



**T.C. İSTANBUL SAĞLIK VE TEKNOLOJİ  
ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**FARKLI BİTİRME VE CİLALAMA SİSTEMLERİNİN  
BİYOAKTİF RESTORATİF MATERYALLERİN İYON  
SALINIMI VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ ÜZERİNE  
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

**SEDA SAYGILI ÖZAYDIN**

**TEZ DANIŞMANI**

**DR. ÖĞR. ÜYESİ GÜLCE ESENTÜRK**

**İKİNCİ TEZ DANIŞMANI**

**DOÇ. DR. MELTEM MERT EREN**

**PEDODONTİ ANABİLİM DALI**

**PEDODONTİ DOKTORA PROGRAMI**

**İSTANBUL/2025**



T.C. İSTANBUL SAĞLIK VE TEKNOLOJİ  
ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

**FARKLI BİTİRME VE CİLALAMA SİSTEMLERİNİN  
BİYOAKTİF RESTORATİF MATERYALLERİN İYON  
SALINIMI VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ ÜZERİNE  
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

SEDA SAYGILI ÖZAYDIN

TEZ DANIŞMANI

DR. ÖĞR. ÜYESİ GÜLCE ESENTÜRK

İKİNCİ TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. MELTEM MERT EREN

PEDODONTİ ANABİLİM DALI

PEDODONTİ DOKTORA PROGRAMI

İSTANBUL/2025

## BEYAN

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bulguların sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı bu çalışma kapsamında elde edilmeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; çalışmamın İstanbul Sağlık ve Teknoloji Üniversitesinde kullanılan "bilimsel intihal tespit programı ile tarandığını ve öngörülen standartları karşıladığını" beyan ederim.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Öğrencinin Adı Soyadı

Seda Saygılı Özaydın

## TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince ve tezimin her aşamasında desteğini, yardımını ve bilgilerini esirgemeyen, tecrübeleri ile bana her daim yol gösteren, tezimin hazırlanmasında gösterdiği rehberlik ve sabır için değerli hocam ve tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Gülce Esentürk'e,

Tez aşamalarında yardım ve bilgilerini esirgemeyen, tecrübeleri ile her zaman rehberlik eden değerli hocam ve ikinci tez danışmanım Doç. Dr. Meltem Mert Eren'e,

Doktora eğitimim süresince emek ve bilgilerini esirgemeyen, bilimsel ve mesleki tecrübeleri ile her daim yol gösterip ufku açan, öğrencisi olma fırsatını yakaladığım için hayatım boyunca çok büyük mutluluk ve onur duyacağım değerli hocalarım Prof. Dr. Buğra Özen, Prof. Dr. Zafer Çehreli, Prof. Dr. Elif Bahar Tuna İnce, Prof. Dr. Ceyhan Altun, Doç. Dr. Nilüfer Üstün, Doç. Dr. Banu Öter, Doç. Dr. Barış Karabulut, Dr. Öğr. Üyesi Gizem Yoğurucu Değerli ve diğer hocalarıma,

Dostluklarını ve desteklerini her zaman hissettiğim asistan arkadaşlarım; Dt. Yasemin Vural, Dt. Elif Altındal, Dt. Saliha Yağmur Yıldız ve birlikte çalışmaktan zevk aldığım tüm asistan arkadaşlarıma,

Tez çalışmalarımda desteğini eksik etmeyen değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Yasemin Yücel Yücel ve Arş. Gör. Emine Şen'e

Sonsuz emek, sevgi ve destekleriyle beni bugüne getiren ve her zaman yanımda olan canım aileme,

Doktora eğitimim boyunca desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, benimle birlikte her zorluğa göğüs geren canım eşime,

Sonsuz teşekkürlerimle...

# İÇİNDEKİLER LİSTESİ

BEYAN.....	i
TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
KISALTMALAR VE SEMBOLLER LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Kompozit Resinler.....	3
2.1.1. Polimerizasyon yöntemlerine göre kompozit resinlerin sınıflandırılması.....	4
2.1.1.1. Kimyasal olarak polimerize olan kompozit resinler.....	4
2.1.1.2. Görünür ışık ile polimerize olan kompozit resinler.....	4
2.1.1.3. Kimyasal olarak ve görünür ışıkla polimerize olan (dual cure) kompozit resinler.....	5
2.1.2. Doldurucu partikül boyutuna göre kompozit resinlerin sınıflandırılması.....	5
2.1.2.1. Geleneksel-Makrofil kompozit resinler.....	5
2.1.2.2. Mikrofil kompozit resinler.....	6
2.1.2.3. Nanofil kompozit resinler.....	6
2.1.2.4. Hibrit kompozit resinler.....	6
2.1.2.5. Mikrohibrit kompozit resinler.....	7
2.1.2.6. Bulk fill kompozit resinler.....	7
2.1.3. İyon salabilen kompozit resinler.....	8
2.1.3.1. Alkasitler.....	9
2.2. Cam iyonomer simanlar.....	10
2.2.1. Geleneksel cam iyonomer simanlar.....	10
2.2.2. Resin modifiye cam iyonomer simanlar.....	13
2.2.3. Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar.....	13
2.2.3.1. Cam hibrit restoratif materyaller.....	14

2.2.4. Poliasit modifiye kompozit rezinler (Kompomerler).....	15
2.2.5. Giomerler.....	17
2.3. Restoratif materyallere uygulanan bitirme ve cilalama işlemleri.....	18
2.3.1. Bitirme ve cilalama işleminde kullanılan materyallerde bulunan aşındırıcı tipleri ve bileşenleri.....	19
2.3.1.1. Alüminyum oksit.....	19
2.3.1.2. Karbit bileşenleri.....	19
2.3.1.3. Elmas aşındırıcılar.....	19
2.3.1.4. Silikon dioksit aşındırıcılar.....	20
2.3.1.5. Zirkonyum oksit aşındırıcılar.....	20
2.3.2. Bitirme ve cilalama materyalleri.....	20
2.3.2.1. Elmas frezler.....	20
2.3.2.2. Karbit frezler.....	20
2.3.2.3. Taşlar.....	21
2.3.2.4. Abraziv kaplı bitim cilalama diskleri ve stripler.....	21
2.3.2.5. Zayıf aşındırıcı cila patları.....	21
2.3.2.6. Lastik frezler.....	22
2.3.2.7. Rezin içerikli cila materyalleri.....	22
2.4. Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü özellikleri.....	23
2.5. Biyoaktif restoratif materyallerin iyon salınım özellikleri ve etkileri.....	25
2.5.1. İyon salınımının iyon selektif elektrod yöntemi ile ölçülmesi.....	27
2.6. Ağız içi koşulları taklit etmek amacıyla uygulanan test yöntemleri.....	28
2.6.1. Termal siklus ile yaşlandırma yöntemi.....	28
2.6.1.1. Sıcaklık.....	29
2.6.1.2. Bekleme süresi.....	29
2.6.1.3. Döngü sayısı.....	29
2.6.2. Sıvılarda bekletme ile yaşlandırma yöntemi.....	30
2.6.3. Okluzal yükleme ile yaşlandırma yöntemi.....	30
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM.....</b>	<b>31</b>
3.1. Örneklem hacminin belirlenmesi.....	31
3.2. Örneklerin hazırlanması.....	31
3.3. Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri.....	37
3.4. Flor salınım deneyi.....	38

3.5. Kalsiyum salınım deneyi.....	39
3.6. Termal siklus uygulaması.....	40
3.7. İstatiksel değerlendirme.....	40
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>42</b>
4.1. Flor salınım deneyi ile ilgili bulgular.....	42
4.1.1. Flor iyon salınımının tüm izlem zamanlarına göre karşılaştırılması... ..	42
4.1.2. Flor iyon salınımının 1.-28. gün karşılaştırması.....	51
4.1.3. Flor iyon salınımının 1-T.S.S. karşılaştırması.....	53
4.2. Kalsiyum salınım deneyi ile ilgili bulgular.....	56
4.2.1. Kalsiyum iyon salınımının tüm izlem zamanlarına göre karşılaştırılması.....	56
4.2.2. Kalsiyum iyon salınımının 1.-28. gün karşılaştırması.....	65
4.2.3. Kalsiyum iyon salınımının 1-T.S.S. karşılaştırması.....	66
4.3. Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri ile ilgili bulgular.....	69
<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>79</b>
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>99</b>
<b>7. KAYNAKLAR.....</b>	<b>101</b>
<b>8. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>118</b>

## KISALTMALAR VE SEMBOLLER LİSTESİ

ART	Atraumatik Restoratif Tedavi
ASPA	Aluminosilikat Poliakrilik Asit
Bis-EMA	Etoksi BisfenolA-dimetakrilat
Bis-GMA	Bisfenol Glisidil Metakrilat
BHT	Bütil Hidroksi Toluen
Ca <sup>2+</sup>	Kalsiyum
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	Kalsiyum Fosfat
CİS	Cam İyonomer Simanlar
Cl <sup>-</sup>	Klor
cm	Santimetre
-COOH	Karboksilik Asit
CQ	Kamforokinon
DCP	Trisiklodekan-dimetanol Dimetakrilat
F <sup>-</sup>	Flor
FAS	Flouroaluminasilikat
HEMA	2-Hidroksietil Metakrilat
ISE	İyon Selektif Elektrot
ISO	Uluslararası Standardizasyon Örgütü
K <sup>+</sup>	Potasyum
mm	Milimetre
Na <sup>+</sup>	Sodyum
nm	Nanometre
OH <sup>-</sup>	Hidroksil
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Fosfat
PEG-400 DMA	Polietilen glikol-400 Dimetakrilat
ppm	Parts per million (milyonda bir birim)
R <sub>a</sub>	Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü Değeri
rpm	Dakikadaki devir sayısı
S-PRG	Yüzey reaksiyonuna girmiş cam doldurucu

TCB	Karboksilik asitten modifiye dimetakrilat
TEG-DMA	Trietilen Glikol Dimetakrilat
THFMA	Tetrahidrofurfuril Metakrilat
TISAB	Toplam İyonik Gücü Ayarlama Tampon Çözeltisi
TMPTMA	Trimetilolpropan trimetakrilat
TSS	Termal siklus sonrası
UDMA	Üretan Dimetakrilat
UV	Ultraviyole
°C	Santigrat derece
µm	Mikrometre
%	Yüzde İşareti
=	Eşittir
>	Büyüktür İşareti
<	Küçüktür İşareti
±	Artı Eksi İşareti

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan restoratif materyaller.....	32
Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan bitirme ve cilalama sistemleri.....	33
Şekil 3.3. Deney akış şeması.....	36
Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı.....	37
Şekil 3.5. Flor ve kalsiyum salınım ölçümlerinin yapıldığı iyonmetre cihazı.....	38
Şekil 3.6. Çalışmada kullanılan termal siklus cihazı.....	40
Şekil 4.1. Filtek Z250 grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen flor salınım miktarlarının dağılımı.....	43
Şekil 4.2. Fuji IX grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen flor salınım miktarlarının dağılımı.....	43
Şekil 4.3. Dyract XP grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen flor salınım miktarlarının dağılımı.....	44
Şekil 4.4. Equia Forte HT grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen flor salınım miktarlarının dağılımı.....	45
Şekil 4.5. Beautifil II grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen flor salınım miktarlarının dağılımı.....	45
Şekil 4.6. Activa Bioactive grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen flor salınım miktarlarının dağılımı.....	46
Şekil 4.7. Cention N grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen flor salınım miktarlarının dağılımı.....	47
Şekil 4.8. Cention Forte grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen flor salınım miktarlarının dağılımı.....	47
Şekil 4.9. Filtek Z250 grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen kalsiyum salınım miktarlarının dağılımı.....	57
Şekil 4.10. Fuji IX grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen kalsiyum salınım miktarlarının dağılımı.....	57
Şekil 4.11. Dyract XP grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen kalsiyum salınım miktarlarının dağılımı.....	58
Şekil 4.12. Equia Forte HT grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen kalsiyum salınım miktarlarının dağılımı.....	58
Şekil 4.13. Beautifil II grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen kalsiyum salınım miktarlarının dağılımı.....	59

Şekil 4.14. Activa Bioactive grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen kalsiyum salınım miktarlarının dağılımı.....	59
Şekil 4.15. Cention N grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen kalsiyum salınım miktarlarının dağılımı.....	60
Şekil 4.16. Cention Forte grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen kalsiyum salınım miktarlarının dağılımı.....	60
Şekil 4.17. Mylar bant alt grubunda yer alan tüm materyal örneklerin 1. gün, 28. gün ve TSS yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin dağılım grafiği.....	75
Şekil 4.18. Coat alt grubunda yer alan tüm materyal örneklerin 1. gün, 28. gün ve TSS yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin dağılım grafiği.....	75
Şekil 4.19. Diacomp Plus alt grubunda yer alan tüm materyal örneklerin 1. gün, 28. gün ve TSS yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin dağılım grafiği.....	75
Şekil 4.20. Ecocomp alt grubunda yer alan tüm materyal örneklerin 1. gün, 28. gün ve TSS yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin dağılım grafiği.....	76
Şekil 4.21. Sof-Lex alt grubunda yer alan tüm materyal örneklerin 1. gün, 28. gün ve TSS yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin dağılım grafiği.....	76

