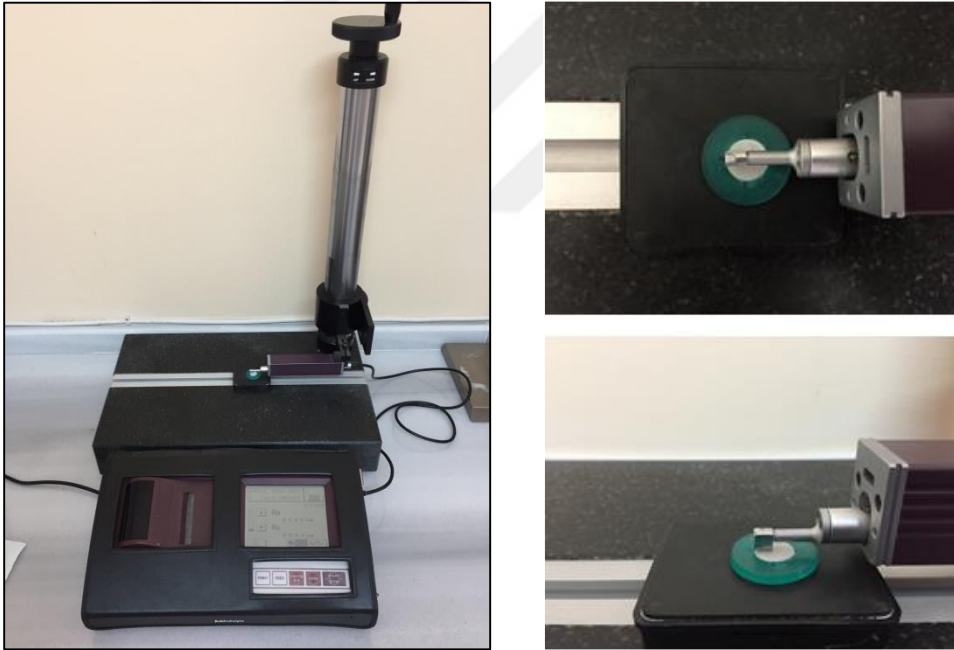
$$\Delta E^*=[(\Delta L)^2+(\Delta a)^2+(\Delta b)^2]^{1/2}$$

$$\Delta E^*=[(L1^*-L0^*)^2+(a1^*-a0^*)^2+(b1^*-b0^*)^2]^{1/2}$$

Formülde $L0^*$, $a0^*$, $b0^*$ ilk ölçüm değerlerini, $L1^*$, $a1^*$, $b1^*$ ise ikinci ölçüm değerlerini verir. ΔE renk farklılıklarını ortaya koymaktadır.

3.3.2 Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü

Örneklerin yüzey pürüzlülüğü ölçümleri için Cumhuriyet Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarında bulunan Profilometre cihazı (Mitutoyo, SurfTest SJ-301, Japonya) kullanıldı (Şekil 3.8).



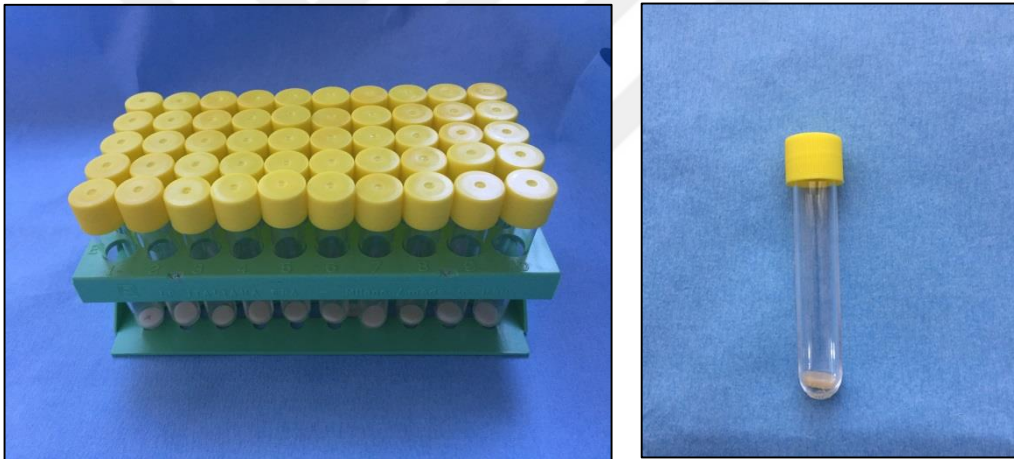
Şekil 3.8. Profilometre cihazı

Kullanılan cihazın ölçüm mesafesi 4 mm ve cut off değeri 0.8 mm olarak ayarlandı. Profilometre her ölçüm öncesi, R_a değeri $3.05 \mu m$ olan referans bir blok yardımı ile kalibre edildi. Profilometrenin okuyucu ucu ile örnek diskin değme açısı 90 derece olacak şekilde örnek tabla üzerine yerleştirildi. Her örnek yüzeyinden örneklerin

merkezinde olacak şekilde 3 ölçüm gerçekleştirildi ve Ra değerleri μm cinsinden kaydedildi. Ölçümler kalibre olan aynı kişi tarafından yapıldı. Her örnek için elde edilen, üç ölçüm değerinin ortalaması alındı. Ölçüm sırasında örneklerin hareket etmemesi ve standardize edilebilmesi için örneklerin yerleştirileceği kaide hazırlandı. Bu şekilde farklı sürelerde yapılan ölçümlerde her defasında aynı bölge ölçülerek standardizasyon ve stabilizasyon sağlandı.

3.4 Örneklerin Saklanma Koşulları

Örnekler deney süresince saklanmak üzere, içerisine her grup için belirlenen 3 ml sıvı konulmuş plastik test tüplere yerleştirildi (Şekil 3.9). Örnekler 37 °C'de %100 nem varlığında etüv cihazında her gün 18 sa içeekte geri kalan 6 sa ise distile su içerisinde olmak üzere 14 gün boyunca bekletildi ve sıvılar her gün düzenli olarak yenileri ile değiştirildi.



Şekil 3.9. Örneklerin bekletildiği plastik test tüpleri

Sıvılardan çıkarılan örnekler ölçüm yapılmadan önce, distile su ile yıkanıp ve kurutma kâğıdı ile kurutulduktan sonra yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçüm işlemleri 7.gün ve 14.günde yukarıda anlatıldığı gibi yapıldı.

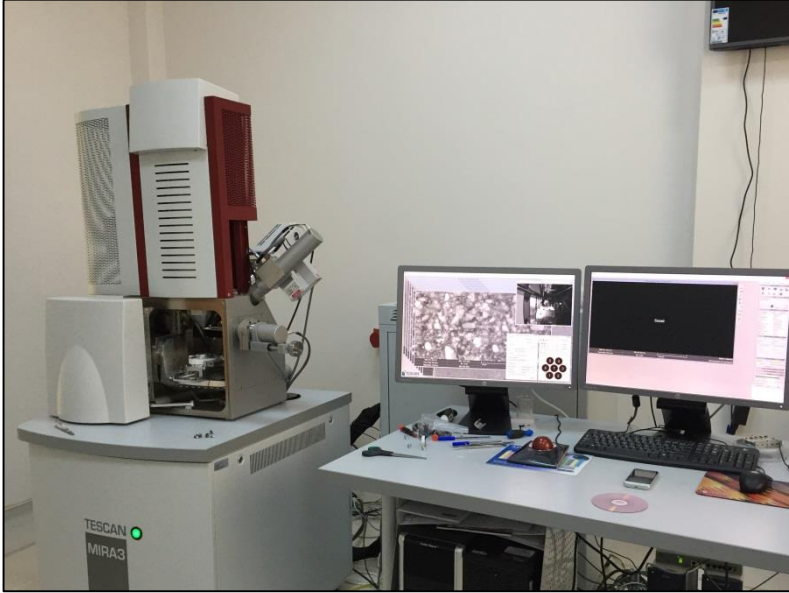
3.5 SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) Analizi

Çalışmamızda Taramalı Elektron Mikroskobu ile yüzey analizi ölçümleri Cumhuriyet Üniversitesi İleri Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (CÜTAM)'nde yapılmıştır. Örnekler çift taraflı karbon bant yardımıyla tutuculara yerleştirildikten sonra, kaplama cihazı [Quorum Q150R ES (Quorum Technologies,

UK)] ile altın kaplandı (Şekil 3.10). Her gruptan rastgele seçilen bir örnek 20kV ile 500x ve 2000x büyütmede başlangıç ve 14.günde, SEM cihazı [Tescan MIRA3 XMU (Brno, Çek Cumhuriyeti)] ile incelendi (Şekil 3.11).



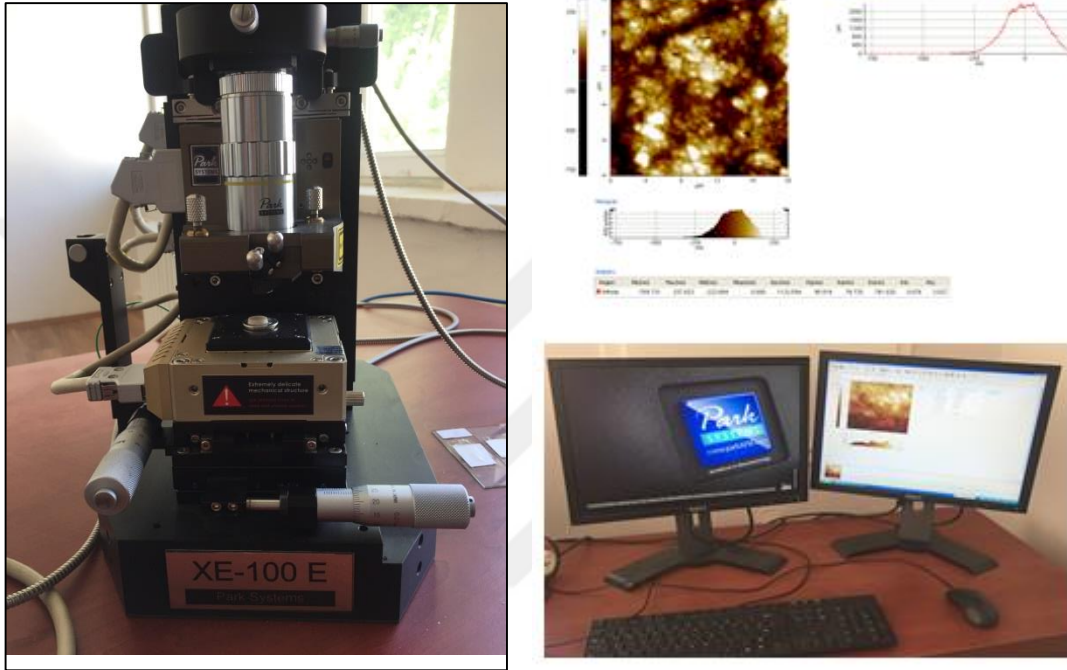
Şekil 3.10. Altın kaplama cihazı



Şekil 3.11 SEM cihazı

3.6 Atomik kuvvet mikroskobu (AFM) ile yüzey analizi

Çalışmamızda Atomik Kuvvet Mikroskobu ile yüzey pürüzlülüğü ölçümleri Cumhuriyet Üniversitesi Nanoteknoloji Mühendisliği Anabilim Dalında bulunan AFM (XE-100 E Park Systems, South Korea) ile yapıldı (Şekil 3.12). 1 Hz tarama hızında 20x20 µm'lik alanlar taranarak 512 x 512 piksel çözünürlükte üç boyutlu görüntüler elde edildi.



Şekil 3.12. AFM cihazı

3.7 İstatiksel Değerlendirme

Çalışmamızda elde edilen veriler SPSS (Statistical Package for Social Science) (Ver:22) programına yüklenerek yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde parametrik test varsayımları yerine getirildiğinden (Kolmogorov-Smirnov) Varyans Analizi, Tukey Testi, renk farklılığının değerlendirilmesinde parametrik test varsayımları yerine getirilmediğinden Kruskal-Wallis testi, Mann-Whitney U testi, tekrarlı ölçümlerde Varyans analizi, Bonferroni testi, renk değişimi ve pürüzlülük değerleri arasındaki ilişkiyi test etmek için korelasyon analizi uygulandı ve yanılma düzeyi 0.05 alındı.

4. BULGULAR

4.1 Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Sonuçları

4.1.1 Başlangıç Yüzey Pürüzlülüğü Değerleri

Araştırmamızda kullanılan Filtek Z550, Beautifil II, Vertise Flow, Dyract ve Fuji II LC, restoratif materyallerinin başlangıç yüzey pürüzlülük ölçümleri incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p<0.05$). Restoratif materyaller arasındaki farklılık incelendiğinde en yüksek pürüzlülük değerine Fuji II LC'nin, en düşük pürüzlülük değerlerine ise Filtek Z550 ve Vertise Flow'un sahip olduğu görüldü. Restoratif materyallerin başlangıç ortalama yüzey pürüzlülük değerleri ve standart sapmaları Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Rezin esaslı restoratif materyallerin başlangıç ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri (μm)

Materyal	n	Ortalama Ra(μm)	Standart Sapma
Filtek Z550	50	0.22 ^a	0.02
Beautifil II	50	0.27 ^b	0.03
Vertise Flow	50	0.24 ^a	0.04
Dyract	50	0.30 ^b	0.03
Fuji II Lc	50	0.48 ^c	0.07

*farklı harfler gruplar arasında istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

4.1.2 Deney Sonrası Yüzey Pürüzlülüğü Değerleri

Rezin esaslı restoratif materyallere ait her gruptaki 10 örneğin farklı pH değerindeki sıvılarda bekletilmeden önce, 7 gün ve 14 gün bekletildikten sonraki ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri ve standart sapmaları Tablo 4.2' de gösterilmiştir. Materyallerin, alt gruplarının Ra1 (7.gün ortalama pürüzlülük değerleri) ve Ra2 (14.gün ortalama pürüzlülük değerleri) değerleri incelendiğinde; grup içi ikili karşılaştırmalar sonucunda Filtek Z550 ve Beautifil II materyallerinin Ra1 ve Ra2, Dyract ve Fuji II LC materyallerinin Ra2 değerlerinde anlamlı farklılık bulunurken ($p<0.05$), diğer materyallerde anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0.05$). Ortalama pürüzlülük değerleri incelendiğinde; en düşük değerlerin Filtek Z550 grubunda en yüksek ise Fuji II LC grubunda olduğu görülmektedir ($p<0.05$).

Farklı pH'daki sıvılar arasında yüzey pürüzlülüğü değerlerini en çok etkileyen sıvılar gastrik asit ve portakal suyu iken kefir ve tükürük ise en az etkileyen sıvılardır. Zamana bağlı pürüzlülük değerlerindeki değişimler incelendiğinde; portakal suyu alt grubunda tüm materyallerde istatistiksel olarak anlamlı değişim gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Buna ilaveten Beautifil II materyali tüm alt gruplarda zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p<0.05$).

Tablo 4.2. Farklı rezin esaslı restoratif materyallerin farklı zamanlarda farklı pH değerindeki sıvılardaki ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri (μm)

<u>Gruplar</u>		<u>Farklı pH Değerindeki Sıvılar</u>					
<u>Filtek Z550</u>	<u>Kola</u>	<u>Portakal</u>	<u>Kefir</u>	<u>Gastrik</u>	<u>Tükürük</u>	<u>Sonuc</u>	
Ra0	0.21±0.02 ^{A,a}	0.22±0.02 ^{A,a}	0.22±0.01 ^{A,a}	0.22±0.01 ^{A,a}	0.21±0.02 ^{A,a}	F=0.58 P=0.673	
Ra1	0.25±0.02 ^{A,B,b}	0.25±0.01 ^{A,B,b}	0.23±0.01 ^{A,a}	0.27±0.02 ^{B,b}	0.23±0.02 ^{A,a}	F=4.99 P=0.002*	
Ra2	0.25±0.02 ^{A,B,C,b}	0.28±0.01 ^{A,b}	0.24±0.01 ^{B,C,b}	0.27±0.03 ^{A,b}	0.23±0.02 ^{C,a}	F=7.16 P=0.001*	
Sonuc	F=8.90 P=0.001*	F=26.60 P=0.001*	F=5.07 P=0.014*	F=10.92 P=0.001*	F=2.03 P=0.15		
<u>Beautifil II</u>	<u>Kola</u>	<u>Portakal</u>	<u>Kefir</u>	<u>Gastrik</u>	<u>Tükürük</u>	<u>Sonuc</u>	
Ra0	0.27±0.03 ^{A,a}	0.28±0.04 ^{A,a}	0.28±0.02 ^{A,a}	0.27±0.04 ^{A,a}	0.26±0.02 ^{A,a}	F=0.43 P=0.780	
Ra1	0.32±0.03 ^{A,B,b}	0.36±0.03 ^{A,b}	0.32±0.03 ^{A,B,b}	0.44±0.05 ^{C,b}	0.28±0.02 ^{B,a}	F=23.19 P=0.001*	
Ra2	0.35±0.03 ^{A,B,b}	0.37±0.02 ^{B,b}	0.36±0.03 ^{B,b}	0.42±0.05 ^{C,b}	0.31±0.03 ^{A,b}	F=12.80 P=0.001*	
Sonuc	F=13.73 P=0.001*	F=16.85 P=0.001*	F=21.7 P=0.001*	F=31.64 P=0.001*	F=5.72 P=0.008*		

<u>Vertise Flow</u>	<u>Kola</u>	<u>Portakal</u>	<u>Kefir</u>	<u>Gastrik</u>	<u>Tükürük</u>	<u>Sonuc</u>
Ra0	0.24±0.05 ^{A,a}	0.23±0.03 ^{A,a}	0.25±0.04 ^{A,a}	0.24±0.04 ^{A,a}	0.23±0.03 ^{A,a}	F=0.32 P=0.859
Ra1	0.26±0.07 ^{A,a}	0.25±0.04 ^{A,a}	0.23±0.03 ^{A,a}	0.25±0.03 ^{A,a}	0.25±0.06 ^{A,a}	F=0.30 P=0.876
Ra2	0.28±0.06 ^{A,a}	0.29±0.03 ^{A,b}	0.26±0.02 ^{A,a}	0.30±0.04 ^{A,b}	0.26±0.03 ^{A,a}	F=1.57 P=0.196
Sonuc	F=0.918 P=0.411	F=7.463 P=0.003*	F=1.48 P=0.24	F=5.20 P=0.012*	F=0.672 P=0.519	
<u>Dytract</u>	<u>Kola</u>	<u>Portakal</u>	<u>Kefir</u>	<u>Gastrik</u>	<u>Tükürük</u>	<u>Sonuc</u>
Ra0	0.30±0.02 ^{A,a}	0.29±0.04 ^{A,a}	0.31±0.04 ^{A,a}	0.29±0.04 ^{A,a}	0.29±0.02 ^{A,a}	F=0.87 P=0.489
Ra1	0.34±0.03 ^{A,b}	0.32±0.04 ^{A,b}	0.32±0.04 ^{A,a}	0.35±0.05 ^{A,b}	0.30±0.03 ^{A,a}	F=1.75 P=0.154
Ra2	0.37±0.04 ^{A,B,b}	0.38±0.05 ^{A,B,b}	0.34±0.05 ^{A,a}	0.43±0.05 ^{B,b}	0.31±0.03 ^{A,a}	F=2.87 P=0.033*
Sonuc	F=9.85 P=0.001*	F=5.29 P=0.012*	F=0.622 P=0.544	F=13.14 P=0.001*	F=4.79 P=0.560	
<u>Fuji II LC</u>	<u>Kola</u>	<u>Portakal</u>	<u>Kefir</u>	<u>Gastrik</u>	<u>Tükürük</u>	<u>Sonuc</u>
Ra0	0.47±0.06 ^{A,a}	0.48±0.08 ^{A,a}	0.47±0.06 ^{A,a}	0.47±0.05 ^{A,a}	0.48±0.10 ^{A,a}	F=0.03 P=0.998
Ra1	0.52±0.05 ^{A,a}	0.53±0.06 ^{A,a,b}	0.45±0.05 ^{A,a}	0.49±0.06 ^{A,a}	0.48±0.05 ^{A,a}	F=2.49 P=0.056
Ra2	0.56±0.08 ^{A,B,a}	0.60±0.02 ^{B,b}	0.50±0.05 ^{A,a}	0.54±0.06 ^{A,B,a}	0.49±0.05 ^{A,a}	F=4.59 P=0.003*
Sonuc	F=3.301 P=0.052	F=8.214 P=0.002*	F=1.443 P=0.254	F=1.93 P=0.164	F=0.022 P=0.978	

*farklı büyük harfler aynı satırda gruplar arasındaki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

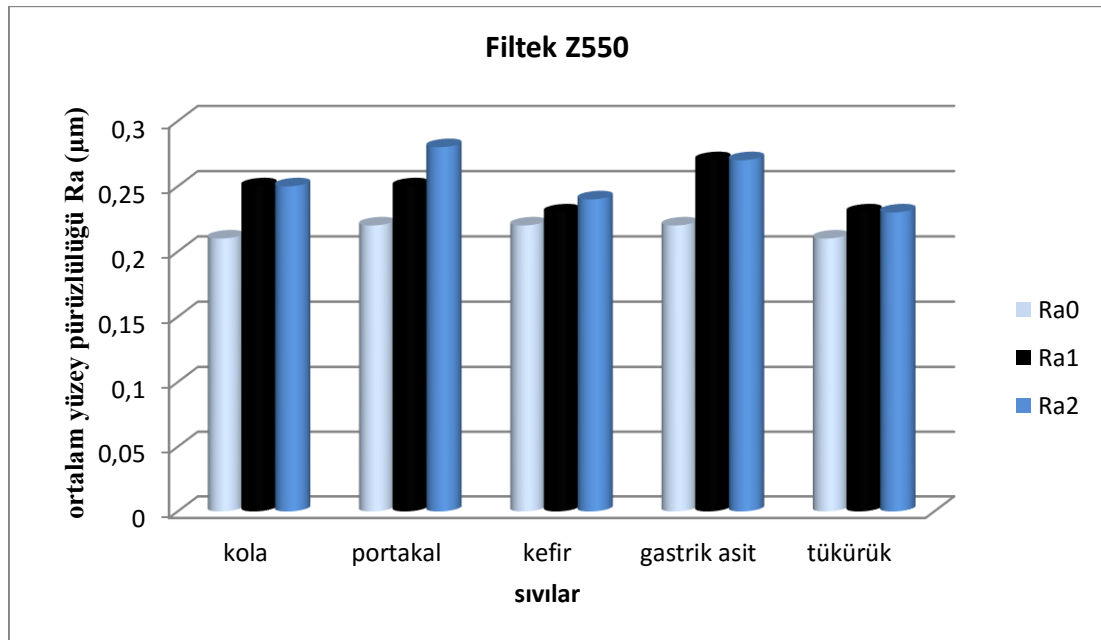
*farklı küçük harfler aynı sütunda gruplar arasındaki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

4.1.2.1 Filtek Z550'nin Deney Sonrası Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları

Filtek Z550 örneklerinin, başlangıç pürüzlülük (Ra0) değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$).

Filtek Z550 örneklerinin, farklı pH değerindeki sıvılarda 7 gün bekletildikten sonra ölçülen yüzey pürüzlülüğü (Ra1) değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır ($p<0.05$). Değerler ikişerli olarak karşılaştırıldığında, gastrik-kefir ve gastrik-tükürük grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı iken ($p<0.05$), diğer gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$).

Filtek Z550 örneklerinin, farklı pH değerindeki sıvılarda 14 gün bekletildikten sonra ölçülen yüzey pürüzlülüğü (Ra2) değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır ($p<0.05$). Değerler ikişerli olarak karşılaştırıldığında, portakal suyu-kefir, portakal suyu-tükürük, gastrik-kefir ve gastrik-tükürük grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı iken ($p<0.05$), diğer gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$).



Şekil 4.1. İçeceklere ilişkin başlangıç, 7 ve 14.güne ait ortalama Ra değerleri

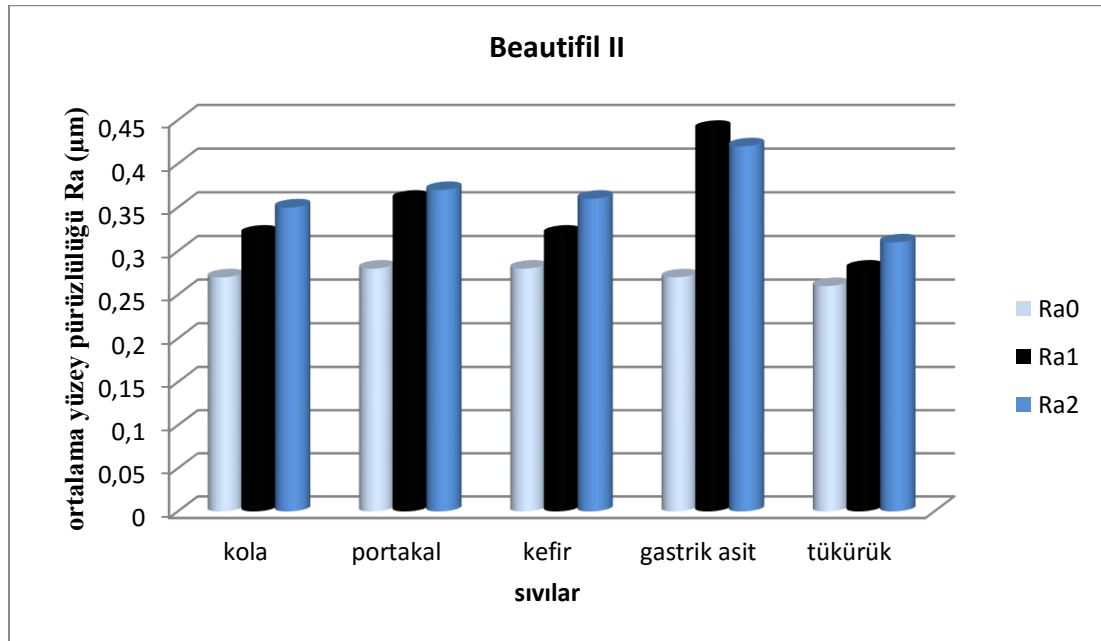
Kola, portakal suyu ve gastrik asitte bekletilen Filtek Z550 örneklerinin, farklı zamanlarda ölçülen yüzey pürüzlülüğü değerleri karşılaştırıldığında değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır ($p < 0.05$). Değerler ikişerli olarak karşılaştırıldığında başlangıç-7.gün (Ra_0-Ra_1) ve başlangıç-14.gün (Ra_0-Ra_2) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı iken ($p < 0.05$), 7.gün-14.gün (Ra_1-Ra_2) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Kefirde bekletilen Filtek Z550 örneklerinin, farklı zamanlarda ölçülen yüzey pürüzlülüğü değerleri karşılaştırıldığında değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır ($p < 0.05$). Değerler ikişerli olarak karşılaştırıldığında başlangıç-14.gün (Ra_0-Ra_2) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı iken ($p < 0.05$), diğer zamanlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Tükürükte bekletilen Filtek Z550 örneklerinin, farklı zamanlarda ölçülen yüzey pürüzlülüğü değerleri karşılaştırıldığında değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

4.1.2.2 Beautifil II'nin Deney Sonrası Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları

Beautifil II örneklerinin, başlangıç pürüzlülük (Ra_0) değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).



Şekil 4.2. İçeceklere ilişkin başlangıç, 7 ve 14.güne ait ortalama Ra değerleri

Beautifil II örneklerinin, farklı pH değerindeki sıvılarda 7 gün bekletildikten sonra ölçülen yüzey pürüzlülüğü (Ra1) değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır ($p < 0.05$). Değerler ikişerli olarak karşılaştırıldığında, gastrik-kola, gastrik-portakal suyu, gastrik-kefir, gastrik-tükürük ve portakal suyu-tükürük grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı iken ($p < 0.05$), diğer gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Beautifil II örneklerinin, farklı pH değerindeki sıvılarda 14 gün bekletildikten sonra ölçülen yüzey pürüzlülüğü (Ra2) değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır ($p < 0.05$). Değerler ikişerli olarak karşılaştırıldığında, gastrik-kola, gastrik-portakal suyu, gastrik-kefir, gastrik-tükürük, portakal suyu-tükürük ve kefir-tükürük grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı iken ($p < 0.05$), diğer gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Kola, portakal suyu, kefir ve gastrik asitte bekletilen Beautifil II örneklerinin, farklı zamanlarda ölçülen yüzey pürüzlülüğü değerleri karşılaştırıldığında değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır ($p < 0.05$). Değerler ikişerli olarak karşılaştırıldığında başlangıç-7.gün (Ra0-Ra1) ve başlangıç-14.gün (Ra0-Ra2) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı iken ($p < 0.05$), 7.gün-14.gün arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

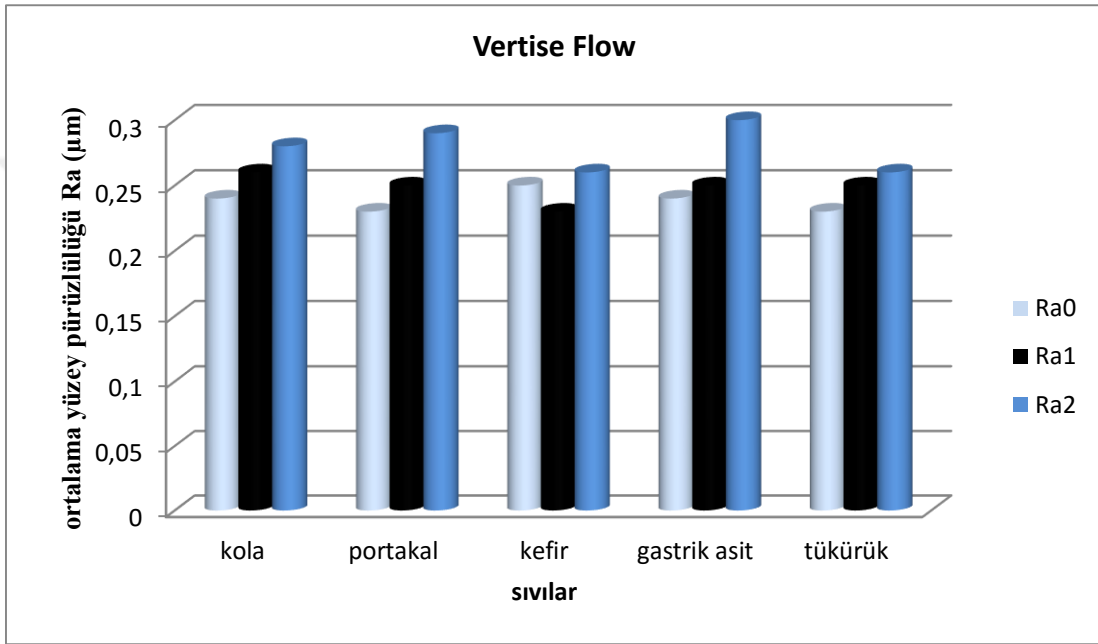
Tükürükte bekletilen Beautifil II örneklerinin, farklı zamanlarda ölçülen yüzey pürüzlülüğü değerleri karşılaştırıldığında değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır ($p < 0.05$). Değerler ikişerli olarak karşılaştırıldığında başlangıç-14.gün (Ra0-Ra2) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı iken ($p < 0.05$), diğer zamanlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

4.1.2.3 Vertise Flow'un Deney Sonrası Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları

Vertise Flow örneklerinin, başlangıç (Ra0), farklı pH değerindeki sıvılarda 7gün (Ra1) ve 14 gün (Ra2) bekletildikten sonra ölçülen yüzey pürüzlülüğü değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Kola, kefir ve tükürükte bekletilen Vertise Flow örneklerinin, farklı zamanlarda ölçülen yüzey pürüzlülüğü değerleri karşılaştırıldığında değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Portakal suyunda bekletilen Vertise Flow örneklerinin, farklı zamanlarda ölçülen yüzey pürüzlülüğü değerleri karşılaştırıldığında değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır ($p < 0.05$). Değerler ikişerli olarak karşılaştırıldığında başlangıç-14.gün (Ra0-Ra2) ve 7-14.gün (Ra1-Ra2) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı iken ($p < 0.05$), başlangıç-7.gün (Ra0-Ra1) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).



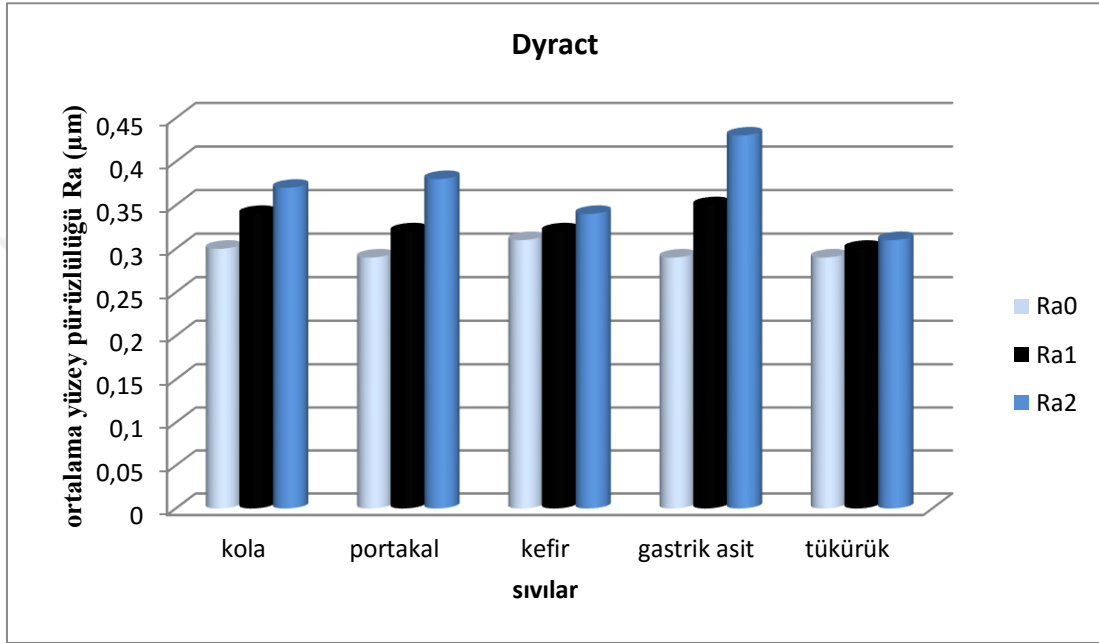
Şekil 4.3. İçeceklere ilişkin başlangıç, 7 ve 14.güne ait ortalama Ra değerleri

Gastrik asitte bekletilen Vertise Flow örneklerinin, farklı zamanlarda ölçülen yüzey pürüzlülüğü değerleri karşılaştırıldığında değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır ($p < 0.05$). Değerler ikişerli olarak karşılaştırıldığında başlangıç-14.gün (Ra0-Ra2) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı iken ($p < 0.05$), diğer zamanlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

4.1.2.4 Dyract'in Deney Sonrası Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları

Dyract örneklerinin, başlangıç (Ra0) ve farklı pH değerindeki sıvılarda 7 gün (Ra1 bekletildikten sonra ölçülen yüzey pürüzlülüğü değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Dytract örneklerinin, farklı pH değerindeki sıvılarda 14 gün bekletildikten sonra ölçülen yüzey pürüzlülüğü (Ra2) değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır ($p<0.05$). Değerler ikişerli olarak karşılaştırıldığında, gastrik-kefir ve gastrik-tükürük grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı iken ($p<0.05$), diğer gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$).