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Çalışmada kullanılan restoratif materyallerin kimyasal içerikleri.....	34
Tablo 3.2. Çalışmada kullanılan bitirme ve cilalama sistemlerinin içerikleri.....	35
Tablo 4.1. Materyal ve bitirme-cilalama sistemleri türleri içerisinde izlem zamanlarına göre flor iyon salınımları.....	48
Tablo 4.2. Materyal ve bitirme-cilalama sistemleri türlerine göre 1.gün, 28.gün ve TSS flor iyon salınımları.....	51
Tablo 4.3. Materyal ve bitirme-cilalama sistemleri türlerine göre herhangi iki izlem zamanı arasında flor iyon salınımlarında meydana gelen değişimler.....	55
Tablo 4.4. Materyal ve bitirme-cilalama sistemleri türleri içerisinde izlem zamanlarına göre kalsiyum iyon salınımları.....	61
Tablo 4.5. Materyal ve bitirme-cilalama sistemleri türlerine göre 1.gün, 28.gün ve TSS kalsiyum iyon salınımları.....	64
Tablo 4.6. Materyal ve bitirme-cilalama sistemleri türlerine göre herhangi iki izlem zamanı arasında kalsiyum iyon salınımlarında meydana gelen değişimler.....	68
Tablo 4.7. Materyal ve bitirme-cilalama sistemleri türleri içerisinde izlem zamanlarına göre pürüzlülük düzeyleri.....	71
Tablo 4.8. Materyal ve bitirme-cilalama sistemi türlerine göre 1.gün, 28.gün ve TSS yüzey pürüzlülüğü.....	73
Tablo 4.9. Materyal ve bitirme-cilalama sistemleri türlerine göre zaman içerisinde pürüzlülük düzeylerinde meydana gelen değişimler.....	74
Tablo 4.10. Materyal ve polisaj türlerine göre 1.günden 28.güne ve 1.günden TSS dönemine kadar geçen zaman içerisinde flor salınımlarında meydana gelen değişim ile pürüzlülük düzeylerinde meydana gelen değişimler arasındaki korelasyon katsayısı ve önemlilik düzeyleri.....	77
Tablo 4.11. Materyal ve polisaj türlerine göre 1.günden 28.güne ve 1.günden TSS dönemine kadar geçen zaman içerisinde kalsiyum salınımlarında meydana gelen değişim ile pürüzlülük düzeylerinde meydana gelen değişimler arasındaki korelasyon katsayısı ve önemlilik düzeyleri.....	78

## ÖZET

**SAYGILI ÖZAYDIN, S. Farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin biyoaktif restoratif materyallerin iyon salınımı ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerinin incelenmesi. İstanbul Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Pedodonti ABD, Doktora Tezi, İstanbul, 2025.** Bu çalışma, dört farklı bitirme ve cilalama sisteminin sekiz farklı restoratif materyal üzerindeki flor ve kalsiyum iyon salınımı ile yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Her restoratif materyal grubu, uygulanacak bitirme-cilalama sistemine göre beş alt gruba ayrılmıştır (n=10/grup). Başlangıç ve 28. gün yüzey pürüzlülüğü ölçümleri mekanik profilometre ile, flor ve kalsiyum salınım düzeyleri ise 1., 2., 7., 14. ve 28. günlerde iyon-selektif elektrot (ISE) yöntemiyle değerlendirilmiştir. Ardından materyaller 5000 devirlik termal siklusa (TSS) tabi tutulmuş ve son flor, kalsiyum salınımı ile yüzey pürüzlülük değerleri ölçülmüştür. Verilerin istatistiksel incelenmesinde Kolmogorov-Smirnov testi, Levene testi, Wilcoxon İşaret testi, Friedman testi, Dunn-Bonferroni çoklu karşılaştırma testi, Kruskal Wallis testi kullanılmıştır.  $p<0,05$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Termal yaşlandırma sonrasında, genel olarak flor ve kalsiyum salınım düzeylerinde anlamlı azalmalar gözlenmiştir. Özellikle Equia Forte HT ve Filtek Z250 dışındaki tüm gruplarda, TSS sonrası flor salınımı 1. güne göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşmüştür ( $p<0,00125$ ). Ayrıca, Fuji IX, Dyract XP ve Cention N gruplarında, bu düşüş 14. gün değerlerine kıyasla da anlamlı bulunmuştur ( $p<0,00125$ ). Kalsiyum salınımı açısından bakıldığında; Cention N ve Cention Forte gruplarının neredeyse tüm alt gruplarında, TSS döneminde 2. ve 7. gün değerlerine kıyasla anlamlı azalmalar tespit edilmiştir ( $p<0,00125$ ). Diğer yandan, G-Coat Plus alt grubu hariç Beautifil II, Fuji IX ve Activa gruplarında, TSS kalsiyum salınımı 28. güne göre artış göstermiştir ( $p<0,00125$ ). Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri değerlendirildiğinde, materyal ve cilalama sistemleri arasında 1. gün, 28. gün ve TSS ölçümleri arasında genel anlamda anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,00625$ ;  $p>0,010$ ). Ancak bazı kombinasyonlarda belirgin farklar kaydedilmiştir. Buna göre, 1. gün ölçümlerinde Beautifil II hariç tüm materyallerde Ecocomp sistemi, Mylar bant grubuna göre daha yüksek pürüzlülük üretmiştir ( $p<0,00208$ ). 28. gün ve TSS sonrası ölçümlerde de Ecocomp sisteminin özellikle Activa, Cention N, Beautifil II ve Fuji IX gibi materyallerde daha yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri oluşturduğu görülmüştür ( $p<0,00208$ ). Ayrıca bazı gruplarda Diacomplus sistemi de benzer şekilde

yüksek pürüzlülük göstermiştir. Son olarak, flor ve kalsiyum salınımındaki zaman içi değişim ile yüzey pürüzlülüğü düzeyleri arasındaki ilişki incelendiğinde, istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon saptanmamıştır. Bu bulgu, iyon salınımı ve yüzey karakteristiklerinin birbirinden bağımsız değişebileceğini düşündürmektedir. Bu çalışma, farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin restoratif materyallerin flor ve kalsiyum salınımı ile yüzey pürüzlülüğü üzerine anlamlı etkiler oluşturduğunu, ancak bu iki parametre arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulunmadığını ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** biyoaktif restoratif materyaller; iyon salınımı; yüzey pürüzlülüğü; bitirme ve cilalama sistemleri

## ABSTRACT

**SAYGILI OZAYDIN, S. Investigation of the effects of different finishing and polishing systems on ion release and surface roughness of bioactive restorative materials. Istanbul Health and Technology University, Institute of Postgraduate Education, Pedodontics Department, PhD Thesis, Istanbul, 2025.** This study was conducted to comparatively evaluate the effects of four different finishing and polishing systems on fluoride and calcium ion release and surface roughness of eight different restorative materials. Each restorative material group was divided into five subgroups according to the finishing and polishing system to be applied (n=10/group). Initial and 28-day surface roughness measurements were performed with a mechanical profilometer, while fluoride and calcium release levels were assessed on days 1, 2, 7, 14, and 28 using an ion-selective electrode (ISE) method. Subsequently, the materials were subjected to 5000 thermal cycles (TC), and the final fluoride, calcium release, and surface roughness values were measured. Statistical analysis of the data was performed using the Kolmogorov-Smirnov test, Levene test, Wilcoxon Signed-Rank test, Friedman test, Dunn-Bonferroni multiple comparison test, and Kruskal-Wallis test. Results were considered statistically significant at  $p < 0.05$ . After thermal aging, significant decreases in fluoride and calcium ion release levels were generally observed. Specifically, in all groups except Equia Forte HT and Filtek Z250, fluoride release after TC was statistically significantly lower compared to day 1 ( $p < 0.00125$ ). Furthermore, in the Fuji IX, Dyract XP, and Cention N groups, this decrease was also significant compared to the day 14 values ( $p < 0.00125$ ). Regarding calcium release, significant decreases were detected in almost all subgroups of the Cention N and Cention Forte groups after TC, when compared to the day 2 and day 7 values ( $p < 0.00125$ ). Conversely, in the Beautifil II, Fuji IX, and Activa groups, excluding the G-Coat Plus subgroup, TC calcium release increased compared to the day 28 values ( $p < 0.00125$ ). Evaluation of the surface roughness measurements revealed no overall significant difference among the materials and polishing systems at day 1, day 28, and post-TC measurements ( $p > 0.00625$ ,  $p > 0.010$ ). However, notable differences were recorded in some combinations. According to the day 1 measurements, the Ecocomp system produced higher roughness than the Mylar strip group in all materials except Beautifil II ( $p < 0.00208$ ). In the day 28 and post-TC measurements, the Ecocomp system was also observed to create higher surface roughness values, particularly in materials like Activa, Cention N, Beautifil II, and Fuji IX

( $p < 0.00208$ ). Similarly, some groups with the Diacomp Plus system also exhibited high roughness. Finally, when the relationship between the time-dependent changes in fluoride and calcium release and the surface roughness levels was examined, no statistically significant correlation was found. This finding suggests that ion release and surface characteristics may change independently of each other. This study revealed that different finishing and polishing systems have significant effects on the fluoride and calcium ion release as well as the surface roughness of restorative materials; however, no statistically significant correlation was found between these two parameters.

**Keywords:** bioactive restorative materials; ion release; surface roughness; finishing and polishing systems.

# 1. GİRİŞ

Diş çürükleri, dünya genelinde çocukluk çağında görülen en yaygın kronik hastalıklardan biri olarak önemli bir sağlık sorunu oluşturmaktadır ve çürüğün önlenmesi ve tedavisinde çocuk diş hekimliği temel rol oynamaktadır. Çürük oluşumu ile ilişkili temel faktörler arasında kariyojenik biyofilm varlığı, fermente olabilen karbonhidratların sürekli alımı ve diş dokusundan mineral kaybı yer almaktadır (1, 2). Buna ek olarak, kullanılan restoratif materyallerin yüzey özellikleri, içeriklerinden salınan bileşenler ile antibakteriyel özelliklerinin yetersizliği, materyal yüzeylerinde kariyojenik bakterilerin kolonize olmasını ve biyofilm oluşumunu kolaylaştırabilir (3). Son yıllarda diş dokusunu yalnızca mekanik olarak onarmakla kalmayıp, biyolojik olarak da destek sağlayan biyoaktif restoratif materyaller geliştirilmiştir (4). Bu restoratif materyaller, flor ve kalsiyum iyonları gibi terapötik iyonları kontrollü şekilde salarak dental dokuların demineralizasyonu önleyip, remineralizasyonu teşvik edebilir. Böylece çürük ilerlemesini durdurmaya yardımcı olabilir (5).

Fizyolojik koşullarda, tükürükteki kalsiyum (Ca) ve fosfat iyonları, diş mineral içeriğine kıyasla doymuş konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Bu iyonların giriş-çıkış dengesi, oral kavitedeki asidik etkileşimler sonrası oluşan pH değişimini tamponlayarak nötralize eder. Aynı zamanda tükürük, florür, kalsiyum ve fosfat gibi temel iyonların taşıyıcısıdır (6). Düşük pH seviyelerinde tükürük, kalsiyum ve fosfat açısından doygunluğunu kaybederek dental dokularda demineralizasyonu başlatabilir. Bu nedenle kalsiyum, fosfat ve florür iyonu salan materyallerin geliştirilmesi, asidik saldırı sırasında diş-materyal arayüzünde oluşan mikro ortamın bu iyonlarla süpersatüre edilme ilkesine dayanmaktadır. Restoratif materyallerin oluşturduğu bu iyon tepkisi demineralizasyonu önleyerek remineralizasyonu teşvik eder (7).

Flor iyonu, çürük önleyici etkisi en çok bilinen iyonlardan biridir. Mine yüzeyinde florapatit oluşumunu teşvik eder, demineralizasyonu azaltır ve çürük aktivitesini baskılar (8, 9). Kalsiyum iyonu ise flor ile birlikte remineralizasyon sürecinde kritik rol oynayarak diş sert dokularının mineral içeriğini destekler ve çürüğe karşı koruyucu bir bariyer oluşturur (9, 10). Bu nedenle, restoratif materyallerden salınan flor ve kalsiyum iyon miktarı, materyalin biyolojik etkinliği ve uzun dönem başarısı açısından büyük önem taşımaktadır.

Restoratif materyallerin biyolojik performansının yanı sıra yüzey özellikleri de önemlidir. Yüzey pürüzlülüğü, restorasyonun estetiği, plak oluşumuna direnç kapasitesi ve biyolojik uyumluluğu açısından kritik bir faktördür. Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğünün artması biyofilm kontrolünü zorlaştırabilir ve çürük oluşumu riskini artırabilir (11, 12). Bu nedenle, restoratif materyallerin yüzeyi uygun bitirme ve cilalama sistemleriyle düzeltilmeli ve optimize edilmelidir.

Ağız ortamında bulunan restoratif materyaller sıcak ve soğuk gıdaların tüketimiyle oluşan sürekli sıcaklık değişimlerine maruz kalmaktadır. Bu termal değişiklikler, diş dokusu ve restoratif materyal arasındaki termal genleşme katsayılarının farklı olmasına bağlı olarak mekanik gerilimlere neden olup, zamanla restorasyon sınırlarında marjinal bozulma ve mikrosızıntıya yol açabilir. Termal siklus, restoratif materyallerin bu oral stresleri taklit etmek için kullanılan standart bir in vitro yaşlandırma yöntemidir ve materyallerin sıcak ve soğuk su banyolarında dönüşümlü olarak belirli sayıda siklusa maruz bırakılması esasına dayanır. Bu yöntemin yaşlandırma koşullarını simüle etmede etkin olduğu bildirilmiştir (13, 14). Termal siklusun deneysel protokollere dahil edilmesi, restoratif materyallerin yaşlanmaya karşı dirençlerinin, boyutsal stabilitelerinin ve uzun süreli iyon salınım kapasitelerinin değerlendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (15, 16).