Şekil 4.4. İçeceklere ilişkin başlangıç, 7 ve 14.güne ait ortalama Ra değerleri

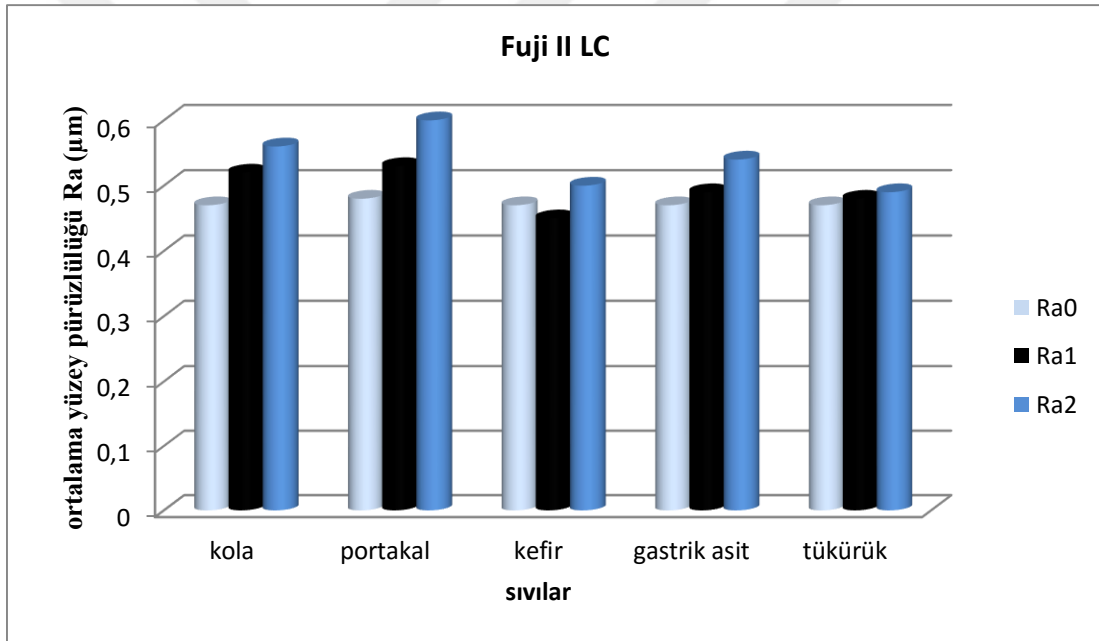
Kola, portakal suyu ve gastrik asitte bekletilen Dytract örneklerinin, farklı zamanlarda ölçülen yüzey pürüzlülüğü değerleri karşılaştırıldığında değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır ($p<0.05$). Değerler ikişerli olarak karşılaştırıldığında, başlangıç-7.gün (Ra0-Ra1) ve başlangıç-14.gün (Ra0-Ra2) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı iken ($p<0.05$), 7.gün-14.gün (Ra1-Ra2) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$).

Kefir ve Tükürük' de bekletilen Dytract örneklerinin, farklı zamanlarda ölçülen yüzey pürüzlülüğü değerleri karşılaştırıldığında değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$).

4.1.2.5 Fuji II LC'nin Deney Sonrası Yüzey Pürüzlülüğü Bulguları

Fuji II LC örneklerinin, başlangıç (Ra0) ve farklı pH değerindeki sıvılarda 7gün (Ra1) bekletildikten sonra ölçülen yüzey pürüzlülüğü değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamsız bulunmaktadır ($p>0.05$).

Fuji II LC örneklerinin, farklı pH değerindeki sıvılarda 14 gün (Ra2) bekletildikten sonra ölçülen yüzey pürüzlülüğü değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır ($p<0.05$). Değerler ikişerli olarak karşılaştırıldığında, portakal suyu-kefir ve portakal suyu-tükürük grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı iken ($p<0.05$), diğer gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$).



Şekil 4.5. İçeceklere ilişkin başlangıç, 7 ve 14.güne ait ortalama Ra değerleri

Kola, Kefir, Gastrik Asit ve Tükürük' de bekletilen Fuji II LC örneklerinin, farklı zamanlarda ölçülen yüzey pürüzlülüğü değerleri karşılaştırıldığında değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$).

Portakal suyun'da bekletilen Fuji II LC örneklerinin, farklı zamanlarda ölçülen yüzey pürüzlülüğü değerleri karşılaştırıldığında değerler arasındaki fark

istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır ($p < 0.05$). Değerler ikişerli olarak karşılaştırıldığında, başlangıç-14.gün (Ra_0-Ra_2) ve 7.gün-14.gün (Ra_1-Ra_2) arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı iken ($p < 0,05$), başlangıç-7.gün arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Genel Bulgular

***Tüm sıvıların içindeki farklı materyallerin gün içerisindeki yüzey pürüzlülüklerinin karşılaştırılması;**

Kola ve Kefir içerisinde bekletilen materyaller için;

7. ve 14. günlerde Fuji II LC' nin diğer tüm materyallere göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği ve Dyract ve Beautifil materyallerinin, Filtek Z550 ve Vertise Flow materyalleri ile arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edildi ($p < 0.05$).

Portakal suyu içerisinde bekletilen materyaller için;

7. ve 14.günlerde Fuji II LC' nin diğer tüm materyallere göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği ve Beautifil II' nin Filtek Z550 ve Vertise Flow materyalleri ile istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği tespit edildi ($p < 0.05$). 7. günde Dyract' in Filtek Z550 ve Vertise Flow'a göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği tespit edildi ($p < 0.05$).

Gastrik asit içerisinde bekletilen materyaller için;

7. günde Fuji II LC' nin, Filtek Z550, Vertise Flow ve Dyract ile istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği ve 14.günde Fuji II LC' nin diğer tüm materyallere göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği tespit edildi ($p < 0.05$).

7 ve 14.günlerde Dyract ve Beautifil materyallerinin, Filtek Z550 ve Vertise Flow materyalleri ile arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edildi ($p < 0.05$).

Tükürük içerisinde bekletilen materyaller için;

7. ve 14.günlerde Fuji II LC' nin diğer tüm materyallere göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği ve Dyract' in Filtek Z550 ve Vertise Flow

materyalleri ile istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği tespit edildi ($p<0.05$). 14. günde Beautifil II' nin, Filtek Z550 ile istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği tespit edildi ($p<0.05$).

***Farka göre yüzey pürüzlülüğü değerlerinin karşılaştırılması;**

Restoratif materyaller içerisinde başlangıç (Ra0) ile 14.gün (Ra2) arasında en fazla yüzey pürüzlülüğü değişiminin (ΔRa) Beautifil II, Dyract ve Fuji II LC materyallerinde olduğu görülmüştür. Beautifil II ve Dyract materyalleri, Vertise Flow ve Filtek Z550 'ye göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği tespit edildi ($p<0.05$). Diğer rezin esaslı restoratif materyaller arasındaki farklılık ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0.05$) (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Materyallerin başlangıç (Ra0) ve 14.gün (Ra2) değerleri arasındaki farka göre yüzey pürüzlülük değerlerinin içeceklerden etkilenişi

Tukey HSD(a)	n	1	2
Vertise Flow	50	0.04	
Filtek Z550	50	0.04	
Fuji II LC	50	0.06	0.06
Dyract	50		0.08
Beautifil II	50		0.08

Farklı pH'daki sıvılar içerisinde ΔRa değerini, en çok etkileyen sıvının gastrik asit ve portakal suyu olduğu ve kefir ve tükürüğe göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği ($p<0.05$), kolaya göre ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği ($p>0.05$) tespit edildi. Kefir ve tükürük ise en az etkileyen sıvı olup istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermedi ($p>0.05$) (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. İçeceklerin Ra0 ve Ra2 değerleri arasındaki farka (ΔRa) göre materyalleri etkilemesi

Tukey HSD(a)	n	1	2
tükürük	50	0.02	
kefir	50	0.03	
kola	50	0.06	0.06
portakal	50		0.08
gastrik asit	50		0.09

4.2 Renk Ölçüm Sonuçları

Rezin esaslı restoratif materyallere ait her gruptaki 10 örneğin farklı pH değerindeki sıvılarda bekletilmeden önce, 7 gün ve 14 gün bekletildikten sonraki ortalama renk değişimi değerleri ve standart sapmaları Tablo 4.5'te gösterilmiştir. Restoratif materyallerin ΔE değerleri incelendiğinde Fuji II LC'nin en yüksek, Filtek Z550'nin ise en düşük renk değişim değerine sahip olduğu görülmektedir. Farklı pH'daki sıvılar içerisinde, materyallerin ΔE değerlerini en çok etkileyen sıvıların Kola ve Gastrik Asit olduğu görülmektedir. Ayrıca materyallerin sıvılardaki renk değişimlerinin ilk 7 gün içerisinde daha çok arttığı görülmektedir.

Materyallerin, alt gruplarının $\Delta E1$ (başlangıç ve 7.gün arasındaki fark) ve $\Delta E2$ (başlangıç ve 14.gün arasındaki fark) değerleri incelendiğinde; grup içi ikili karşılaştırmalar sonucunda Filtek Z550, Beautifil II ve Fuji II LC materyallerinin $\Delta E1$ ve $\Delta E2$ değerlerinde anlamlı farklılık olduğu görülmektedir. Dyract ve Vertise Flow materyallerinin $\Delta E1$ değerlerinde anlamlı farklılık bulunurken ($p < 0.05$), $\Delta E2$ değerlerinde anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$). Zamana bağlı renk değerlerindeki değişimler incelendiğinde; Filtek Z550 ve Vertise Flow materyali tüm alt gruplarda zamana bağlı değişimi istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Tablo 4.5. Farklı rezin esaslı restoratif materyallerin farklı zamanlarda farklı pH değerindeki sıvılardaki bekletilmesi sonrası ΔE değerleri

<u>Gruplar</u>		<u>Farklı pH Değerindeki Sıvılar</u>					
<u>Filtek Z550</u>	<u>Kola</u>	<u>Portakal</u>	<u>Kefir</u>	<u>Gastrik</u>	<u>Tükürük</u>	<u>Sonuç</u>	
$\Delta E1$	0.93±0.13 ^{A,a}	1.77±1.29 ^{A,B,a}	1.64±0.58 ^{A,B,a}	2.00±0.51 ^{B,a}	1.70±0.57 ^{A,B,a}	KW=16.91 P=0.002*	
$\Delta E2$	1.08±0.38 ^{A,a}	2.26±1.28 ^{B,a}	1.72±0.55 ^{A,B,a}	2.17±0.61 ^{B,a}	1.79±0.64 ^{A,B,a}	KW=16.78 P=0.002*	
<u>Sonuç</u>	P=0.450	P=0.406	P=0.880	P=0.364	P=0.597		
<u>Beautiful II</u>	<u>Kola</u>	<u>Portakal</u>	<u>Kefir</u>	<u>Gastrik</u>	<u>Tükürük</u>	<u>Sonuç</u>	
$\Delta E1$	5.18±1.36 ^{A,a}	3.55±0.96 ^{B,a}	1.28±0.41 ^{C,a}	7.04±1.97 ^{D,a}	2.10±0.65 ^{B,C,a}	KW=40.08 P=0.001*	
$\Delta E2$	6.40±0.95 ^{A,b}	4.70±0.97 ^{B,b}	1.45±0.42 ^{C,a}	8.82±1.89 ^{D,a}	2.40±0.90 ^{C,a}	KW=43.04 P=0.001*	
<u>Sonuç</u>	P=0.016*	P=0.010*	P=0.406	P=0.059	P=0.406		
<u>Vertise Flow</u>	<u>Kola</u>	<u>Portakal</u>	<u>Kefir</u>	<u>Gastrik</u>	<u>Tükürük</u>	<u>Sonuç</u>	
$\Delta E1$	2.98±0.94 ^{A,B,a}	2.24±0.65 ^{A,a}	3.18±0.42 ^{A,B,a}	3.84±1.46 ^{B,a}	2.99±0.85 ^{A,B,a}	KW=10.70 P=0.030*	
$\Delta E2$	3.25±0.12 ^{A,a}	2.45±0.63 ^{A,a}	3.16±0.59 ^{A,a}	3.61±1.56 ^{A,a}	3.06±0.78 ^{A,a}	KW=5.35 P=0.253	
<u>Sonuç</u>	P=0.762	P=0.364	P=0.940	P=0.597	P=0.821		
<u>Dyract</u>	<u>Kola</u>	<u>Portakal</u>	<u>Kefir</u>	<u>Gastrik</u>	<u>Tükürük</u>	<u>Sonuç</u>	
$\Delta E1$	3.06±1.21 ^{A,a}	1.27±1.14 ^{B,b}	2.80±1.10 ^{A,a}	2.5±1.20 ^{A,B,a}	2.95±0.59 ^{A,a}	KW=15.47 P=0.004*	
$\Delta E2$	3.11±0.78 ^{A,a}	2.38±1.24 ^{A,b}	2.43±1.32 ^{A,a}	3.10±1.34 ^{A,a}	3.00±0.91 ^{A,a}	KW=3.80 P=0.433	
<u>Sonuç</u>	P=0.545	P=0.034*	P=0.364	P=0.290	P=0.940		

<u>Fuji II LC</u>	<u>Kola</u>	<u>Portakal</u>	<u>Kefir</u>	<u>Gastrik</u>	<u>Tükürük</u>	<u>Sonuç</u>
$\Delta E1$	9.71±1.73 ^{A,a}	5.87±0.75 ^{B,a}	5.80±2.38 ^{B,a}	4.79±2.24 ^{B,a}	4.53±1.51 ^{B,a}	KW=22.70 P=0.001*
$\Delta E2$	13.72±0.90 ^{A,b}	5.06±0.90 ^{B,b}	7.06±2.30 ^{B,a}	6.95±1.77 ^{B,b}	5.59±1.91 ^{B,a}	KW=28.80 P=0.001*
<u>Sonuç</u>	P=0.001*	P=0.019*	P=0.226	P=0.041*	P=0.082	

*farklı büyük harfler aynı satırda gruplar arasındaki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

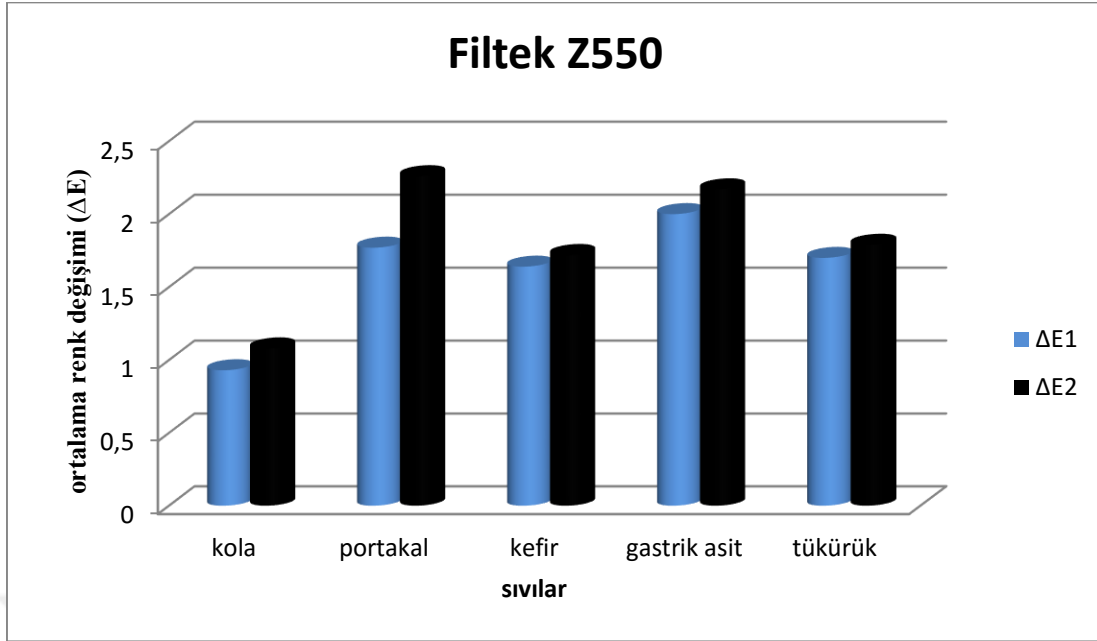
*farklı küçük harfler aynı sütunda gruplar arasındaki istatistiksel farklılığı ifade etmektedir.

4.2.1 Filtek Z550'in Deney Sonrası Renk Değişimi Bulguları

Filtek Z550 örneklerin 7 gün farklı pH'lardaki sıvılarda bekletildikten sonra ölçülen ΔE değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır ($p<0.05$). Değerler ikişerli olarak karşılaştırıldığında, gastrik-kola grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı iken ($p<0.05$), diğer gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$).

Filtek Z550 örneklerin 14 gün farklı pH'lardaki sıvılarda bekletildikten sonra ölçülen ΔE değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır ($p<0.05$). Değerler ikişerli olarak karşılaştırıldığında, portakal suyu-kola, gastrik-kola grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı iken ($p<0.05$), diğer gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$).

Filtek Z550 örneklerinin aynı sıvılarda 7.gün ve 14.günde ölçülen $\Delta E1$ ve $\Delta E2$ değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$).

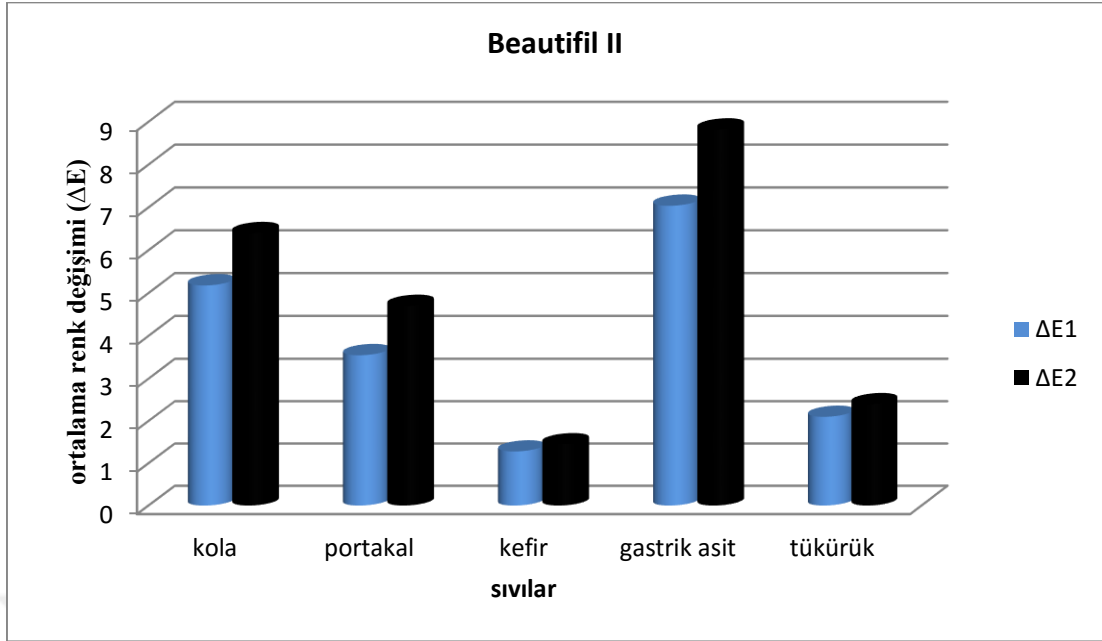


Şekil 4.6. İçeceklere ilişkin 7. ve 14. güne ait ortalama renk değişimi değerleri

4.2.2 Beautiful II'nin Deney Sonrası Renk Değişimi Bulguları

Beautiful II örneklerin 7 gün farklı pH'lardaki sıvılarda bekletildikten sonra ölçülen ΔE değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır ($p < 0.05$). Değerler ikişerli olarak karşılaştırıldığında, kola-portakal suyu, kola-kefir, kola-tükürük, portakal suyu-kefir, gastrik-kola, gastrik-portakal suyu, gastrik-kefir ve gastrik-tükürük grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı iken ($p < 0.05$), diğer gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Beautiful II örneklerin 14 gün farklı pH'lardaki sıvılarda bekletildikten sonra ölçülen ΔE değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır ($p < 0.05$). Değerler ikişerli olarak karşılaştırıldığında, kola-portakal suyu, kola-kefir, kola-tükürük, portakal suyu-kefir, portakal suyu-tükürük, gastrik-portakal suyu, gastrik-kola, gastrik-kefir ve gastrik-tükürük arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı iken ($p < 0.05$), kefir-tükürük arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).



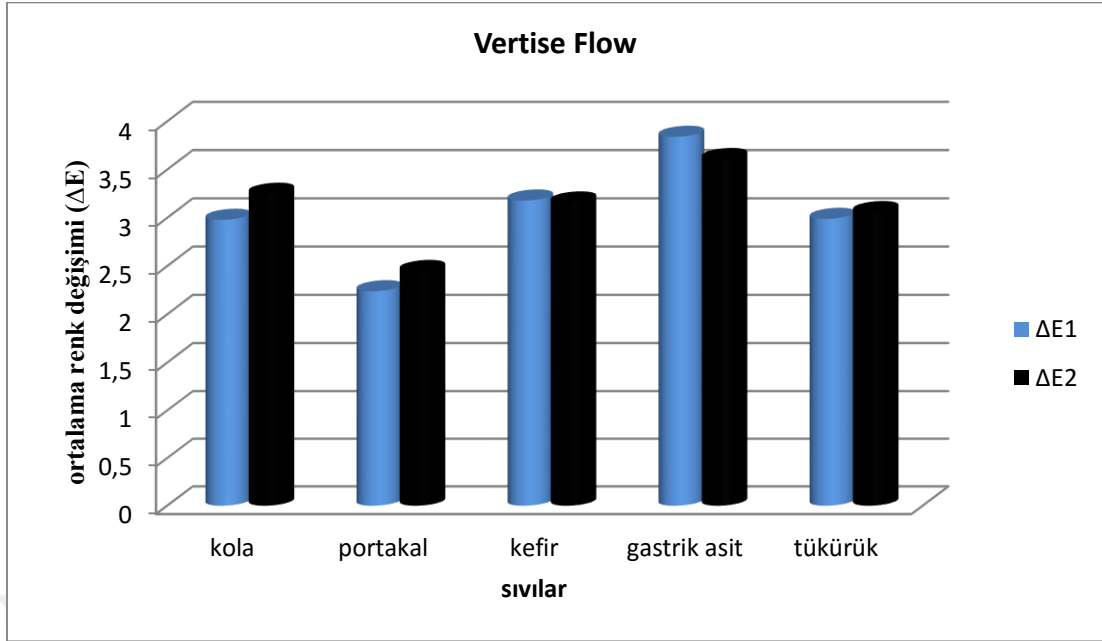
Şekil 4.7. İçeceklere ilişkin 7. ve 14. Güne ait ortalama renk değişimi değerleri

Beautiful II örneklerinin aynı sıvılarda 7.gün ve 14.günde ölçülen $\Delta E1$ ve $\Delta E2$ değerleri arasındaki farklılık kola ve portakal suyu için istatistiksel olarak anlamlı iken ($p < 0.05$), kefir, gastrik asit ve tükürük için istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

4.2.3 Vertise Flow' un Deney Sonrası Renk Değişimi Bulguları

Vertise Flow örneklerin 7 gün farklı pH'lardaki sıvılarda bekletildikten sonra ölçülen ΔE değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır ($p < 0.05$). Değerler ikişerli olarak karşılaştırıldığında, gastrik-portakal suyu arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı iken ($p < 0.05$), diğer gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Vertise Flow örneklerin 14 gün farklı pH'lardaki sıvılarda bekletildikten sonra ölçülen ΔE değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).



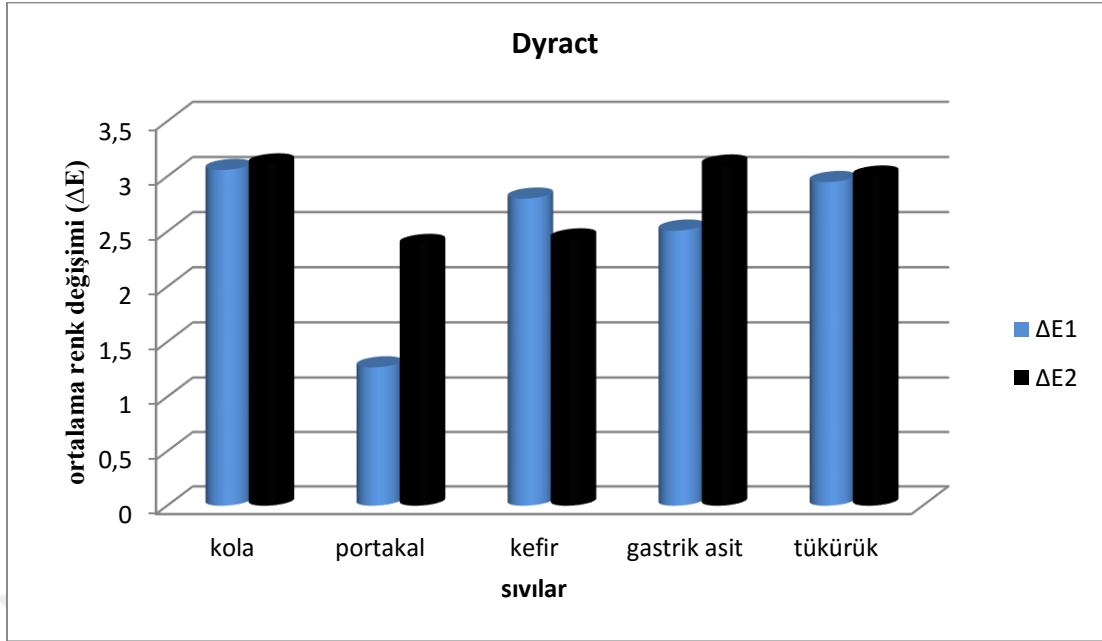
Şekil 4.8. İçeceklere ilişkin 7. ve 14. güne ait ortalama renk değişimi değerleri

4.2.4 Dyract' in Deney Sonrası Renk Değişimi Bulguları

Dyract örneklerin 7 gün farklı pH'lardaki sıvılarda bekletildikten sonra ölçülen ΔE değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır ($p < 0.05$). Değerler ikişerli olarak karşılaştırıldığında, kola-portakal suyu, kefir-portakal suyu ve tükürük-portakal suyu grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı iken ($p < 0.05$), diğer gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Dyract örneklerin 14 gün farklı pH'lardaki sıvılarda bekletildikten sonra ölçülen ΔE değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Dyract örneklerinin aynı sıvılarda 7.gün ve 14.günde ölçülen $\Delta E1$ ve $\Delta E2$ değerleri arasındaki farklılık portakal suyu için istatistiksel olarak anlamlı iken ($p < 0.05$), diğer sıvılar için ΔE değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

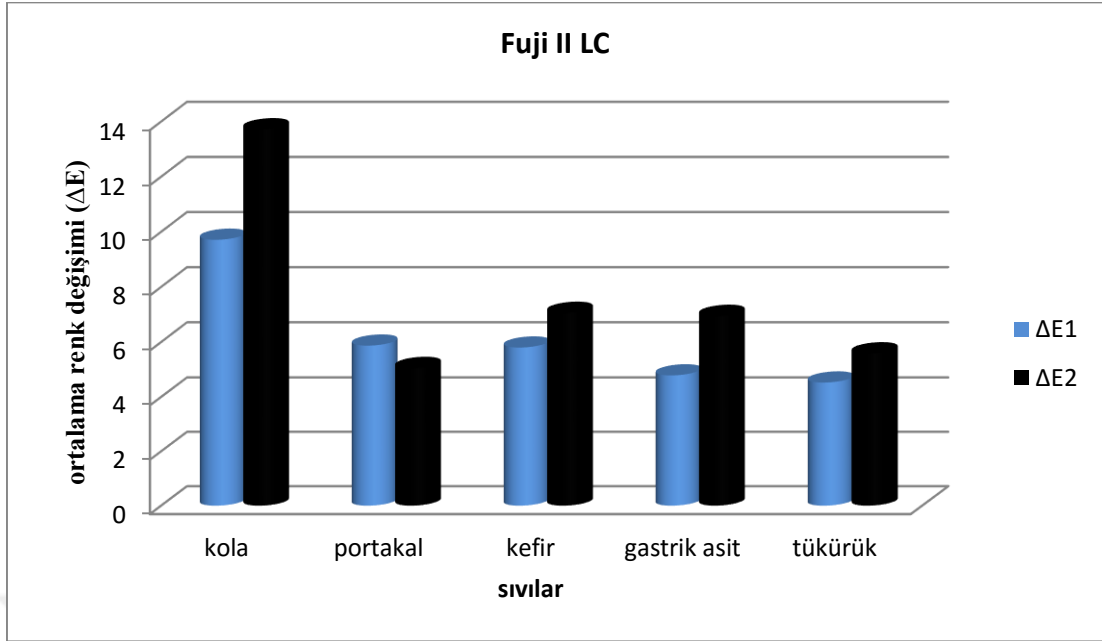


Şekil 4.9. İçeceklere ilişkin 7. ve 14. Güne ait ortalama renk değişimi değerleri

4.2.5 Fuji II LC'nin Deney Sonrası Renk Değişimi Bulguları

Fuji II LC örneklerin 7 gün ve 14 gün farklı pH'lardaki sıvılarda bekletildikten sonra ölçülen ΔE değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmaktadır ($p < 0.05$). Değerler ikişerli olarak karşılaştırıldığında, kola-portakal suyu, kola-kefir, kola-gastrik, kola-tükürük grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı iken ($p < 0.05$), diğer gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).

Fuji II LC örneklerinin aynı sıvılarda 7.gün ve 14.günde ölçülen ΔE değerleri arasındaki farklılık kola, portakal suyu ve gastrik asit için istatistiksel olarak anlamlı iken ($p < 0.05$), kefir ve tükürük için istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p > 0.05$).



Şekil 4.10. İçeceklere ilişkin 7. ve 14. güne ait ortalama renk değişimi değerleri

Genel Bulgular

Restoratif materyalleri, tüm içeceklerde toplam başlangıç ve 14.gün arasındaki renk değişimi (ΔE_2) değerlerinin ortalamasına göre sıraladığımızda; Fuji II LC'nin istatistiksel olarak anlamlı en yüksek değere sahip ($p < 0.05$); Beautifil II daha düşük; Dyract ve Vertise Flow'un aynı sınıfta ve daha düşük; Filtek Z550'nin ise en düşük renk değişim değerine sahip olarak bulundu (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Materyallerin başlangıç ve 14.gün arasındaki renk değişimi (ΔE_2) değerlerinin içeceklerden etkilenişi

Tukey HSD(a)	n	1	2	3	4
Filtek Z550	50	1.80			
Dyract	50	2.80	2.80		
Vertise Flow	50		3.10		
Beautifil II	50			4.75	
Fuji II LC	50				7.68

Farklı pH'daki sıvılar içerisinde, tüm materyallerin toplam başlangıç ve 14.gün arasındaki renk değişiminin (ΔE_2) ortalamasını en çok etkileyen sıvıların kola ve gastrik asit olduğu ve diğer asidik sıvılara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği tespit edildi ($p < 0.05$). Portakal suyu, kefir ve tükürük ise daha az etkileyen sıvılar olup aralarındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p > 0.05$) (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. İçeceklerin, başlangıç ve 14.gün arasındaki renk değişimi (ΔE_2) değerlerinin materyalleri etkilemesi

Tukey HSD(a)	n	1	2	3
kefir	50	3.16		
tükürük	50	3.17		
portakal suyu	50	3.37	3.37	
gastrik asit	50		4.93	4.93
kola	50			5.51

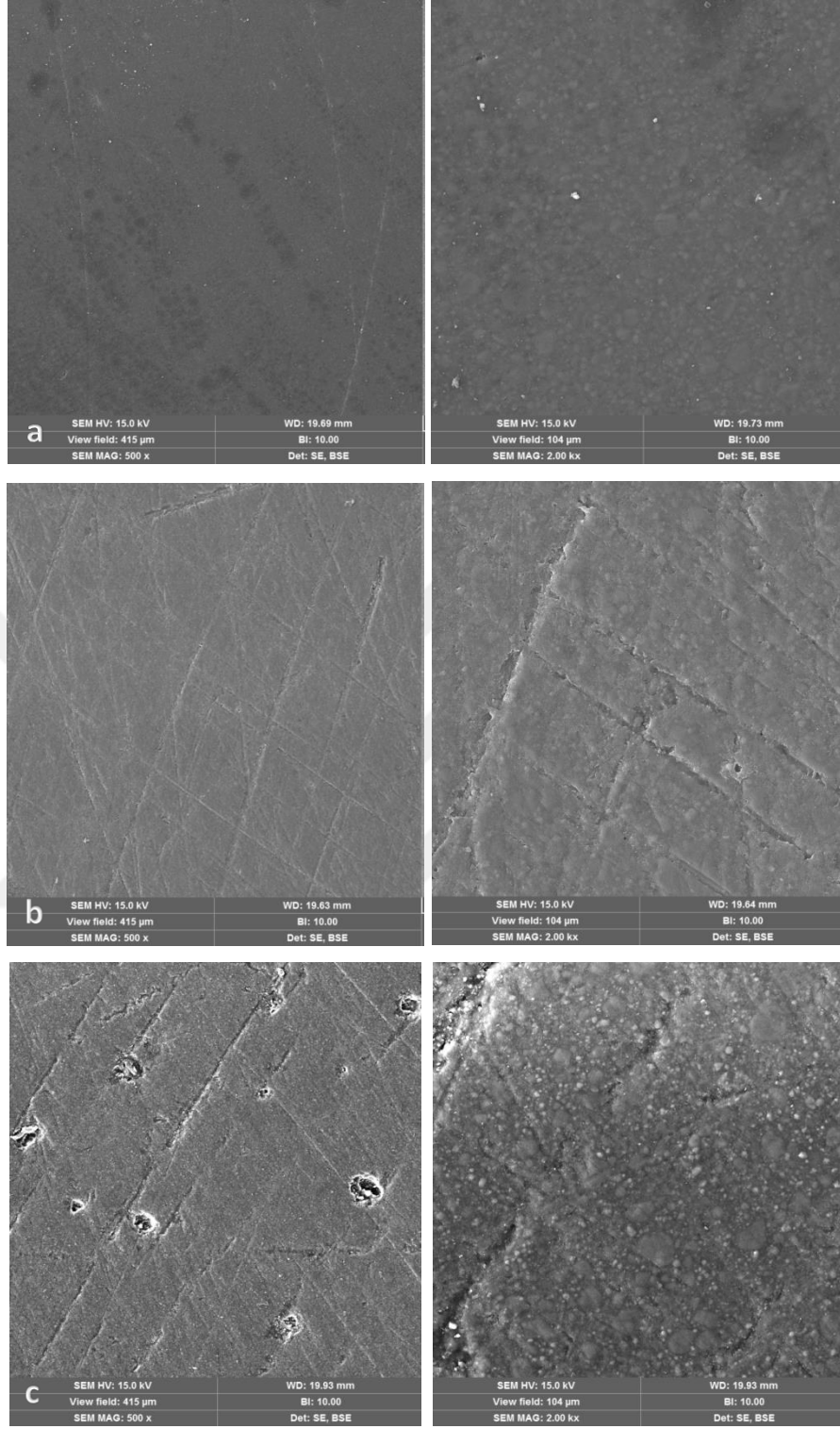
Korelasyon analizi sonuçlarına göre Beautiful II grubunda renk ve pürüzlülük değişimi arasında aynı yönlü ilişki katsayıları bulunmuştur. Bu korelasyon istatistiksel olarak önemli ve orta derecelidir ($r=0.66$). Diğer gruplarda ise pürüzlülük ve renk değişimi değerleri arasındaki korelasyon istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