Bu çalışmada dört farklı bitirme ve cilalama sistemi uygulamasının, sekiz farklı restoratif materyal grubunun flor, kalsiyum salınımı ve yüzey pürüzlülüğü üzerine olan etkilerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın sonuçlarının, klinik uygulamalarda yalnızca mekanik açıdan değil, biyolojik etkinlik açısından da uygun materyal ile bitirme ve cilalama sistemi kombinasyonunun belirlenmesine katkı sağlayacağı öngörülmüştür. Bu çalışmada üç başlangıç hipotezi test edilmiştir:

H<sub>01</sub>: Farklı bitirme ve cilalama sistemleri uygulanan biyoaktif restoratif materyallerde, 1.–28. gün ile 1. gün–termal siklus sonrası dönem arasındaki zamana bağlı flor iyonu salınım değişimi bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

H<sub>02</sub>: Farklı bitirme ve cilalama sistemleri uygulanan biyoaktif restoratif materyallerde, 1.–28. gün ile 1. gün–termal siklus sonrası dönem arasındaki zamana bağlı kalsiyum iyonu salınım değişimi bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

H<sub>1</sub>: Farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin uygulanması, biyoaktif restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmaktadır.

## 2. GENEL BİLGİLER

Dental rezin restorasyonlar için biyoaktif materyallerin geliştirilmesi, diş hekimliğinde yükselen bir araştırma alanıdır. Bu yaklaşım, restore edilmiş dişlerin çevresinde yeniden oluşan çürük lezyonlarının azaltılmasına yönelik önleyici ve tedavi edici stratejilerin geliştirilmesine ilham vermektedir (4). Sekonder çürük oluşumu dental restorasyonların klinik ömrünü sınırlandıran en yaygın komplikasyonlardan biridir (17). Direkt restorasyonlar için ilk olarak tercih edilen materyal olan kompozit rezinler, sekonder çürük nedeniyle artan başarısızlık oranlarıyla karşı karşıya kalmaktadır (18).

### 2.1. Kompozit Reziner

1960'ların başlarında geliştirilen rezin bazlı kompozitler, akrilik ve silikatlara kıyasla daha yüksek mekanik özellikler ortaya koymuştur. Polimerizasyon sırasında düşük termal genişleme katsayısı, düşük boyutsal değişim ve yüksek aşınma direnci göstermesi klinik performans yönünden bu materyali önemli ölçüde öne çıkarmıştır (19).

Diş hekimliğinde kullanılan kompozit rezinler; (1) çapraz bağlı polimer rezin matriksi, (2) cam, silika, kristal, metal oksit gibi rezin güçlendirici partiküller, (3) kısa lifler veya bunların kombinasyonlarından oluşan doldurucular olmak üzere üç ana bileşenden oluşur. Ayrıca içeriklerinde yumuşak ve şekillendirilebilir dolgu malzemesini sert, dayanıklı bir restorasyona dönüştüren aktivatör–başlatıcı sistem ve diş rengine uyum sağlamak için pigment kombinasyonları bulunmaktadır. Diğer katkı maddeleri arasında renk stabilitesini artırmak için ultraviyole (UV) emiciler, kimyasal olarak aktive edilen rezinlerin depolama ömrünü uzatmak ve çalışma süresini artırmak için inhibitörler ve performans, görünüm ve dayanıklılığı geliştiren bileşenler yer almaktadır (20).

Rezin matriksinin bileşimi, materyalin özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Günümüzde mevcut olan kompozit materyallerin rezin matriksi genellikle Bisfenol glisidil metakrilat (bis-GMA), üretan dimetakrilat (UDMA) ve bir seyreltici olarak eklenen düşük viskoziteli trietilen glikol dimetakrilat (TEG-DMA) kombinasyonlarına dayanmaktadır (21).

Makrodolduruculu materyallerin arasında eritilmiş silika parçacıkları, kristalin kuvars, baryum, stronsiyum ve zirkonyum silikat camı gibi yumuşak camlar bulunmaktadır. Çok amaçlı kompozitlerin ağırlıkça %70 ile %80'ini oluşturan bu parçacıklar, materyalin

fiziksel ve mekanik özelliklerini artırır. Doldurucusuz akrilik rezinlerle karşılaştırıldığında kompozit rezinler, sertlik ve dayanıklılıklarındaki artış ile daha az termal genleşme katsayıları ve polimerizasyon büzülmesi göstermektedir (21).

### **2.1.1. Polimerizasyon türüne göre kompozit rezinlerin sınıflandırılması**

#### **2.1.1.1. Kimyasal olarak polimerize olan kompozit rezinler**

Kimyasal olarak aktive edilen self-cure rezinler iki adet pat formundaki materyalin karıştırılması ile diş yüzeyine uygulanırlar. Bu patlardan biri Benzoyl peroksit diğeri ise monomer ve N,N-dimetil-p-toluidin gibi aktivatör aromatik tersiyer amin içerir. İki pat birbiriyle karıştırıldığında, tersiyer aminler Benzoyl peroksiti aktive ederek serbest radikaller oluşturur ve polimerizasyonunu başlatırlar (20).

Karıştırma sırasında hava kabarcıklarının karışıma hapsolması, malzemenin gözenekliliğini artırarak zayıflamasına ve renklenmelere karşı daha hassas hale gelmesine neden olur. Benzer şekilde, aromatik amin hızlandırıcılar zamanla oksitlenerek sararmaya yol açabilir. Materyallerin eşit şekilde karıştırılması zor olduğu için oluşan düzensiz polimerizasyon reaksiyonları materyalin mekanik özelliklerinin zayıflamasına neden olur. Bu dezavantajlar karıştırma şırıngalarının kullanılmasıyla azaltılmaya çalışılmıştır. (20).

#### **2.1.1.2. Görünür ışık ile polimerize olan kompozit rezinler**

Kimyasal aktivasyonla ilişkili sorunların üstesinden gelmek için fotosensitif başlatıcı sistem ve aktivasyon için ışık kaynağı kullanan sistemler geliştirilmiştir. İlk ışıkla aktive edilen sistemler UV ışığı için tasarlanmıştır. Sonraki dönemlerde bu sistemler yerini görünür mavi ışıkla aktive edilen sistemlere bırakmıştır. Böylece ışıkla polimerize olan kompozitlerin kalitesinde önemli iyileştirmeler sağlanmıştır (20).

Kompozit rezinlerin içeriğindeki Kamforokinon (CQ), 400 ile 500 nanometre (nm) dalga boyundaki mavi ışığı emen ve yaygın olarak kullanılan bir fotosensitizördür. Işıkla polimerize olan rezinler yaklaşık 468 nm dalga boyunda mavi ışık bölgesine maruz kaldığında fotosensitizer uyarılarak amin ile etkileşime girer ve ekleme polimerizasyonunu başlatan serbest radikaller oluşturur. (22).

Işıkla sertleşen kompozit rezinler kimyasal olarak aktive olan rezinlerde oluşan poroziteleri önlemenin yanı sıra polimerizasyon başlamadan önce operatörün materyali manipule etmesine olanak tanır. 2 milimetre (mm) kalınlığındaki bir materyali ışıkla

polimerize etmek için 40 saniyeden az bir süre yeterliyken kimyasal polimerize olan materyallerde bu süre birkaç dakikayı bulmaktadır. Işıkla polimerize olan sistemler, kimyasal polimerize olan sistemlere kıyasla oksijen inhibisyonuna karşı daha az duyarlıdır. Bu avantajlar nedeniyle görünür ışıkla aktive edilen kompozitler kimyasal olarak aktive edilen materyallere kıyasla daha yaygın olarak kullanılmaktadır (20).

Işıkla polimerize olan kompozitlerin kendine özgü sınırlamaları da vardır. Kullanılan ışık kaynaklarının sınırlı penetrasyon derinliği nedeniyle, materyalin kalınlığı yaklaşık 2-3 mm'yi aştığında yerleştirme işleminin tabakalı olarak yapılması gerektiği belirtilmektedir. Bu nedenle sınıf II kavite preparasyonlarında olduğu gibi büyük restorasyonlar yaparken ışıkla polimerize olan kompozitlerin uygulaması daha fazla zaman alabilir. Bulk-fill kompozitlerin geliştirilmesiyle polimerizasyon derinliği en az 4 mm'ye çıkarılmıştır (23).

### **2.1.1.3. Kimyasal olarak ve görünür ışıkla polimerize olan (Dual Cure) kompozit rezinler**

Dual cure rezinler; kimyasal ve ışıkla polimerize olan rezinlerde görülen sorunları aşmak amacıyla her iki sistemdeki bileşenler bir araya getirilerek oluşturulmuştur. Dual cure rezinler, biri Benzoyl peroksit, diğeri ise aromatik tersiyer amin hızlandırıcı içeren ışıkla polimerize olan iki adet pattan oluşmaktadır (22).

Bu sistemin temel avantajı ışıkla polimerizasyon yetersiz kalsa bile polimerizasyon işleminin tam olarak tamamlanmasının garanti edilmesidir. Ana dezavantajı ise karıştırma nedeniyle oluşan porozitelerdir. Bu durum karıştırma şırıngalarının kullanımıyla büyük ölçüde aşılmıştır. Bununla birlikte, aromatik amin hızlandırıcıların kullanımı nedeniyle renk kararlılığı, ışıkla polimerize rezinlere kıyasla daha düşüktür (20).

### **2.1.2. Doldurucu partikül boyutuna göre kompozit rezinlerin sınıflandırılması**

#### **2.1.2.1. Geleneksel-Makrofil kompozit rezinler**

Bu kompozitler 8-40 µm (mikrometre) boyut aralığında cam veya silikadan oluşan makrodoldurucu partiküller içeren geleneksel kompozitlerdir. Büyük partikül boyutları nedeniyle viskozitesi daha düşük, ancak mekanik açıdan daha güçlü olma eğilimindedirler. Bu özelliklerinden dolayı yüksek stres altındaki alanlarda kullanılabilirler, ancak uygulanan bitirme ve cilalama işlemi sonrasında gözle görülür şekilde kaba bir katman oluşması bu kompozitlerin kullanımını sınırlandırmıştır (20).

#### **2.1.2.2. Mikrofil kompozit rezinler**

Mikrofil kompozitlerde, inorganik doldurucu miktarını artırmak için 10-100 nm boyutlarında inorganik kolloidal silika içeren rezin bazlı doldurucular kullanılır. Bu heterojen dolgu materyalleri, yaklaşık %50 hacim oranında silan ile işlem görmüş kolloidal silika mikrodoldurucuların, hafifçe yükseltilmiş bir sıcaklıkta monomere eklenmesi ve viskozitenin düşürülmesiyle elde edilen yüksek viskoziteli karışımların, büyük endüstriyel makineler kullanılarak işlenmesi ile üretilmektedir (20).

Mikrofil kompozitler, en cilalanabilir restoratif kompozitler arasında yer alırken, fiziksel ve mekanik özellikleri genellikle geleneksel kompozitlere göre daha zayıftır. Aşınmaya yatkın alanlarda uzun vadede mikrodolduruculu kompozitlerin kullanılması, kabul edilebilir klinik performansın ötesinde bir hızla bozulur ve aşınır. Mikrofil kompozitler, pürüzsüz yüzeylerde (sınıf III ve V) çürük lezyonlarını restore etmek için tercih edilen materyallerdir. Strese maruz kalan alanlarda kullanımını uygun görülmemektedir (20).

#### **2.1.2.3. Nanofil kompozit rezinler**

Son yıllarda kolloidal silika üretiminde kullanılan pirolitik çöktürme yönteminden farklı bir yöntemle 1-100 nm boyutlarında nanopartiküller üretilmiştir. Temel olarak bu partiküllerin boyutu homojen mikrodolduruculu kompozitlerdeki partiküllerle benzerdir. Homojen mikrofil kompozitlerdeki partiküller üç boyutlu aglomeralar veya ağlar halinde bulunarak viskoziteyi artırmaktadırlar. Nanofil kompozitlerdeki partiküller ise, çoğunlukla dağınık halde oldukları için viskozite üzerinde minimum etki yaratmaktadırlar. Bu özellik sayesinde nanofil kompozitler homojen mikrofil kompozitler gibi üstün cilalanabilirlik ve optik özelliklere sahiptir (19, 20). Bu materyallerin uygulanan çeşitli yüzey işlemleri sonrası, posterior bölgede stres taşıyan restorasyonlarda kullanım için gerekli mekanik özellikleri sağlaması beklenmektedir. Ancak bu özelliklerin henüz tam anlamıyla doğrulanmadığı belirtilmelidir (20).

#### **2.1.2.4. Hibrit kompozit rezinler**

Hibrit kompozitler, ortalama partikül boyutu 2-4 µm olan ince partiküller veya boyutu 0,04 ila 0,2 µm arasında değişen, %5-15 oranında, ve genellikle silika olan mikro partiküller olmak üzere iki farklı doldurucu tipiyle hazırlanır. Hibrit kompozitler, iyi klinik aşınma direnci ve mekanik özellikler gösterir. Stres taşıyan alanlarda kullanımları

uygundur, ancak zamanla yüzey cilalarını kaybederek yüzeyleri pürüzlü ve mat hale gelebilmektedir (20, 22).

Hibrit kompozitler; küçük partikül içeren kompozitlerin mekanik özellikleri ile büyük partikül içeren kompozitlerin daha iyi yüzey pürüzsüzlüğü özellikleri bir araya getirilerek formüle edilen karma doldurucu sistemlerdir. Bu nedenle estetik kaygıların baskın olduğu yüksek stres alanlarını (örneğin, insizal kenarlar ve küçük temas olmayan oklüzal kavite restorasyonları) restore etmek için de uygun olan genel amaçlı bir kompozit sınıfıdır. Hibrit kompozitler, sınıf IV bölgeler dahil olmak üzere anterior restorasyonlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (20).

#### **2.1.2.5. Mikrohibrit kompozit rezinler**

Mikrohibrit kompozitlerde daha düşük ortalama partikül boyutuna (0,04 ila 1 µm) sahip ince partiküller, mikro ince silika ile harmanlanmıştır. İnce partiküller, borosilikat cam, lityum, baryum alüminosilikat cam, stronsiyum veya çinko cam gibi camların, kuvarsın ya da seramik malzemelerin öğütülmesiyle elde edilmektedir. Partiküllerin bu şekilde düzensiz dağılımı yüksek doldurucu yüklemesi yapılabilmesini sağlarken, klinik uygulama sırasında iyi bir işlenebilirlik sunar. Mikrohibrit kompozitler hacimce %60 ile %70 oranında doldurucu içerebilir (19).

#### **2.1.2.6. Bulk-fill kompozit rezinler**

Işıkla polimerize olan kompozitlerin, iki mm'lik katmanlar halinde yerleştirilme gerekliliği bulunması ve polimerizasyon büzülme stresinden kaynaklanan marjinal boşluk oluşturmaları gibi dezavantajları bulunmaktadır. Bu eksikliklerin üstesinden gelmek için minimum dört mm'lik derinlikte polimerize olabilen bulk-fill kompozitler geliştirilmiştir.

Bulk-fill kompozitler genellikle universal kompozitler aralığında iyi mekanik özelliklere sahiptir. Bir çalışmada, akışkan bulk-fill kompozit rezin materyalin (SDR Flow, Dentsply DeTray, Konstanz, Almanya), dört mm'lik katmanlar halinde yerleştirilmesine rağmen, iki mm'lik katmanlar halinde uygulanan nanohibrit kompozit rezin (Ceram X, Dentsply DeTry, Konstanz, Almanya) kadar iyi performans gösterdiği ve bu durumun beş yıl boyunca klinik olarak doğrulandığı bildirilmiştir (23).

### 2.1.3. İyon salabilen kompozit rezinler

Son yıllarda iyon salınımı yapabilen biyomalzemelerin geliştirilmesi hem araştırmacıların hem de endüstrinin odak noktası olmaya devam etmektedir. Bu nedenle, yeni biyoaktif malzemelerin piyasaya sürülmesi sürekli olarak gerçekleşmektedir (24, 25).

ACTIVA BioACTIVE-Restorative (Pulpdent Corporation, Watertown, Mass., ABD) materyali 2014 yılında piyasaya tanıtılmış olup, üreticisi ve bazı araştırmacılar tarafından biyoaktif kompozit olarak adlandırılırken, farklı bir grup araştırmacı tarafından da rezin modifiye cam iyonomer siman olarak kabul edilmektedir (24).

Activa BioActive Restorative'in, likit kısmı yüksek viskoziteli ve rezin modifiye cam iyonomer simanlarda kullanılanlara benzer yüksek moleküler ağırlıklı poliakrilik asit içerir. İçeriğine üretan dimetakrilat monomerleri ve dimetakrilat fosfat eklenmiştir. Polimerizasyon reaksiyonunu başlatmak için materyalin içerisinde fotobaşlatıcılar ve kimyasal başlatıcılar bulunur. Doldurucu olarak rezin matriksi ile bağlanabilen ve materyalin aşınma direnci ile estetiğinde rol oynayan silanlanmış FAS ve silanlanmış nonreaktif doldurucular içerir. Bu materyalin polimerizasyonu dual cure olarak gerçekleşir. Materyal polimerize olurken ilk olarak asit-baz reaksiyonu oluşarak poliakrilik asit ile dimetakrilat fosfat monomerleri silanlanmış FAS dolduruculara saldırır. Bu asit-baz reaksiyonu cam iyonomer simanlarda tarif edilene benzer iyon salınımına neden olur (26).

Asit-baz reaksiyonunun yanı sıra karıştırma sırasında kimyasal polimerizasyon başlatıcıları tarafından bir rezin polimerizasyon reaksiyonu başlatılarak fotopolimerizasyon tamamlanır. Asit-baz reaksiyonu ile ortaya çıkan iyonlar ya dış ortama salınır ya da poliakrilik asitler arasında iyonik bağlar oluşturulur. Alüminyum gibi üç değerlikli iyonlar da poliakrilik asit ve dimetakrilat fosfat ile bağlanarak rezin ve iyonik ağları çapraz bağlar. Bu materyalde asit-baz ve rezin polimerizasyon reaksiyonları arasındaki rekabetle ilgili olarak rezin modifiye cam iyonomer simanlarda tarif edilen aynı mekanizmaların mevcut olduğu düşünülmektedir (27).

Başlangıçtaki eğilme dayanımı rezin modifiye cam iyonomer ve yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlardan daha üstündür. Kompozit rezinler, kompomer ve giomerlerle karşılaştırıldığında sonuçlar çelişkili ancak benzer görünmektedir (26).

Yapılan bir çalışmada, Activa BioActive Restorative'in flor salınımı, rezin modifiye cam iyonomer ve yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlardan daha düşük bulunurken kompomerler ve giomerler ile hem nicelik hem de nitelik olarak benzer sonuçlar göstermiştir. Başlangıçta bir salınım zirvesi olmamakla birlikte, flor ile yeniden şarj edilebilme kapasitesine sahiptir (28).

Kalsiyum ve flor salınımına ek olarak üretici tarafından fosfat salınımı yaptığı da belirtilmiştir. Bu iyon salınımının in vitro olarak alttaki diş sert dokularında remineralizasyonu indüklediği bulunmuştur. Bu nedenle Activa BioActive Restorative'in şu anda biyolojik olarak aktif bir malzeme olarak sınıflandırılmayacağı düşünülmektedir (5).

Bu materyal kullanılarak yapılan kısa vadeli iki klinik çalışma, posterior restorasyonlar için farklı sonuç bildirmektedir. Activa BioActive Restorative uygulanırken adeziv ajan kullanılmadığında elde edilen kısa vadeli sonuçlar çelişkili bulunmuştur. Bir çalışma kısa vadede iyi sonuçlar bildirirken, diğeri kabul edilemez bir başarısızlık oranı bildirmiştir (29, 30).

### **2.1.3.1. Alkasitler**

Son on yılda piyasaya yeni bir restoratif materyal olan Cention-N® (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Lihtenştayn) tanıtılmıştır. Bu malzeme, florür, kalsiyum ve hidroksil iyonlarının salınımını sağlayarak demineralizasyonunun önlenmesini hedeflemektedir (24, 25).

Cention-N®, alkasit kategorisinde bir malzeme olup, cam iyonomer simanlar ve kompozit rezinlerle bazı özellikleri paylaşıyor da hibrit malzeme kategorisinde sınıflandırılmaktadır. Toz kısmında; kalsiyum florosilikat cam, baryum-alüminyum silikat cam, kalsiyum-baryum-alüminyum florosilikat cam, iterbiyum triflorür, izofiller (kopolimer), bakır tuzu, tiyokarbamid, ivocerin, açıl fosfin oksit ve renk pigmenti bulunur. Materyalin likit bölümünde; trisiklodekandimetanol dimetakrilat (DCP), üretan dimetakrilat (UDMA), tetrametil-ksilen diüretan dimetakrilat (aromatik ve alifatik UDMA) ve polietilen glikol-400 dimetakrilat (PEG-400 DMA) monomerleri, polimerizasyon için başlatıcı ve stabilizer bulunmaktadır. Karıştırılması el ile yapılan materyal, dual cure özelliğe sahiptir. Bulk-fill kompozit rezinlerler gibi tabakalama tekniği yapılmadan da kullanılabilir. Materyal uygulanmadan önce adeziv ajan kullanma gerekliliği bulunmamaktadır (25, 31).

Cention N'nin yüksek iyon salım potansiyeli, yakın tarihli bir çalışmada doğrulanmıştır. On bir farklı iyon salımı yapan restoratif materyalin karşılaştırıldığı bu çalışmada, laktik asit ortamında Cention N'nin en yüksek kalsiyum salımı gerçekleştiren materyal olduğu gösterilmiştir. Aynı zamanda, florür ile yapılan yeniden yükleme sonrasında da tekrar kalsiyum salımı potansiyeli sergilemiştir (25, 32).

Son yıllarda, Cention N'deki toz-likit karıştırma prosedürü ile meydana gelebilecek klinisyene bağlı hataları ortadan kaldırmak amacıyla önceden dozlanmış kapsül formu olan Cention® Forte (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Lihtenştayn) piyasaya sürülmüştür (5, 25). Cention N ve Cention Forte; kalsiyum-baryum alümino-floro-silikat iyonmer camı ve bazik kalsiyum floro-silikat camı olmak üzere iki reaktif cam fazı içermektedir. Bu bazik cam fazı, iyon salımı yapan restoratif kompozitlerde doldurucu olarak önerilen diğer biyoaktif camlarla benzer şekilde bir bozunma (degradasyon) süreci geçirir. Ancak bu camın, "konvansiyonel" biyoaktif camlardan temel farkı, fosfat içermemesidir. Bununla birlikte, Cention'un iyon salım davranışı sadece bu cam fazından etkilenmemektedir. Yapıda bulunan İterbiyum triflorür varlığı da salım profilini etkilemekte, ancak bireysel bileşenlerin katkılarını ayırt etmeyi zorlaştırmaktadır (25, 33).

## **2.2. Cam iyonmer simanlar**

Cam iyonmer simanlar (CİS) Wilson A.D. ve Kent B.E. tarafından 1972 yılında geliştirilerek aluminosilikat poliakrilik asit (ASPA) adı altında tanıtılmış olup, silikat siman ve polikarboksilat simanın karıştırılması ile elde edilmiştir. ASPA, silikat simanların saydamlık ve flor salınımı, polikarboksilat simanların ise pulpa dokusunda irritasyona sebep olmama ve dişe kimyasal bağlanabilme özelliklerini bir araya getiren yeni bir siman olarak gösterilmiştir. Yüksek florür içeriğine sahip daha reaktif camların geliştirilmesi ve tartarik asidin sertleşme özelliklerini iyileştirme etkisinin bulunması, 1972'de ilk pratik cam iyonmer simanın ortaya çıkmasını sağlamıştır (34).

### **2.2.1. Geleneksel cam iyonmer simanlar**

Geleneksel cam iyonmer simanlar, toz ve likit formları karıştırılarak kullanılmaktadır. Bu simanların likit kısmı, su ile birlikte esas olarak poliakrilik asitten oluşmaktadır. Bu simanların içeriğine materyalin reaksiyonunu veya reolojik özelliklerini modifiye etmek için tartarik, itakonik, maleik veya trikarbalilik asit gibi diğer poliasitler de eklenebilir (35).

Simanın likit kısmı, çok sayıda iyonize karboksil fonksiyonel karboksilik asit ( $-COOH$ ) grubu içeren poliakrilik asitlerin sulu bir çözeltisi olarak tanımlanmaktadır. Bazı formülasyonlar asit gruplarını doğrudan toz haline getirilmiş formda siman içeriğine yerleştirebilir. Bu gruplar neredeyse tamamen su içeren likit tarafından ikincil olarak aktive edilir (36).

Geleneksel cam iyonmer simanların toz kısmı temel olarak reaktif flouro-alumina-silikat (FAS) doldurucular içermektedir. Bazı üreticiler tarafından seçilen bileşime bağlı olarak FAS dolduruculara stronsiyum, fosfat, çinko, kalsiyum veya sodyum gibi diğer elementler de eklenebilir (37). FAS doldurucular, materyali sertleştiren asit-baz reaksiyonunda görev almanın yanı sıra, materyalin nihai mekanik özelliklerinde de rol oynamaktadır. Piyasada bulunan geleneksel cam iyonmer simanlarda kullanılan FAS doldurucular, reaktivitelerini korumak amacıyla ve formülasyonlarında rezin bulunmaması nedeniyle silanlanmamışlardır (38, 39).

Cam iyonmer simanların toz ve likit formların karıştırılması sırasında asit-baz reaksiyonu başlar ve poliakrilik asit ile FAS doldurucular etkileşime girerek materyalin bileşimlerine göre iyon salınımı gerçekleştirir (40). Özellikle kalsiyum ve alüminyum iyonlarının salınımı, poliakrilik asitlerin iyonize karboksil iyonları ile iyonik bağlar oluşturarak jel reaksiyonu başlatır. Reaksiyon sırasında önce kalsiyum ardından alüminyum poliakrilat tuzları oluşur (41).