4.3 Örneklerin SEM Bulguları

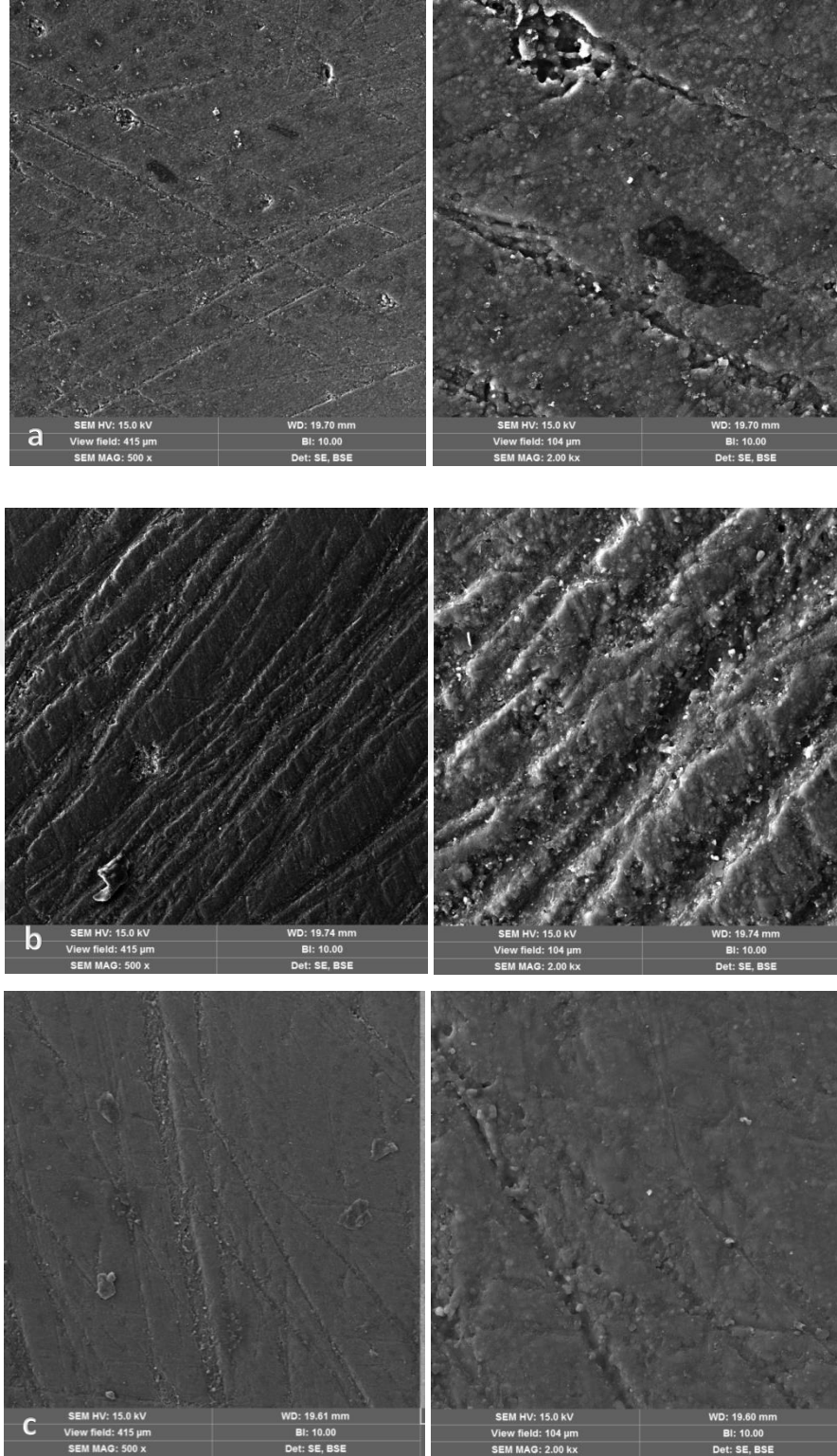
Çalışmamızda hazırlanan örneklerin, Cumhuriyet Üniversitesi İleri Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (CÜTAM)'nde bulunan SEM cihazı (Tescan MIRA3) ile başlangıç ve 14.günde, 500x ve 2000x büyütmede görüntüleri alındı. Elde edilen görüntüler Şekil 4.11-4.20'de verilmiştir. Materyallerin başlangıç SEM görüntüleri incelendiğinde, rezinden zengin tabakaya sahip homojen yüzey dokusu görülürken; gastrik asit ve portakal suyu gruplarında değişken derecelerde yüzey düzensizlikleri görülmektedir. SEM analizi, materyallerin yüzey düzensizliklerinin, profilometrik yüzey pürüzlülüğü bulguları ile uyumlu olduğunu ortaya koymuştur. Fuji II LC'nin tüm gruplarında, derin çatlak ve boşlukların olduğu düzensiz bir yüzey görüntüsü izlenmektedir. Filtek Z550, Vertise Flow ve Dyract materyalleri, diğer

gruplara göre sınıılardan daha az etkilenmiş olsa da, dar çiziklerin varlığı görölmektedir.



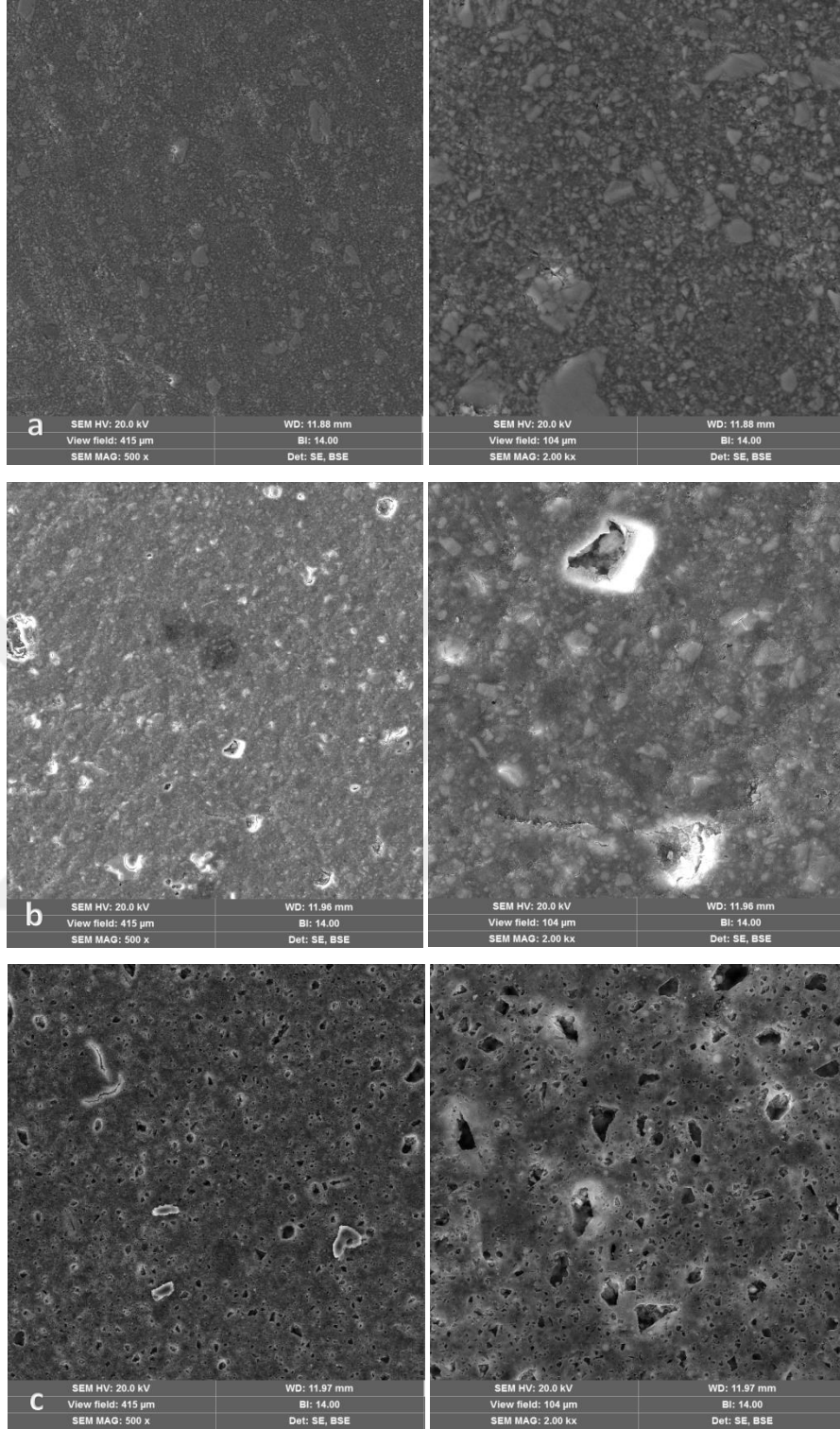


Şekil 4.11. Filtek Z550 (a) başlangıç, (b) kola, (c) portakal 500x ve 2000x SEM görüntüsü

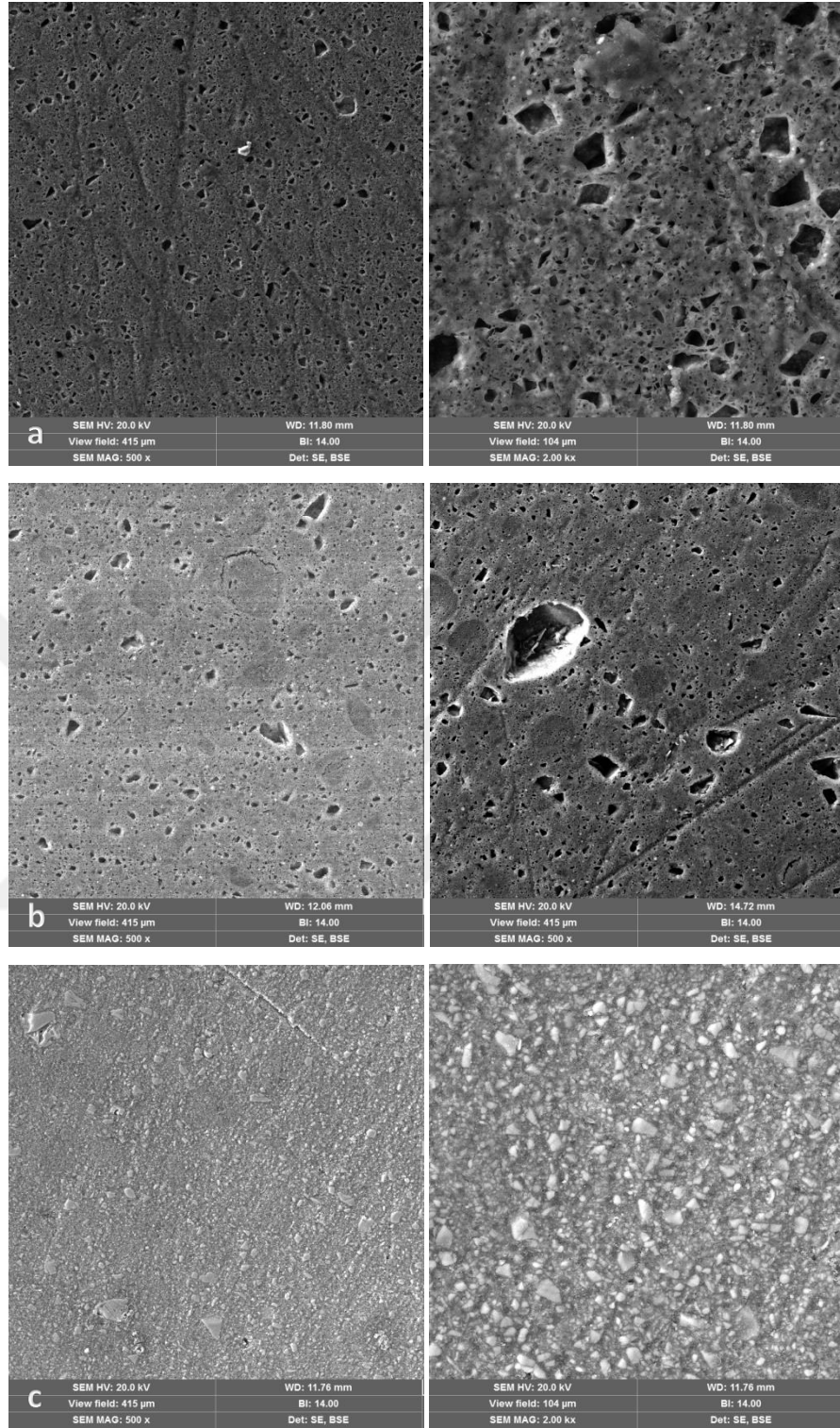


Şekil 4.12. Filtek Z550 (a) kefir, (b) gastrik asit, (c) tükürük 500x ve 2000x SEM görüntüsü

Filtek Z550 materyalleri, diğer gruplara göre sıvılardan daha az etkilenmiş olsa da, dar çiziklerin varlığı görülmektedir (Şekil 4.11-4.12)

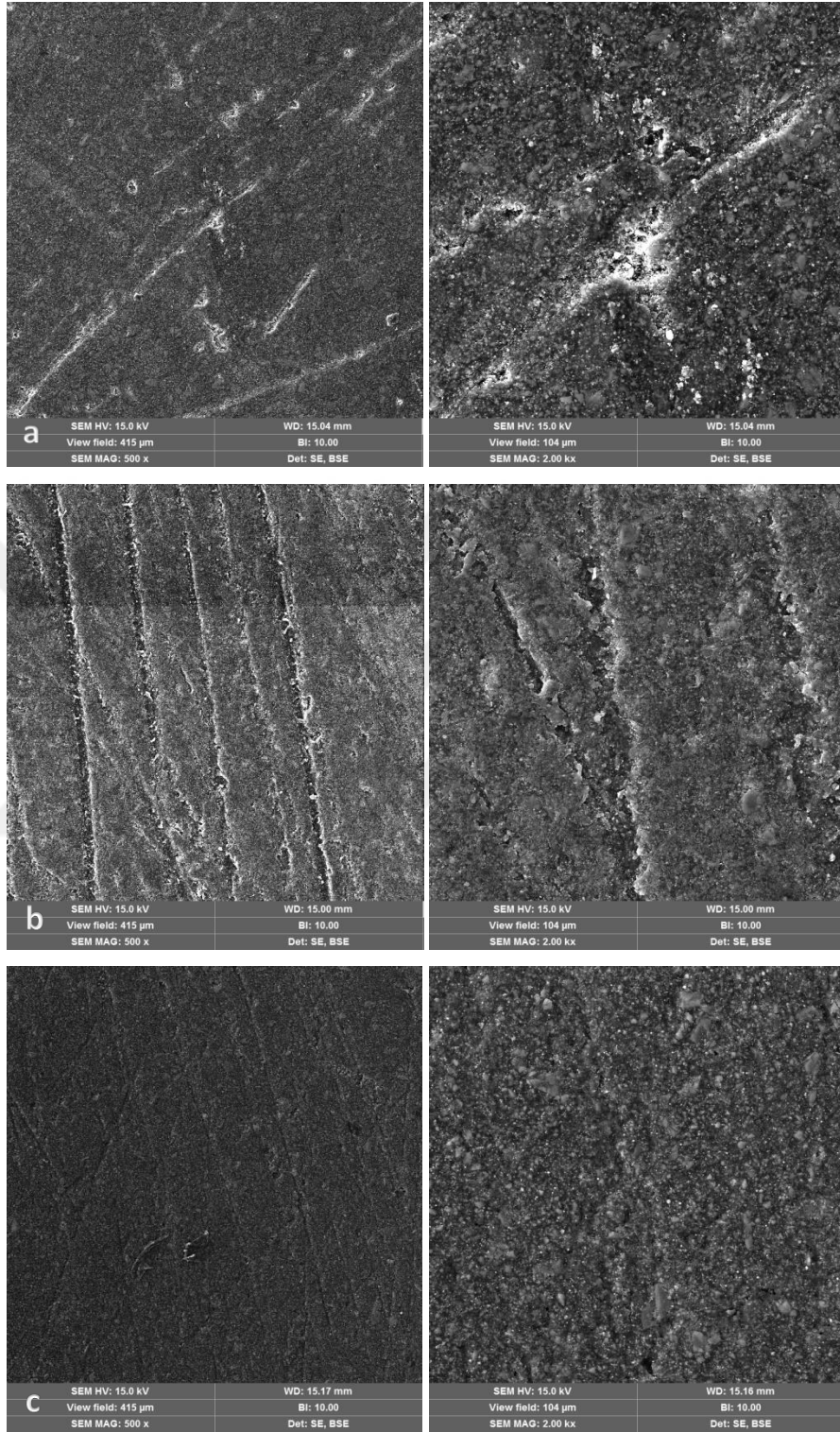


Şekil 4.13. Beautiful II (a) başlangıç, (b) kola, (c) portakal 500x ve 2000x SEM görüntüsü

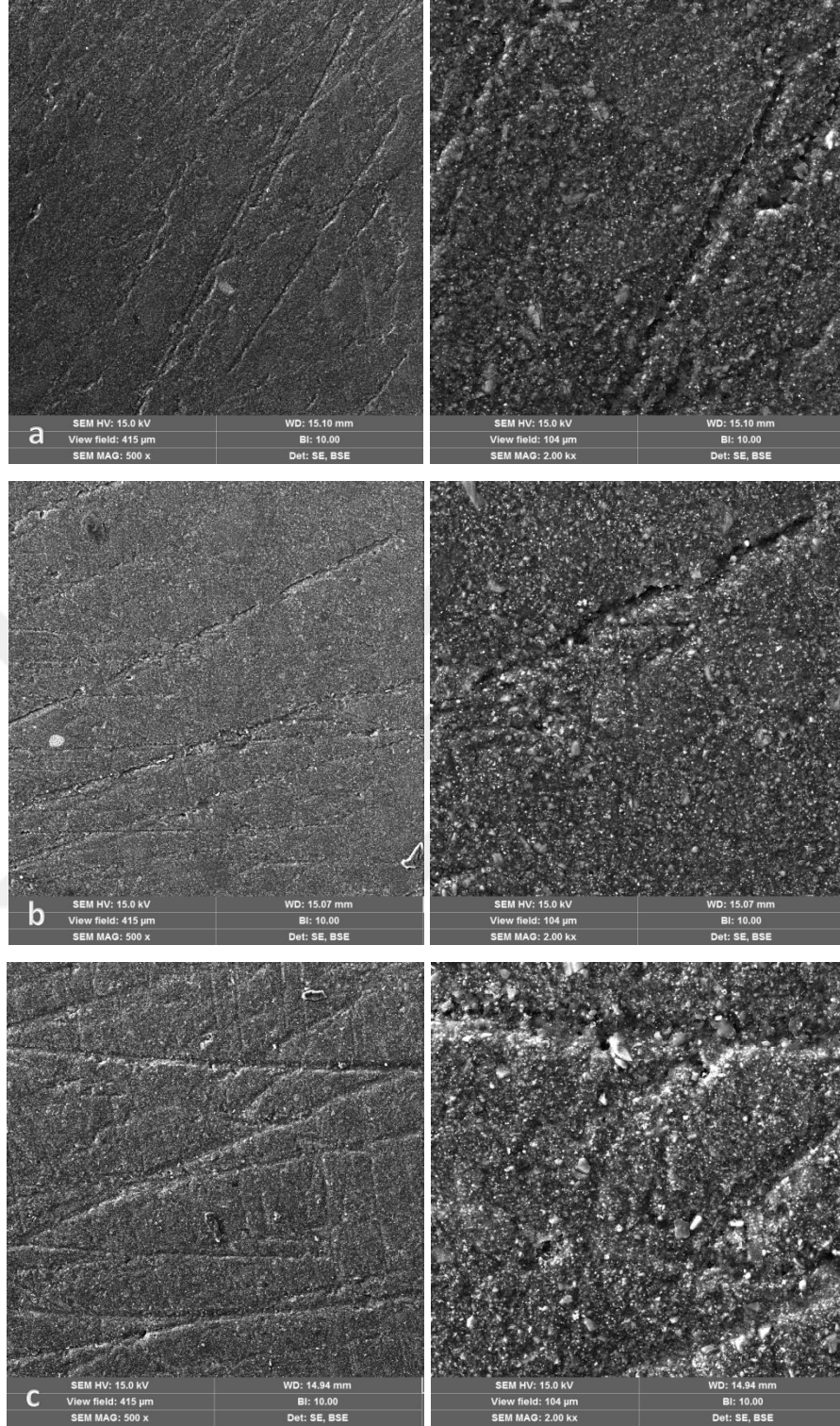


Şekil 4.14. Beautiful II (a) kefir, (b) gastrik asit, (c) tükürük 500x ve 2000x SEM görüntüsü

Beautiful II örneklerinin portakal, kefir ve gastrik asit gruplarında, kopan doldurucu partiküllerin bıraktığı geniş boşluklar görülmektedir (Şekil 4.13-4.14)

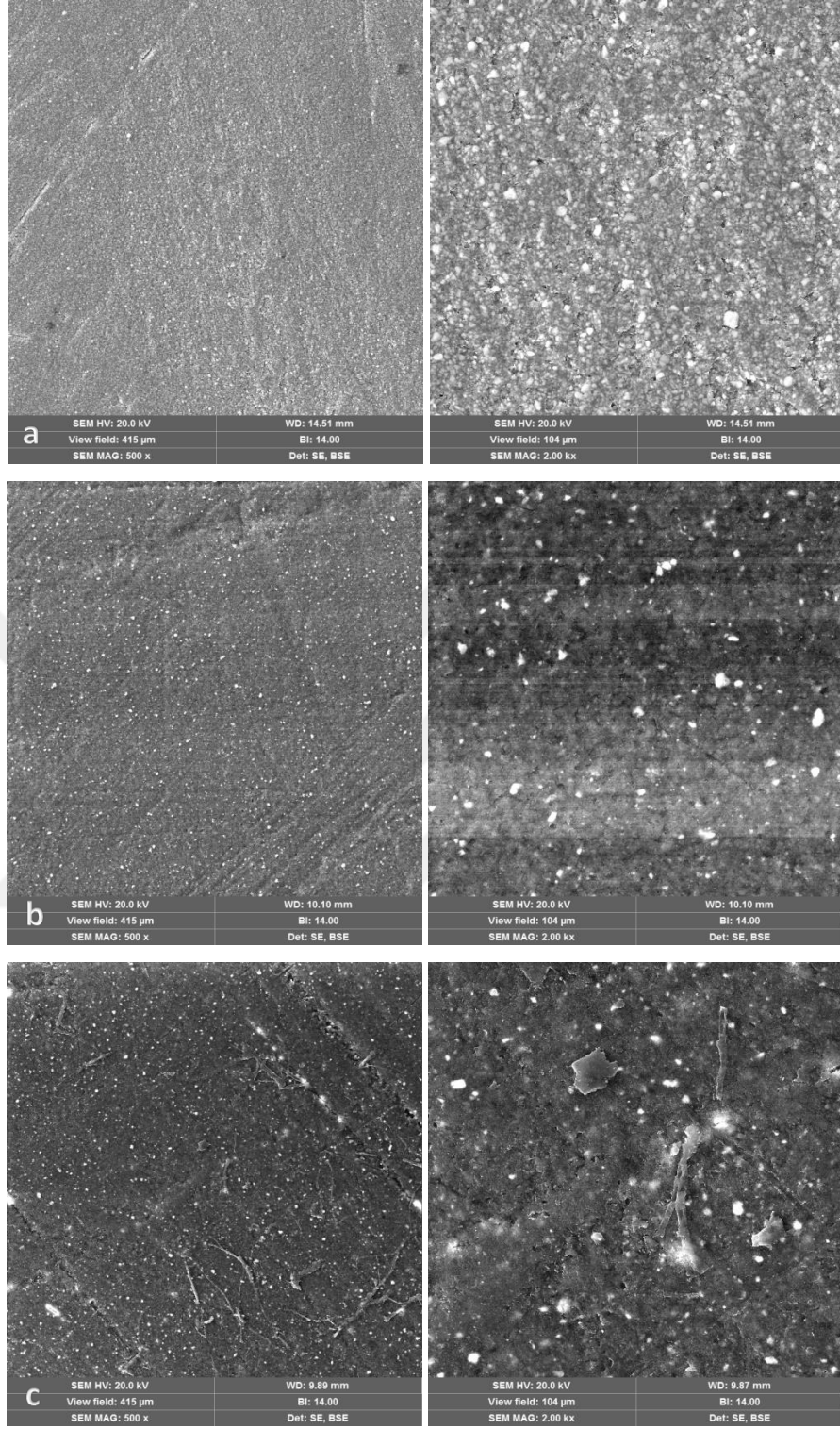


Şekil 4.15. Vertise Flow (a) başlangıç, (b) kola, (c) portakal 500x ve 2000x SEM görüntüsü

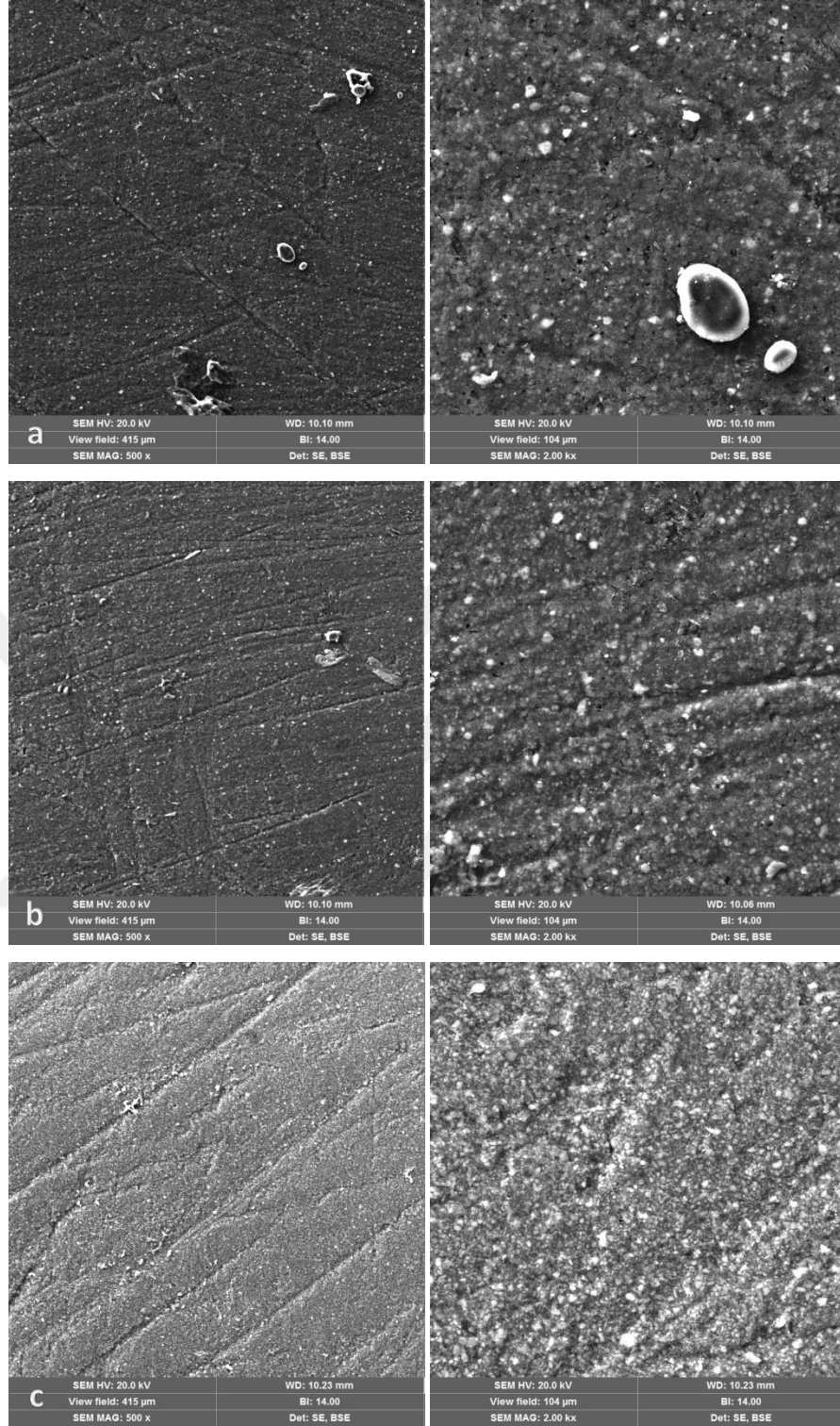


Şekil 4.16. Vertise Flow (a) kefir, (b) gastrik asit, (c) tükürük 500x ve 2000x SEM görüntüsü

Vertise Flow materyali diğer gruplara göre sıvılardan daha az etkilenmiş olsa da, dar çiziklerin varlığı görülmektedir (Şekil 4.15-4.16).

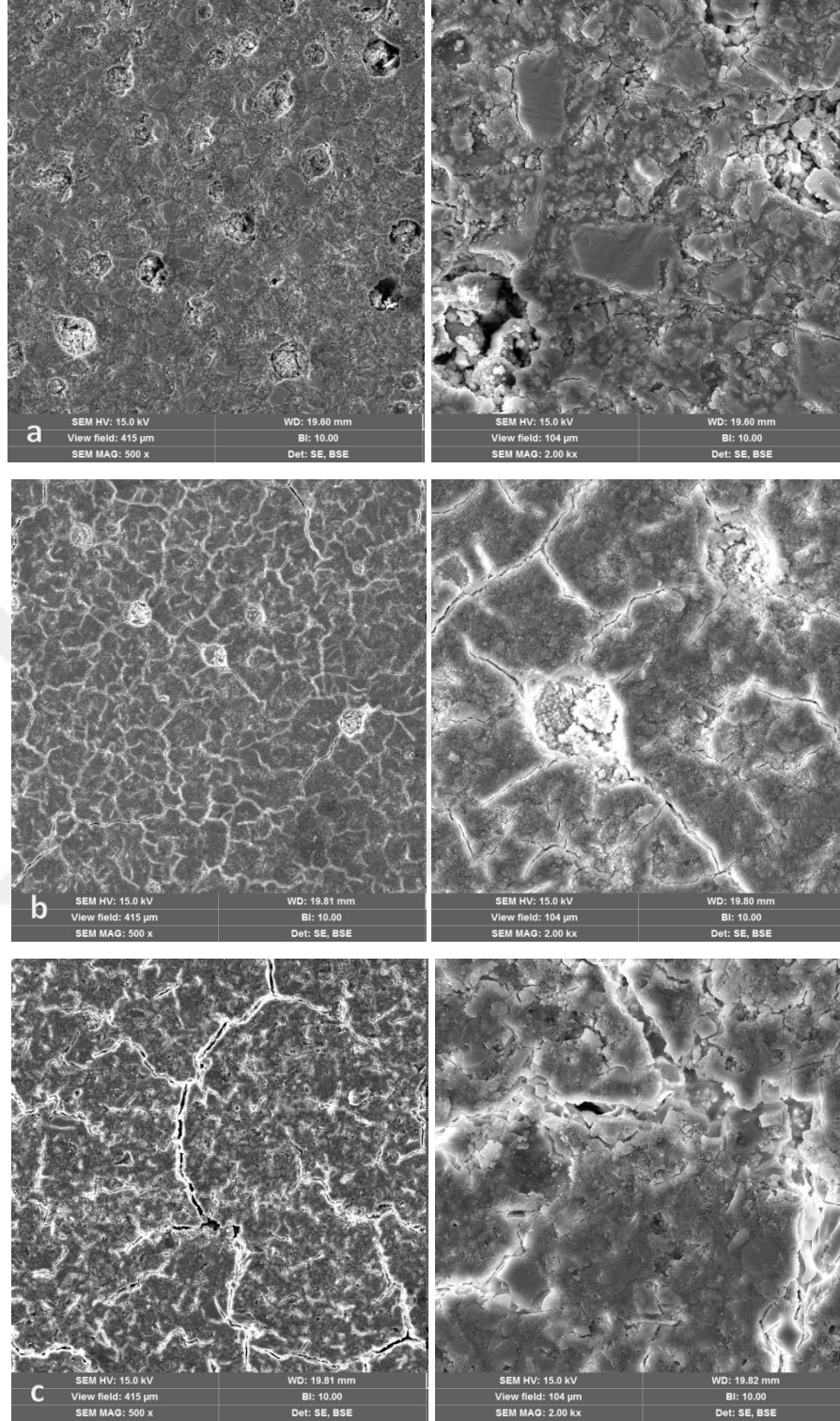


Şekil 4.17. Dyract (a) başlangıç, (b) kola, (c) portakal 500x ve 2000x SEM görüntüsü

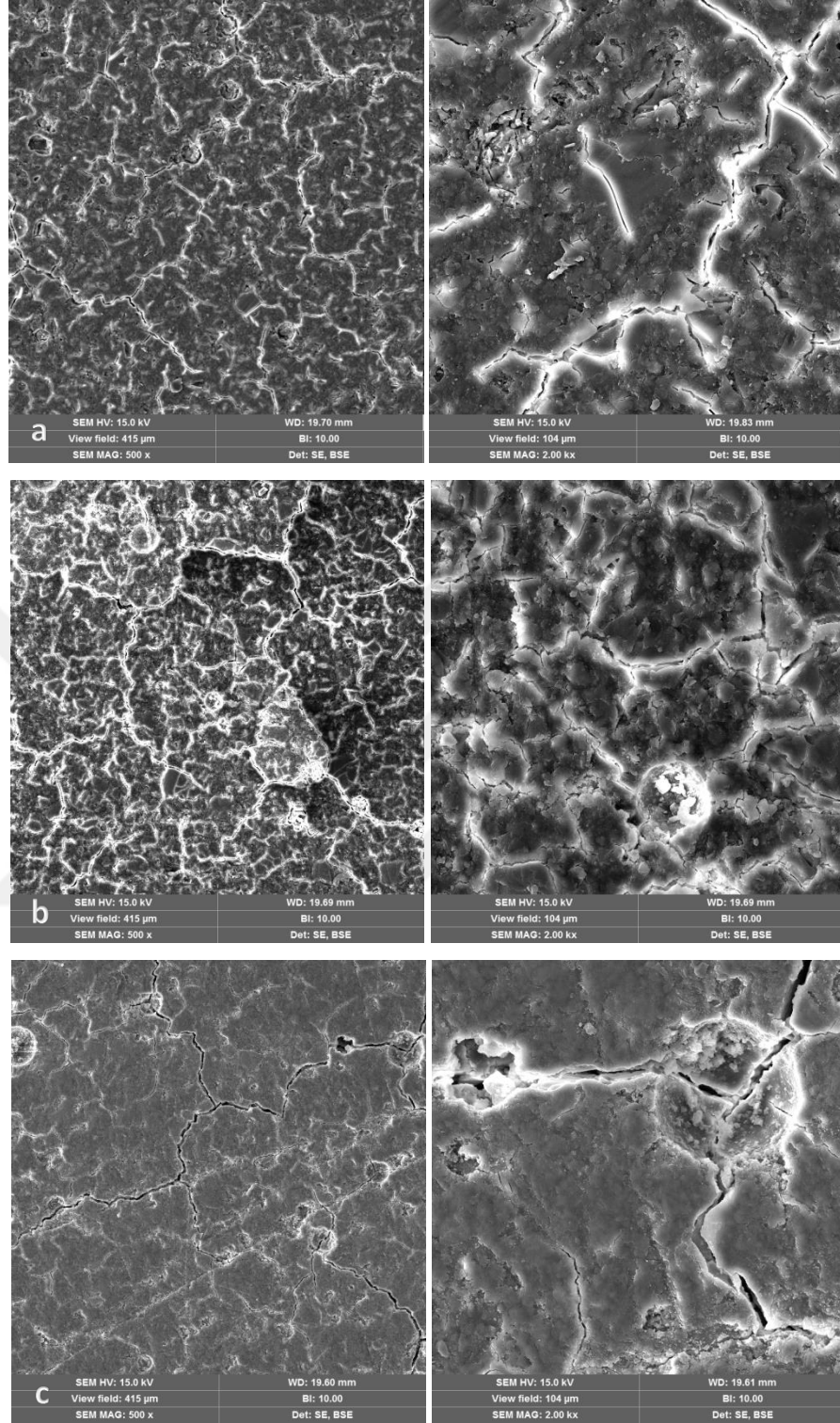


Şekil 4.18. Dyract (a) kefir, (b) gastrik asit, (c) tükürük 500x ve 2000x SEM görüntüsü