Reaksiyonun ilk birkaç dakikasında malzeme nem değişikliklerine karşı çok hassas olur (42). Gerçekleşen asit-baz reaksiyonu sonucu kısmen reaksiyona girmiş FAS doldurucuların yüzeyinde silisik jel oluşur. Oluşan bu jel doldurucuların matrikse iyi bir şekilde sabitlenmesini sağlayarak cam iyonmer simanların hidrolize olmasını ve çözünürlüklerini önemli ölçüde azaltır. Bu reaksiyon cam iyonmer simanların stabilitesi için esastır (36).

Cam iyonmer simanlarda sertleşme reaksiyonu çok yavaş gerçekleşmektedir. Kısa bir çalışma süresi olmasına rağmen kabul edilebilir mekanik özelliklerin elde edilmesi büyük ölçüde 24 saat sonra sağlanmaktadır. Sertleşme reaksiyonu birkaç hafta hatta aylar boyunca devam edebilir ve bu süreç olgunlaşma süreci olarak adlandırılır. Bu olgunlaşma süreci, matriksin yoğunlaşmasına ve flor difüzyonunun azalmasına neden olabilir. Ayrıca materyalin yapısındaki düşük toz-likit oranı daha yüksek çözünürlüğe sebep olarak iyon difüzyonunu kolaylaştırır ve flor salınımını artırabilir (36, 43, 44).

Geleneksel cam iyonomer simanlar düşük eğilme direnci ve yüksek aşınma eğilimine sahiptir (45, 46). Cam iyonomer simanların iyon salınımı FAS doldurucuların bileşimine bağlı olarak değişir. Flor, kalsiyum ve alüminyum iyonları salınan ana iyonlar olarak kabul edilir (47).

Yapılan çalışmaların çoğunda, geleneksel cam iyonomer simanlar incelenen materyaller arasında en yüksek flor salınımını yapan materyaller olarak bulunmuştur (48). Simanın yerleştirilmesinin ilk saatlerinde bir iyon salınım zirvesi gözlemlenmektedir. Bu süreç, cam parçacıkları ile poliakrilik asit arasındaki asit-baz reaksiyonunun çözünme fazı sırasında meydana gelmektedir. Bu salınım zamanla azalır ve bir plato seviyesine ulaşır. Bu ilk evre sonrası yavaş ve uzun süreli flor salınımı, hidrojel matrisi içerisindeki asidifiye su ile etkileşime giren cam doldurucu partiküllerden kaynaklanmaktadır (8, 44, 49).

İyon salınımının birçok in vitro çalışmada, alttaki diş dokularının remineralizasyonunu indüklediği bildirilmiştir (50). Cam iyonomer simanlar özellikle ağız ortamından flor iyonları ile kendini reşarj edebilme kapasitesine sahiptir (48, 51, 52). Bu nedenle geleneksel cam iyonomer simanlar biyolojik olarak aktif restoratif malzemeler olarak kabul edilebilir (24).

### **2.2.2. Rezin modifiye cam iyonomer simanlar**

Rezin modifiye cam iyonomer simanlar; cam iyonomer simanların asit baz reaksiyonları ile metakrilat monomerlerin polimerizasyonunun kombine edilmesiyle oluşmuştur (53). Rezin modifiye cam iyonomer simanlara geleneksel cam iyonomerlerde meydana gelen erken nem hassasiyetini azaltmak, mekanik özellikleri geliştirmek ve sertleşme süresini kısaltmak amacıyla monomerler (2-hidroksietil metakrilat (HEMA)) ve CQ gibi polimerizasyon başlatıcılar eklenir (48).

Rezin modifiye cam iyonomer simanların içeriğinde doldurucu olarak silanize FAS bulunmaktadır. Bu materyalin toz-sıvı karışımı ve kapsül olmak üzere iki ticari formu bulunmaktadır. Rezin modifiye cam iyonomer simanların polimerizasyonu, dual cure olarak gerçekleşmektedir. Materyalin toz-likit kısmı karıştırıldığında asit-baz reaksiyonu başlayarak ışık aktivasyonu ile polimerizasyon süreci tamamlanır. Rezin modifiye cam iyonomer simanlar, rezin içerikleri nedeniyle ışıkla polimerize olduklarından iki mm kalınlığından fazla uygulanması önerilmemektir. Bu sebeple bu materyal bulk fill

özelliğinde uygulanamamaktadır. Rezin modifiye cam iyonomer simanların polimerizasyonu iki aşamada gerçekleşse de bu iki reaksiyon birbirleriyle rekabet halindedir. Rezin polimerizasyonu başlar başlamaz, asit baz reaksiyonu sınırlandırılır (24).

Mustafa ve arkadaşlarının kalsiyum silikat bazlı siman, geleneksel cam iyonomer siman ve rezin modifiye cam iyonomer siman kullanarak materyallerin su emilimi, çözünme ve hidroskopik genleşmelerini değerlendirdikleri bir çalışmada, rezin modifiye cam iyonomer simanların, polimerizasyon reaksiyonu sonucu gerçekleşen asit-baz reaksiyonundan etkilenerek tepkimeye girmeyen HEMA monomerleri nedeniyle geleneksel cam iyonomer simandan daha fazla su emilimi yaptığı gözlenmiştir (54).

Bazı çalışmalarda, rezin modifiye cam iyonomer simanların, geleneksel ve yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlardan daha az florür salınımı yaptığı gözlenmiştir (55, 56) ve içeriğinde bulunan polimerize rezin matriksinin dış ortamla iyon değişimini sınırladığı belirtilmiştir (55).

### **2.2.3. Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar**

Atravmatik Restoratif Tedavi (ART), demineralize diş dokusunun sadece el aletleri kullanılarak çıkarılıp cam iyonomer simanlarla restore edildiği bir tekniktir. İlk etapta ART’de kullanılmaya başlanan bu materyalin daimi dişlerde kompozit rezinlere alternatif restoratif materyaller olmaları hedeflenmiştir (57).

Geleneksel CİS’lerin nem hassasiyetini azaltmak, mekanik özelliklerini ve aşınma direncini arttırmak, okluzal kuvvet karşılamayan Sınıf I ve Sınıf V restorasyonlarıyla sınırlı olan endikasyonlarını genişletmek amacıyla geliştirilmişlerdir (24).

Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar; geleneksel cam iyonomer simanların toz kısmındaki partikül boyutlarının küçültülmesiyle toz/likit oranının artırılması sonucu elde edilmiştir (58). Geleneksel CİS’ler gibi hızlı sertleşme reaksiyonu gösterecek de aşınma dirençleri, yüzey sertlikleri, eğilme ve sıkışma dayanıklılıkları daha yüksek bulunmuştur. Ağız sıvılarındaki çözünürlüğü oldukça düşük olan bu materyal grubunda cam partiküllerinin eklenmesiyle translusentlikleri artmıştır (59, 60).

Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar başlangıçta bir salınım zirvesi de dahil olmak üzere, geleneksel cam iyonomer simanlar ile benzer salınım ve reşarj mekanizmalarına sahiptirler. Ancak yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar genellikle geleneksel

muadillerine kıyasla daha az flor salınımı yapar. Yapılan in vitro çalışmalarda bu materyallerden salınan flor iyonlarının alttaki sert diş dokularının remineralizasyonunu indüklediği gösterilmiştir. Bu özellik sebebiyle yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar biyolojik olarak aktif restoratif materyaller olarak adlandırılmaktadır (48, 61).

Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar sertleşme reaksiyonunu hızla tamamladıkları için fiziksel özelliklerinin erken dönemde su ile temas halinde olumsuz etkilenmediği belirtilmiştir. Ancak, üreticiler tarafından yüksek viskoziteli cam iyonomerlerin yüzey koruyucu rezinlerle birlikte uygulanması önerilmektedir.

Yüksek viskoziteli cam iyonomer materyallere örnek olarak; Fuji IX (GC Corp, Tokyo, Japonya), Ketac Molar (3M ESPE, A.B.D.) ve ChemFil Molar (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Almanya) verilebilir (39).

#### **2.2.3.1. Cam hibrit restoratif materyaller**

Yakın zamanda cam hibritlerin tanıtılmasıyla cam iyonomer simanlar grubunun kullanım alanı genişlemiştir. Cam hibritler, geleneksel cam iyonomer simanlardan türetilmiş olup geleneksel cam iyonomer simanlara göre daha küçük ve daha reaktif silika partikülleri ile daha yüksek moleküler ağırlıklı asit molekülleri içermesi gibi belirgin bazı modifikasyonlara sahiptir. Cam hibritlerin geliştirilmesinde,  $Ca^{2+}$  iyonları yerine stronsiyum iyonlarının kullanılması dikkat çekici bir gelişmedir. Stronsiyum florür bileşiği, kalsiyum florür bileşiğine göre daha hızlı çözünür. Yapılan bu değişiklikler bu materyal grubundan daha fazla ve daha hızlı florür salınımına olanak tanımaktadır (62, 63). Bu yüzden bu materyaller güçlendirilmiş cam iyonomer simanlar olarak da adlandırılmaktadır.

Materyalin içeriğinde yapılan değişiklikler moleküllerin matriks çapraz bağlanmasını artırdığı ve bu matriks çapraz bağların artırılmasının materyalin eğilme direncini artırdığı düşünülmektedir (62). Cam hibrit materyalleri kullanılan restorasyonların bir rezin içerikli yüzey örtücü ile kaplanması restorasyonun aşınma direncini ve estetik görünümünü artırmaktadır. Yeni geliştirilmiş bu cam hibrit teknolojisinin iyon salınımını arttırdığı, materyale daha iyi mekanik özellikler kazandırarak aşınma direncini iyileştirdiği ve iyon salınımı ile çok daha güçlü bir matriks yapısı oluşturduğu öne sürülmektedir. Cam hibrit restoratif materyaller ile restore edilen dişlerin sekonder çürük hassasiyetine dair bilgiler net değildir (64).

Geleneksel CİS'lar stres alan bölgelerdeki küçük kavitelere kullanılırken cam hibrit restoratif materyallerin ise geniş kavitelere de kullanılabilmesi öne sürülmüştür. Eğilme dayanımı artırılan bu materyallerin posterior dişlerdeki geniş kavite restorasyonunda kullanımı ile ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır (64).

Günümüzde cam hibrit restoratif materyal olarak üretilen ilk ürün 2015 yılında geliştirilmiş olan EQUIA Forte Fil ve EQUIA Forte Coat'un birlikte kullanılmasından oluşan sistemdir. EQUIA Fil ile karşılaştırıldığında geniş kullanım alanlarına sahiptir. Sınıf I restorasyonlarda, stres alan ve almayan Sınıf II restorasyonlarda, geçici restorasyonlarda, Sınıf V ve kök yüzeyi restorasyonlarında kullanılabilir (65, 66).

Son yıllarda yeni bir cam hibrit restoratif materyal olarak geliştirilen Equia Forte HT, daha önceki versiyonlarına kıyasla önemli ilerlemeler sunmaktadır. Bu sistem yapısal bütünlüğü artıran daha yüksek moleküler ağırlığa sahip bir poliakrilik asit içerir. Equia Forte HT, kritik erken olgunlaşma aşamasında gelişmiş koruma sağlayan yeni bir monomer içeren yenilikçi bir kaplama ajanı ile donatılmıştır. Equia Forte HT'nin partikül boyut dağılımı, önceki Equia Forte formülasyonuna göre optimize edilmiştir. Bu iyileştirmeler, üstün matriks yükleme kapasitesine bağlı olarak eğilme ve basma dayanımını artırmıştır. Bu sayede malzemenin hem stres taşıyan hem de taşımayan restorasyonlar için uygunluğu genişletilmiştir (63). Equia Forte HT cam iyonomerinin öne çıkan özellikleri arasında polimerizasyon büzülmesi olmaması, mükemmel marjinal sızdırmazlık ve 6 aya kadar flor salınımı bulunmaktadır (67).

#### **2.2.4. Poliasitle modifiye kompozit rezinler (Kompomerler)**

'Kompomer' terimi 'kompozit' ve 'ionomer' kelimelerinin birleşimidir. Bu genel terime ek olarak bu materyaller poliasit modifiye kompozit rezinler olarak da adlandırılmaktadır. Terminoloji üzerine uzun bir tartışmanın ardından kompomer terimi sonunda bilimsel dilin bir parçası haline gelmiştir (68).

Kompomerlerdeki organik rezin matriksi kompozitlerde bulunan bileşenlere benzerdir. Bis-GMA ve polimerizasyon özelliklerini modifiye etmek için eklenen diğer monomerleri (örneğin TEGDMA ve UDMA) içerir (69). Bu formülasyonların büyük çoğunluğu fotopolimerize edilebilir olduğundan CQ gibi fotobaşlatıcılar da içerirler (70).

Kompomerleri diğer materyallerden ayıran karakteristik birinci özelliği, kimyasal bileşimine -COOH grupları içeren küçük bir oranda fonksiyonel monomer eklenmesidir.

Bu malzeme bileşiminde su içermediğinden, asit grupları karboksilik asit formunda dehidrate edilerek materyal polimerize olduktan sonra rezin matrikse dahil edilir. Dehidrate asit eklenmesine rağmen elde edilen son materyal oldukça hidrofobiktir (69).

Kompomerlerin inorganik mineral bileşen açısından ikinci benzersiz özelliği ise matriksin büyük kısmını oluşturan silanlanmış non reaktif kuvars veya silika dolduruculara ek olarak silanlanmış reaktif FAS doldurucuların da bulunmasıdır. Bu reaktif doldurucular rezin matriksine bağlanarak kompomerlerin mekanik özelliklerini güçlendirerek belirli koşullar altında flor iyon salınımı yapmasına neden olabilir (71).

Kompomerlerin polimerizasyonları kompozit rezinlere benzer olarak kamforkinon gibi materyallerle başlayarak ışıkla aktive olur. Polimerizasyon sırasında oluşan rezin ağında silanlanmış FAS ve silanlanmış non reaktif doldurucular arasında kovalent bağlar oluşur (72).

Kompomerlerin başlangıçtaki mekanik özellikleri kompozit rezinlere benzerdir. Ancak zamanla doldurucu partüküllerin hidrolizi ve çözünmesi nedeniyle performansları önemli ölçüde azalır (73). Bileşimlerinde su bulunmayan kompomerler, ağız ortamıyla temastan sonra oluşan su emilimine bağlı olarak iyon salınımı sergilerler. Silanlanmış non reaktif doldurucular içeren kompozit rezinlerle kıyaslandıklarında bu su emilimi silanlanmış FAS doldurucular tarafından kolaylaştırılır. Su emilimi dehidrate asit komponentleriyle temas ettiğinde iyonize form ( $\text{COO}^- + \text{H}^+$ ) aktivasyonuna neden olur ve serbest bırakılan protonlar FAS doldurucuların yüzeyine saldırarak iyon salınımı gerçekleştirir (71).

Kompomerlerin iyon salınımı geleneksel cam iyonomer simanlar, yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar ve rezin modifiye cam iyonomer simanlardan çok daha düşüktür. Geleneksel cam iyonomer simanlar, yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar ve rezin modifiye cam iyonomer simanlar için gözlemlenen flor salınımındaki ilk tepe noktası kompomerlerde gözlemlenmemiştir (56, 74). Yapılan bazı çalışmalarda ise, kompomerler ve giomerlerin iyon salınım miktarları benzerlik göstermiştir (56, 74).

Kompomer restorasyonlar uygulanırken diş dokusuna bağlantı adeziv ajanlarla sağlandığından, iyon difüzyonu engellenerek remineralizasyon gerçekleşmeyebilir. Mass ve arkadaşlarının süt dişlerinde restoratif materyalleri değerlendirdikleri in vivo çalışmada, kompomerin dentin dokusu etrafında remineralizasyon etkisi oluşturmadığını rapor etmişlerdir (75).

Santos ve ark., kompomerlerin kompozit rezinlere göre uzun vadede daha düşük başarı oranını göstermesine rağmen, servikal restorasyonlar ve çocuk diş hekimliğinde uygulanan restorasyonlarda uzun vadede makul bir şekilde kullanılabilceğini ileri sürmektedir (76).

### 2.2.5. Giomerler

Giomer terimi, cam iyonomer siman ve rezin kompozit kelimelerinin birleşimi ile ifade edilmektedir. Giomerler cam iyonomer simanların florür salınım özellikleri ile önceden reaksiyona girmiş dehidrate doldurucular içeren hibrit rezin içeriğinin kombine edilmesiyle üretilmektedirler. Liyofilize modifiye rezin grupları ve başlangıçta inaktif reaktif doldurucu içeren kompomerlerin aksine giomerler dehidrate edilmiş ve pre-aktif silanize reaktif doldurucular içerir (77).

Giomerlerin rezin matriks yapısı kompozit rezinler gibi bis-GMA ve materyalin polimerizasyon özelliklerini modifiye etmek amacıyla eklenen çeşitli monomerlerden oluşmaktadır (78). İçeriklerinde fonksiyonel veya dehidrate asit grupları bulunmadığı için diş dokularına adezyon özelliği olmadığından materyalin uygulanmasında adeziv ajan kullanılması gerekmektedir. Giomerler rezin kompozitlere benzer şekilde içeriklerinde ışıkla polimerizasyon sürecini başlatan maddeler içerirler (79).

Giomerler genel olarak rezin kompozitlerde bulunan non-reaktif silanize cam doldurucular ve yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlarda bulunan pre-aktif FAS gibi reaktif doldurucular içerir (78). Bu amaçla FAS doldurucular, organik monomerler ve non-reaktif silanize cam doldurucu maddeleri içeren bir materyale dahil edilmeden önce, rezin monomerleriyle kopolimerizasyonlarına izin vermek ve suyla temas halinde iyon salınımına uygun hale getirmek amacıyla poliakrilik asitle önceden aşındırılır ve silanizasyon ile işlevselleştirilir (80). Giomerlere uygulanan bu işlemler sonucunda elde edilen doldurucular pre-reaktif cam iyonomer partikülleri (PRG) olarak adlandırılmaktadırlar.

FAS dolduruculara uygulanan işlemler sonucunda elde edilen partiküller, S-PRG doldurucular (partiküllerin sadece yüzeylerinde kimyasal aktivasyon uygulanması) veya F-PRG doldurucular (partiküllerin tamamının kimyasal aktivasyonu) olarak ikiye ayrılmıştır (80). Tsujimoto ve arkadaşları, düşük viskoziteli, yüksek viskoziteli bulk fill giomerler ile kompozit rezinlerin fiziksel özelliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında

materyallerin eğilme dayanımlarının benzer olduklarını ve kompozit rezinlerin giomerlere göre daha az polimerizasyon büzülmesi gösterdiğini bildirmişlerdir (81).

Kompomerlerde olduğu gibi giomerlerin iyon salınımı, ağız ortamıyla temas ettiğinde oluşan su emilimine dayanır. Bansal ve arkadaşlarının geleneksel cam iyonomer siman, rezin modifiye cam iyonomer siman, kompomer ve giomer kullanarak materyallerin ortalama flor salınımını değerlendirdikleri çalışmada giomerlerin iyon salınımının kompomere benzer oranda ve diğer materyallerden çok daha düşük olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada kompomer ve giomer grubunda cam iyonomer grubunda gözlenen flor salınım piki gözlenmemiştir (74). Bununla birlikte giomerler florür iyonlarıyla yeniden şarj edilebilir. Kompomerlerde olduğu gibi giomerler de diş yapısına bağlanmak için adeziv ajan kullanımı gerektiğinden bu materyallerde iyon difüzyonu engellenmiş olabilir. Giomerler bazı çalışmalarda rezin kompozitlere göre daha düşük uzun vadeli başarı oranına sahip gibi görünseler de, servikal restorasyonlar, oklüzal restorasyonlar veya çocuk diş hekimliğindeki restorasyonlar için makul bir şekilde kullanılabilir (79).

### **2.3. Restoratif materyallere uygulanan bitirme ve cilalama işlemleri**

Bitirme ve cilalama işlemleri, herhangi bir direkt veya indirekt restorasyonun uygulanmasının ardından yapılması gereken önemli bir adımdır. Bitirme, restorasyonun istenen anatomisine ulaşmak için yapılan konturlama işlemini ve oklüzal ayarlamaları ifade eder. Cilalama ise bitirme işlemi sırasında oluşan yüzey düzensizliklerini gidermek için kullanılan aletlerle yapılan işlemdir (82).

Restoratif materyallere uygun bitirme ve cilalama işlemlerinin uygulanması materyallerin ömrünü arttıran önemli adımlardan kabul edilmektedir. Restoratif materyallere uygulanan bitirme ve cilalama işlemleri, kırık riskinin azaltılması, plak birikimini ve yüzey bozulmasını azaltarak yüzey kusurlarının giderilmesi, karşıt ve komşu dişlerdeki aşınmanın azaltılması ve daha estetik, ışık yansıtan bir yüzey elde edilmesi gibi ek faydalar sağlamaktadır (83). Restorasyonların yüzey pürüzlülüğünün azalması ve yüzey parlaklığının artması, estetik bir optimum sonuca ulaşmanın önemli bir parçasıdır. Bunun yanında daha pürüzsüz bir yüzey çatlak oluşumu ve ilerleme riskini azaltarak kırık riskini genel olarak düşürür (84).

Restoratif diş hekimliğinde bitirme ve cilalama işlemleri;

- Restorasyonun genel konturunun istenen anatomiye ulaşması için kaba şekillendirilmesi,
- Kaba şekillendirme sırasında kullanılan frezlerin oluşturduğu yüzey pürüzlülüğü ve çiziklerin azaltılması ve pürüzsüzleştirilmesi,
- Son cilalama ile son derece pürüzsüz, ışık yansıtan ve mine benzeri bir yüzey elde edilmesi adımlarını içerir.

Restoratif materyallerin bitirme ve cilalama işlemleri genellikle üç veya dört farklı aşamada çeşitli frezler kullanılarak tamamlanır (84).

### **2.3.1. Bitirme ve cilalama işleminde kullanılan materyallerde bulunan aşındırıcı tipleri ve bileşenleri**

#### **2.3.1.1. Alüminyum oksit**

Alüminyum oksit, kimyasal formülü  $Al_2O_3$  olan bir alüminyum ve oksijen bileşiği olup genellikle "alümina" olarak adlandırılmaktadır. Sertliği, onu aşındırıcı olarak ve kesici alet bileşeni olarak kullanıma uygun hale getirir. Alüminyum oksit genellikle, kağıt veya polimer disk ve şeritlere bağlanmış parçacıklar şeklinde ya da lastik frezlere emdirilmiş olarak üretilir. Alüminyum oksit, porselen, seramik ve kompozit rezinlerin cilalanması için yeterli sertliğe sahiptir (Mohs sertlik ölçeğinde 9). İnce alüminyum oksit partikülleri, akrilikler ve kompozitler dahil olmak üzere birçok restorasyon türünde pürüzsüz ve cilalanmış yüzeyler elde etmek için bir cilalama patına karıştırılabilir (84).

#### **2.3.1.2. Karbit bileşenleri**

Karbit bileşikleri şeklindeki aşındırıcılar arasında silikon karbit, bor karbit ve tungsten karbit bulunur. Silikon ve bor, genellikle bitirme aletleri için partiküller halinde temin edilir. Bu partiküller, bağlayıcı ile diskler, kaplar, noktalar veya tekerlekler şeklinde preslenir ve düşük devirli el aletlerinde kullanılır. Silikon karbit ayrıca kağıt veya polimer destekli bitirme diskleri üzerine kaplanabilir. Bu diskler, özellikle mikrofil kompozit rezin materyallerin polisajlanmasında oldukça etkilidir (84).

#### **2.3.1.3. Elmas aşındırıcılar**

Karbon yapısında olan elmas, bilinen en sert maddedir. Sertliği sayesinde elmas son derece verimli bir aşındırıcıdır. Bu özelliği, aşınmaya karşı direnç göstermesine ve

keskinliğini korumasına olanak tanır. Farklı boyut ve gritlerdeki elmas tozu veya partikülleri, sert bir matriks üzerine kaplanarak, elastomerik bir matrikse emdirilerek ya da cilalama patı olarak kullanılabilir (84).

#### **2.3.1.4. Silikon dioksit aşındırıcılar**

Silikon dioksit aşındırıcılar yapıştırılmış aşındırıcı lastik veya elastomerik bitirme ve cilalama cihazlarında cilalama ajanı olarak kullanılmaktadırlar. Astropol bitirme ve cila seti (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Lihtenştayn) silikon dioksit aşındırıcı patıyla kullanılan sistemlere örnek olarak verilebilir(84).

#### **2.3.1.5. Zirkonyum oksit aşındırıcılar**

Silikon dioksit aşındırıcılarda olduğu gibi, zirkonyum oksit aşındırıcılar da dental aşındırıcı cihazlarda öncelikli olarak elastik veya kauçuk benzeri bitirme ve cilalama sistemleridir (84).

### **2.3.2. Bitirme ve cilalama materyalleri**

#### **2.3.2.1. Elmas frezler**

Elmas frezler kompozitler ve porselen gibi restoratif materyallerin konturlanması ve pürüzsüzleştirilmesi için kullanılır. Farklı şekil ve boyutlarda üretilirler. Üreticiye bağlı olarak 7 ile 50 µm arasında değişen farklı gritlere sahiptirler. Genellikle daha kaba gritli frezden başlanarak daha ince gritli freze doğru sırayla uygulanırlar. Elmas frezler diş yüzeyinde fazla ısı oluşumunu engellemek için her zaman su soğutması altında ve aeratörlerin düşük hız aralığında kullanılmalıdır. Elmas aşındırıcı frezlerin klinik performansı; elmas partiküllerinin boyutu, dağılımı, uniform olup olmaması gibi değişkenlere bağlıdır. Elmas bitirme frezleri, kaba bitim veya anatomik form verilmesinde oldukça verimlidir. Elmas bitirme frezleri diş ve restorasyon yüzeylerinde büyük ölçüde pürüzlü bir yüzey bırakır (84).

#### **2.3.2.2. Karbit frezler**

Karbit frezler, konturlama ve bitirme işlemleri için çeşitli şekillerde üretilir. En yaygın kullanılan frezler, 8 ila 40 arasında oluklu bıçak içerir (85).

### **2.3.2.3. Taşlar**

Dental taşlar, aşındırıcı partiküllerin sinterlenmesi veya organik bir rezin ile bağlanarak bir bütün haline getirilmesiyle oluşur. Taşların rengi, kullanılan belirli aşındırıcının bir göstergesidir. Silikon karbit içeren taşlar yeşil renkteyken, alüminyum oksit içeren taşlar beyaz renktedir. Bu taşlar restorasyonların konturlanması ve bitirilmesi için kullanılır. Kesme veya aşındırma verimlilikleri elmas frezlere göre daha düşüktür. Kullanılan aşındırıcı gritlerine bağlı olarak, aşındırıcı taşlar kaba, orta ve ince aşındırıcılık derecelerinde sunulabilir.