Dyract materyalleri, diğer gruplara göre sıvılardan daha az etkilenmiş olsa da, dar çiziklerin varlığı görülmektedir (Şekil 4.17-4.18)



Şekil 4.19. Fuji II LC (a) başlangıç, (b) kola, (c) portakal 500x ve 2000x SEM görüntüsü



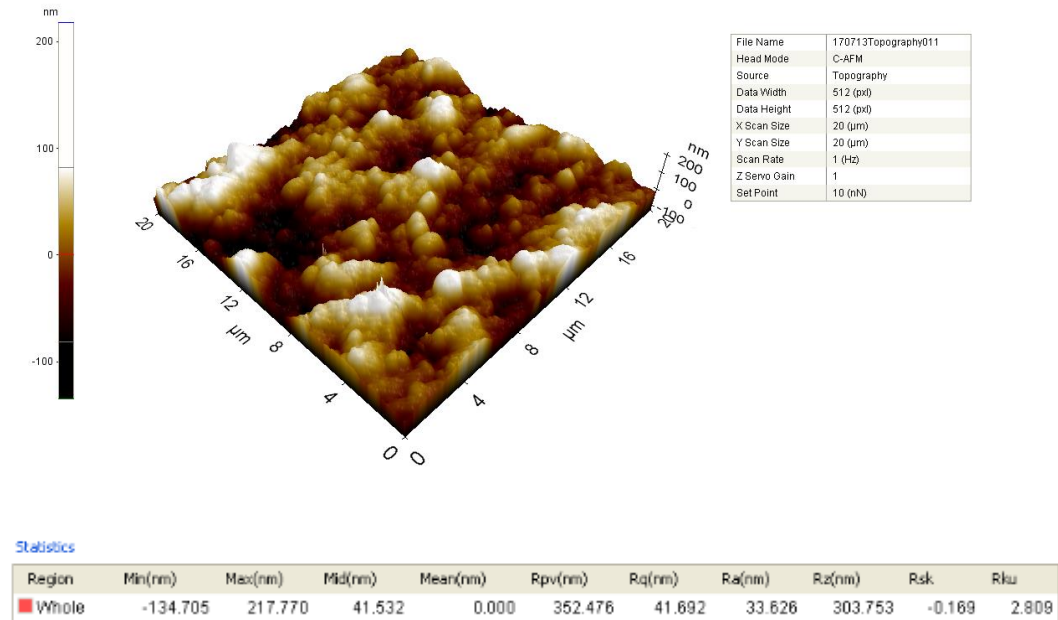
Şekil 4.20. Fuji II LC (a) kefir, (b) gastrik asit, (c) tükürük 500x ve 2000x SEM görüntüsü

Fuji II Lc'nin tüm gruplarında, derin çatlak ve boşlukların olduğu düzensiz bir yüzey görüntüsü izlenmektedir (Şekil 4.19-4.20)

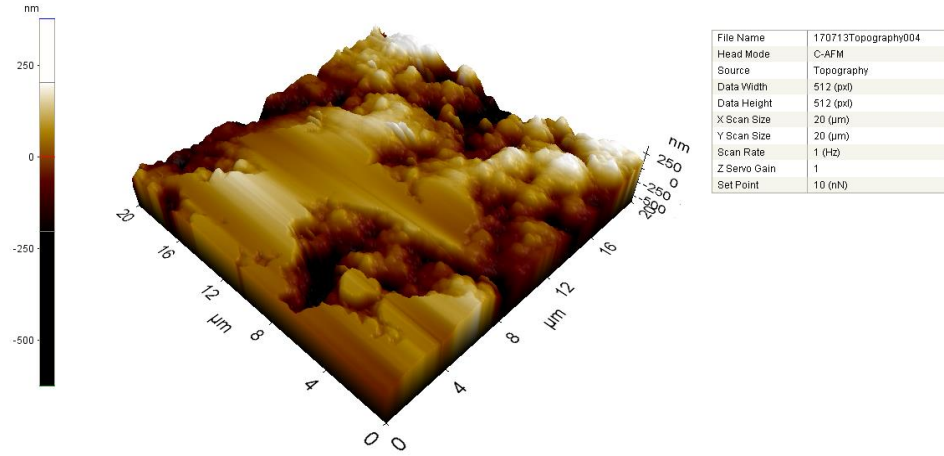
4.4 Örneklerin AFM Bulguları

Çalışmamızda hazırlanan örneklerin, Cumhuriyet Üniversitesi Nanoteknoloji Mühendisliği Anabilim Dalında bulunan Atomik Kuvvet Mikroskobu (XE-100 E Park Systems) ile başlangıç ve 14.gün yüzey pürüzlülüğü ölçümleri yapıldı. Elde edilen üç boyutlu yüzey görüntüleri ve ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri Şekil 4.21-4.50.'de verilmiştir.

Çalışmamızda her gruptan alınan rastgele bir örnek için AFM analizi yapılmıştır. AFM görüntüleri incelendiğinde materyallerin başlangıç gruplarında uniform yüzeyler görülürken, diğer gruplarda daha düzensiz yüzey topografisi izlenmektedir. Beautifil II gastrik asit grubunda, tüm yüzey boyunca derin çukurlar görülmektedir. Fuji II LC portakal suyu grubu AFM görüntülerinde tüm yüzeyde derin çukurlar ve belirgin çıkıntılarının neden olduğu dalgalanan bir yüzey topografisi görülmektedir. Dyract gastrik asit grubu keskin belirgin çıkıntılı bir yüzey gösterirken, Filtek Z550 ve Vertise Flow grupları tepe ve vadileri olan orta seviyede (moderate) düzensiz bir yüzey göstermiştir. AFM analizi ile elde edilen görüntüler profilometre bulgularını desteklemektedir.



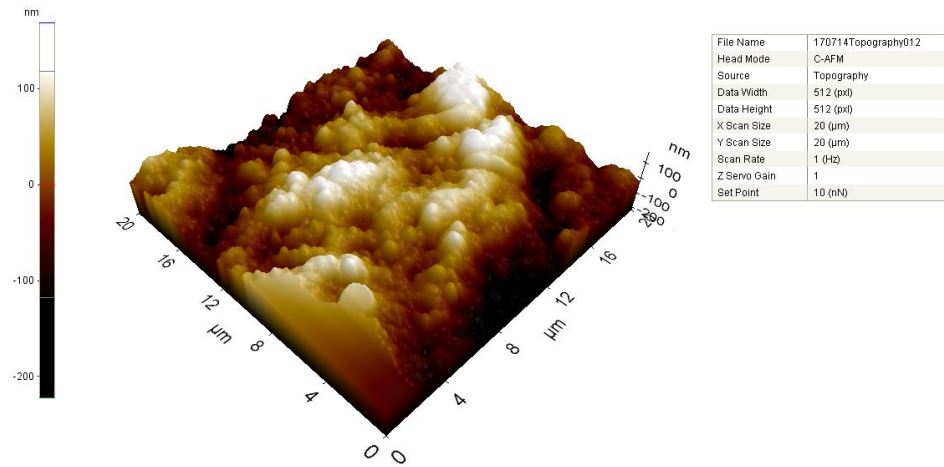
Şekil 4.21. Filtek Z550 başlangıç 3 boyutlu AFM görüntüsü



Statistics

Region	Min(nm)	Max(nm)	Mid(nm)	Mean(nm)	Rpv(nm)	Rq(nm)	Ra(nm)	Rz(nm)	Rsk	Rku
Whole	-623.804	377.693	-123.055	0.000	1001.497	103.672	78.063	961.402	1.017	5.353

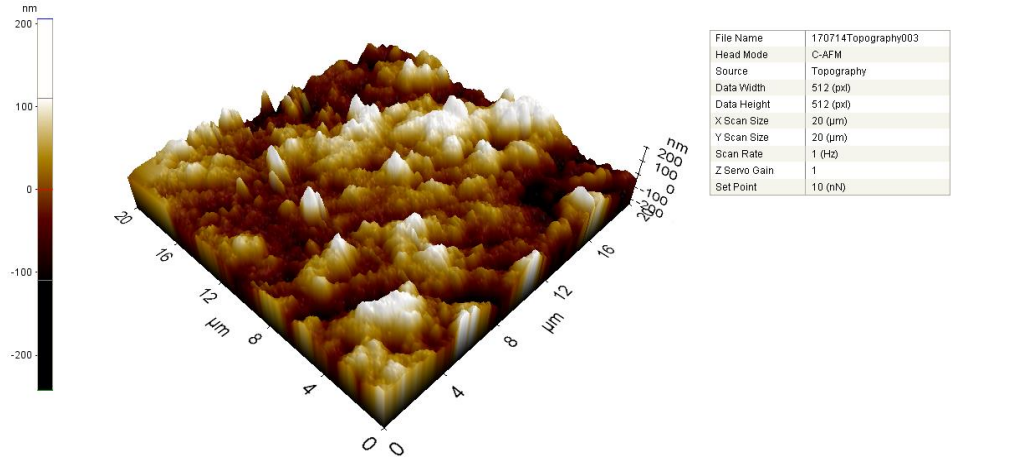
Şekil 4.22. Filtek Z550 kola 3 boyutlu AFM görüntüsü



Statistics

Region	Min(nm)	Max(nm)	Mid(nm)	Mean(nm)	Rpv(nm)	Rq(nm)	Ra(nm)	Rz(nm)	Rsk	Rku
Whole	-222.224	168.616	-26.804	0.000	390.840	60.096	48.061	388.642	0.010	2.957

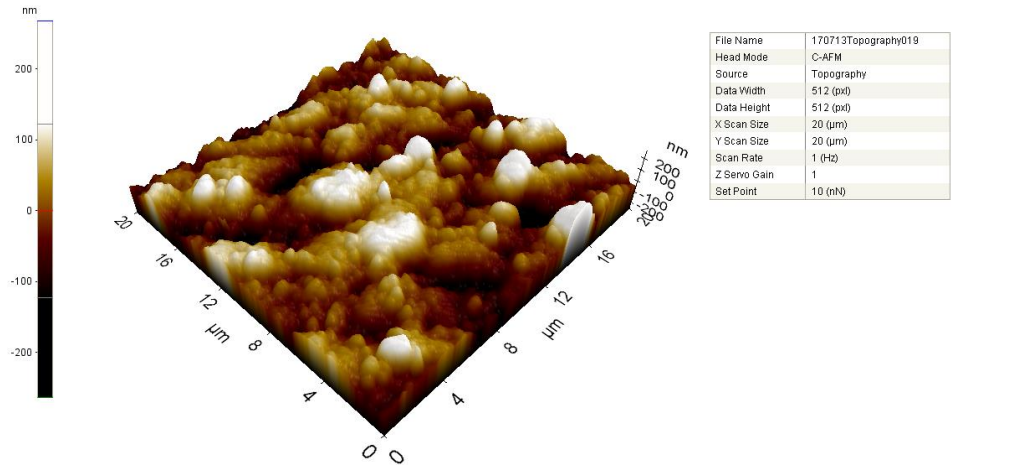
Şekil 4.23. Filtek Z550 portakal suyu 3 boyutlu AFM görüntüsü



Statistics

Region	Min(nm)	Max(nm)	Mid(nm)	Mean(nm)	Rpv(nm)	Rq(nm)	Ra(nm)	Rz(nm)	Rsk	Rku
Whole	-242.444	206.312	-18.066	0.000	448.757	56.066	44.384	441.985	-0.317	3.379

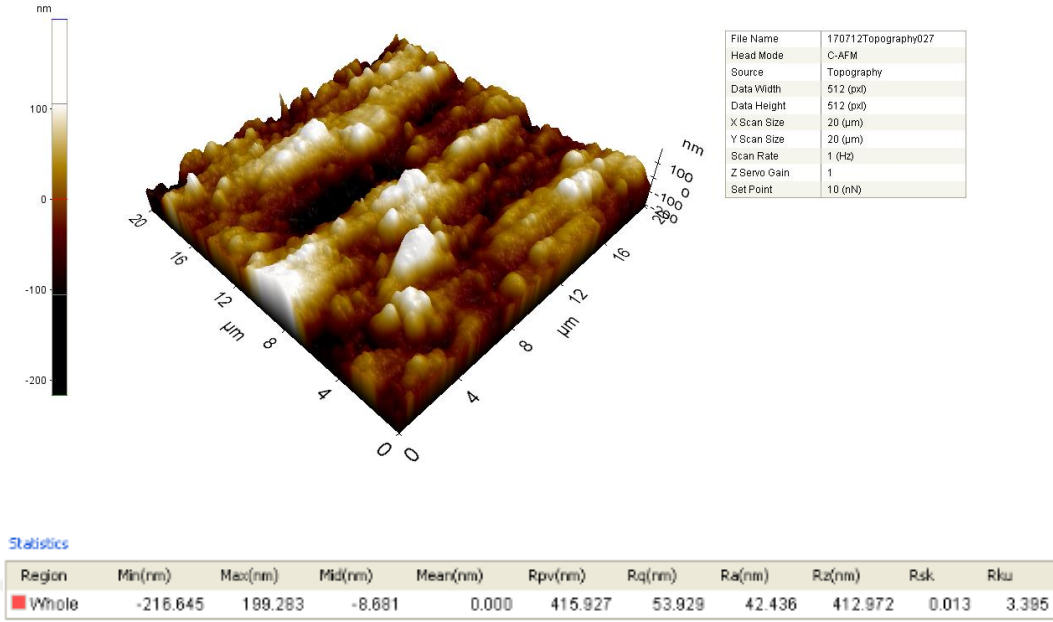
Şekil 4.24. Filtek Z550 kefir 3 boyutlu AFM görüntüsü



Statistics

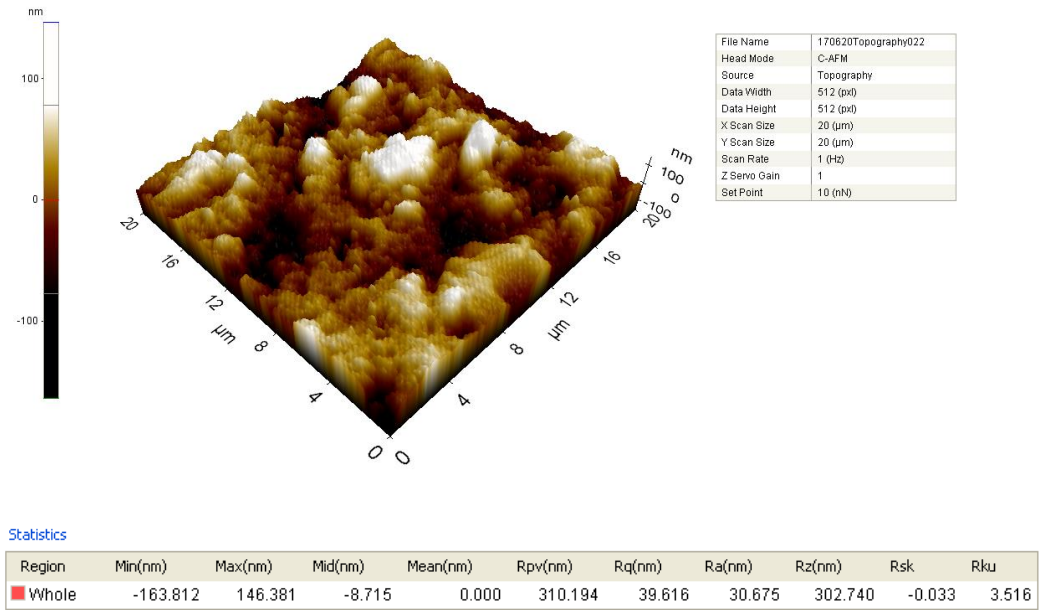
Region	Min(nm)	Max(nm)	Mid(nm)	Mean(nm)	Rpv(nm)	Rq(nm)	Ra(nm)	Rz(nm)	Rsk	Rku
Whole	-263.415	267.573	2.079	0.000	530.988	62.498	49.213	525.346	-0.220	3.429

Şekil 4.25. Filtek Z550 gastrik asit 3 boyutlu AFM görüntüsü

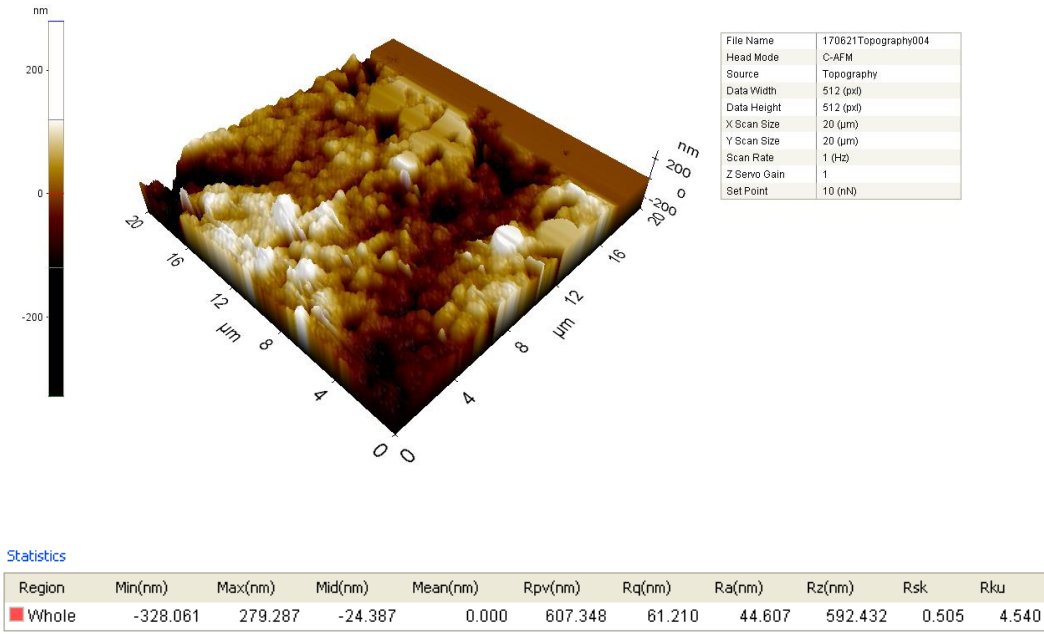


Şekil 4.26. Filtek Z550 tükürük 3 boyutlu AFM görüntüsü

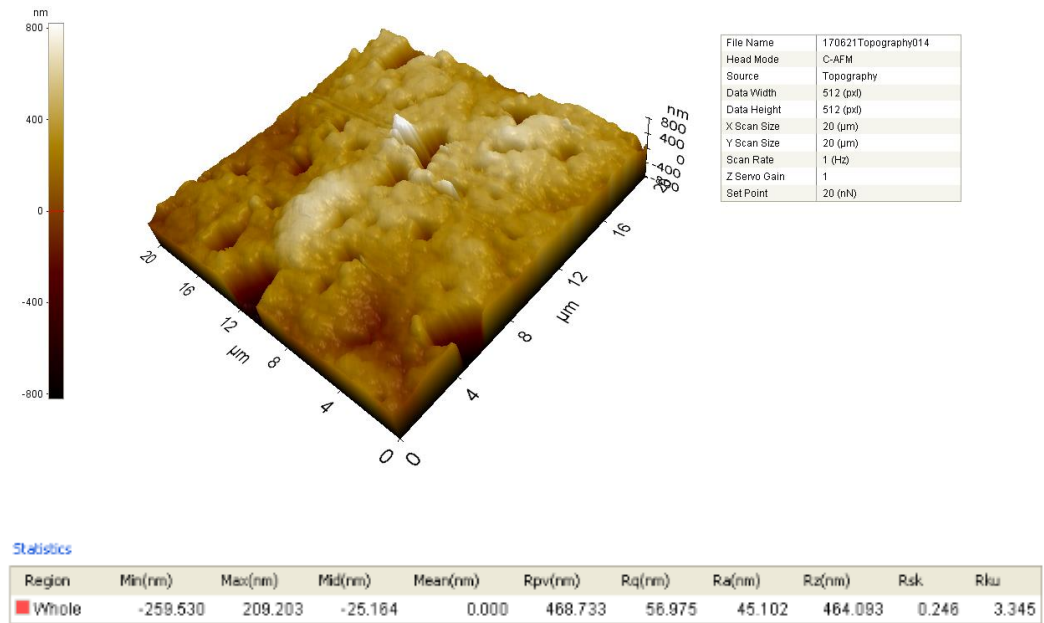
Filtek Z550'nin AFM görüntüleri incelendiğinde, en düşük değer başlangıçta (33.626 nm), en yüksek değer ise kola grubunda (78.063 nm) olduğu görülmektedir (Şekil 4.21-4.26).



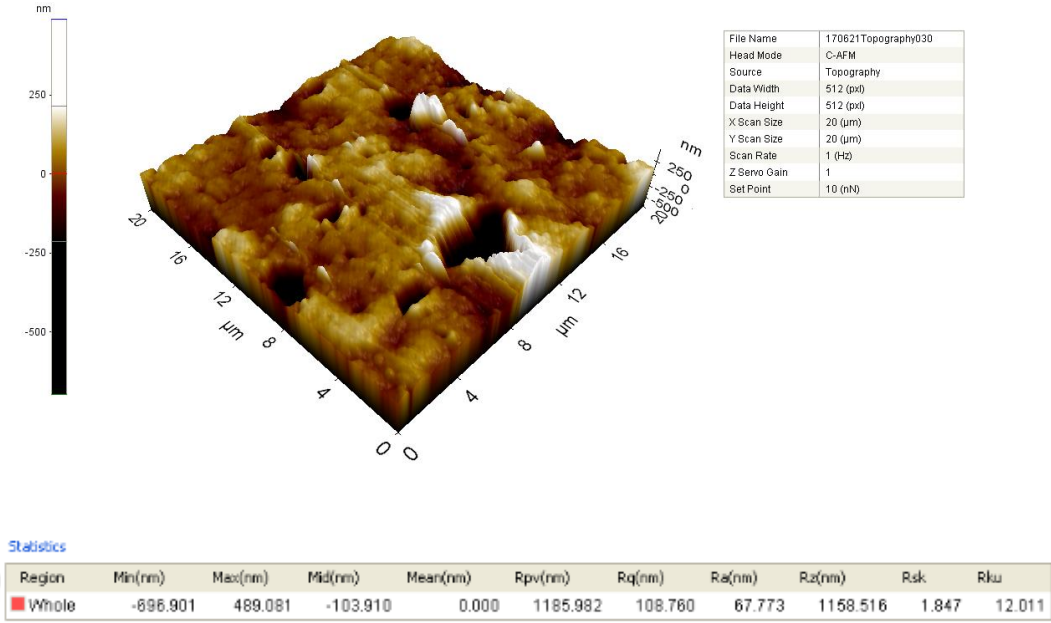
Şekil 4.27. Beautiful II başlangıç 3 boyutlu AFM görüntüsü



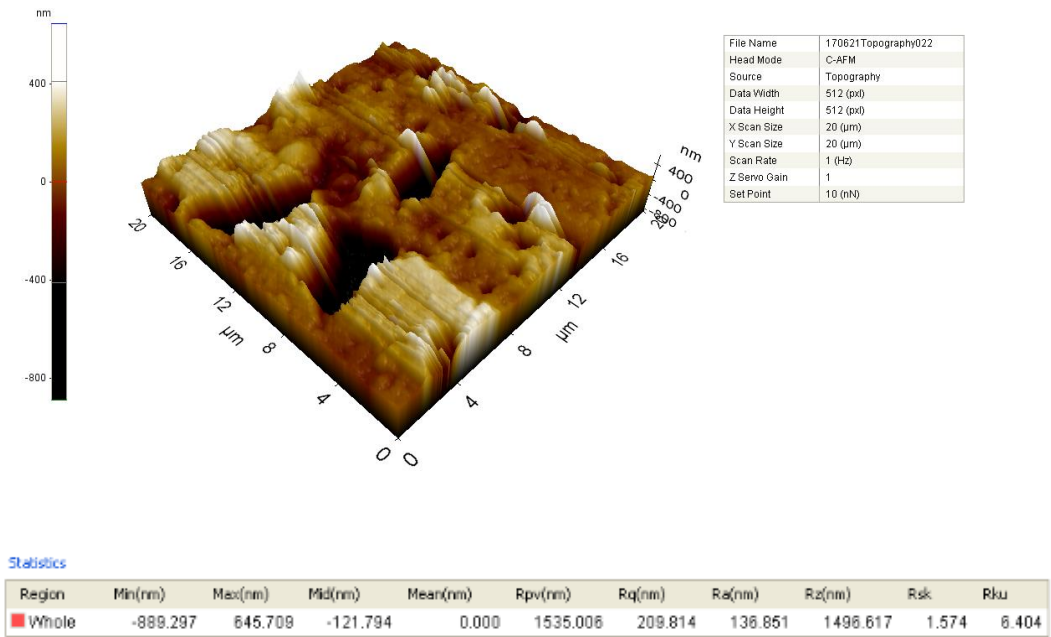
Şekil 4.28. Beautiful II kola 3 boyutlu AFM görüntüsü



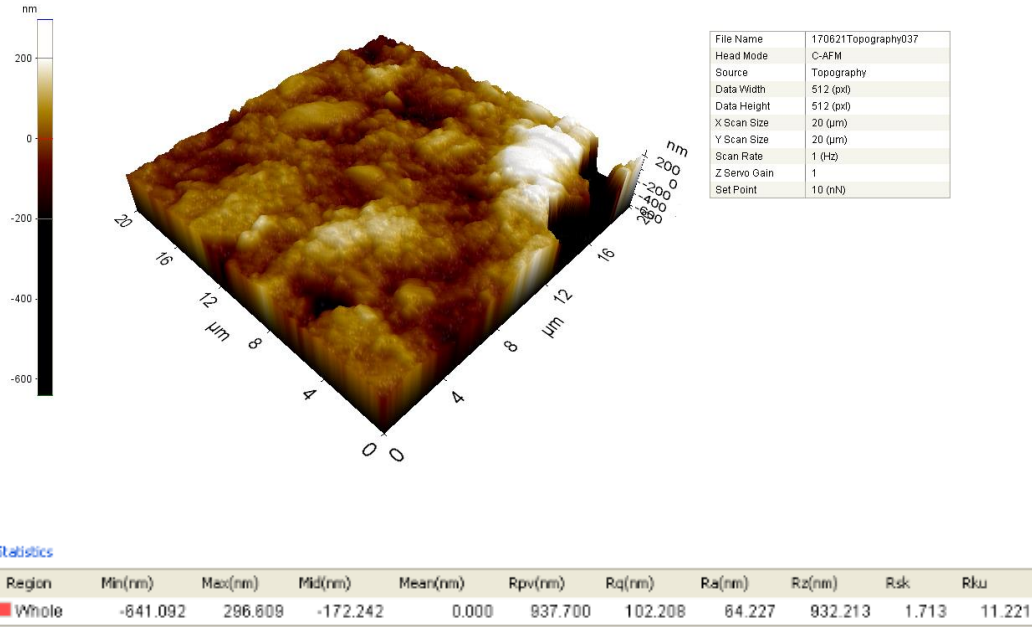
Şekil 4.29. Beautiful II portakal suyu 3 boyutlu AFM görüntüsü



Şekil 4.30. Beautifil II kefir 3 boyutlu AFM görüntüsü

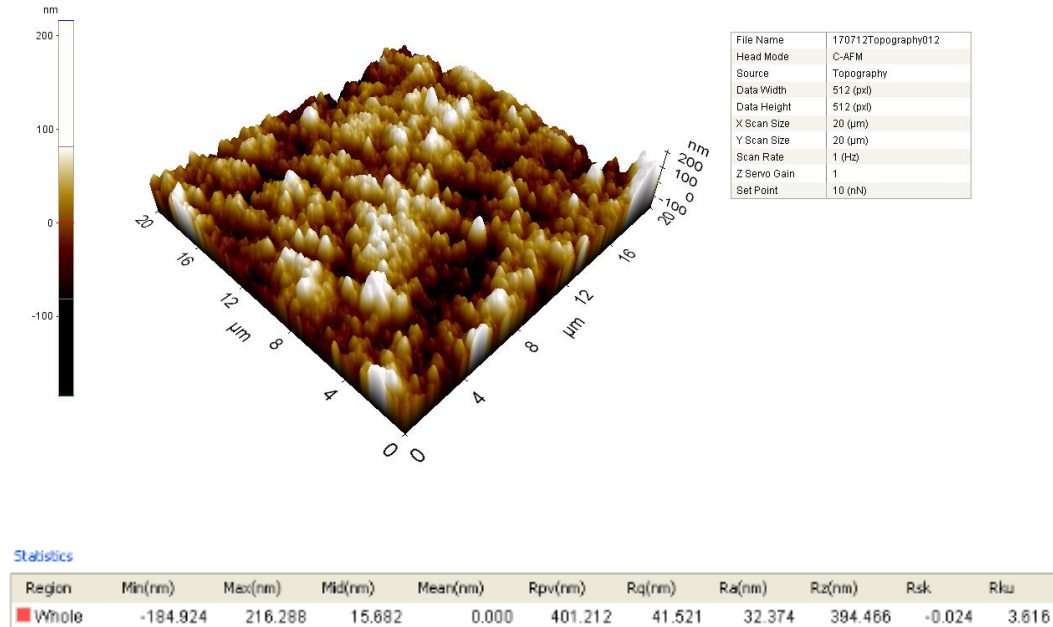


Şekil 4.31. Beautifil II gastrik 3 boyutlu AFM görüntüsü

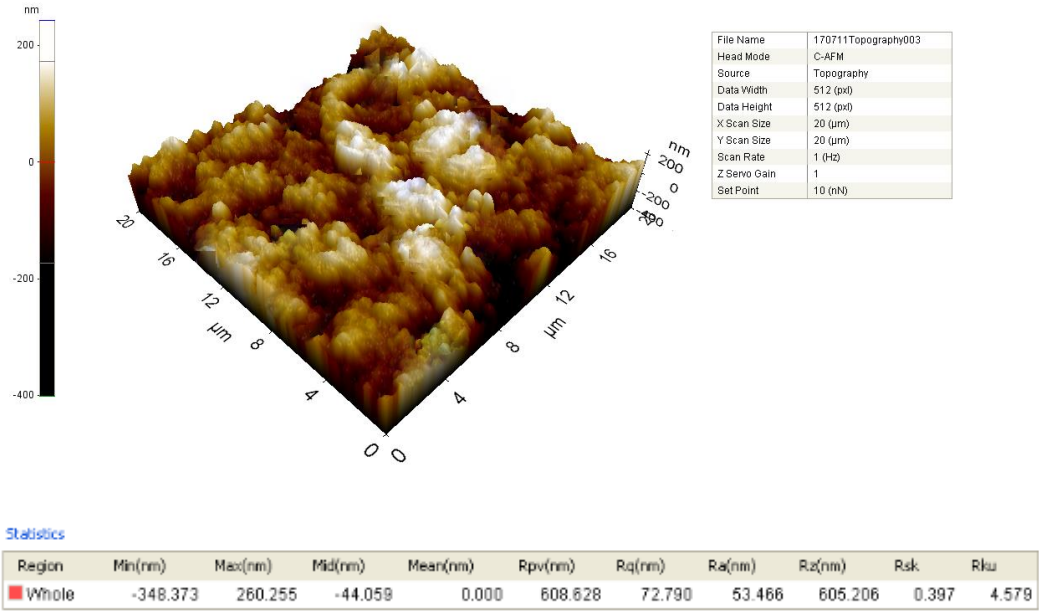


Şekil 4.32. Beautifil II tükürük 3 boyutlu AFM görüntüsü

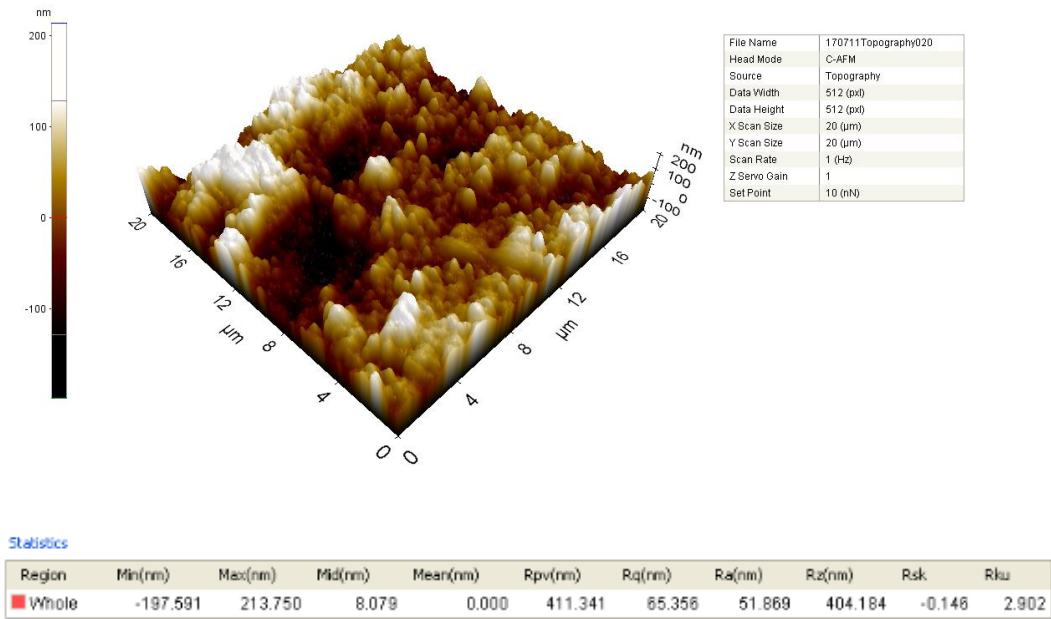
Beautifil II'nin AFM analizi ile elde edilen Ra değerlerine bakıldığında, en düşük değer başlangıçta (30.675 nm), en yüksek değer ise gastrik asit grubunda (136.851 nm) olduğu görülmektedir. Gastrik asit grubunda, tüm yüzey boyunca derin çukurların varlığı görülmektedir (Şekil 4.27-4.32).