### **2.3.2.4. Abraziv kaplı bitim cilalama diskleri ve stripler**

Abraziv kaplı diskler ve şeritler, aşındırıcı partiküllerin ince bir polimer veya plastik destek üzerine bağlanmasıyla üretilir. Bitirme ve cilalama diskleri restorasyonların kaba şekillendirilmesi, konturlanması, bitirilmesi ve cilalanması için kullanılır (45). Bu disklerdeki ince aşındırıcı tabaka sınırlı bir klinik kullanım süresi boyunca etkili kaldığı için genelde tek kullanımlıktırlar. Çoğu disk alüminyum oksit aşındırıcı ile kaplanmıştır. Silikon karbit, zımpara taşı ve kuvars (cuttle) gibi aşındırıcılar da kullanılmaktadır. Diskler, daha kaba bir disk ile başlayarak, daha ince gritli diske doğru bir sıra halinde uygulanmaktadır. Kaplanmış aşındırıcı diskler ve şeritler, özellikle düz veya konveks yüzeylerde oldukça kullanışlıdır.

Bu diskler anterior restorasyonlarda, insizal kenarlar ve embraşurlar gibi alanlarda etkili bir şekilde çalışır. Ayrıca posterior kompozitlerde, özellikle interproksimal ve bazı bukkal-lingual bölgelerde sınırlı ölçüde kullanılabilir. Ancak posterior oklüzal ve konkav anterior lingual bölgelerde sınırlı bir fayda sunar (85).

Abraziv kaplı bitirme ve cilalama diskleri, çeşitli üreticiler tarafından sunulmaktadır. Bu ürünler arasında FlexiDisc (Cosmedent Inc., IL60611, A.B.D.), OptiDisc (Kerr Corp., Collins Ave., CA 92867, A.B.D.), Sof-Lex System (3M ESPE, A.B.D.) ve Super-Snap (Shofu Dental GmbH, Ratingen, Almanya) bulunmaktadır (84).

### **2.3.2.5. Zayıf aşındırıcı cila patları**

Zayıf aşındırıcı cila patları, endüstriyel ve bilimsel uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Dental uygulamalarda kullanılan zayıf aşındırıcı cilalama patları, genellikle dağıtılmış veya süspansiyon halinde bulunan ultra ince alüminyum oksit veya

elmas partiküllerinden oluşur. Alüminyum oksit cilalama patları genellikle gliserin bazlıdır ve ortalama partikül boyutu 1 µm veya daha küçüktür. Elmas cilalama patları da gliserin bazlıdır ve partikül boyutu ortalama 10 µm ile 1 µm arasında değişir (20).

### **2.3.2.6. Lastik frezler**

Lastik cilalama frezleri kompozitlerin bitirilmesi, pürüzsüzleştirilmesi veya cilalanması için kullanılmaktadır. Bu bitirme ve cilalama frezleri, daha yumuşak ve elastik bir matriks içinde dağılmış ince veya ultra ince sert aşındırıcı partiküllere dayanan aşındırıcı aletlerdir. Bu esnek veya kauçuk bitirme ve cilalama aletlerinin çeşitli şekil ve boyutları, abraziv kaplı aşındırıcı disklerin erişim sorunları yaşadığı anterior lingual ve posterior oklüzal yüzeyler gibi alanlarda rahatlıkla kullanılabilir. Bu aletlerin şekilleri ve boyutları arasında diskler, tekerlekler, kaplar ve noktalar bulunur. Mandreller paslanmaz çelikten veya yüksek dayanımlı plastikten yapılmıştır. Bazı ürünler sterilizasyondan sonra yeniden kullanılabilir şekilde tasarlanmıştır. Bu aletlerde kullanılan aşındırıcılar genellikle silikon karbit, alüminyum oksit, elmas, silisyum dioksit ve zirkonyum oksitten oluşur (85).

### **2.3.2.7. Rezin içerikli cila materyalleri**

Bitirme ve cilalama işlemlerinde önemli bir adım, bağlayıcı bir ajan veya yüzey kaplayıcı uygulamasıdır. Yapılan kapsamlı çalışmalar, bitirme ve cilalama işlemlerinin kompozit yüzeyler üzerinde mikro çatlaklar oluşmasına ve rezin kompozit materyalin yüksek polimerize dış yüzeyinin uzaklaştırılmasına neden olarak zarar verdiğini göstermektedir. Penetran bir yüzey kaplayıcı veya az ya da hiç doldurucu içermeyen düşük viskoziteli bir rezin uygulaması, yüzey gözeneklerinin doldurulmasını ve mikro çatlakların kapatılmasını sağlar. Çalışmalar bu rebonding tekniğinin restorasyonların marjinal sızdırmazlığını artırarak mikrosızıntıyı önemli ölçüde azalttığını göstermiştir (20).

Aşındırıcı içerikli cila sistemlerinin uygulama basıncı, esnekliği, aşındırıcının sertliği ve gren boyutu kompozit rezinlerin yüzey pürüzlülüğü özellikleri üzerinde etkili olabilmektedir. Kompozit rezinlerin inorganik doldurucu partikül ve organik rezin matriks sertliklerinin birbirlerinden farklı olması, bitirme ve cilalama işlemleri sonrasında yüzeyin pürüzlü kalmasına neden olabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı, klinik olarak gerekli olan optimal pürüzsüzlüğü elde edebilmek için restorasyon yüzeyine rezin içerikli şeffaf yüzey örtücü ajanlar uygulanabilmektedir. Bu ajanların rezin yüzeyindeki pürüzlü

yüzeyle penetrasyonu sebebiyle yüzey sertliğinde artış oluşturmakta ve rezinin aşınma hızı ortalama %50 oranında yavaşlamakta olup renklenme, plak oluşumu, kenar sızıntısı da bir miktar önlenmektedir. Yüzey örtücü rezinler, kompozit yüzeyindeki serbest radikalleri bağlayarak oksijen inhibisyon tabakasının oluşumu önlerler (86).

Yüzey örtücü rezinlerin çoğu doldurucu içermeyen Bis-GMA rezinler olup yüksek akışkanlığa sahip malzemelerdir. Bu ajanlar, Bis-GMA içeriğine ek olarak TEGDMA veya tetrahidrofurfuril metakrilat (THFMA) gibi düşük moleküler ağırlıklı monomerlerin eklenmesiyle modifiye edilmişlerdir. Yüzey örtücü ajanlara eklenen bu maddeler materyalin viskozite ve ıslanabilirlik özelliklerini geliştirmektedir. Bu ajanlar mikrosızıntı etkisini azaltmak konusunda etkin olup yüksek akıcılıkları sayesinde yüzeyden daha derinlere ve yüzey altındaki mikro yapıdaki bozukluklara penetrasyonu sağlamaktadır (87).

Yüzey örtücü rezin veya verniklere örnek olarak Biscover LV (Bisco Inc., Schaumburg, IL 60193, A.B.D.), G-Coat Plus (GC America Inc., IL 60803, A.B.D.), Optiguard (Kerr Corp., A.B.D.), DuraFinish (Parkell Inc., Edgewood, A.B.D.) gibi ürünler gösterilebilir. Bu koruyucu malzemeler restorasyonla ne kadar uzun süre temas halinde kalırsa malzemenin mekanik özelliklerinde azalma riski o kadar düşük olur (88). Son dönemde, cam iyonomer simanlar için yeni nesil bir yüzey örtücü ajan tanıtılmıştır. Bu malzemenin (G-Coat Plus) diğer yüzey örtücü ajanlardan temel farkı nanodoldurucu partiküller içermesidir (88).

#### **2.4. Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü özellikleri**

Restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü özellikleri kullanılan materyalin içeriğinde yer alan doldurucunun boyutu, şekli, monomerin tipi ile polimerizasyon derecesi gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Yüzey pürüzlülüğü plak retansiyonuna ve devamında sekonder çürük oluşumuna neden olabilmektedir (11).

Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde; görsel değerlendirme, optik ve mekanik profilometreler, taramalı elektron mikroskobu (Scanning Electron Microscope/SEM), taramalı uç mikroskopları (Scanning Probe Microscope/SPM), taramalı konfokal mikroskoplar (Scanning Confocal Microscope/SCM) ve atomik kuvvet mikroskobu (AFM) kullanılmaktadır (82, 89-92).

Yüzey pürüzlülüğünün kantitatif olarak ölçülmesinde optik ve mekanik profilometreler uzun yıllardır kullanılan cihazlardır. Diş hekimliğinde kullanılan mekanik profilometrelerde elmas bir uç, ölçüm yapılacak yüzeye temas ederek ilgili yüzeyi tarayarak ölçüm sonucunu verir. 20-50 µm çözünürlük aralığındaki tarama esnasında sensör, x eksenini boyunca hareket edip dikey eksenindeki yükseklik farklarını belirler. Mekanik profilometreler tek bir noktadan ölçüm yapabildiği için farklı yüzeylerden ölçüm yapılması gerektiğinden ölçümlerin tamamlanması uzun zaman gerektirmektedir (93). Yapılan bir çalışmada mekanik profilometrelerin daha çok bitim ve cilalama sonucunda oluşan yüzey pürüzlülüğü özelliklerini saptarken optik profilometrelerin ise daha çok materyalin kendi yapısından kaynaklanan mikropürüzlülük değişimlerini saptayabildiği bildirilmiştir (92). Bu nedenle bu çalışmada mekanik profilometre kullanılarak restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü ölçümleri Surtronic® S-100 series Taylor Hobson cihazı kullanılarak yapılmıştır.

Yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin değerlendirilmesinde  $R_a$ ,  $R_q$ ,  $R_v$ ,  $R_p$ ,  $R_{pm}$  gibi çeşitli parametreler kullanılabilir. Beraber çalışmalarda genel olarak “ $R_a$ ” değeri kullanılmıştır (12, 86, 94-96).  $R_a$ ; yüzey pürüzlülük düzeyi aritmetik ortalaması olup, birimi µm'dir. Bu değer materyallerin uzunluğuna göre pürüzlülük düzensizliklerinin hesaplanması ve bu hesaplanan değerlerin aritmetik ortalamasının alınması ile elde edilmektedir (93).

Kompozit restorasyonların yüzey pürüzlülüğü ( $R_a$ ), başarısızlık riskini belirlemede önemli bir faktör olarak kabul edilir. Bollen ve arkadaşlarının yaptığı bir derlemede; dental materyaller için optimal  $R_a$  değeri 0.2 µm olarak belirlenmiştir. 0.2 µm'nin üzerindeki bir  $R_a$  değerinin bakteriyel birikim riskini artırdığı, 0.2 µm'nin altındaki değerlerin ise risk üzerinde bir etkisi olmadığı önerilmiştir.  $R_a$  değeri arttıkça kompozitlerde renklenme riskinin de arttığı gösterilmiştir. Bu nedenle, kompozit restorasyonların cilalanmasından sonra 0.2 µm'lik bir  $R_a$  değeri, bir eşik olarak kabul edilir (11).

$R_a$ , hem kompozitin bileşimi hem de cilalama prosedürlerinden etkilenebilir (12). Bununla birlikte, bir malzemenin ulaşabileceği en düşük  $R_a$  değerinin klinik olarak elde edilmesi muhtemel değildir. Çünkü laboratuvar koşulları, klinikte karşılaşılan tüm değişkenleri hesaba katmamaktadır. Araştırmacılar en pürüzsüz yüzeyin mylar bantlar altında polimerizasyon yoluyla elde edildiğini kabul etmektedir. Ancak bu işlem düşük

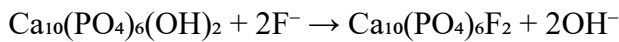
mikrosertlik değerine sahip bir tabakanın oluşmasına yol açar. Ayrıca restorasyonun nihai şeklinin yalnızca mylar bant kullanılarak elde edilmesi pek olası değildir (97).

Kaizer ve arkadaşlarının yaptığı bir sistematik derleme, nanofil kompozitlerin  $R_a$  değerlerini mikrohibrit kompozitlerle karşılaştırmıştır. Çalışma, bir türün diğerine üstünlüğünü destekleyecek yeterli kanıt bulamamış ancak kompozitin nihai yüzey özelliklerinin kullanılan restoratif malzeme ve bitirme sistemi kombinasyonuna bağlı olabileceğini öne sürmüştür (98).

## 2.5. Biyoaktif restoratif materyallerin iyon salınım özellikleri ve etkileri

Biyoaktivite; Hench ve arkadaşları tarafından 1971 yılında bir materyalin doku oluşturma yeteneğiyle zarar veya hasara yol açmadan uyumlu olması olarak tanımlanmıştır. Melo, Mokeem ve Sun tarafından belirtildiği gibi, dental materyaller için biyoaktiviteye ilişkin evrensel olarak kabul edilmiş bir kavram üzerinde literatürde bir fikir birliği bulunmamaktadır (99). 2018 yılında Norveç'in Oslo kentinde düzenlenen Northern Lights konferansında, bir materyalin ana işlevini yerine getirirken dokularla olumlu etkileşim kurması durumunda biyoaktif olarak değerlendirilebileceği tartışılmıştır. Bu nedenle biyoaktivite, bir materyalin uygulandığı dokuların sağlığına ve bütünlüğüne aktif olarak katkıda bulunmasını ifade eder (100).