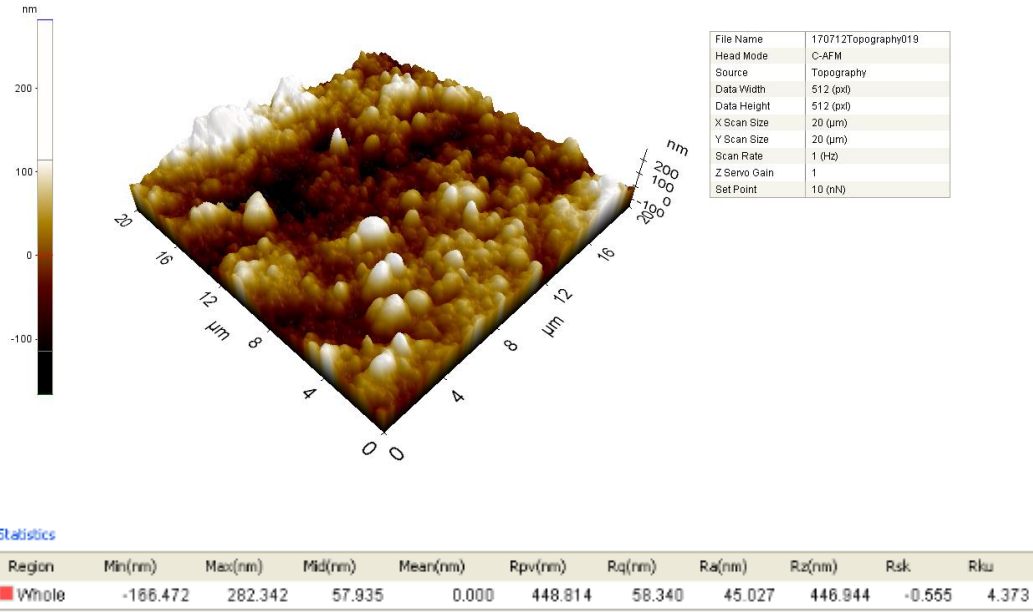
Şekil 4.33. Vertise Flow başlangıç 3 boyutlu AFM görüntüsü



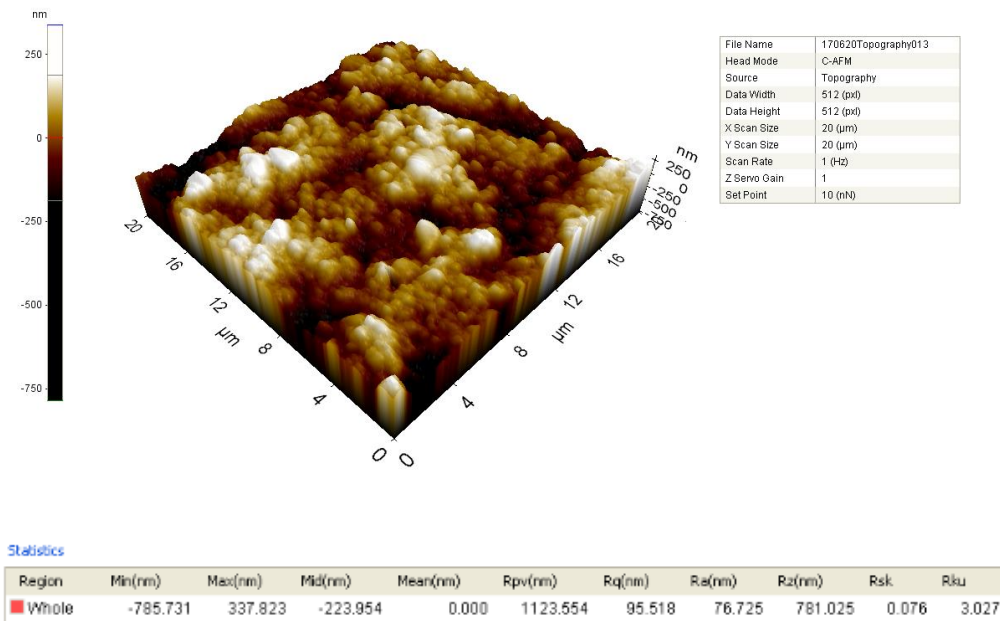
Şekil 4.34. Vertise Flow kola 3 boyutlu AFM görüntüsü



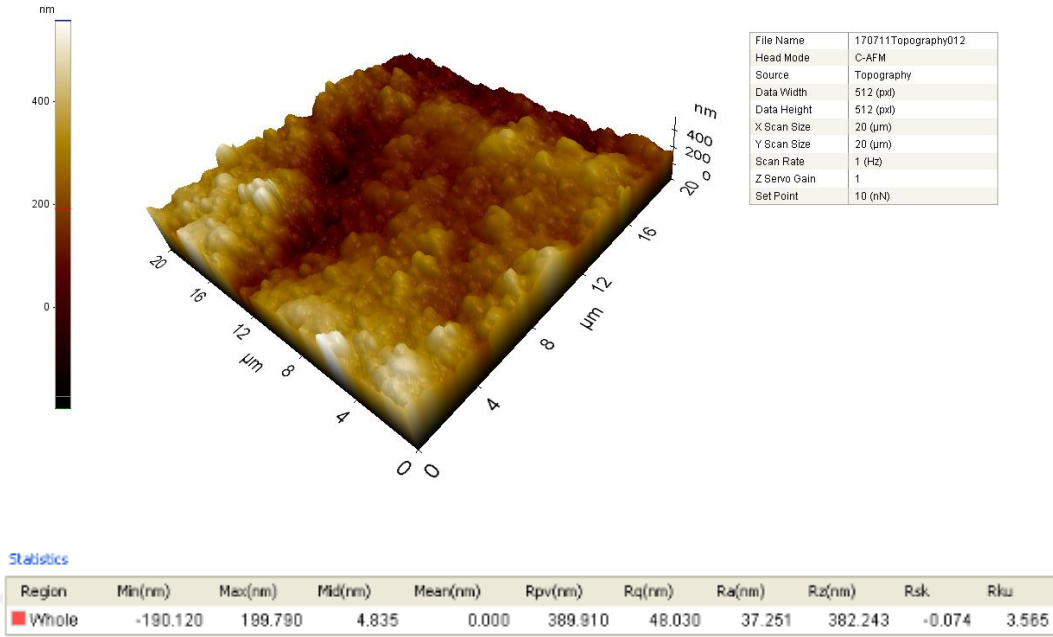
Şekil 4.35. Vertise Flow portakal suyu 3 boyutlu AFM görüntüsü



Şekil 4.36. Vertise Flow kefir 3 boyutlu AFM görüntüsü

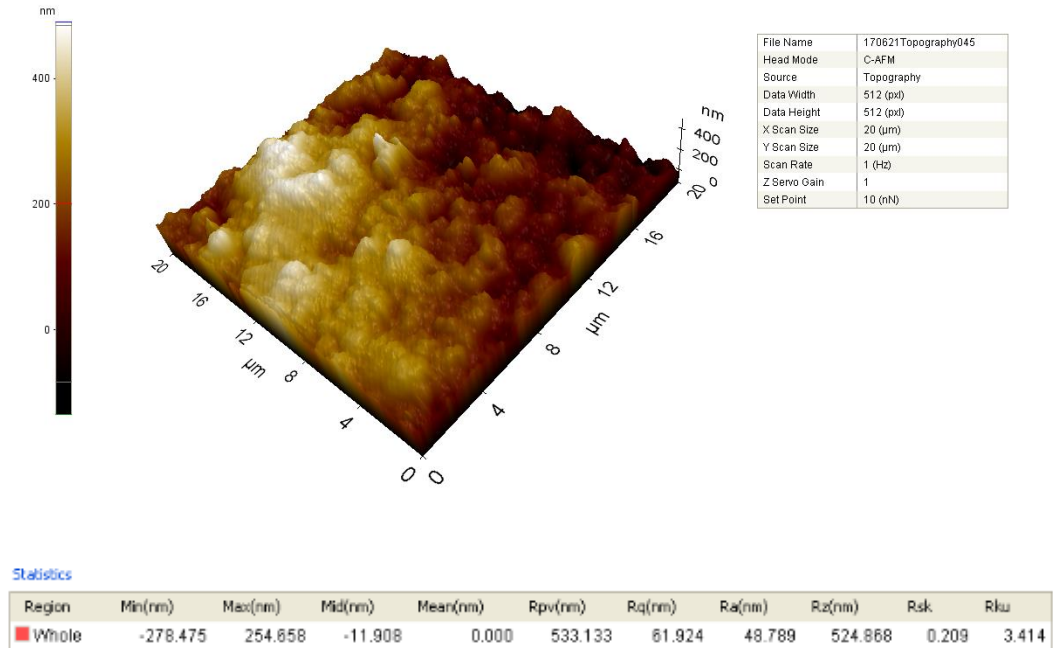


Şekil 4.37. Vertise Flow gastrik asit 3 boyutlu AFM görüntüsü

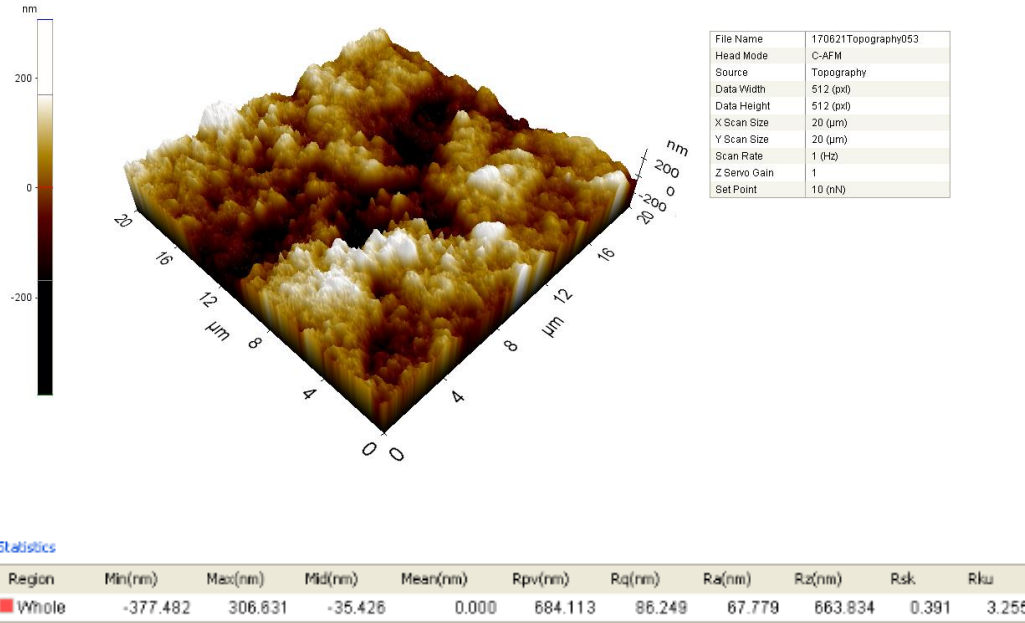


Şekil 4.38. Vertise Flow tükürük 3 boyutlu AFM görüntüsü

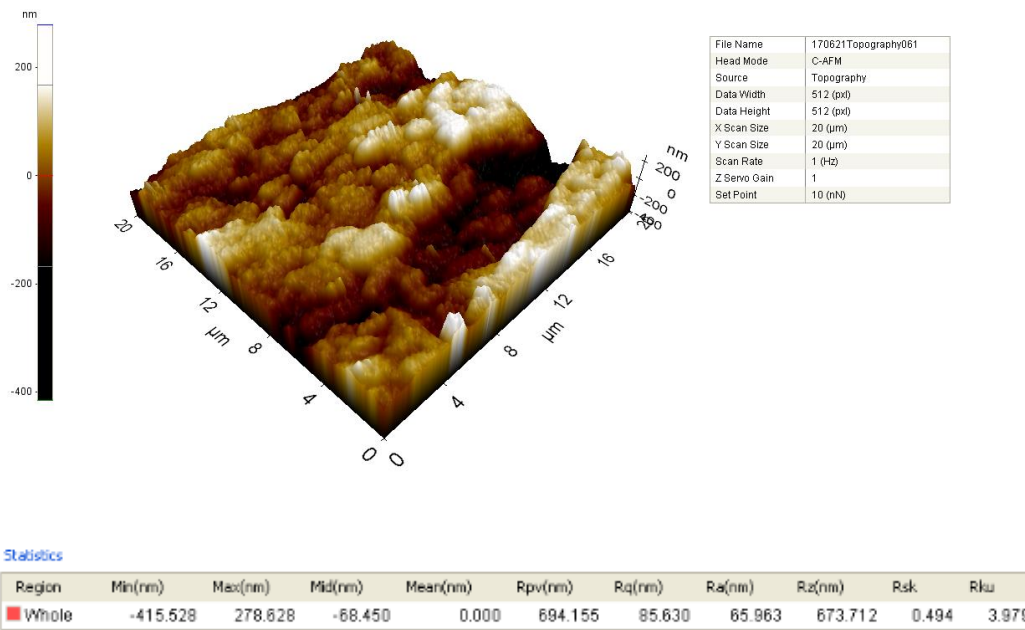
Vertise Flow'un AFM analizi ile elde edilen Ra değerlerine bakıldığında, en düşük değer başlangıçta (32.374 nm), en yüksek değer ise gastrik asit grubunda (76.725 nm) olduğu görülmektedir. Vertise Flow grupları tepe ve vadileri olan orta seviyede (moderate) düzensiz bir yüzey göstermiştir (Şekil 4.33-4.38).



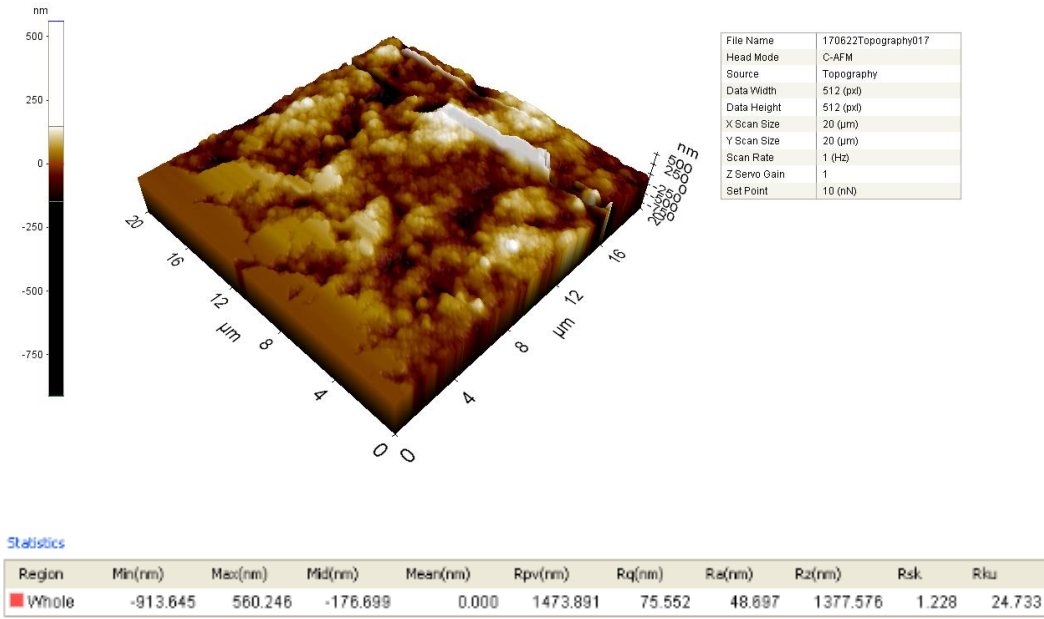
Şekil 4.39. Dyract başlangıç 3 boyutlu AFM görüntüsü



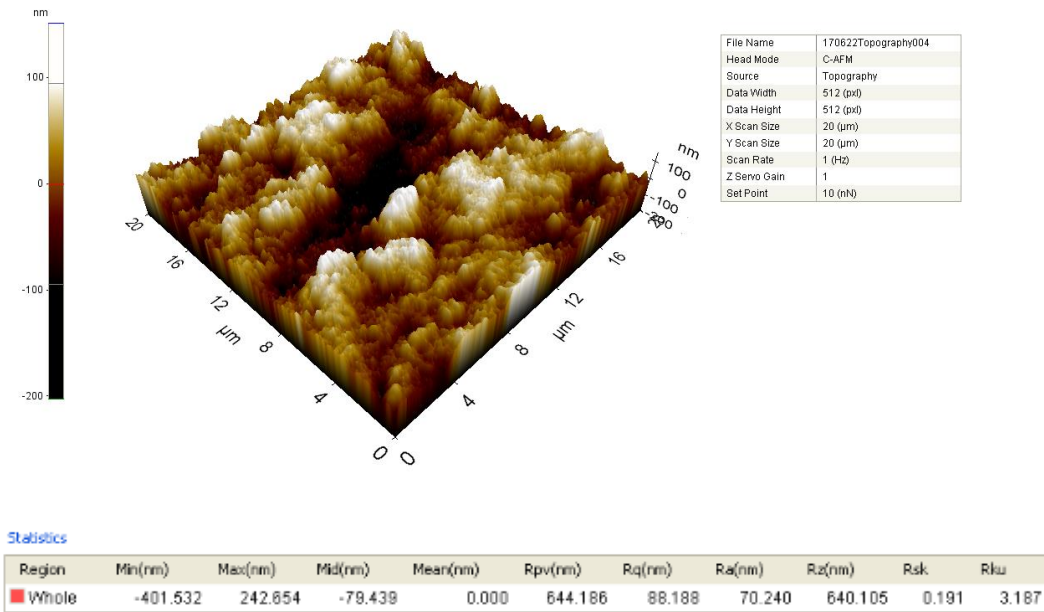
Şekil 4.40. Dyract kola 3 boyutlu AFM görüntüsü



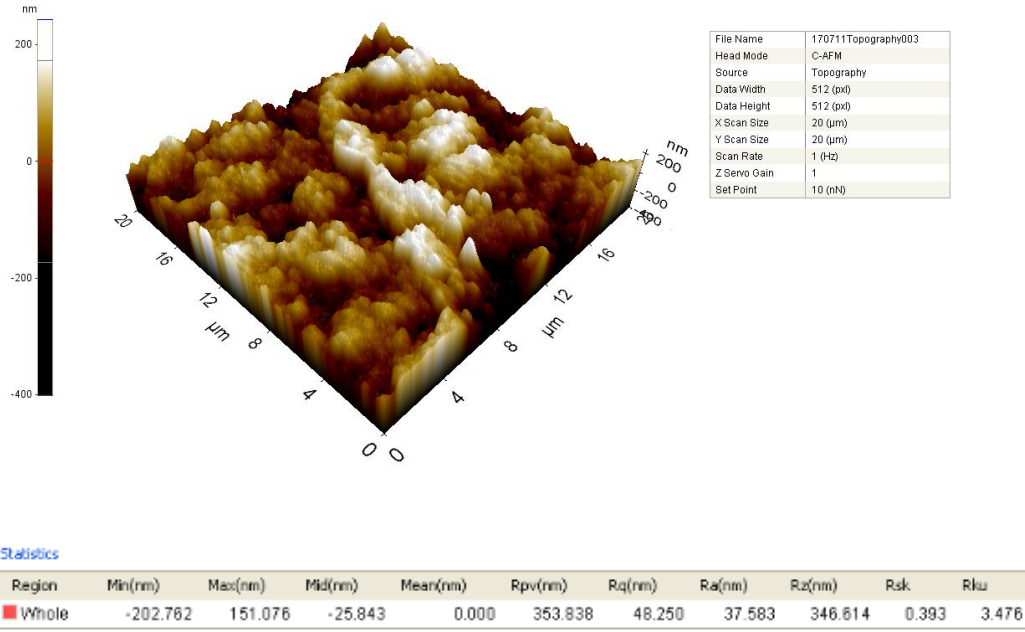
Şekil 4.41. Dyract portakal suyu 3 boyutlu AFM görüntüsü



Şekil 4.42. Dyract kefir 3 boyutlu AFM görüntüsü

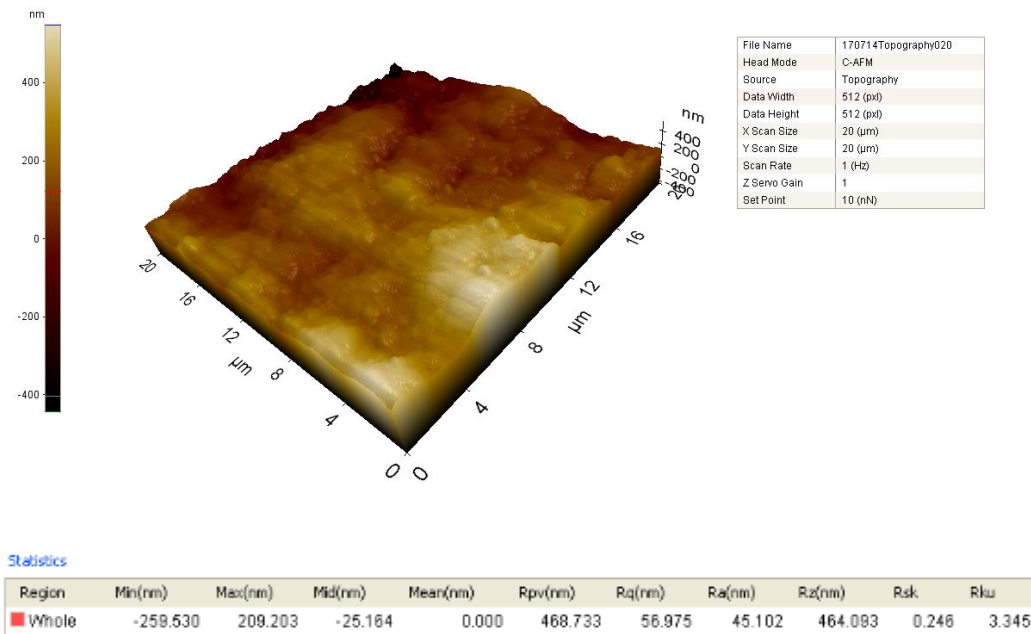


Şekil 4.43. Dyract Gastric asit 3 boyutlu AFM görüntüsü

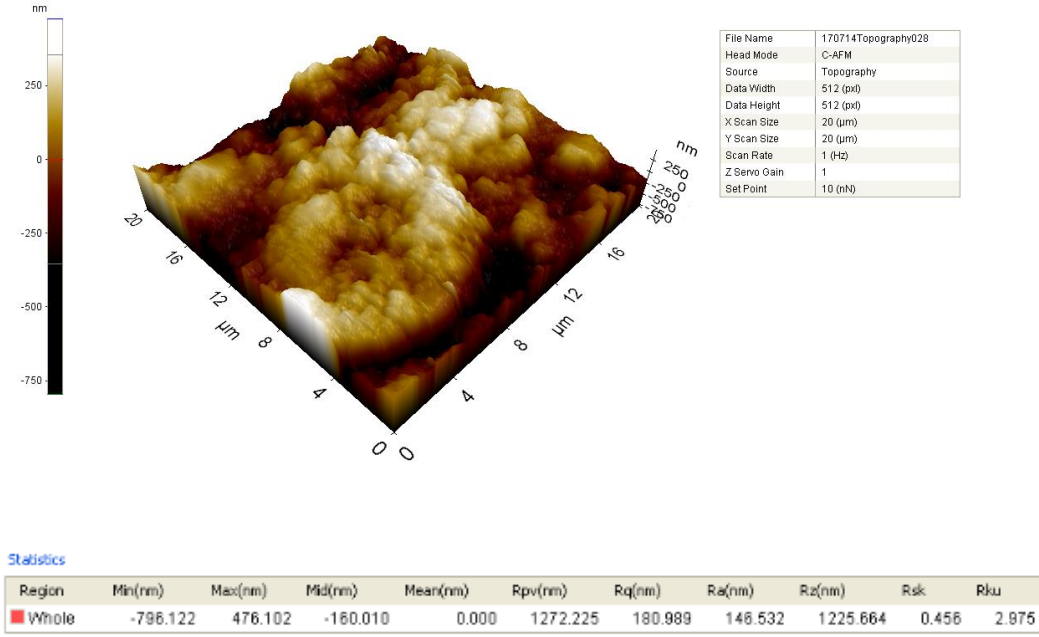


Şekil 4.44. Dyract Tükürük 3 boyutlu AFM görüntüsü

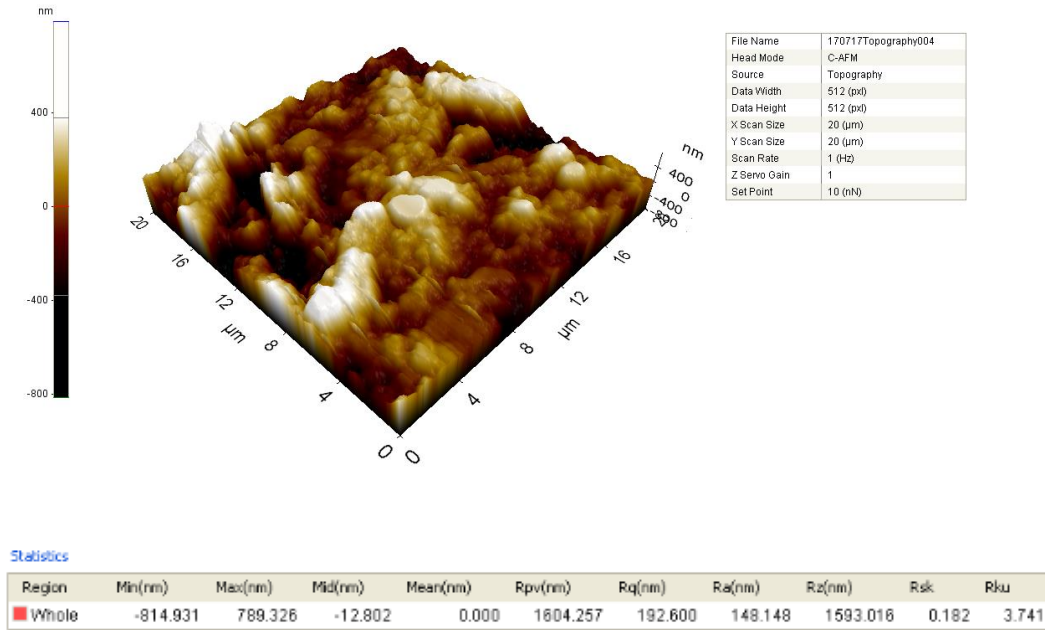
Dyract'in AFM analizi ile elde edilen Ra değerlerine bakıldığında, en düşük değer başlangıçta (48.789 nm), en yüksek değer ise gastrik asit grubunda (70.420 nm) olduğu görülmektedir. Dyract gastrik asit grubu keskin belirgin çıkıntılı bir yüzey topografisi görülmektedir (Şekil 4.39-4.44).



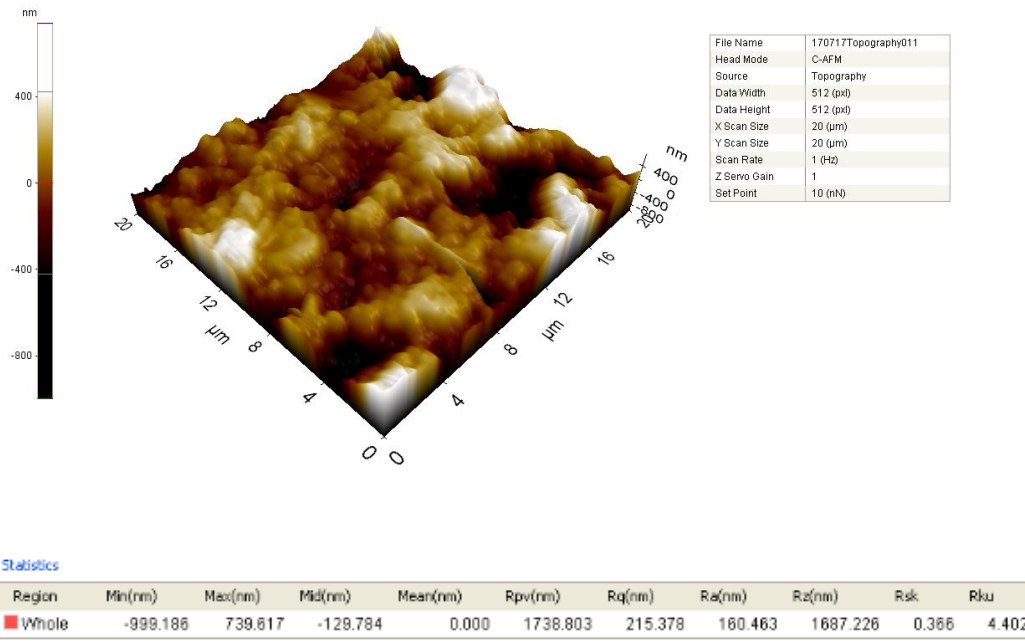
Şekil 4.45. Fuji II LC başlangıç 3 boyutlu AFM görüntüsü



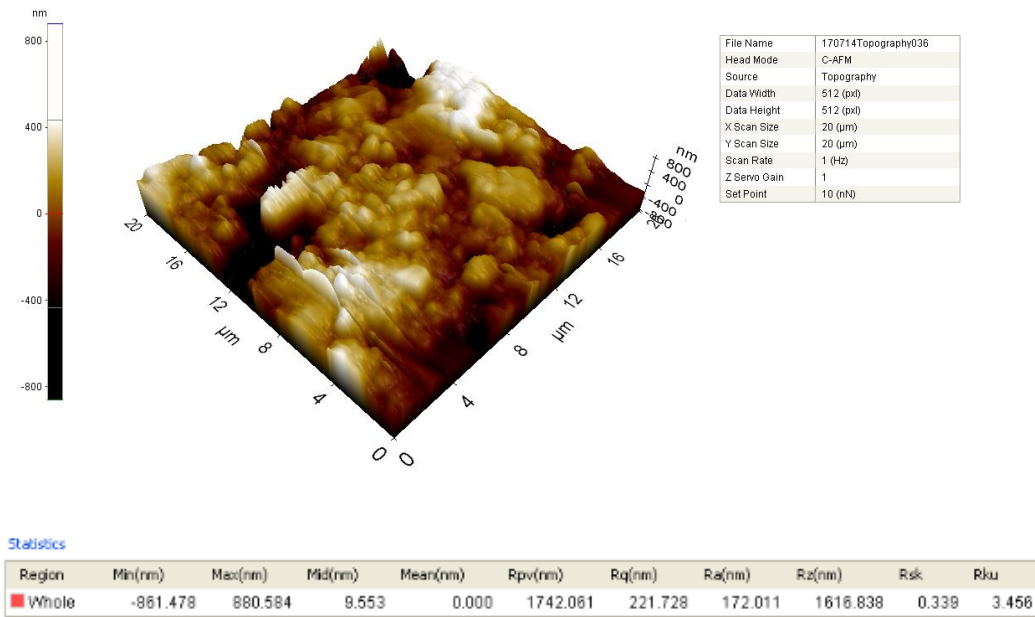
Şekil 4.46. Fuji II LC kola 3 boyutlu AFM görüntüsü



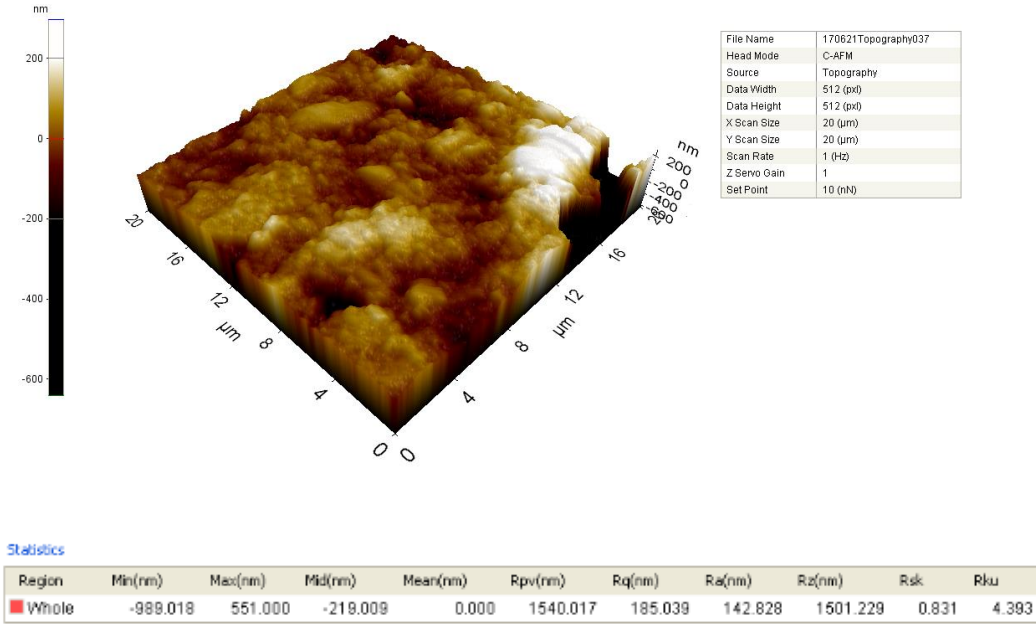
Şekil 4.47. Fuji II LC portakal suyu 3 boyutlu AFM görüntüsü



Şekil 4.48. Fuji II LC kefir 3 boyutlu AFM görüntüsü



Şekil 4.49. Fuji II LC gastrik asit 3 boyutlu AFM görüntüsü



Şekil 4.50. Fuji II LC tükürük 3 boyutlu AFM görüntüsü

Fuji II LC materyalinin AFM görüntüleri incelendiğinde, başlangıçta uniform yüzeyler görülürken, diğer gruplarda tüm yüzeyde derin çukurlar ve belirgin çıkıntılarının neden olduğu dalgalanan bir yüzey topografisi izlenmektedir. AFM analizi ile elde edilen Ra değerlerine bakıldığında, en düşük değer başlangıçta (45.102 nm), en yüksek değer ise gastrik asit grubunda (172.011 nm) olduğu görülmektedir (Şekil 4.45-4.50).

Tüm AFM bulguları değerlendirildiğinde, Filtek Z550 dışındaki tüm materyallerin, gastrik asit gruplarının en yüksek, başlangıç gruplarının ise en düşük Ra değerleri gösterdiği ve profilometrik bulguları desteklediği görülmektedir.

5. TARTIŞMA

“Farklı pH değerlerindeki asidik sıvılar, rezin esaslı restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimini etkilememektedir” olarak belirlenen hipotezimiz çalışmamızın sonucunda reddedilmiştir.

Dental erozyon, herhangi bir bakteri etkeni olmaksızın diş yüzeyinin kimyasal olarak asitlenmesi ile oluşan diş sert dokusunun lokalize kaybıyla birlikte görülen kronik ve patolojik bir durumdur (4). Dental erozyonun, asitli içecekler, meyve suyu ve enerji içecekleri gibi asidik potansiyele sahip yiyecek ve içeceklerle ilişkisi çalışmalarda rapor edilmektedir (5, 6). Düşük pH değerlerindeki içeceklerin olumsuz etkileri sadece diş yüzeyleri ile sınırlı değildir. Bu içecekler rezin esaslı restoratif materyallerin bozulmasını da hızlandırabilmektedir. Restoratif materyaller, aralıklı olarak yeme içme esnasında ve sürekli olarak da dişlerin yüzeylerine yapışık debrislerden absorbe edilen veya debrislerin bakteriyel dekompozisyonları ile üretilen kimyasal ajanlara maruz kalmaktadır (161, 162). Rezin esaslı restoratif materyallerin, düşük pH ortamlarına maruz kaldıklarında doldurucu bileşenlerinin rezin materyallerden ayrıldığı ve matriks bileşenlerinde bozunmalar görüldüğü literatürdeki çalışmalarda gösterilmiştir (7, 78, 163-165).

Yüzey düzgünlüğü, restorasyonun estetik kalitesini ve uzun vadeli başarısını belirlediğinden, klinik olarak önemlidir (117). Yüzey pürüzlülüğü, restoratif materyallerin marjinal bütünlüğünü ve aşınmasını olumsuz yönde etkilemekte, restorasyonun renklenmesine, plak birikimine ve gingival irritasyona neden olmaktadır (166, 167). Yüzey pürüzlülüğü; doldurucu partiküllerin miktarına, çeşidine, şekline, boyutuna ve dağılımına, rezin matriksin çeşidine, doldurucu ile matriksin birleşimine, bitirme ve cila enstrümanlarının esnekliğine, abrazyonun sertliği ve uygulama yöntemlerine bağlıdır (168). Restorasyonun yüzey düzgünlüğü, yüzey özelliklerini etkileyen bu faktörler nedeniyle restoratif materyallerin türüne göre değişebilir (114, 169, 170).

Estetik rezin kompozitlerin en yaygın bozulma nedenlerinden biri de renklenmedir. Bu klinik problem içsel ve/veya dışsal faktörler nedeniyle meydana gelmektedir (10). İçsel faktörler; kompozit rezinlerin yapısı, doldurucu partiküllerin

özellikleri, su emilimi ve polimerizasyon derecesi gibi rezin materyallerin kimyasal özellikleri ile ilişkilidir (11, 12). Dışsal faktörler ise; kötü oral hijyen, beslenme alışkanlıkları ve sigara tüketiminden kaynaklanabilir (117). Bununla beraber, dışsal faktörler, restorasyonun yüzey pürüzlülüğü ve yüzey bütünlüğüyle ilişkilendirilebilir (13).

Yukarıda belirtilen sebepler doğrultusunda, çalışmamızda farklı içerikli rezin esaslı restoratif materyallerin farklı pH değerlerindeki sıvılarda bekletilmesi sonrası yüzey pürüzlülüğüne ve renk değişimlerine etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemesi amaçlanmıştır.

Son yıllarda diş hekimliğinde kompozit rezin restorasyonlardaki gelişmelerle birlikte, doldurucu partiküllerin boyutları ve dağılımları değişmiş, estetik özelliklerinin yanı sıra, mekanik özellikleri geliştirilmiş olan yeni ürünler piyasaya sunulmuştur (22). Son dönemde ise, hem üstün estetik hem de yüksek stresli alanlarda ileri mekanik özelliklere sahip nanokompozit rezinler üretilmiştir (171). Yaptığımız çalışmada kullandığımız materyallerden biri de literatürde sık kullanılan nanohibrit grubu kompozit rezin olan Filtek™ Z550 (3M ESPE) dir.

Son dönemde adeziv diş hekimliğinde en dikkat çekici konulardan biri de, kaviteye herhangi başka bir adeziv sistem uygulaması gerektirmeden direkt olarak uygulanabilen, kendi kendine diş dokusuna bağlanan, içerisine all-in-one adeziv rezin ilave edilmiş akıcı kompozitlerin geliştirilmesidir. Diş hekimliğinde kullanılan yeni bir materyal olması nedeniyle, kendinden adezivli akışkan kompozit rezin olan, Vertise Flow çalışmamıza dahil edilmiştir.

Çocuk diş hekimliğinde CİS'lerin önemli bir yeri bulunmaktadır. CİS'ler 1970'li yıllarda geliştirilmiş ve çeşitli modifikasyonlara uğrayarak farklı özellikler kazanmıştır. 1990'lı yılların başında, ışıkla sertleşen, rezin modifiye cam iyonmer restoratif simanlar piyasaya sürülmüştür. 1993 yılında ise rezin bazlı olan, hem kompozit hem de CİS materyalinin özelliklerini taşıyan kompomerler geliştirilmiştir. 2000'li yıllarda ise yine rezin bazlı, önceden reaksiyona girmiş cam (PRG) partikülü içeren giomer adı verilen yeni bir restoratif materyal üretilmiştir. Biz de çalışmamızda rezin modifiye CİS olan GC Fuji II LC, poliasit modifiye kompozit olan Dyract® XP ve giomer grubundan olan BEAUTIFIL®II materyalleri farklı pH

değerindeki sıvılarda bekletilmesi sonrası yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimini değerlendirdik.

Rezin esaslı materyallerin yüzeyindeki bozulmalar doldurucu madde içeriğine, doldurucu maddenin dağılımına, rezin matriksin yapısına bağlıdır (7). Bu nedenle biz de çalışmamızda farklı doldurucu ve matriks içeriğine sahip olan restoratif materyalleri kullandık.

İn vitro deneylerin başarılı olabilmesi için kullanılan farklı tipteki materyallerin standardizasyonlarına dikkat edilmesi gerekmektedir (172, 173). Kapsül formundaki cam iyonomer siman restoratif materyallerin, kolay kullanımı, belirli oranda toz/likit içermesi ve standart süre ile karıştırılmasına bağlı uygun kıvamda olması gibi birçok avantajları mevcuttur. Bu nedenle çalışmamızda Maneenut ve ark. (174) ile Vanga'nın (175) çalışmalarında olduğu gibi rezin modifiye cam iyonomeri kapsül formunda ve Karadaş (176) ile Topçu ve ark.'nın (177) çalışmalarında olduğu gibi tüm materyallerde standart bir renk (A2) kullandık.

Çalışmamızda restoratif materyallere uygulanan asidik sıvıların seçiminde öncelik olarak bireylerin günlük tüketimi ve diyet içeriği göz önünde bulundurulmuştur. Birçok yiyecek ve içecek, dişlerle birlikte restoratif materyallerin özelliklerini etkilemektedir. Kritik pH seviyesi olan 5.5'ten daha düşük pH değerlerine sahip yiyecek ve içeceklerin diş sert dokularını demineralize edebileceği rapor edilmiştir (178). Daha önceki çalışmalarda test edilen içecekler arasında portakal suyu, elma suyu ve kola gibi içecekler bulunmaktadır. Bu içeceklerde yaygın olarak bulunan asitler; sitrik, malik, fosforik ve karbonik asitlerdir (179).

Sitrik asitlerin eroziv potansiyeli oldukça belirgindir çünkü sitrik asit, apatitin kalsiyum gibi minerallerini bağlayabilen bir şelat ajanı olarak işlev görür (8, 73). Gazlı içecekler ise, çoğunlukla fosforik asit içermektedir (180). Bizim çalışmamızda da pH değerleri 5.5'ten küçük olan sitrik asit içeren portakal suyu ve fosforik asit içeren kola tercih edilmiştir.

Yaşayan mikroorganizmalar olarak tanımlanan Probiyotiklerin, güvenli bakteriler yeterli miktarda alındığında, temel beslenmenin yanında insan sağlığı için yararlı etkileri vardır (181). Bir probiyotik olan kefir, probiyotik laktobasili ve mayaları içeren kefir tanelerinin fermantasyonu ile üretilir. Mayalanma sonucu asetik

asit, laktik asit, ve CO₂ içeren; ekşimsi ve hafif asidik bir tada sahiptir. Bu içecek, birçok hastalığın kontrolünde kullanılan K, B1, B2 vitamini, kalsiyum, folik asit ve aminoasitleri içerir (182). Yaygın olarak intestinal sistem problemlerinin düzeltilmesi için kullanılan probiyotikler oral sağlığın desteklenmesi için son zamanlarda kullanılmaktadır. Oral mukozada gerek periodontal gerekse dental problemlerin çözümlerinde tedavi alternatifleri olarak denenmeye devam edilmektedir. Çürük profilaksisi için probiyotiklerin günlük olarak kapsül ve likit formda kullanılmasının laktobasil sayısının inhibisyonunu sağladığı gösterilmektedir (183). Antibiyotiklerin çok fazla kullanımı ve antimikrobiyal direncin gelişmesiyle artan problemlerle savaşmada, probiyotikler yakın gelecekte muhtemelen daha önemli bir role sahip olacaktır.

Literatürde dental restoratif malzemeler ve probiyotikler arasındaki ilişkiye dair herhangi bir araştırma bulunmamaktadır. Günümüzde probiyotiklerin intestinal sistem problemleri, oral sağlığın desteklenmesi gibi alternatif tedavi yöntemi olarak sıkça kullanılması sebebiyle çalışmamıza bir probiyotik olan kefir dahil edilmiştir. Bu bağlamda araştırmamızın sonucunun literatüre katkı sağlayacağı düşüncesindeyiz.

Gastroözofageal reflü hastalığı (GÖRH), psikosomatik orjinli yeme bozuklukları (blumia, anorexia nevroza) ve kusma, dental erozyona sebep olan iç kaynaklı faktörlerdendir (101). Dental erozyona sebep olan, gastrik asitin mideden ağıza doğru gelmesi ile ilişkilendirilen, birçok durum vardır. Bunlardan en sık görüleni gastroözofageal reflüdür (102). Yiyecek ve içeceklerin kusma olmaksızın ağıza geri gelmesi olarak tanımlanan regürjitasyon ile ağıza gelen gastrik içeriklerin pH'ı 1-1.5 arasındadır (104). Barlett ve ark. (184), çoğunlukla HCl içeren gastrik sıvının, fosforik asit veya sitrik asit içeren gazlı içeceklerden daha fazla eroziv olduğu ve bununla birlikte, gastrik sıvının ve asitli içeceklerin neden olduğu erozyonu karşılaştıran az sayıda çalışma olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda gastrik asiti simüle eden genel bir formül kullanıldı. Simüle edilmiş asit, Hunt ve McIntyre' nin metodu (185) olan, Taiseer ve ark.'nın (186) da çalışmalarında kullandığı gibi klinik mine erozyonu görüntüsüne benzer bir erozyona neden olan metot kullanılarak uygulandı. Araştırmamızda kullandığımız yapay

gastrik asit 0.06 M Hidroklorik asit (HCl) (deiyonize su içinde %0.113 çözelti, pH 1.2) olarak hazırlandı.

Bu tür çalışmalarda tükürük kullanmak zordur, çünkü insan tükürüğünün yapısı karmaşıktır ve bireyin ağız sağlığına göre değişiklik gösterir (187). Standart ve ideal tükürük ortamı sağlanabilmesi amacıyla çalışmamızda Francisconi ve ark. (188); Honorio ve ark. (189); Toksoy-Topcu ve ark. (177); De Oliveira ve ark.'nın (190) çalışmalarında olduğu gibi yapay tükürük kullanılmıştır.

Genel olarak düşük pH'a sahip içeceklerin daha eroziv etkiye sahip olduğu bilinmektedir (78, 84, 107, 191). Restoratif materyallere içeceklerin etkilerinin değerlendirildiği birçok çalışmada çoğunlukla yetişkinlerin daha çok tükettiği kahve, çay ve kırmızı şarap kullanılırken, az sayıda çalışmada çocukların sıklıkla tükettiği içecekler kullanılmıştır (192, 193). Bu nedenle çalışmamızda, farklı pH değerlerine sahip, çocukların sıklıkla tükettiği içecekler kullanılarak, bu içeceklerin restoratif materyaller üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda; uniform ve maksimum bir polimerizasyon sağlamak için, kompozit rezin örnekleri diğer çalışmalara benzer olarak 10 mm çap ve 2 mm kalınlıkta pleksiglass bir kalıp kullanılarak hazırlanmıştır (194, 195).

Kompozit rezinlerin yerleştirilmesi sırasında hava ile temastan kaynaklanan oksijen varlığı, rezin polimerizasyonunu bir dereceye kadar inhibe edebilir. Oksijen inhibisyon tabakasını en aza indirmek ve daha düzgün bir yüzey oluşmasını sağlamak için çalışmamızda ışıkla polimerizasyon öncesi, kompozit rezin örneklerin alt ve üst yüzeylerine matriks stripler yerleştirilmiştir (180, 196, 197). Üst yüzeydeki matriks striplerin üzerine, restoratif materyalleri hem kalıp içinde tutmak, hem de boşluk bırakmadan kalıp içine yerleştirmek için, Kurachi ve ark.'nın (198) önerdikleri gibi, 1 mm kalınlığında transparan bir siman camı yerleştirildi.

Bala ve ark. (199), Nalçacı ve Ulusoy (197) ve Alpöz ve ark.'nın (200) çalışmalarına benzer şekilde, restoratif materyal ile ışık ucunun uzaklığı, siman camının kullanımı ile 1 mm olarak standardize edilmiştir.

Restoratif materyaller şeffaf bant altında sertleştirildiklerinde daha pürüzsüz bir yüzey elde edildiği yapılan in vitro çalışmalarda gösterilmiştir (168, 201-203).

Ancak, klinikte şeffaf bant kullanmak her zaman mümkün olmamakta ya da şeffaf bant kullanılsa bile restorasyondaki fazlalıkları kaldırmak ve kontür vermek amacıyla bir takım bitirme ve cila işlemleri uygulamak gerekli olabilmektedir. Ayrıca bant altında kalan bu düzgün yüzey, rezinden zengin olduğu için bu tabakanın bitirme ve cila işlemleriyle uzaklaştırılmasının, aşınmaya karşı daha dirençli daha sert ve estetik açıdan daha stabil yüzey oluşumunu sağladığı bildirilmiştir (204). Çalışmamızda bitirme ve cila işlemleri için sırasıyla kalın, orta, ince ve süper ince grenli Super-Snap Rainbow Technique Kit (SS, Shofu) cila diskleri kullanılmıştır. Super-Snap diskleri metal merkez ya da mandreni açıkta olmayacak şekilde üretilmiştir. Bitirme ve polisaj sistemi seçiminde bazı hususlara dikkat edilmiştir. Koupis ve ark. Sof-Lex veya Moore disklerinde mandren başının teması sonucu materyal yüzeyinin boyanacağını, Super Snap disklerinde ise mandren başının tamamen disk ile kaplandığından bu durum geçerli olmadığını bildirmişlerdir (205).

Restoratif materyalin tipi ve fiziksel özellikleri, aşındırıcı ile arasındaki sertlik farkı, aşındırıcı partikül boyutu, miktarı ve şekli gibi faktörlerin, bitirme ve cila işlemlerinin etkinliğine ve materyallerin yüzey pürüzlülüğüne etkisi olduğu bilinmektedir. Bu faktörlerin yanı sıra aşındırıcı enstrümanın uygulanma hızı, restoratif materyale uygulanan basınç ve uygulama sırasında kullanılan kayganlaştırıcılar (örn: su, suda çözünen polimer, gliserol, silikon yağı, vazelin) yüzey düzgünlüğüne etki etmektedir (206). Yaptığımız araştırmada, diğer çalışmalara benzer şekilde restoratif materyallerin bitirme ve cila işlemleri 10.000 rpm düşük devir mikromotor ile basınç uygulamadan su altında yapılmıştır (207-209).

Çeşitli sıvıların, restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimine olan etkilerinin değerlendirildiği çalışmalarda farklı zaman dilimlerinde bekletme süreleri planlanmıştır. Bazı çalışmalarda 1 günden 1 aya kadar değişen bekletme süreleri planlanmış olmasına rağmen, (179, 194, 195, 210-212) bazı çalışmalarda ise, 1 aydan 1 yıla kadar değişen zaman dilimlerinde bekletme süreleri uygulanmıştır (107, 109, 213, 214). Materyallerin sıvılarda bekletilme süresinin uzunluğu ile ilgili olarak, çalışmamızda gerçekçi bir süre belirlemeye çalıştık ancak, ağız ortamında materyallerin sıvılara maruz kalma süresini belirlemek oldukça zordur. Bir günde ortalama 740 ml içecek tüketildiğinde, ağızda beş saniye kaldığı

düşünüldüğünde, toplam maruz kalma süresi, yılda 22.750 saniyeye (380 dk veya 6.3 sa) eşit olacaktır. Bununla birlikte, maruz kalma süresinin, tükürük ile temizlenmeden önceki zaman da düşünüldüğünde, yaklaşık 20 saniyeye yakın olması daha muhtemeldir; bu durumda toplam maruz kalma süresi yılda yaklaşık 90.000 saniyeye (yani 1.500 dk veya 25 sa) eşit olmaktadır (215). Fraunhofer ve ark. (215) çalışmalarında kullanılan 336 saatlik (14 gün) test periyodunun, çocukların ve genç yetişkinlerin içeceklerden etkilenmesinin değerlendirilmesi için makul bir süre olan yaklaşık 13 yıllık döneme karşılık geldiğini belirtmişlerdir.

İlday ve ark. (216), farklı pH'daki üç içeceğin kompozit rezinlerin sertliğine ve yüzey pürüzlüğüne olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında, materyalleri günde 6 sa içeceklerde, geriye kalan 18 saatlik sürede distile su içerisinde olmak üzere 1 hafta boyunca bekletmişlerdir. Araştırmacılar, ağız ortamının pH döngüsünü yansıtan, daha gerçekçi sonuçlar elde etmek için, bu döngüyü planladıklarını belirtmişlerdir.

Khatri ve Nandlal (217), mikrohibrit ve nanokompozit materyalleri, çikolata, kahve ve gıda boyası içerisinde 1 ve 4 hafta boyunca beklettikleri çalışmalarında, maksimum renk değişikliğinin ilk bir hafta içinde olduğunu bildirmişlerdir. Yap ve ark. (218), çalışmalarında rezin modifiye cam iyonomer simanın tüm renklerini değerlendirmişler, en fazla boyanmanın 1 gün ile 1 hafta arasındaki periyotta oluştuğunu rapor etmişlerdir.

Bizde çalışmamızda materyallerin sıvılarda bekletilme süresinin uzunluğu ile ilgili olarak, çalışmamızda gerçekçi bir süre belirlemeye çalıştık; 18 sa içekte geriye kalan 6 sa ise distile su içerisinde olmak üzere, 7 ve 14 günlük (126 ve 252 sa) bekletme süreleriyle farklı asidik pH'daki sıvıların uzun dönemde pürüzlülük ve renk değişimine olan etkilerini karşılaştırmayı amaçladık.

Çalışmamızda Hamouda (180); Karaman ve ark.'nın (195) çalışmalarında olduğu gibi asidik sıvıların, pH değişikliğini engellemek için sıvılar her gün yenilenmiştir.

Çalışmamızda kullanılan içeceklerin pH'ı, Hamouda (180); Habib ve ark.'nın (219) araştırmalarında kullandığı gibi elektronik bir pH metre ile oda sıcaklığında ölçülmüştür.

Literatür araştırması yapıldığında ağız ortamının sıcaklığını taklit etmek için, araştırmaların birçoğunun 37°C sıcaklıkta yapıldığı görülmüştür (180, 195, 219). Bizim çalışmamızda da, bu araştırmacılara benzer olarak, hazırlanan örnekler sıvılarda bekletme protokolü boyunca 37°C'de etüvde bekletilmiştir.

Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden iki-boyutlu (mekanik) ve üç-boyutlu (optik) profilometreler nicel sonuçlar verirken, AFM ve SEM nitel sonuçlar vermektedir (147).

Çalışmamızda Briso ve ark. (220), Aytac ve ark. (221), Mohamed-Tahir ve Yap (56), Pala ve ark. (222), Hamouda ve ark.'nın (180) çalışmalarına benzer şekilde yüzey pürüzlüğü ölçümü mekanik profilometre ile yapılmıştır. Bulgular AFM ve SEM analizi ile desteklenmiştir.

Mekanik ve optik profilometreler karşılaştırıldığında optik sensörlerin daha yüksek pürüzlülük değeri verdiği belirtilmiştir. Ra değerlerinde, iki sensör arasında uyumlu sonuçlar verirken; Rz, Rpm ve Rt ölçümlerinde farklılıklar oluşmaktadır (151). Ra parametresi pürüzlülük profilinin orta hattın sapmalarının aritmetik ortalamalarının hesaplanmasıdır (152). Ra değeri, dental materyallerin yüzey topografisinin belirlenmesinde en sık kaydedilen değerdir (59, 142, 153). Çalışmamızda Ra değeri göz önüne alınarak inceleme yapılmıştır.

Mekanik profilometreler, yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesinde uzun yıllardır yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (142). Bu yöntemin en önemli avantajı değerlendirmeden önce örneklerin herhangi bir hazırlık aşamasına gerek olmamasıdır. Bu sayede aynı örnekler tekrar kullanılabilen ve çeşitli zaman dilimlerinde tekrar ölçümleri yapılabilmektedir (148). Bizim çalışmamızda da iki-boyutlu yüzey profilometresi kullanılmıştır ve yüzey pürüzlülüğü Ra parametresi ile belirlenmiştir.

Profilometrelerle çalışılırken, örneklerin yüzeyinde çatlak ve olukların varlığı göz önünde bulundurularak farklı açılarla ölçümler yapılmalıdır (150). Çalışmamızda hazırlanan örneklerin yüzeylerinden farklı açılarla 3'er ölçüm yapılarak ortalama Ra değeri belirlenmiştir.

Yüzey pürüzlülüğü analizinde sadece bir yöntemle güvenmek sakıncalı olabilir. Bir yöntemle elde edilen bulguların başka bir yöntemle kıyaslanması, daha doğru sonuçların elde edilmesine olanak sağlar. Profilometreye kıyasla SEM ve AFM gibi yöntemler daha ayrıntılı yüzey bilgisi verdiği için, profilometre bulgularının bu tip yöntemlerle desteklenmesi sonuçların güvenilirliğine katkı sağlayacaktır (38, 149, 159).

AFM analizi, örnek yüzeylerinde üç boyutlu görüntü elde edilmesine ve profilometre ve görsel değerlendirmeye kıyasla daha detaylı bir incelenmeye olanak sağlar (160). AFM cihazıyla yapılan çalışmalarda, SEM'in aksine örnek yüzeyine herhangi bir işlem yapılmadan direk olarak inceleme yapılabilir. AFM analizi üç boyutlu, topografik bir yüzey görüntüsü elde etmekle birlikte yüzey pürüzlülüğü parametrelerini rakamsal olarak da verebilir. Ancak, tarama yapılan saha diğer yöntemlere nazaran küçük bir alan olduğundan, tekrarlanan ölçümlerde aynı sahayı yeniden bulmak zordur (158, 160). Ayrıca, ölçümlerin uzun zaman alması ve pahalı bir metot olması diğer dezavantajlarından. Bu bağlamda, çalışmamızda her gruptan alınan bir örnek için AFM ve SEM analizleri yapılmıştır. AFM bulguları değerlendirildiğinde, Filtek Z550 dışındaki tüm materyallerin, gastrik asit grupları en yüksek, başlangıç grupları ise en düşük Ra değerleri göstermiştir. SEM görüntüleri incelendiğinde, başlangıçta rezinden zengin tabakaya sahip homojen yüzey dokusu görülürken; gastrik asit ve portakal suyu gruplarında değişken derecelerde yüzey düzensizlikleri görülmektedir. AFM ve SEM analizlerinin, profilometrik yüzey pürüzlülüğü bulguları ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Yüzey pürüzlülüğü; doldurucu partiküllerin miktarına, çeşidine, şekline, boyutu ve dağılımına, rezin matriksin çeşidine, doldurucu ile matriksin birleşimine, bitirme ve cila enstrümanlarının esnekliğine, abrazyonun sertliği ve uygulama yöntemlerine bağlıdır (168). Nagem ve ark. (223) kompozit rezin materyallerindeki yüzey pürüzlülüğü farklılıklarının primer olarak doldurucu partiküllerin boyutları ve içeriğine bağlı olduğuna dayandırılırsa da aynı zamanda restoratif materyallerin doldurucu partikül tipinin, polimer matriksin sertleşme derecesinin ve silan bağlayıcılarının da etkili olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalarda partikül boyutu geniş olan materyallerin, küçük partiküllü materyallere göre yüzey pürüzlülüğü değerlerinin yüksek olduğu, bitirme ve cila işlemleri sonrasında da daha

pürüzlü yüzeyler elde edildiği bildirilmektedir (168, 224). Çalışmamızda kullanılan restoratif materyallerin başlangıç pürüzlülük değerleri arasındaki farklılık incelendiğinde en yüksek pürüzlülük değerine partikül boyutu 5.9 µm olan Fuji II LC'nin, en düşük pürüzlülük değerlerine ise partikül boyutu 0.02 µm olan Filtek Z550'nin sahip olduğu görülmüştür. Çalışmamızda literatürdeki çalışmalara uyumlu olarak, partikül boyutu küçük olan rezin esaslı restoratif materyallerde başlangıç yüzey pürüzlülüğü değerlerinin düşük olduğu görülürken, partikül boyutu büyük olan restoratif materyallerde ise daha yüksek olduğu görülmüştür. Araştırmamızın sonuçlarında da, Beautifil II ve Dyract XP materyal gruplarının başlangıç yüzey pürüzlülüğü değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamasını ($p>0.05$), bu materyallerin ortalama partikül boyutunun benzer olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Briso ve ark. (220), bir kompozit rezin (Supreme XT), [Supreme XT-Biscover Lv (yüzey örtücü uygulanmış)] ve iki farklı rezin modifiye cam iyonomer siman (Fuji II LC ve Vitremer) kullanarak çalışma örneklerini hazırlamışlar ve pH'ı 3.6 olan Sprite (Coca-Cola Co), pH'ı 1.6 olan yapay gastrik asit (HCl 0.01 M) ve distile su içerisinde 5 hafta süre ile beklettikten sonra yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonuçları incelendiğinde, en yüksek yüzey pürüzlülüğü değerlerinin Fuji II LC'nin yapay gastrik asitte bekletildiği grupta olduğu görülmüştür. Bu grupta görülen yüksek pürüzlülük değerlerinin, materyalin bileşimi, manipülasyon özellikleri ve içeriğindeki cam partiküllerin düşük homojenitesinden kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir.

RMCİS, asidik çözeltilerde bekletildikten sonra yüzey pürüzlülüğü açısından kompozit rezin ile karşılaştırıldığında, RMCİS'de görülen daha yüksek pürüzlülük değişimi, silisli hidrojel tabakanın çözülmesi sonucu, cam iyonomer içeriğindeki cam parçacıklarının çevresindeki matriksin çözülmesiyle açıklanabilir (8, 225). Bu konu ile ilgili çalışmalarda SEM görüntüleri incelendiğinde, RMCİS materyalin daha yüksek pürüzlülük değerlerini açıklayan, boşlukların ve çıkıntılı cam partiküllerin bulunduğu pürüzlü yüzey görüntüleri görülmüştür (226-228). Diğer yandan kompozit materyaller, asidik koşullarda, daha fazla inorganik hacme izin veren nano boyutta ve düzenli doldurucu partikül morfolojisi ve materyal bileşimi nedeniyle daha kararlı bir yapıya sahiptir (229). Bizim çalışmamızda da bu bulgulara benzer olarak, RMCİS

grubu olan Fuji II LC materyali en yüksek yüzey pürüzlülüğü değerlerini verdi ve diğer materyallere göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir ($p<0.05$).

Literatürde önceden reaksiyona girmiş cam (PRG) partikülleri içeren Giomer'lerin, asidik sıvılar karşısında yüzey pürüzlülüğünü inceleyen az sayıda çalışma vardır. Kooi ve ark. (230) giomer (Beautiful II, Shofu, Kyoto, Japonya), akışkan giomer (Beautiful Flow Plus F00), direkt hibrid kompozit (Filtek Supreme Z250, 3M-ESPE, St Paul, MN, ABD), ve indirekt hibrid kompozit (Ceramage, Shofu) materyallerini 7 gün süre ile dört farklı ortamda [hava (kontrol grubu), distile su, 0.02 N sitrik asit ve %50 etanol solüsyonu] bekletmişler ve yüzey pürüzlülüğü ve mikrosertlik değerlerini incelemişlerdir. Beautiful II'nin sitrik asit içerisinde diğer materyallere göre en fazla yüzey pürüzlülüğü ve en düşük mikrosertlik değerleri gösterirken, Filtek Supreme Z250'nin ise tüm ortamlarda en pürüzsüz yüzeye sahip olduğunu göstermişlerdir. Bu durumun, giomer bileşiminde bulunan florasilikat cam doldurucuların zayıf asitler karşısında bozulmaya daha büyük duyarlılığına bağlanabileceğini, ayrıca tüm ortamlarda Beautiful II'nin (partikül boyutu $0.8\mu\text{m}$), Filtek Supreme Z250'den (partikül boyutu $0.6\mu\text{m}$) daha pürüzlü bir yüzeye sahip olmasının Beautiful II'nin daha büyük ortalama partikül boyutuna sahip olmasına karşılık geldiğini düşünmüşlerdir.

Mohamed-Tahir ve Yap (56), poliasit modifiye rezin (Dyract AP), giomer (Beautiful) iki farklı cam iyonomer siman (Fuji IX ve KetacMolar) ve rezin kompozit (Esthet-X) materyalleri farklı pH değerlerindeki (2, 3, 4, 5 ve 6) sitrik asit solüsyonunda ve pH değeri 7 olan distile suda, 1 hafta süre ile bekletmişlerdir. Farklı pH'larda, Esthet-X dışındaki tüm materyallerin yüzey pürüzlülüğü değerlerinde anlamlı farklılık gözlenmiştir. Fuji IX ve Ketac Molar, Dyract AP'den istatistiksel olarak önemli farklılık gösterirken, Dyract AP ve Esthet-X'in tüm pH'larda, Beautiful ile aralarındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Çalışmamızın yüzey pürüzlülük sonuçları incelendiğinde ise, Beautiful II ve Dyract grupları, Filtek Z550'ye kıyasla kola, kefir ve gastrik asitte 7 ve 14 günlük; portakal suyunda ise 7 günlük bekletme sonrası, istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülürken ($p<0.05$), Beautiful II ve Dyract materyalleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir ($p>0.05$).

Birçok çalışmada erozyonun etiolojisinde yiyecek ve içeceklerin rolü araştırılmıştır. Sitrik asit, malik asit ve fosforik asit içeren asitli içeceklerin erozyon potansiyelini arttırdığı gösterilmiştir (78, 111).

Aliping-McKenzie ve ark. (213) farklı restoratif materyalleri elma suyu, portakal suyu ve kolada bekletme sonrası materyallerin yüzey sertlik değerlerini incelemişler ve sitrik asit içeren portakal suyunun, fosforik asit içeren kolaya kıyasla daha şiddetli derecede etkilemiştir.

Paula ve ark.'nın (210) yaptıkları çalışmada iki farklı RMCİS (Vitremer ve Ketac Nano) ve iki farklı kompozit (Filtek Z350 ve TPH Spectrum) materyali, 30 gün boyunca kola, portakal suyu ve yapay tükürük içinde beklettikten sonra Colgate Total diş macunu ile fırçalama testi uygulamışlar ve Filtek Z350, Ketac Nano ve Vitremer'in portakal suyu içerisinde, tükürük ve kolaya kıyasla daha yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri gösterdiğini bulmuşlardır. Çalışmamızda da Paula ve ark.'nın (210), çalışmalarının sonuçlarına benzer olarak pH'ı 3.87 olan portakal suyunun, pH değeri 2.53 olan kolaya kıyasla daha eroziv etkisinin olduğu kaydedilmiştir. Bunun sebebinin ise, yapısında sitrik asit içeren meyve asitlerine sahip portakal suyunun, pH değeri daha yüksek olmasına rağmen; fosforik asit içeren koladan daha fazla yıkıcı etkisinin olduğunu düşünmekteyiz.

Bartlett ve ark.'nın (184) gastrik asit ve portakal suyunun eroziv potansiyelini karşılaştıran laboratuvar çalışması bulunmaktadır. Bu çalışmada minede, gastrik asitin portakal suyundan daha eroziv potansiyele sahip olduğu gösterilmiştir. Bartlett ve ark.'nın (231) diğer bir çalışmalarında ise, gastrik sıvının karbonatlı içeceklerden daha fazla eroziv olduğu sonucuna varılmıştır.

Bizim çalışmamızda yukarıda anlatılan çalışmalara benzer olarak yüzey pürüzlülüğü değişimini (ΔRa), en çok etkileyen sıvıların gastrik asit ve portakal suyu olduğu ve diğer asidik sıvılara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği tespit edildi ($p < 0.05$). Kefir ve tükürük ise ΔRa değerini en az etkileyen sıvılar olup, aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir ($p > 0.05$). Bu sonuçların, kefir ve tükürüğün daha yüksek pH değerlerinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Daha önce yapılan çalışmalara (210, 213) ve çalışmamıza dayanarak; farklı pH derecesine sahip içeceklerde bekletilme işleminden sonra elde edilen pürüzlülük

değerlerinde; içeceğin pH değerinin belirleyici tek faktör olmadığı, içecekteki asit tipinin etkisinin de değerlendirilmesi gerektiği görülmüştür.

Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde henüz kabul edilmiş bir eşik değer bulunmamaktadır ancak, bazı araştırmacılar da Ra değerlerinin 0.7–1.4 μm değerleri arasında iken plak birikiminde fark edilir bir değişim olmadığını bildirmişlerdir (9, 232). Chung (146) ise, Ra değerinin 1 μm 'den az olduğu takdirde yüzeyin gözle görülür derecede düzgün olduğunu bildirmiştir. Willems ve ark. (233), bir restorasyonun yüzey pürüzlülüğünün okluzal kontak alanlarındaki mine yüzeyinin pürüzlülük değerine ($R_a=0.64 \mu\text{m}$) yakın olması gerektiğini bildirmişlerdir. Bollen ve ark. (234) ise, 0.2 μm üzerindeki Ra değerlerinin çürük riskinde ve plak birikiminde artışa neden olabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca başka bir çalışmada da 0.5 μm 'nin üzerindeki Ra değerlerini hastanın dil ucuyla hissedebileceği bildirilmiştir (235). Çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz yüzey pürüzlülüğü değerleri incelendiğinde bütün gruplarda ortalama Ra değerlerinin okluzal kontakt alanlarındaki minenin Ra değerinden daha az olduğunu görmekteyiz.

Dental materyallerin renklenme miktarını görsel değerlendirme testleri ile belirlemek öznel değerlendirmedir. Sonuçları kişiden kişiye değişmekle birlikte aynı kişiler için de zaman içerisinde değişebilmektedir. Bu sebeple öznel hataları elimine edebilmek, sayısal değerler ile daha kesin sonuçlar elde etmek ve nesnel bir değerlendirme yapabilmek için spektrofotometre veya kolorimetrelerden yararlanılmaktadır (236).

Burgt ve ark. (129), kolorimetre ve spektrofotometre ölçümleri arasında belirgin bir farklılığın olmadığını belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra Paul ve ark. (135), spektrofotometrelerle kalorimetre ile kıyaslandığında, daha detaylı ölçümler yapıldığını ve spektrofotometrelerin 0.48 ΔE hata payı ile yüksek oranda tekrarlanabilir sonuçlar verdiğini rapor etmişlerdir. Pusatri ve ark. (136) farklı renk ölçüm cihazlarını güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik açısından karşılaştırdıkları çalışmanın sonucunda spektrofotometrelerin, kalorimetrelerden daha güvenilir ve kesin sonuç verdiğini belirtmişlerdir.

Vita EasyShade (Vita Zahnfabrik) spektrofotometre ile yapılan çalışmalarda, tekrarlanan ölçümlerde güvenilir bir aygıt olduğu bildirilmektedir (137, 138).

Witkowski ve ark. (137) yaptıkları çalışmada farklı ışık kaynakları ve gözlemci kullanıldığı durumlarda bile Vita EasyShade'in tutarlı sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir. Kanawati ve ark. (138) Vita EasyShade'in in vivo kullanımda %85 doğruluk oranı olduğunu ortaya koyarak benzer sonuçlara varmışlardır. Bu sebeplerle renk değişimlerini objektif değerlendirmek ve daha kesin sonuçlara ulaşmak için çalışmamızda bu spektrofotometre kullanıldı.

Çalışmamızda renk ölçümü sırasında, hem materyal yüzeyinin gerçek rengi hem de ortamın aydınlığı ölçülen rengi etkilediğinden, beyaz bir zeminde ve standart bir aydınlatmada ölçüm yapılmıştır (219, 237, 238).

Yapılan çalışmalarda klinik olarak kabul edilebilir ΔE limitinin ne olacağı konusunda bir belirsizlik vardır. Başta gözlemciye bağlı olmakla birlikte, insan gözünün algıladığı renk farklılıklarını obje, gözlem mesafesi, optik geometri gibi birçok faktörün etkileyebileceği ve bu sebeple renk değişim sınırının çok farklı olabileceği bildirilmiştir (239, 240). Renk farkı sınırı farklı araştırmacılar tarafından farklı değerlerde kabul edilmiştir. Örneğin, Yu ve ark. (241), 2.6 değerini, Karaman ve ark. (195), 3.3 değerini ve Paravina ve ark. (240) ise 3.7 değerini kullanmışlardır. Literatürde en çok kullanılan ve kabul gören klinik olarak kabul edilebilir renk değişim sınırı olarak 3.3'tür (117, 165, 195, 212, 219). Biz de çalışmamızda literatüre uygun olarak renk değişim sınırını 3.3 olarak aldık.

$\Delta E'$ nin 1' den düşük değerleri insan gözü tarafından algılanamayacağı, yalnızca aletsel olarak algılanabileceği, 1 ve 3.3 arasındaki ΔE değerlerinin eğitilmiş gözlemciler tarafından görsel olarak saptanabileceği, ancak yine de klinik olarak kabul edilebilir olduğu; $\Delta E'$ nin 3.3'ten daha yüksek değerlerinin ise, eğitimsiz gözlemciler tarafından saptanabilir, dolayısıyla klinik olarak kabul edilemez olduğu belirtilmiştir (219). Çalışmamızın sonucunda ΔE değerleri incelendiğinde, 7 ve 14. günde Fuji II LC tüm sıvılarda, Beautifil II ise, kola, portakal suyu ve gastrik asitte ve Vertise Flow 14. günde, gastrik asitte klinik olarak kabul edilebilir ΔE değerinden daha yüksek değerler göstermişlerdir.

Rezin kompozitlerde renk değişikliklerinin sebepleri içsel (intrensek) ve dışsal (ekstrensek) olarak sınıflandırılabilirler. İçsel renk değişikliklerinin başlıca sebebi resin matriksin yapısını oluşturan monomerler ve katalizörlerin

oksidasyonudur. Dışsal renk değişiklikleri ise materyalin yüzeyinde boyayıcı ajanların absorpsiyonu veya adsorpsiyonu sebebiyle meydana gelir (242).

Kompozit rezinlerin renklenmesi birkaç mekanizmayı birden içeren karmaşık bir olaydır (243). Rezin esaslı materyallerdeki renk değişimine, rezin yapıların hidrofilik özelliklerinin ve su emme derecelerinin sebep olabileceği düşünülmektedir. (114). Çünkü eğer, rezin matriks su emiyorsa, diğer sıvıları ve dolayısıyla boyanmaya sebep olabilecek içecekleri de absorbe edebilir. Kompozit materyallerdeki su emilimi temel olarak rezin matriksin su absorpsiyonu ile meydana gelmektedir. Doldurucu parçacıklar yapılarına su absorbe etmezler ancak, yüzeylerinde adsorpsiyon olabilir. Aşırı su emilimi rezin yapının genleşmesine ve plastikleşmesine sebep olarak ömrünü azaltır, ara bağlayıcı olan silanın hidrolizi ile mikro-çatlakların oluşmasına yol açar. Böylece, boyayıcı ajanlar, doldurucu ve rezin matriks arasındaki mikro-çatlaklara ve ara yüzdeki boşluklara penetre olarak renklenmeye sebep olabilirler (244). Su emiliminin hidrofilik yapıdaki materyallerde oldukça yüksek olduğu ve içecekler karşısında hidrofobik materyallere oranla çok daha fazla renklenme gösterdikleri ortaya konmuştur (170, 232, 245). Satou ve ark. (246) yapılarında hidroksil grupları içermeyen hidrofobik materyallerin düşük su emilimi gösterdiklerini, yüksek su emilimine sahip hidrofilik materyallerin ise hidrofilik çözeltilerde renklenmeye uğradığını rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamızın sonuçları da bu bulguları desteklemektedir.

Literatür araştırması yapıldığında rezin kompozitlerin renklenmesinde rezin matriks içeriğinin etkili olduğu görülmektedir (170, 242, 247). Ertaş ve ark. (248) mikrohibrit ve nanohibrit kompozitlerin farklı sıvılarda (su, kola, hazır kahve, çay ve kırmızı şarap) bekletilmeleri sonucu oluşan renk farklılıklarını değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda en düşük ΔE değerlerine, rezin matriks yapısında TEGDMA içermeyen Filtek Z250 ve Filtek P60'ın sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda, TEGDMA'nın hidrofilik yapısından dolayı, renklenmeden sorumlu olabileceği bildirilmiştir. Calais and Söderholm (249), rezin matrikste TEGDMA içeriğinin artışının materyalin su emilimini artırdığını, bu durumun TEGDMA'nın Bis-GMA ve UDMA'ya göre daha hidrofilik olmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Khokhar ve ark. (250) üretan dimetakrilat (UDMA) içeren rezinlerin, dimetakrilat (Bis-GMA) içeren rezin matrikslere göre renklenmeye

karşı daha dirençli olduklarını bildirmişlerdir. Kalachandra ve ark. (251) Bis-GMA içerikli kompozit rezinlerde su tutulumunun TEGDMA miktarı ile orantılı olarak arttığını, bununla birlikte Bis-EMA ve UDMA'nın ise hidrofobik yapısı nedeniyle düşük su emilimi ve çözünürlük gösterdiğini bildirmişlerdir. Dietschi ve ark. (252) hibrit, mikrohibrit ve mikrofil yapıdaki on farklı kompozit rezinin farklı renklendirici solüsyonlarda bekletilmeleri sonucunda renk stabilitesini karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda, yapısında Bis-GMA ve TEGDMA ile silanize edilmiş doldurucu partiküller içeren kompozitlerde daha fazla renklenme tespit edildiğini, hidrofobik rezin (UDMA, Hidrofobik DMA) ve yüksek inorganik doldurucu içeriğine sahip kompozitlerde ise daha az renklenme görüldüğünü bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda farklı rezin içeriklerine sahip materyaller kullanılmıştır. Çalışmamızın sonucunda literatüre benzer olarak hidrofilik yapıdaki Bis-GMA ve TEGDMA içeriğine sahip Beautifill II'nin yüksek renk değişimi gösterdiği bunun yanında Filtek Z550 ve Dyract'in ise klinik olarak kabul edilebilir düzeyde daha az renk değişimi gösterdiği görülmüştür ve bu duruma Filtek Z550 ve Dyract'in yapısında hidrofobik UDMA'nın bulunmasının sebep olabileceğini düşünmekteyiz.

Tunç ve ark. (193) geleneksel cam iyonomer siman (Fuji IX), rezin modifiye cam iyonomer siman (Fuji II LC) , poliasit modifiye kompozit rezin (Dyract Extra) ve kompozit rezinin (Filtek Z250) distile su, çikolatalı süt, kola ve üzüm suyu karşısındaki renk stabilitesini incelemişlerdir. Hazırlanan örnekler solüsyonlarda 24 sa boyunca bekletilmişlerdir. En çok renk değişimine neden olan içecek kola olurken, bunu üzüm suyu, çikolatalı süt ve distile su takip etmiştir. Geleneksel cam iyonomer siman renklenmeye karşı en dirençli materyal çıkarken, bunu kompozit rezin ve poliasit modifiye kompozit rezin takip etmiştir; rezin modifiye cam iyonomer ise en düşük renk stabilitesini göstermiştir. Geleneksel cam iyonomer simanın, rezin modifiye cam iyonomere göre daha az renklenmesi; daha fazla su içermesi ve bunun sonucunda daha az su emilimine maruz kalması ile açıklanmıştır. Ayrıca rezin modifiye cam iyonomerin yapısındaki HEMA'nın hızlı ve ani su emiliminin, onu cam iyonomer simana göre renklenmeye daha yatkın kıldığı bildirilmiştir. Kompozit rezininde buna oranla renk stabilitesinin fazla olması yapısında hidrofobik monomerlerin olması ile açıklanmıştır. Kola 3.0 ile en düşük pH'a sahipken, bu değer üzüm suyunda 4.2, çikolatalı sütte 6.9 olarak ölçülmüştür. Kullanılan sıvıların

pH değerlerindeki farklılığa bağlı olarak farklı derecede renklenmeye yol açtığı belirtilmiştir.

Lim ve ark. (253) geleneksel cam iyonmer siman, rezin modifiye cam iyonmer, kompomer ve kompozit rezini 1, 7, 14, 21, 28, ve 56 gün süre ile distile su, asetik asit, etanol ve hidrojen peroksit solüsyonunda bekletildikten sonra, renk değişikliklerini incelemiştir. Distile suda bekletilen tüm materyaller, kabul edilebilir renk stabilitesine sahip olarak bulunurken, geleneksel cam iyonmer ve kompomer örneklerinin asetik asitte, rezin modifiye cam iyonmer örneklerinin etanolde, cam iyonmer simanın ise hidrojen peroksitte bekletilme sonrası önemli renk değişimleri gösterdiğini belirtmişlerdir.

Abu-Bakr ve ark. (254) dört farklı kompomer (Dyract, Compoglass F, Xeno ve F2000), kompozit rezin (Clearfil AP-X) ve rezin modifiye cam iyonmer simanın viski, kola, portakal suyu ve distile suda renk stabiliteyi karşılaştırılmıştır. Hazırlanan örnekler 60 gün boyunca günde 3 sa boyunca sıvılarda tutulmuş kalan sürede deiyonize suda bekletilmiştir. Sonuçta kompomer ve rezin modifiye cam iyonmerin tüm solüsyonlardan etkilendiği ve önemli renk değişikliğine uğradıkları, kompozit rezinin ise önemsiz derecede gözlenebilen renk değişikliğine uğradığı rapor edilmiştir.

Hotwani ve ark. (192), RMCİS (Fuji II LC) ve giomer (Beautifil II) materyallerin farklı içeceklerde (kola, portakal suyu, çikolatalı süt) 1 ve 4 hafta süre ile bekletmesinin renk değişimine etkisini değerlendirmişler ve çalışmanın sonucunda RMCİS'de daha belirgin bir renk değişikliği gözlemlemişlerdir. RMCİS'lerin, poliasit içeriğinden dolayı renk stabilitesinin düşük olduğunu ve bu durumun metal poliakrilat tuzlarının bozulması ile açıklanabileceği bildirmiştir. Giomer, RMCİS ile karşılaştırıldığında daha az renk değişikliği göstermiştir. Bu durum giomerde bulunan rezin ve doldurucu partiküllerin miktarına bağlanmıştır. Doldurucu partiküllerin boyutu ve bileşimi yüzey pürüzlülüğünü ve ekstrens renklenmeyi etkiler. Bu nedenle, daha küçük parçacık boyutuna sahip olan giomerin daha pürüzsüz bir yüzeye sahip olacağı ve pürüzlü yüzeylere kıyasla daha az yüzey renklenmesi beklenebilir. Bununla birlikte, giomerin, hacimce daha büyük doldurucu içeriğini mümkün kılan ek ayırık nano-dolduruculardan (10-20 nm) oluştuğu rapor edilmiştir. Başka bir deyişle, RMCİS'e kıyasla daha düşük bir rezin içeriği vardır. Bu

da giomerin, daha iyi bir yüzey bitirilmesi, cilalanma ve böylece daha iyi renk stabilitesine yol açabileceği düşünülmüştür. Benzer şekilde Adusumilli ve ark. (255), yaptıkları çalışmada geleneksel cam iyonomer siman ve giomer materyalleri farklı içeceklerde (kola, şekerli içecek, sağlıklı içecek ve maden suyu), düşük, orta ve yüksek olmak üzere üç derecede 15 gün boyunca bekletme protokolü uygulamışlar ve materyallerin renk değişimlerini değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda geleneksel cam iyonomer simanın tüm bekletme protokollerinde en yüksek renk değişimini gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda Hotwani ve ark. (192) ve Adusumilli ve ark.'nın (255) çalışmalarıyla benzer olarak, en yüksek renk değişimi Fuji II LC materyalinde 14.günde kolada bekletilen örneklerde ($\Delta E=13.72$) görülmüştür. Fuji II LC tüm sıvılarda, klinik olarak kabul edilebilir renk değişim sınırını aştığı ve kola, portakal suyu ve gastrik asitte zamanla anlamlı değişim göstermiştir.

Özdaş ve ark. (256), kompozit rezin (Filtek Z250), akışkan bulkfill kompozit (Voco x-tra Base), akışkan giomer (Beautiful Flow Plus) ve giomer (Beautiful II) materyallerini kahve, portakal suyu-nar suyu karışımı, siyah çay, alkolsüz gargara içerisinde 1,14 ve 30 gün sürelerde bekletip renk değişim değerlerini ölçmüşlerdir. Çalışmanın sonucunda tüm materyallerin anlamlı renk değişimi gösterdiğini ve tüm zamanlarda en az renk değişiminin Filtek Z250, en fazla renk değişiminin ise Beautiful II materyalinde olduğu bildirilmiştir. Bu durumun, Filtek Z250'nin hidrofobik yapıda Bis-EMA ve UDMA içeriği ve daha düşük partikül boyutu (0.02μ), bununla birlikte Beautiful II'nin ise hidrofilik TEGDMA içeriği ve daha büyük partikül boyutu (0.8μ) ile açıklanabileceğini bildirmişlerdir.

EL-Sharkawy ve ark. (257), mikrohibrit kompozit (Tetric Ceram), kompomer (Dyract Extra), ve giomer (Beautiful) materyallerini 5 farklı sıvıda bekletmişler ve 4.hafta ile 8.haftalarda renk değişim değerlerini ölçmüşlerdir. Çalışmanın sonucunda mikrohibrit kompozit materyal en az renk değişimi gösterirken giomer ve kompomer materyaller ise daha fazla renk değişimi göstermiştir. Giomer materyalin yüksek derecede su emilimine, doldurucu yapısında bulunan önceden reaksiyona girmiş cam poliasit tabakanın sebep olduğunu ve bu tabakanın su emilimine neden olan osmotik etkiden sorumlu olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda Özdaş ve ark. (256) ve EL-Sharkawy ve ark.'nın (257) çalışmalarına benzer şekilde Beautiful II materyali, klinik

olarak kabul edilebilir sınırdan ve diğer kompozit ve kompomer materyallerden daha yüksek, RMCİS materyalden ise daha düşük ΔE değerleri göstermiştir.

Akışkan kompozitler düşük viskoziteleri nedeniyle geleneksel kompozitlere göre daha akıcı yapıdadır ve daha iyi ıslatabilirliğe ve düşük elastik modül özelliklerine sahiptir. Bu kompozit materyallerin viskozitesi, şırınga ile uygulanmasına olanak sağlar (258). Geleneksel kompozit rezinler ile karşılaştırıldığında, akışkan kompozitler daha düşük doldurucu ve daha yüksek miktarda rezin matriks içerirler (259). Bileşimi ve doldurucu içeriği kompozit rezinlerin optik özellikleri ve renk stabilitesinde önemli rol oynar, bu yüzden universal kompozitlerle karşılaştırıldığında akışkan kompozitler farklı optik özellik gösterebilirler (176, 241). Düşük doldurucu ve yüksek oranda rezin matriks içeriği nedeniyle akışkan kompozitlerin mikrohibrit ve nanokompozitlere göre sıvılarda bekletilmesi sonrası boya penetrasyonuna daha fazla duyarlı olacağı beklenebilir. Ancak, Karadas (176), akışkan özellikteki 4 kompozit materyal ve bir mikrohibrit kompoziti, 6 farklı sıvıda bir hafta süre ile bekletmiş, çalışmanın sonucunda akışkan özellikteki Filtek Ultimate ve Esthelite Flow Quick daha düşük doldurucu içeriğine sahip olmasına rağmen mikrohibrit kompozite (Filtek Z250) benzer renk değişim değerleri göstermiştir.

Literatür incelendiğinde kendinden adezivli akışkan kompozitlerin renk stabilitesi ile ilgili sadece bir çalışma bulunmaktadır. Arregui ve ark. (260), mikrohibrit (G-aenial Universal Flo), universal (X-Flow), nanohibrit (Premise flowable) ve iki farklı kendinden adezivli (Vertise Flow ve GF-10) olmak üzere 5 farklı akışkan kompozit materyali ve bir mikrohibrit universal rezin bazlı kompozit (G-aenial Posterior) materyali başlangıçta ve 30 gün 60°C su içinde bekletilmesi sonrası renk değişim değerlerini incelemişler ve gruplar arasında anlamlı farklılık olduğunu göstermişlerdir. Çalışmada kullanılan tüm materyaller klinik olarak kabul edilebilir renk sınırını ($\Delta E \leq 3.3$) aşmıştır. Vertise Flow materyali, önemli renk değişimi göstermiştir ($\Delta E = 6.57$). Araştırmacılar çalışmalarında elde ettikleri farklı renk değişim değerlerini, doldurucu içeriğine ek olarak su ile yaşlandırmaya bağlamışlardır.

Bizim çalışmamızda kendinden adezivli akışkan kompozit (Vertise Flow), klinik olarak kabul edilebilir renk değişimi göstermiştir ($\Delta E = 3.10$). Literatürde bu

materyalin kullanıldığı benzer çalışma olmadığından çalışmamızın sonuçlarını karşılaştıramıyoruz.

Restoratif materyallerin renklenmesinde, titrasyon asiditesi, rezin polimerizasyon derecesi ve renklendiricilerin absorpsiyon/penetrasyonu, renklenmeyi etkileyen faktörlerdendir. Sıvıların pH derecesi asitliğin güçlü bir göstergesidir; ancak, titrasyon asiditesi toplam asit miktarını gösterir. Toplam asidite ve pH arasında direk bir ilişki yoktur (261). Yapılan çalışmalarda restoratif materyallerin renk değişiminin sadece pH derecesi ile ilişkili olmadığı gösterilmiştir. Kola düşük pH (pH 2.38) derecesine sahip olmasına rağmen, daha yüksek pH'daki kahve'den (pH 6.28) daha az renk değişimine sebep olmaktadır (114, 195, 261-263). Araştırmacılar, bu sonucun kolanın düşük pH derecesi nedeniyle daha fazla yüzey bozulmasına yol açarak, daha fazla renklenmeye neden olması beklenirken, kahvede bulunan sarı renklendiricilerin kompozit rezinin organik fazına absorpsiyonuna sebep olarak koladan daha fazla renk değişimi yaptığını bildirmişlerdir (262). Çalışmamızda kullanılan sıvılar arasında en fazla renk değişiminin kola ve gastrik asitte olduğu; portakal suyu, kefir ve tükürüğün ise renk değişimini daha az etkilediği ve aralarındaki istatistiksel farklılığın önemsiz olduğu bulunmuştur.

Yapay tükürüğün zamanla renk değişikliği yaptığı ve bu durumun organik matriksin su emilimine bağlı olduğu bildirilmiştir (264). Yaptığımız çalışma sonuçlarında yapay tükürük içerisinde bekletilen restoratif materyallerde klinik olarak kabul edilebilir renk değişikliği gözlenmiştir.

Yapılan çalışmalarda, farklı kompozitlerin yüzey özellikleri ve renk stabilitesi incelenmiştir; ancak, materyallerin bu iki fiziksel özelliği arasındaki ilişki hakkında çelişkili sonuçlar bulunmaktadır. Bansal ve ark. (265), iki farklı kompozit rezini, farklı içeceklerde beklettikten sonra yüzey pürüzlülüğü ve renk değişim değerlerini incelemişler ve bu iki parametre arasında aynı yönlü korelasyon olduğunu göstermişlerdir. Ancak Öztürk ve ark.'nın (194), yaptıkları çalışmada, 4 farklı kompozit rezinin, farklı içeceklerde bekletilmesi sonrası renk stabilitesi ve 3 boyutlu yüzey topografisi arasında korelasyon bulunamamıştır. Bizim çalışmamızda da renk değişim değerleri ve pürüzlülük arasındaki korelasyon istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı pH değerlerindeki asidik sıvıların, rezin esaslı restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü ve renk değişimine etkisinin incelendiği in vitro bu araştırmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- 1- Ortalama pürüzlülük değerleri (Ra) incelendiğinde; en yüksek değerlerin Fuji II LC'de en düşük değerlerin ise Filtek Z550'de olduğu görülmektedir ($p<0.05$).
- 2- Başlangıç ile 14.gün arasında yüzey pürüzlülüğü değişimi (ΔRa) en fazla Beautifil II, Dyract ve Fuji II LC materyallerinde gözlemlenmektedir.
- 3- ΔRa ortalamasını en çok etkileyen sıvının gastrik asit ve portakal suyu olduğu ve kefir ile tükürüğe göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$).
- 4- Zamana bağlı pürüzlülük değerlerindeki değişimler incelendiğinde; portakal suyu alt grubunda tüm materyallerde istatistiksel olarak anlamlı değişim gözlenmiştir ($p<0.05$). Buna ilaveten Beautifil II tüm alt gruplarda zamana bağlı istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermiştir ($p<0.05$).
- 5- Renk değişimi sonuçlarına göre renk değişiminin (ΔE) en fazla Fuji II LC'de; en az ise Filtek Z550'de olduğu görülmüştür ($p<0.05$).
- 6- Kola ve gastrik asitin, ΔE ortalamasını en çok etkilediği ve anlamlı farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$).
- 7- Zamana bağlı renk değerlerindeki değişimler incelendiğinde; Filtek Z550 ve Vertise Flow'un tüm alt gruplarda zamana bağlı değişimi istatistiksel olarak anlamsızdır ($p>0.05$). Materyallerin sıvılardaki renk değişimleri ilk 7 gün içerisinde daha çok artmıştır.
- 8- Pürüzlülük ve renk değişimi değerleri arasındaki korelasyon istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.
- 9- Eroziv potansiyele sahip asidik sıvıların kullanılan restoratif materyallerin yüzey özelliklerini farklı oranlarda etkilediği sonucuna varılmıştır.

Çalışmamıza bağlı olarak sık asidik yiyecek ve içecek tüketimi, gastroözofageal reflü gibi erozyonu etkileyen faktörlerin çok görüldüğü hastalarda,

hekimlerin restorasyonlarda kullanacağı materyalin seçimine dikkat etmesi gerektiği, hastaların da bu yoğun tüketimlerinin restorasyonların ağız ortamındaki dayanıklılığını ve renk stabilitesini etkilediği konusunda bilgilendirilmesi gerektiği kanısındayız. Ayrıca ağız ortamında içeceklere sürekli maruz kalınmadığı, tükürük veya diğer sıvıların boyayıcı içeriği seyrelttiği ve restorasyonların dişlerle birlikte fırçalandığı düşünülürse ağız ortamında fark edilebilir bir renk değişimi çok daha uzun sürede kendini gösterebilecektir. Bu yüzden bu tip çalışmaların in vivo çalışmalar ile desteklenmesi gerektiği ve uzun saklama periyodlarının daha büyük istatistiksel fark yaratabileceği düşüncesindeyiz.



7. KAYNAKLAR

1. Tyas MJ. Colour stability of composite resins: a clinical comparison. *Aust Dent J*, 37(2):88-90, 1992.
2. Yap A. Occlusal contact area (OCA) wear of two new composite restoratives. *J Oral Rehabil*, 29(2):194-200, 2002.
3. Dayangaç B. Kompozit rezin restorasyonlar. Güneş Kitabevi, 2000.
4. Ten Cate J and Featherstone J. Physicochemical aspects of fluoride-enamel interactions. *Fluoride in dentistry*. Copenhagen: Munksgaard:252-272, 1996.
5. Bevenius J and L'Estrange P. Chairside evaluation of salivary parameters in patients with tooth surface loss: a pilot study. *Aust Dent J*, 35(3):219-221, 1990.
6. Grippo JO, Simring M, and Schreiner S. Attrition, abrasion, corrosion and abfraction revisited: a new perspective on tooth surface lesions. *J Am Dent Assoc*, 135(8):1109-1118, 2004.
7. Han L, Okamoto A, Fukushima M, and Okiji T. Evaluation of flowable resin composite surfaces eroded by acidic and alcoholic drinks. *Dent Mater J*, 27(3):455-465, 2008.
8. Yu H, Wegehaupt FJ, Wiegand A, Roos M, Attin T, and Buchalla W. Erosion and abrasion of tooth-colored restorative materials and human enamel. *J Dent*, 37(12):913-922, 2009.
9. Weitman RT and Eames WB. Plaque accumulation on composite surfaces after various finishing procedures. *J Am Dent Assoc*, 91(1):101-106, 1975.
10. Lu H, Roeder LB, Lei L, and Powers JM. Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites. *J Esthet Restor Dent*, 17(2):102-108, 2005.
11. Bansal K, Acharya SR, and Saraswathi V. Effect of alcoholic and non-alcoholic beverages on color stability and surface roughness of resin composites: An in vitro study. *J Conserv Dent*, 15(3):283, 2012.
12. Schmitt VL, Puppim-Rontani RM, Naufel FS, Nahsan FPS, Alexandre Coelho Sinhoreti M, and Baseggio W. Effect of the polishing procedures on color stability and surface roughness of composite resins. *ISRN dentistry*, 2011.
13. Gaintantzopoulou M, Kakaboura A, and Vougiouklakis G. Colour stability of tooth-coloured restorative materials. *Eur J Prosthodont Restor Dent*, 13(2):51-56, 2005.
14. Nicholson JW. *The chemistry of medical and dental materials*. Vol. 3. Royal Society of Chemistry, 2002.
15. Salz U and Moszner N. *Polymers for Dental and Orthopedic Applications*. Boca Raton: CRC, 2007.
16. Moszner N and Salz U. New developments of polymeric dental composites. *Prog Polym Sci*, 26(4):535-576, 2001.
17. Sabbagh J, Ryelandt L, Bachérius L, Biebuyck JJ, Vreven J, Lambrechts P, and Leloup G. Characterization of the inorganic fraction of resin composites. *J Oral Rehabil*, 31(11):1090-1101, 2004.
18. Perdigao J, Swift Jr EJ, Roberson T, Heymann H, and Swift Jr E. Fundamental concepts of enamel and dentin adhesion. *Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry*. Vol. 4. 237-268, 2002.
19. Powers JM and Sakaguchi RL. *Craig's restorative dental materials*, 13/e. Elsevier India, 2006.
20. Burgess J, Walker R, and Davidson J. Posterior resin-based composite: review of the literature. *Pediatr Dent*, 24(5):465-479, 2002.
21. Bowen RL. Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bis phenol and glycidyl acrylate. U.S. Patent No. 3,066,112. 27 Nov, 1962.

22. Puckett AD, Fitchie JG, Kirk PC, and Gamblin J. Direct composite restorative materials. *Dent Clin North Am*, 51(3):659-675, 2007.
23. García AH, Lozano MAM, Vila JC, Escribano AB, and Galve PF. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 11(2):E215-220, 2006.
24. Wakefield CW and Kofford KR. Advances in restorative materials. *Dent Clin North Am*, 45(1):7-29, 2001.
25. Roulet J. Polymer constructions used in restorative dentistry. Degradation of dental polymers:3-53, 1987.
26. Bayne SC, Swift EJ, Jr., and Thompson JY. Dental materials citations: Part B, July to December 1996. *Dent Mater*, 13(2):128-142, 1997.
27. Lutz F and Phillips RW. A classification and evaluation of composite resin systems. *J Prosthet Dent*, 50(4):480-488, 1983.
28. Miller M and Castellanas I. Reality: the information source for esthetic dentistry. Houston (TX): Reality Publishing, 2006.
29. Poss S. Utilization of a new self-adhering flowable composite resin. *Dentistry today*, 29(4):104-105, 2010.
30. Vichi A, Margvelashvili M, Goracci C, Papacchini F, and Ferrari M. Bonding and sealing ability of a new self-adhering flowable composite resin in class I restorations. *Clin Oral Invest*, 17(6):1497-1506, 2013.
31. Ferracane J, Berge H, and Condon J. In vitro aging of dental composites in water—effect of degree of conversion, filler volume, and filler/matrix coupling. *J Biomed Mater*, 42(3):465-472, 1998.
32. Albers HF. Tooth-colored restoratives: principles and techniques. PMPH-USA, 2002.
33. Swift EJ. Nanocomposites. *J Esthet Restor Dent*, 17(1):3-4, 2005.
34. Mitra SB, Wu D, and Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *J Am Dent Assoc*, 134(10):1382-1390, 2003.
35. Myshko D and Nanotechnology It's a Small World. *PharmaVoice*, (february):34-39, 2004.
36. Davis N. A Nanotechnology Composite. *Compend Contin Educ Vet*, 24(9):662-667, 2003.
37. Yap A, Yap S, Teo C, and Ng J. Comparison of surface finish of new aesthetic restorative materials. *Oper Dent*, 29(1):100-104, 2004.
38. Anusavice K and Brantley W. Physical properties of dental materials. *Phillips' Science of Dental Materials" 11th ed*, Anusavice KJ ed, Saunders Co, St. Louis. 57, 2003.
39. Nicholson JW. Polyacid-modified composite resins ("compomers") and their use in clinical dentistry. *Dent Mater*, 23(5):615-622, 2007.
40. Eliades G, Kakaboura A, and Palaghias G. Acid–base reaction and fluoride release profiles in visible light-cured polyacid-modified composite restoratives (compomers). *Dent Mater*, 14(1):57-63, 1998.
41. Meyer J, Cattani-Lorente M, and Dupuis V. Compomers: between glass-ionomer cements and composites. *Biomaterials*, 19(6):529-539, 1998.
42. Young A, Rafeeka S, and Howlett J. FTIR investigation of monomer polymerisation and polyacid neutralisation kinetics and mechanisms in various aesthetic dental restorative materials. *Biomaterials*, 25(5):823-833, 2004.
43. Nicholson J and McKenzie M. The properties of polymerizable luting cements. *J Oral Rehabil*, 26(10):767-774, 1999.
44. Wilson AD and Kent B. A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. *Br Dent J*, 132(4):133-135, 1972.

45. Nicholson JW. Chemistry of glass-ionomer cements: a review. *Biomaterials*, 19(6):485-494, 1998.
46. Croll TP and Nicholson J. Glass ionomer cements in pediatric dentistry: review of the literature. *Pediatr Dent*, 24(5):423-429, 2002.
47. McLean JW, Nicholson J, and Wilson A. Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. *Quintessence Int*, 25:587-589., 1994.
48. Onal B and Pamir T. The two-year clinical performance of esthetic restorative materials in noncarious cervical lesions. *J Am Dent Assoc*, 136(11):1547-1555, 2005.
49. Davidson CL and Mjör IA. *Advances in glass-ionomer cements*. Quintessence Publishing Co, Inc, 1999.
50. Lohbauer U. Dental glass ionomer cements as permanent filling materials?—properties, limitations and future trends. *Materials*, 3(1):76-96, 2009.
51. Mitra SB and Kedrowski BL. Long-term mechanical properties of glass ionomers. *Dent Mater*, 10(2):78-82, 1994.
52. Kleverlaan CJ, van Duinen RN, and Feilzer AJ. Mechanical properties of glass ionomer cements affected by curing methods. *Dent Mater*, 20(1):45-50, 2004.
53. Nicholson JW and Croll TP. *Glass-ionomer cements in restorative dentistry*. Quintessence Int, 28(11), 1997.
54. Ngo H, Peters M, and Mount G. Porosity reduction as a way to increase shearing strength of capsulated glass-ionomer cements. *Trans. Acad. Dent. Mater*, 9:258, 1996.
55. Nomoto R, Komoriyama M, McCabe JF, and Hirano S. Effect of mixing method on the porosity of encapsulated glass ionomer cement. *Dent Mater*, 20(10):972-978, 2004.
56. Mohamed-Tahir M and Yap A. Effects of pH on the surface texture of glass ionomer based/containing restorative materials. *Oper Dent*, 29:586-591, 2004.
57. Ikemura K and Pashley DH. A review of chemical-approach and ultramorphological studies on the development of fluoride-releasing dental adhesives comprising new pre-reacted glass ionomer (PRG) fillers. *Dent Mater J*, 27(3):315-339, 2008.
58. Matis BA, Cochran MJ, Carlson TJ, Guba C, and Eckert GJ. A three-year clinical evaluation of two dentin bonding agents. *J Am Dent Assoc*, 135(4):451-457, 2004.
59. Yap A and Mok B. Surface finish of a new hybrid aesthetic restorative material. *Oper Dent*, 27(2):161-166, 2002.
60. Sonoda H, Sasafuchi Y, Kitasako Y, Arakawa M, Otsuki M, and Tagami J. Pulpal response to a fluoride-releasing all-in-one resin bonding system. *Oper Dent*, 27(3):271-277, 2002.
61. Okuyama K, Murata Y, Pereira P, Miguez P, Komatsu H, and Sano H. Fluoride release and uptake by various dental materials after fluoride application. *Am J Dent*, 19(2):123-127, 2006.
62. Sunico M, Shinkai K, and Katoh Y. Two-year clinical performance of occlusal and cervical giomer restorations. *Oper Dent*, 30(3):282, 2005.
63. Itota T, Carrick TE, Yoshiyama M, and McCabe JF. Fluoride release and recharge in giomer, compomer and resin composite. *Dent Mater*, 20(9):789-795, 2004.
64. Mohamed-Tahir M, Tan H, Woo A, and Yap A. Effects of pH on the microhardness of resin-based restorative materials. *Oper Dent*, 30(5):661, 2005.
65. Deliperi S, Bardwell D, Wegley C, and Congiu M. In vitro evaluation of giomers microleakage after exposure to 33% hydrogen peroxide: self-etch vs total-etch adhesives. *Oper Dent*, 31(2):227-232, 2006.
66. Tay F, Pashley E, Huang C, Hashimoto M, Sano H, Smales R, and Pashley DH. The glass-ionomer phase in resin-based restorative materials. *J Dent Res*, 80(9):1808-1812, 2001.

67. Imfeld T. Dental erosion. Definition, classification and links. *Eur J Oral Sci*, 104(2):151-155, 1996.
68. Meurman J and Gate J. Pathogenesis and modifying factors of dental erosion. *Eur J Oral Sci*, 104(2):199-206, 1996.
69. Litonjua LA, Andreana S, Bush PJ, and Cohen RE. Tooth wear: attrition, erosion, and abrasion. *Quintessence Int*, 34(6):435-446, 2003.
70. Lussi A. Dental erosion: from diagnosis to therapy. Vol. 20. Karger Medical and Scientific Publishers, 2006.
71. Lussi A, Kohler N, Zero D, Schaffner M, and Megert B. A comparison of the erosive potential of different beverages in primary and permanent teeth using an in vitro model. *Eur J Oral Sci*, 108(2):110-114, 2000.
72. Attin T, Meyer K, Hellwig E, Buchalla W, and Lennon A. Effect of mineral supplements to citric acid on enamel erosion. *Arch Oral Biol*, 48(11):753-759, 2003.
73. Attin T, Weiss K, Becker K, Buchalla W, and Wiegand A. Impact of modified acidic soft drinks on enamel erosion. *Oral Dis*, 11(1):7-12, 2005.
74. Rytömaa I, Meurman J, Koskinen J, Laakso T, Gharazi L, and Turunen R. In vitro erosion of bovine enamel caused by acidic drinks and other foodstuffs. *Eur J Oral Sci*, 96(4):324-333, 1988.
75. Larsen MJ. Dissolution of enamel. *Eur J Oral Sci*, 81(7):518-522, 1973.
76. West N, Hughes J, and Addy M. Erosion of dentine and enamel in vitro by dietary acids: the effect of temperature, acid character, concentration and exposure time. *J Oral Rehabil*, 27(10):875-880, 2000.
77. Davis RE, Marshall TA, Qian F, Warren JJ, and Wefel JS. In vitro protection against dental erosion afforded by commercially available, calcium-fortified 100 percent juices. *J Am Dent Assoc*, 138(12):1593-1598, 2007.
78. Lussi A, Jaeggi T, and Zero D. The role of diet in the aetiology of dental erosion. *Caries Res*, 38(Suppl. 1):34-44, 2003.
79. Birkhed D. Sugar content, acidity and effect on plaque pH of fruit juices, fruit drinks, carbonated beverages and sport drinks. *Caries Res*, 18(2):120-127, 1984.
80. Hannig C, Hamkens A, Becker K, Attin R, and Attin T. Erosive effects of different acids on bovine enamel: release of calcium and phosphate in vitro. *Arch Oral Biol*, 50(6):541-552, 2005.
81. Zero DT. Etiology of dental erosion—extrinsic factors. *Eur J Oral Sci*, 104(2):162-177, 1996.
82. Lussi A and Jaeggi T. Chemical factors. *Dental Erosion*. Vol. 20. Karger Publishers. 77-87, 2006.
83. Hara A, Lussi A, and Zero D. Biological factors. *Dental Erosion*. Vol. 20. Karger Publishers. 88-99.2006.
84. Lussi A and Jaeggi T. Erosion—diagnosis and risk factors. *Clin Oral Invest*, 12(1):5-13, 2008.
85. Rios D, Honorio H, Magalhaes A, Delbem A, Machado M, Silva S, and Buzalaf M. Effect of salivary stimulation on erosion of human and bovine enamel subjected or not to subsequent abrasion: an in situ/ex vivo study. *Caries Res*, 40(3):218-223, 2006.
86. Linnett V, Seow W, Connor F, and Shepherd R. Oral Health of Children with Gastro-Esophageal Reflux Disease: A Controlled Study. *Aust Dent J*, 47(2):156-162, 2002.
87. Larsen M and Pearce E. Saturation of human saliva with respect to calcium salts. *Arch Oral Biol*, 48(4):317-322, 2003.
88. Dodds MW, Johnson DA, and Yeh C-K. Health benefits of saliva: a review. *J Dent*, 33(3):223-233, 2005.

89. Magalhaes AC, Wiegand A, Rios D, Honório HM, and Buzalaf MAR. Insights into preventive measures for dental erosion. *J Appl Oral Sci*, 17(2):75-86, 2009.
90. Lussi A, Schaffner M, and Jaeggi T. Dental erosion-diagnosis and prevention in children and adults. *Int Dent J*, 57(S6):385-398, 2007.
91. Amaechi B and Higham S. In vitro remineralisation of eroded enamel lesions by saliva. *J Dent*, 29(5):371-376, 2001.
92. Zero D and Lussi A. Behavioral factors. *Dental Erosion*. Vol. 20. Karger Publishers. 100-105, 2006.
93. Lussi A. Erosive tooth wear - a multifactorial condition of growing concern and increasing knowledge. *Monogr Oral Sci*, 20:1-8, 2006.
94. Hellwig E and Lussi A. Oral hygiene products and acidic medicines. *Dental erosion*. Vol. 20. Karger Publishers. 112-118.2006.
95. Taji S and Seow W. A literature review of dental erosion in children. *Aust Dent J*, 55(4):358-367, 2010.
96. Kırzioğlu Z and Yetiş ÇÇ. Çocuklarda Dental Erzyon ve Koruyucu Uygulamalar. *Atatürk Üniv. Diş Hek Fak Derg*, 25, 2015.
97. Xavier AFC, Moura EF, Azevedo WF, Vieira FF, Abreu MH, and Cavalcanti AL. Erosive and cariogenicity potential of pediatric drugs: study of physicochemical parameters. *BMC Oral Health*, 13(1):71, 2013.
98. Atkinson JC and Wu AJ. Salivary gland dysfunction: causes, symptoms, treatment. *J Am Dent Assoc*, 125(4):409-416, 1994.
99. Giunta JL. Dental erosion resulting from chewable vitamin C tablets. *J Am Dent Assoc*, 107(2):253-256, 1983.
100. Scatena C, Galafassi D, Gomes-Silva JM, Borsatto MC, and Serra MC. In vitro erosive effect of pediatric medicines on deciduous tooth enamel. *Braz Dent J*, 25(1):22-27, 2014.
101. Panich M and Poolthong S. The effect of casein phosphopeptide–amorphous calcium phosphate and a cola soft drink on in vitro enamel hardness. *J Am Dent Assoc*, 140(4):455-460, 2009.
102. Bartlett D. Intrinsic causes of erosion. *Dental Erosion*. Vol. 20. Karger Publishers. 119-139, 2006.
103. Barron RP, Carmichael RP, Marcon MA, and Sandor G. Dental erosion in gastroesophageal reflux disease. *J Can Dent Assoc*, 69(2):84-89, 2003.
104. Güngör S and Köprülü H. Gastroözefagal Reflü Hastalığı ile Dental Erozyonun İlişkisi. *Ondokuz Mayıs Üni Diş Hek Fak Derg*, 5(1), 2004.
105. Holbrook WP and Ganss C. Is diagnosing exposed dentine a suitable tool for grading erosive loss? *Clin Oral Invest*, 12(1):33-39, 2008.
106. Klein DA and Walsh BT. Eating disorders: clinical features and pathophysiology. *Physiol Behav*, 81(2):359-374, 2004.
107. Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, and Tantbiroj D. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. *J Dent*, 34(3):214-220, 2006.
108. Mathias P, Lessa AG, and Cavalcanti AN. Effect of erosive and abrasive challenges on the bond strength and marginal degradation of composite restorations. *Revista Odonto Ciencia*, 24(3):290-294, 2009.
109. Çoğulu D, Ersin N, and Topaloğlu A. Asitli içeceklerin üç farklı restoratif materyalin yüzey sertliği üzerine etkisinin incelenmesi. *Dicle Diş Hek Derg*, 9:7-12, 2008.
110. Linlin H, Okamoto A, Fukushima M, and Okiji T. Evaluation of flowable resin composite surfaces eroded by acidic and alcoholic drinks. *Dent Mater J*, 27(3):455-465, 2008.

111. Smith BG, Bartlett DW, and Robb ND. The prevalence, etiology and management of tooth wear in the United Kingdom. *J Prosthet Dent*, 78(4):367-372, 1997.
112. Chu SJ, Devigus A, and Miesleszk AJ. *Fundamentals of color: shade matching and communication in esthetic dentistry*. Quintessence Publishing Company, 2004.
113. Arikawa H, Fujii K, Kanie T, and Inoue K. Light transmittance characteristics of light-cured composite resins. *Dent Mater*, 14(6):405-411, 1998.
114. Bagheri R, Burrow M, and Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent*, 33(5):389-398, 2005.
115. Mutlu-Sagesen L, Ergün G, Özkan Y, and Bek B. Color stability of different denture teeth materials: an in vitro study. *J Oral Sci*, 43(3):193-205, 2001.
116. Um CM and Ruyter I. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence Int*, 22(5), 1991.
117. Erdemir U, Yıldız E, and Eren MM. Effects of sports drinks on color stability of nanofilled and microhybrid composites after long-term immersion. *J Dent*, 40:e55-e63, 2012.
118. O'Brien W. *Abrasion, polishing, and bleaching. Dental materials and their selection*. Chicago: Quintessence Books:156-164, 2002.
119. Powers J and Sakaguchi R. *Optical, Thermal, and Electrical Properties*, In: Craig's *Restorative Dental Materials*. Twelfth ed. Mosby, Missouri. 28-50, 2006.
120. Paravina RD and Powers JM. *Esthetic color training in dentistry*. Vol. 1. Mosby, 2004.
121. Pizzamiglio E. A color selection technique. *J Prosthet Dent*, 66(5):592-596, 1991.
122. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent*, 32:3-12, 2004.
123. Seghi RR, Johnston WM, and O'Brien W. Spectrophotometric analysis of color differences between porcelain systems. *J Prosthet Dent*, 56(1):35-40, 1986.
124. Judd DB and Wyszecki G. *Color in business, science, and industry*. 1975.
125. Johnston W and Kao E. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res*, 68(5):819-822, 1989.
126. Okubo SR, Kanawati A, Richards MW, and Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. *J Prosthet Dent*, 80(6):642-648, 1998.
127. Schulze KA, Marshall SJ, Gansky SA, and Marshall GW. Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. *Dent Mater*, 19(7):612-619, 2003.
128. Stober T, Gilde H, and Lenz P. Color stability of highly filled composite resin materials for facings. *Dent Mater*, 17(1):87-94, 2001.
129. Van der Burgt T, Ten Bosch J, Borsboom P, and Kortsmid W. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *J Prosthet Dent*, 63(2):155-162, 1990.
130. Hunter and R.S. *The measurement of appearance*. Wiley New York. 3-68, 1975.
131. Wyszecki G and Stiles WS. *Color science: Concepts and methods, quantitative data and formulae*. Vol. 8. Wiley New York, 1982.
132. Tung FF, Goldstein GR, Jang S, and Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *J Prosthet Dent*, 88(6):585-590, 2002.
133. Ahmad I. *Therapeutic temporary restorations. Protocols for Predictable Aesthetic Dental Restorations*. 145-164, 2006.
134. Eroğlu E, Küçükeşmen HC, and Uluhan B. SD Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Kliniğine Müracaat Eden Hastaların Diş Rengi Dağılımının Saptanması. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 14(2), 2007.
135. Paul S, Peter A, Pietrobon N, and Hammerle C. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res*, 81(8):578-582, 2002.

136. Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, and Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *J Prosthet Dent*, 101(3):193-199, 2009.
137. Witkowski S, Yajima N-D, Wolkewitz M, and Strub JR. Reliability of shade selection using an intraoral spectrophotometer. *Clin Oral Invest*, 16(3):945-949, 2012.
138. Kanawati A and Richards MW. Repeatability of a dental shade-matching instrument when compared to traditional visual methods of shade evaluation. *Gen Dent*, 57(4):323-327, 2008.
139. Alandia-Roman C, Cruvinel D, Sousa A, Pires-de-Souza F, and Panzeri H. Effect of cigarette smoke on color stability and surface roughness of dental composites. *J Dent*, 41:e73-e79, 2013.
140. Chan KC, Fuller JL, and Hormati AA. The ability of foods to stain two composite resins. *J Prosthet Dent*, 43(5):542-545, 1980.
141. Fruits TJ, Miranda FJ, and Coury TL. Effects of equivalent abrasive grit sizes utilizing differing polishing motions on selected restorative materials. *Quintessence Int*, 27(4), 1996.
142. Neme A, Frazier KB, Roeder L, and Debner T. Effect of prophylactic polishing protocols on the surface roughness of esthetic restorative materials. *Oper Dent*, 27(1):50-58, 2002.
143. De Jager N, Feilzer A, and Davidson C. The influence of surface roughness on porcelain strength. *Dent Mater*, 16(6):381-388, 2000.
144. Drummond J, Jung H, Savers E, Novickas D, and Toepke T. Surface roughness of polished amalgams. *Oper Dent*, 17(4):129-134, 1991.
145. Borges AB, Marsilio AL, Pagani C, and Rodrigues JR. Surface roughness of packable composite resins polished with various systems. *J Esthet Restor Dent*, 16(1):42-47, 2004.
146. Chung K-h. Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. *Dent Mater*, 10(5):325-330, 1994.
147. Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, and Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *J Mater Sci Mater Med*, 18(1):155-163, 2007.
148. Joniot S, Salomon J, Dejoux J, and Grégoire G. Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Oper Dent*, 31(1):39-46, 2006.
149. Jefferies SR. The art and science of abrasive finishing and polishing in restorative dentistry. *Dent Clin North Am*, 42(4):613-627, 1998.
150. İnan H, Tamam E, and Bağış B. Tam protezlerde kullanılan farklı kaide materyallerinin yüzey pürüzlülüğü yönünden in vitro incelenmesi. *Selçuk Üniv Dişhek Fak Derg*, 17(3):171-176, 2008.
151. Heintze S, Forjanic M, and Rousson V. Surface roughness and gloss of dental materials as a function of force and polishing time in vitro. *Dent Mater*, 22(2):146-165, 2006.
152. Yap A, Lye K, and Sau C. Surface characteristics of tooth-colored restoratives polished utilizing different polishing systems. *Oper Dent*, 22:260-265, 1997.
153. Turkun L and Turkun M. The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. *Oper Dent*, 29(2):203-211, 2004.
154. Yanez MJ and Barbosa SE. Changes in particle area measurements due to SEM accelerating voltage and magnification. *Microsc Res Tech*, 61(5):463-468, 2003.
155. Gadegaard N. Atomic force microscopy in biology: technology and techniques. *Biotech Histochem*, 81(2-3):87-97, 2006.

156. Jandt KD. Atomic force microscopy of biomaterials surfaces and interfaces. *Surf Sci*, 491(3):303-332, 2001.
157. A C. Nano-Dünyanın Elektronik Gözlüğü Elektron Mikroskobu. *Bilim ve Teknik Dergisi* Mayıs, 2010.
158. Silikas N, Watts D, England K, and Jandt K. Surface fine structure of treated dentine investigated with tapping mode atomic force microscopy (TMAFM). *J Dent*, 27(2):137-144, 1999.
159. Whitehead S, Shearer A, Watts D, and Wilson N. Comparison of methods for measuring surface roughness of ceramic. *J Oral Rehabil*, 22(6):421-427, 1995.
160. Tholt B, Miranda-Junior W, Prioli R, Thompson J, and Oda M. Surface roughness in ceramics with different finishing techniques using atomic force microscope and profilometer. *Oper Dent*, 31(4):442-449, 2006.
161. Lee S-Y, Huang H-M, Lin C, and Shih Y-H. Leached components from dental composites in oral simulating fluids and the resultant composite strengths. *J Oral Rehabil*, 25:575-588, 1998.
162. Yap A, Mudambi S, Chew C, and Neo J. Mechanical properties of an improved visible light-cured resin-modified glass ionomer cement. *Oper Dent*, 26(3):295-301, 2001.
163. Festuccia MSCC, Garcia LdFR, Cruvinel DR, and Pires-De-Souza FdC. Color stability, surface roughness and microhardness of composites submitted to mouthrinsing action. *J Appl Oral Sci*, 20(2):200-205, 2012.
164. Jain V, Platt JA, Moore K, Spohr AM, and Borges GA. Color stability, gloss, and surface roughness of indirect composite resins. *J Oral Sci*, 55(1):9-15, 2013.
165. Ren Y-F, Feng L, Serban D, and Malmstrom HS. Effects of common beverage colorants on color stability of dental composite resins: the utility of a thermocycling stain challenge model in vitro. *J Dent*, 40:e48-e56, 2012.
166. Joniot S, Gregoire G, Auther A, and Roques Y. Three-dimensional optical profilometry analysis of surface states obtained after finishing sequences for three composite resins. *Oper Dent*, 25(4):311-315, 2000.
167. Reis AF, Giannini M, Lovadino J, and dos Santos DC. The effect of six polishing systems on the surface roughness of two packable resin-based composites. *Am J Dent*, 15(3):193-197, 2002.
168. Erdemir U, Sancakli HS, and Yildiz E. The effect of one-step and multi-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of novel resin composites. *Eur J Dent*, 6(2):198-205, 2012.
169. Asmussen E and Hansen EK. Surface discoloration of restorative resins in relation to surface softening and oral hygiene. *Eur J Oral Sci*, 94(2):174-177, 1986.
170. Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, and Ambrosano GM. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dent Mater*, 19(1):12-18, 2003.
171. Sakaguchi RL MS. Restorative materials-Composites and polymers. *Craig's restorative dental materials*, ed. P.J. Sakaguchi RL. Vol. 9. United States, Mosby Inc 160-198, 2012.
172. Fleming G and Zala D. An assessment of encapsulated versus hand-mixed glass ionomer restoratives. *Oper Dent*, 28(2):168-177, 2003.
173. Şener Y and Koyutürk A. Üç farklı cam iyonomer simanın yüzey sertliklerinin karşılaştırılması. *Cumhuriyet Üni Diş Hek Fak Derg*, 9:91-94, 2006.
174. Maneenut C, Sakoolnamarka R, and Tyas MJ. The repair potential of resin-modified glass-ionomer cements. *Dent Mater*, 26(7):659-665, 2010.
175. Narsimha VV. Effect of cola on surface microhardness and marginal integrity of resin modified glass ionomer and compomer restoration: An in vitro study. 2011.

176. Karadas M. The effect of different beverages on the color and translucency of flowable composites. *Scanning*, 38(6):701-709, 2016.
177. Topcu FT, Sahinkesen G, Yamanel K, Erdemir U, Oktay EA, and Ersahan S. Influence of different drinks on the colour stability of dental resin composites. *Eur J Dent*, 3(1):50-56, 2009.
178. Grippo JO and Simring M. Dental erosion revisited. *J Am Dent Assoc*, 126(5), 1995.
179. Hengtrakool C, Kukiattrakoon B, and Kedjarune-Leggat U. Effect of naturally acidic agents on microhardness and surface micromorphology of restorative materials. *Eur J Dent*, 5(1):89-100, 2011.
180. Hamouda IM. Effects of various beverages on hardness, roughness, and solubility of esthetic restorative materials. *J Esthet Restor Dent*, 23(5):315-322, 2011.
181. Joint F. WHO Expert consultation on evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria. Cordoba, Argentina. October. 1-4, 2001.
182. Otles S and Cagindi Oe. Kefir: a probiotic dairy-composition, nutritional and therapeutic aspects. *Pak J Nutr*, 2(2):54-59, 2003.
183. Montalto M, Vastola M, Marigo L, Covino M, Graziosetto R, Curigliano V, Santoro L, et al. Probiotic treatment increases salivary counts of lactobacilli: a double-blind, randomized, controlled study. *Digestion*, 69(1):53-56, 2004.
184. Bartlett D and Coward P. Comparison of the erosive potential of gastric juice and a carbonated drink in vitro. *J Oral Rehabil*, 28(11):1045-1047, 2001.
185. Hunt D and McIntyre J. The development of an in vitro model of dental erosion. *J Dent Res*, 71:985, 1992.
186. Sulaiman TA, Abdulmajeed AA, Shahramian K, Hupa L, Donovan TE, Vallittu P, and Narhi TO. Impact of gastric acidic challenge on surface topography and optical properties of monolithic zirconia. *Dent Mater*, 31(12):1445-1452, 2015.
187. McKenzie M, Linden R, and Nicholson J. The physical properties of conventional and resin-modified glass-ionomer dental cements stored in saliva, proprietary acidic beverages, saline and water. *Biomaterials*, 24(22):4063-4069, 2003.
188. Francisconi L, Honorio H, Rios D, Magalhaes A, Machado MdA, and Buzalaf M. Effect of erosive pH cycling on different restorative materials and on enamel restored with these materials. *Oper Dent*, 33(2):203-208, 2008.
189. Honorio H, Rios D, Francisconi L, Magalhaes A, Machado M, and Buzalaf M. Effect of prolonged erosive pH cycling on different restorative materials. *J Oral Rehabil*, 35(12):947-953, 2008.
190. Oliveira A, Garcia P, Santos P, and Campos J. Surface roughness and hardness of a composite resin: influence of finishing and polishing and immersion methods. *Materials Research*, 13(3):409-415, 2010.
191. Yap A, Low J, and Ong L. Effect of food-simulating liquids on surface characteristics of composite and polyacid-modified composite restoratives. *Oper Dent*, 25(3):170-176, 2000.
192. Hotwani K, Thosar N, and Baliga S. Comparative in vitro assessment of color stability of hybrid esthetic restorative materials against various children's beverages. *J Conserv Dent*, 17(1):70, 2014.
193. Tunc ES, Bayrak S, Guler AU, and Tuloglu N. The effects of children's drinks on the color stability of various restorative materials. *J Clin Pediatr Dent*, 34(2):147-150, 2009.
194. Öztürk E and Güder G. Correlation between three-dimensional surface topography and color stability of different nanofilled composites. *Scanning*, 37(6):438-445, 2015.

195. Karaman E, Tuncer D, Firat E, Ozdemir OS, and Karahan S. Influence of different staining beverages on color stability, surface roughness and microhardness of silorane and methacrylate-based composite resins. *J Contemp Dent Pract*, 15(3):319-325, 2013.
196. Yap A, Tan S, Wee S, Lee C, Lim E, and Zeng K. Chemical degradation of composite restoratives. *J Oral Rehabil*, 28(11):1015-1021, 2001.
197. Nalçacı A and Ulusoy N. Effects of Different Polymerization Time on Surface Hardness of Packable Composites. *A.Ü. Diş Hek. Fak. Derg.*, 32(2) 79-84, 2005.
198. Kurachi C, Tuboy AM, Magalhaes DV, and Bagnato VS. Hardness evaluation of a dental composite polymerized with experimental LED-based devices. *Dent Mater*, 17(4):309-315, 2001.
199. Bala O, Ölmez A, and Kalayci Ş. Effect of LED and halogen light curing on polymerization of resin-based composites. *J Oral Rehabil*, 32(2):134-140, 2005.
200. Alpöz AR, Ertugrul F, Cogulu D, Ak AT, Tanoglu M, and Kaya E. Effects of light curing method and exposure time on mechanical properties of resin based dental materials. *Eur J Dent*, 2(1):37-42, 2008.
201. Ozel E, Korkmaz Y, Attar N, and Karabulut E. Effect of one-step polishing systems on surface roughness of different flowable restorative materials. *Dent Mater J*, 27(6):755-764, 2008.
202. Giacomelli L, Derchi G, Frustaci A, Bruno O, Covani U, Barone A, De Santis D, et al. Surface roughness of commercial composites after different polishing protocols: an analysis with atomic force microscopy. *Open Dent J*, 4(1), 2010.
203. Dutta S and Maria R. "The Effect Of Various Polishing Systems On Surface Roughness Of Nano and Microhybrid Composite Restoratives: An In Vitro Surface Profilometric Study. *Int J Appl Basic Med Res*, 1(3):214-220, 2012.
204. Stoddard JW and Johnson GH. An evaluation of polishing agents for composite resins. *J Prosthet Dent*, 65(4):491-495, 1991.
205. Koupis N, Marks L, Verbeeck R, and Martens L. Review: finishing and polishing procedures of (resin-modified) glass ionomers and compomers in paediatric dentistry. *Eur Arch Paediatr Den*, 8(1):22-28, 2007.
206. Ölmez A and Kisbet S. Kompozit rezin restorasyonlarda bitirme ve polisaj işlemlerindeki yeni gelişmeler. *Acta Odontologica Turcica*, 30(2):115, 2013.
207. Erdemir U, Yildiz E, Eren MM, Ozsoy A, and Topcu FT. Effects of polishing systems on the surface roughness of tooth-colored materials. *Journal of Dental Sciences*, 8(2):160-169, 2013.
208. Can E, Yurdagüven H, Yaman BC, and Füsün Ö. Surface roughness and morphology of resin composites polished with two-step polishing systems. *Dent Mater J*, 33(3):332-342, 2014.
209. Marghalani HY. Effect of finishing/polishing systems on the surface roughness of novel posterior composites. *J Esthet Restor Dent*, 22(2):127-138, 2010.
210. Paula AB, Alonso RCB, Araujo GASd, Rontani JP, Correr-Sobrinho L, and Puppini-Rontani RM. Influence of chemical degradation and abrasion on surface properties of nanorestorative materials. *Braz J Oral Sci*, 14(2):100-105, 2015.
211. Nair SR, Niranjana NT, Jayasheel A, and Suryakanth DB. Comparative Evaluation of Colour Stability and Surface Hardness of Methacrylate Based Flowable and Packable Composite-In vitro Study. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 11(3):ZC51, 2017.
212. Bağlar S, Keskin E, Orun T, and Es A. Discoloration Effects of Traditional Turkish Beverages on different Composite Restoratives. *J Contemp Dent Pract*, 18(2):83, 2017.

213. Aliping-McKenzie M, Linden R, and Nicholson J. The effect of Coca-Cola and fruit juices on the surface hardness of glass-ionomers and 'compomers'. *J Oral Rehabil*, 31(11):1046-1052, 2004.
214. Dos Santos PA, Garcia PPNS, De Oliveira ALBM, Chinelatti MA, and Palma-Dibb RG. Chemical and morphological features of dental composite resin: Influence of light curing units and immersion media. *Microsc Res Tech*, 73(3):176-181, 2010.
215. von Fraunhofer JA and Rogers MM. Dissolution of dental enamel in soft drinks. *Gen Dent*, 52(4):308-312, 2004.
216. Ilday N, Bayindir Y, and Erdem V. Effect of three different acidic beverages on surface characteristics of composite resin restorative materials. *Mater Res Innovat*, 14(5):385-391, 2010.
217. Khatri A and Nandlal B. Staining of a conventional and a nanofilled composite resin exposed in vitro to liquid ingested by children. *Int J Clin Pediatr Dent*, 3(3):183, 2010.
218. Yap A, Sim C, and Loganathan V. Color stability of a resin-modified glass ionomer cement. *Oper Dent*, 26(6):591-596, 2001.
219. Habib AN, Abdelmoniem SA, and Mahmoud SA. Effect of Children's Drinks on Color Stability of Different Dental Composites: An in vitro Study. *J Clin Pediatr Dent*, 41(2):120-125, 2017.
220. Briso AL, Caruzo L, Guedes A, Catelan A, and Santos Pd. In vitro evaluation of surface roughness and microhardness of restorative materials submitted to erosive challenges. *Oper Dent*, 36(4):397-402, 2011.
221. Aytac F, Karaarslan ES, Agaccioglu M, Tastan E, Buldur M, and Kuyucu E. Effects of Novel Finishing and Polishing Systems on Surface Roughness and Morphology of Nanocomposites. *J Esthet Restor Dent*, 28(4):247-261, 2016.
222. Pala K, Tekce N, Tuncer S, Serim ME, and Demirci M. Evaluation of the surface hardness, roughness, gloss and color of composites after different finishing/polishing treatments and thermocycling using a multitechnique approach. *Dent Mater J*, 35(2):278-289, 2016.
223. Nagem Filho H, D'azevedo MTFs, Nagem HD, and Marsola FP. Surface roughness of composite resins after finishing and polishing. *Braz Dent J*, 14(1):37-41, 2003.
224. Mallya PL, Acharya S, Ballal V, Gijupalli K, Kundabala M, and Thomas M. Profilometric study to compare the effectiveness of various finishing and polishing techniques on different restorative glass ionomer cements. *Journal of Interdisciplinary Dentistry*, 3(2):86, 2013.
225. Rios D, Honório HM, Francisconi LF, Magalhães AC, Machado MAdAM, and Buzalaf MAR. In situ effect of an erosive challenge on different restorative materials and on enamel adjacent to these materials. *J Dent*, 36(2):152-157, 2008.
226. Abu-bakr N, Han L, Okamoto A, and Iwaku M. Changes in the mechanical properties and surface texture of compomer immersed in various media. *J Prosthet Dent*, 84(4):444-452, 2000.
227. Yildiz E, Karaarslan ES, Simsek M, Ozsevik AS, and Üşümez A. Color stability and surface roughness of polished anterior restorative materials. *Dent Mater J*, 34(5):629-639, 2015.
228. Bala O, Arisu HD, Yikilgan I, Arslan S, and Gullu A. Evaluation of surface roughness and hardness of different glass ionomer cements. *Eur J Dent*, 6(1):79, 2012.
229. Attar N. The effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of composite resin materials. *J Contemp Dent Pract*, 8(1):27-35, 2007.
230. Kooi T, Tan Q, Yap A, Guo W, Tay K, and Soh M. Effects of food-simulating liquids on surface properties of giomer restoratives. *Oper Dent*, 37(6):665-671, 2012.

231. Bartlett D, Evans D, and Smith B. The relationship between gastro-oesophageal reflux disease and dental erosion. *J Oral Rehabil*, 23(5):289-297, 1996.
232. Shintani H, Satou J, Satou N, Hayashihara H, and Inoue T. Effects of various finishing methods on staining and accumulation of *Streptococcus mutans* HS-6 on composite resins. *Dent Mater*, 1(6):225-227, 1985.
233. Willems G, Lambrechts P, Braem M, Vuylsteke-Wauters M, and Vanherle G. The surface roughness of enamel-to-enamel contact areas compared with the intrinsic roughness of dental resin composites. *J Dent Res*, 70(9):1299-1305, 1991.
234. Bollenl CM, Lambrechts P, and Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater*, 13(4):258-269, 1997.
235. Jones C, Billington R, and Pearson G. The in vivo perception of roughness of restorations. *Br Dent J*, 196(1), 2004.
236. Kolbeck C, Rosentritt M, Lang R, and Handel G. Discoloration of facing and restorative composites by UV-irradiation and staining food. *Dent Mater*, 22(1):63-68, 2006.
237. Borges A, Costa A, Saavedra G, Komori P, Borges AB, and Rode SM. Color stability of composites: effect of immersion media. *Acta Odontol Latinoam*, 24(2):193-199, 2010.
238. Al-Samadani KH. Color stability of restorative materials in response to Arabic coffee, Turkish coffee and Nescafe. *J Contemp Dent Pract*, 14(4):681-690, 2013.
239. Buchalla W, Attin T, Hilgers R-D, and Hellwig E. The effect of water storage and light exposure on the color and translucency of a hybrid and a microfilled composite. *J Prosthet Dent*, 87(3):264-270, 2002.
240. Paravina RD, Ontiveros JC, and Powers JM. Curing-Dependent Changes in Color and Translucency Parameter of Composite Bleach Shades. *J Esthet Restor Dent*, 14(3):158-166, 2002.
241. Yu B and Lee Y-K. Differences in color, translucency and fluorescence between flowable and universal resin composites. *J Dent*, 36(10):840-846, 2008.
242. Türkün LŞ and Tütkün M. Effect of bleaching and repolishing procedures on coffee and tea stain removal from three anterior composite veneering materials. *J Esthet Restor Dent*, 16(5):290-301, 2004.
243. Smales R and Gerke D. Clinical evaluation of light-cured anterior resin composites over periods of up to 4 years. *Am J Dent*, 5(4):208-212, 1992.
244. Mair L. Staining of in vivo subsurface degradation in dental composites with silver nitrate. *J Dent Res*, 70(3):215-220, 1991.
245. Douglas W and Craig R. Resistance to extrinsic stains by hydrophobic composite resin systems. *J Dent Res*, 61(1):41-43, 1982.
246. Satou N, Khan A, Matsumae I, Satou J, and Shintani H. In vitro color change of composite-based resins. *Dent Mater*, 5(6):384-387, 1989.
247. Hickel R, Heidemann D, Staehle H, Minnig P, and Wilson N. Direct composite restorations. *Clin Oral Invest*, 8:43-44, 2004.
248. Ertas E, Guler AU, Yucel AC, Koprulu H, and Guler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J*, 25(2):371-376, 2006.
249. Calais J and Soderholm K-J. Influence of filler type and water exposure on flexural strength of experimental composite resins. *J Dent Res*, 67(5):836-840, 1988.
250. Khokhar Z, Razzoog M, and Yaman P. Color stability of restorative resins. *Quintessence Int*, 22(9), 1991.
251. Kalachandra S and Turner D. Water sorption of polymethacrylate networks: Bis-GMA/TEGDMA copolymers. *J Biomed Mater Res A*, 21(3):329-338, 1987.

252. Dietschi D, Campanile G, Holz J, and Meyer J-M. Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. *Dent Mater*, 10(6):353-362, 1994.
253. Lim BS, Moon H, Baek K, Hahn S, and Kim C. Color stability of glass-ionomers and polyacid-modified resin-based composites in various environmental solutions. *Am J Dent*, 14(4):241-246, 2001.
254. Abu-bakr N, Han L, Okamoto A, and Iwaku M. Color stability of compomer after immersion in various media. *J Esthet Restor Dent*, 12(5):258-263, 2000.
255. Adusumilli H, Avula JSS, Kakarla P, Bandi S, Mallela GMK, and Vallabhaneni K. Color stability of esthetic restorative materials used in pediatric dentistry: An in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*, 34(3):233, 2016.
256. Özdaş DÖ, Kazak M, Çilingir A, Subaşı MG, Tiryaki M, and Günel Ş. Color stability of composites after short-term oral simulation: An in vitro study. *Open Dent J*, 10:431, 2016.
257. EL-Sharkawy FM, Zaghloul NM, and Ell-kappaney AM. Effect of water absorption on color stability of different resin based restorative materials in vitro study. *Int J Compos Mater*, 2012.
258. Bayne SC, Thompson JY, Swift EJ, Stamatiades P, and Wilkerson M. A characterization of first-generation flowable composites. *J Am Dent Assoc*, 129(5):567-577, 1998.
259. Clelland NL, Pagnotto MP, Kerby RE, and Seghi RR. Relative wear of flowable and highly filled composite. *J Prosthet Dent*, 93(2):153-157, 2005.
260. Arregui M, Giner L, Ferrari M, and Mercadé M. Colour stability of self-adhesive flowable composites before and after storage in water. *Key Eng Mater*, 631:143-150, 2015.
261. Tian F, Yap AUJ, Wang X, and Gao X. Effect of staining solutions on color of pre-reacted glass-ionomer containing composites. *Dent Mater J*, 31(3):384-388, 2012.
262. Lu H, Roeder LB, and Powers JM. Effect of polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites. *J Esthet Restor Dent*, 15(5):297-304, 2003.
263. Topcu FT, Sahinkesen G, Yamanel K, Erdemir U, Oktay EA, and Ersahan S. Influence of different drinks on the colour stability of dental resin composites. *Eur J Dent*, 3(1):50, 2009.
264. Badra V, Faraoni J, Ramos R, and Palma-Dibb R. Influence of different beverages on the microhardness and surface roughness of resin composites. *Oper Dent*, 30(2):213-219, 2005.
265. Bansal K, Acharya SR, and Saraswathi V. Effect of alcoholic and non-alcoholic beverages on color stability and surface roughness of resin composites: An in vitro study. *J Conserv Dent*, 15(3):283, 2012.

8. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Seniha Güler

Doğum Yeri ve Tarihi: Elazığ, 05.03.1991

Medeni Hali: Bekar

Yabancı Dil: İngilizce

İletişim Adresi: Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Çocuk Diş Hekimliği Anabilim Dalı Merkez/SİVAS

Tel: +90 346 219 10 10

Faks: +90 346 219 12 37

E-posta Adresi: seniha09guler@gmail.com

Eğitim Bilgileri

Uzmanlık Eğitimi:	Cumhuriyet Üniversitesi Diş Hek. Fak.	2014 -halen
Lisans:	Selçuk Üniversitesi Diş Hek. Fak.	2009-2014
Lise:	Adnan Menderes Anadolu Lisesi	2005-2009