Rezin bazlı materyallerde sekonder çürüklerin oluşumunu azaltmak için biyoaktif ajanların uygulanması, "biyoaktivite" kavramını kullanılır hale getirmiştir. Bu terim, biyoaktif ajanın disbiyozunu azaltarak hastalıkları teşvik eden bakterileri baskılaması veya diş mineral kaybına yol açan kimyasal dengesizliği önlemesi anlamına gelir (4). İyon salınımı yapan biyoaktif materyallerin temeli, bu eylemin diş ile restorasyon arasındaki mikro çevreyi doyurabileceği, lokal pH'ı düşürebileceği ve iyon değişim sürecini teşvik edebileceği varsayımına dayanmaktadır (4). Tükürükte ve biyomalzemelerde bulunan florür iyonları, komşu dental yapıya entegre olarak demineralizasyonu önler. Bu süreç, hidroksiapatitte  $\text{OH}^-$  iyonlarının yerini  $\text{F}^-$  iyonlarının almasını ve florapatit oluşumunu sağlar (100). Bu reaksiyon şu şekilde formülize edilmektedir:



Bunun yanı sıra florür, önemli bir kariostatik etkiye sahiptir. Oral bakterilerin metabolizması sırasında glukoz üreten enzim olan glukoziltransferazı inhibe ederek çürük

oluşumunu engeller. Bu süreç marjinal remineralizasyonu desteklemekte kritik bir rol oynar. Dişin sert dokularının demineralizasyon süreci hidroksiapatit yapısının asit tarafından çözünmesiyle gerçekleşir. Bu süreç hidroksiapatit yapısının çözünmesi sırasında iyonların (örneğin,  $Ca^{2+}$  veya  $PO_4^{3-}$ ) serbest bırakılmasına dayanır. Demineralizasyon, diş yapısının bozulmasına yol açar. Diş yüzeyinde mineral birikimi, ters bir süreç olan remineralizasyonu başlatabilir. Demineralize yüzeylere salınan bazı mineral bileşikler dentin ve minenin hidroksiapatit yapısını yeniden oluşturabilir. Bu, diş yapısının yeniden yapılanmasını sağlar. Bu süreç, doğal dokuların ömrünü uzatır ve bu dokuların yapay materyallerle değiştirilmesi gerekliliğini önler. Remineralizasyon süreci, mineral bileşiklerin konsantrasyonu gibi birçok faktöre bağlıdır (101).

Fizyolojik koşullarda tükürük, diş mineral içeriğiyle kıyaslandığında kalsiyum ve fosfat bakımından doymuş bir kimyasal dengeye sahiptir. İyonların giriş-çıkışı, oral kavitedeki asidik temaslardan sonra pH'ı nötrleştirmek için tamponlama kapasitesi sağlar. Ayrıca tükürük; florür, kalsiyum ve fosfat gibi temel iyonların taşıyıcısı olarak görev yapar. Ancak düşük pH seviyelerinde, tükürük kalsiyum ve fosfat iyonları açısından doygunluğunu kaybeder ve demineralizasyon meydana gelebilir (6).

Kalsiyum, florür veya fosfat iyonları gibi remineralize edici bileşiklerin büyük miktarları, yiyecekler, içecekler, içme suyu veya diş macunları aracılığıyla ağız ortamına salınabilir. Alternatif bir çözüm olarak dental restoratif materyallerden kariostatik ajanlar salınabilmektedir. Restoratif materyallere remineralize edici ajanlara ek olarak antibakteriyel bileşikler de eklenip salınabilir. Dental restoratif materyallerden salınan kalsiyum iyonları, diğer dişlerin yüzeylerine ulaşarak bu yüzeylerin yapısını yeniden inşa edebilir (101).

Kalsiyum, fosfat ve florür iyonu salınan materyaller asidik saldırı sırasında diş/materyal arayüzünün çevresindeki mikro ortamı iyonlarla doyurarak remineralizasyonu teşvik etmek ve demineralizasyonu önlemek amacıyla geliştirilmiştir. Bu iyonlar aynı zamanda nötr veya bazik bir ortam sağlayarak çürük oluşturan bakterilerin çoğalmasını engeller (4).

Ticari olarak mevcut iyon salınan dental materyaller genellikle cam iyonomer esastır. Ancak son zamanlarda rezin içeriği daha yüksek ve asitlerle aktive olan reaktif dolduruculara sahip materyaller geliştirilmiştir. Bu materyaller, ilk nesil rezin modifiye cam iyonomerlerden farklılık göstermektedir (24). Son 20 yılda kalsiyum fosfat (CaP)

doldurucular, kalsiyum ve fosfat iyonlarının kaynağı olarak araştırılmıştır. Hidroksiapatit, amorf kalsiyum fosfat, nano-kalsiyum fosfat ve mono-, di-, tetrakalsiyum fosfat gibi CaP türevleri, rezin materyallere dahil edilmiştir. Özellikle nanosize CaP partikülleri, yüksek yüzey alanı sayesinde daha az doldurucu seviyesinde daha fazla iyon salınımı sağlamaktadır (9, 102, 103).

CaP türevleri, çeşitli rezin bazlı materyallerin inorganik içeriğinde ortak doldurucular olarak kullanılmıştır. Bu materyaller remineralizasyon açısından umut verici sonuçlar göstermektedir. Bu materyallerin kullanılması sonucu materyal içeriğindeki partiküllerin kümelenmesi sebebiyle mekanik özelliklerin zayıflaması, iyon salınımında kısa vadeli artış sağlanıp uzun vadede devamlılığın sağlanamaması, yüksek doldurucu konsantrasyonlarda rezinlerde gri renkleşme gibi sorunlar görülmüştür. Bu zorluklara yanıt olarak, farklı rezin matrisleri kullanılarak kalsiyum ve florürün reşarj edilmesi ve yeniden salınımını sağlayan stratejiler geliştirilmiştir. Bu gelişmeler, biyoaktif dental materyallerin klinik performansını iyileştirme potansiyeline sahiptir (4).

### **2.5.1. İyon salınımının iyon selektif elektrod yöntemi ile ölçülmesi**

Tek bir iyonun aktivitesine karşı duyarlı olan elektrotlara iyon selektif elektrotlar (ISE) denmektedir. Elektrotların geçirgenliği membran denilen bir zar tarafından sağlanmaktadır. Membran, iki sıvı fazı birbirinden ayıran ve fazlardaki bileşenlerden birini içerisinden geçiren ince bir tabaka olarak ifade edilmektedir. Membranın aktifliği tayin edilecek iyon için geçirgen olması, diğer iyonlar için geçirgen olmaması demektir. İyon selektif elektrotlar; 50'den fazla farklı iyon salınımı ölçümlerinde kullanılmak üzere tanıtılarak mikroelektrotların in vitro ölçümlerine öncülük etmiştir. Potansiyometri yöntemi pratik olması açısından önemli bir gelişme olarak, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> gibi iyonların klinik analizinde standart teknik haline gelmiştir (104).

Bu sensörlerin temel bileşeni, faz sınırında iyon değişimi, çözücü ekstraksiyonu veya başka bir mekanizma yoluyla gerçekleşen seçici kütle transferine bağlı serbest enerji değişimidir. Bu seçici kütle transferi, sensörün iyonlara karşı duyarlılığını sağlar. ISE, tam bir elektrokimyasal hücre oluşturmak için bir referans elektrot (yani, "dış" veya "harici" referans elektrot) ile birlikte kullanılmalıdır. Ölçülen potansiyel farkları (ISE ile dış referans elektrot arasındaki) belirli bir çözeltideki iyonun aktivitesinin logaritması ile doğrusal bir şekilde ilişkilidir (104).

Ölçümden önce örneklerle ve kalibrasyon çözeltilerine yüksek iyonik güce sahip çözeltiler eklenir. Bu iyonik gücün aynı seviyede tutulmasını sağlar. Sabit bir pH çözeltisi veya tampon çözelti, hidrojen iyonu aktivitesini ve iyonik gücü kontrol eder. Bu çözeltilere, belirli girişimlerin etkilerini en aza indirmek için kompleks oluşturucu ajanlar ve diğer bileşenler de eklenebilir. Bu sistemler hassas iyon algılama ve analitik ölçümler için kullanılır ve genellikle pH, iyon seçici ve referans elektrotlarla birlikte çalışır. İyon selektif elektrot yöntemi; kullanım kolaylığı, hassas ölçümler yaparak daha doğru sonuçlar vermesi ve tekrarlanabilmesi nedeni ile tercih edilmektedir (104).

## **2.6. Ağız içi koşulları taklit etmek amacıyla uygulanan test yöntemleri**

Polimer bazlı restoratif materyaller, ağız ortamında yaşlanma ve bozulmaya maruz kalmaktadır. Bu süreç materyallerin orijinal özelliklerinde geri dönüşü olmayan değişikliklere neden olabilir. Bu değişiklikler restoratif materyallerin kimyasal yapısını, fiziksel özelliklerini veya estetik görünümünü etkileyerek klinik performanslarını olumsuz yönde etkileyebilir (16).

Ağız ortamı biyolojik, kimyasal, fiziksel ve mekanik açıdan birçok zorluk içeren karmaşık ve dinamik bir yapı sergiler. Örneğin, çiğneme döngüleri sırasında geniş bir yük aralığı dişler ve restoratif materyaller üzerinde gerilim oluşturabilir. Sağlıklı diş yapılarında oklüzal ve diğer mekanik yükler genellikle dental sert dokular boyunca basınç kuvvetleri şeklinde iletilir. Ancak restorasyonlu dişlerde oklüzal yükler restoratif materyallerin ve diş yapılarının elastik özelliklerindeki belirgin farklılıklar ve restorasyonların karmaşık geometrisi nedeniyle yapı içinde veya diş-restorasyon arayüzünde çekme ve kayma gerilimleri oluşturabilir (13).

Rezin kompozitlerin in vivo davranışlarını öngörebilmek için, in vitro deneysel düzenekler ve yöntemler oral ortamı simüle etmeli ve ağızda meydana gelen bozulma süreçlerini taklit etmelidir. Bu tür simülasyonlar, materyallerin klinik dayanıklılığını anlamak ve optimize etmek için kritik öneme sahiptir (13). Bu yöntemler; sıvı ortamlarda bekleterek, mekanik kuvvetler uygulayarak, pH siklusu veya termal siklus uygulaması ile yaşlandırma olarak sıralanabilir (15, 105).

### **2.6.1. Termal siklus ile yaşlandırma yöntemi**

Termal siklus; restoratif materyallerin in vivo yaşlanmasını simüle etmek amacıyla kullanılan yaygın bir laboratuvar yöntemidir. Bu yöntem, restorasyonları sıcak ve soğuk

su banyolarına dönüşümlü olarak daldırarak oral kavitedeki termal değişimleri taklit eder. Yapılan bir çalışmada restorasyonlu dişlerin ısındığında restorasyon kenarlarından eksüda salınımı yaptığı gözlemlenmiştir (106). Termal siklus yöntemi, rezin ile diş arasındaki bağlanma bölgesine stres uygulayarak restorasyonun bağlanma gücünü etkileyebilir. Bu durum mikro sızıntıya yol açarak renklenme, marjinal bozulma, hipersensitivite ve pulpal patolojiler oluşturabilir. Ayrıca restorasyonun ve dişin farklı termal genleşme katsayıları nedeniyle çatlak oluşumu, yüzey düzensizlikleri ve anatomik şekil kayıpları gözlemlenebilir. Termal siklus yöntemini kullanırken araştırmacılar sıcaklık, bekleme süresi ve döngü sayısı gibi temel parametrelere dikkat ederler (15). Uygulamada kullanılan tekniklerin çeşitliliği ve standart bir metodolojinin eksikliği nedeniyle termal siklus yöntemine dair sonuçlar literatürde çeşitlilik göstermektedir (15).

#### **2.6.1.1. Sıcaklık**

ISO 11405 (1994), termal siklus için sıcaklık rejimini 5°C ile 55°C arasında önermiştir. Gale ve Darvell, bu sıcaklık aralığının aşırı olduğunu ve oral kavitedeki gerçek sıcaklık dalgalanmalarını temsil etmediğini belirtmiştir (14). İnsan oral kavitesinde, dil altı sıcaklık çoğunlukla 37°C civarında olup restorasyonlar sürekli sıcaklık ve pH değişimlerine maruz kalmaktadır. Termal siklus yöntemi, restoratif materyallerin ve diş dokularının termal genleşme katsayılarının ilişkisini anlamak için kullanılmaktadır.

#### **2.6.1.2. Bekleme Süresi**

Bekleme süresi kullanılan örneğin belirli bir sıcaklık banyosunda ne kadar süreyle daldırıldığını ifade eder. Bu süre, dişin sıcak veya soğuk bir gıda veya içecek tüketiminden sonra normal sıcaklığına dönmesi için gereken süreyi simüle eder. Yapılan çalışmalarda bekleme süresi seçimi çeşitlilik göstermektedir (15). Hastaların aşırı sıcak veya soğuk maddelere uzun süreli maruz kalamayacağı göz önünde bulundurularak, 10-15 saniyelik daha kısa bekleme süreleri önerilmiştir. Bazı çalışmalar, daha kısa (2-5 saniye) bekleme sürelerinin oral kavitedeki hızlı sıcaklık değişimlerini daha doğru bir şekilde simüle edebileceğini savunmuştur (107).

#### **2.6.1.3. Döngü Sayısı**

Oral kavitede bir yıllık fizyolojik yaşlanmaya eşdeğer döngü sayısının tahmin edilmesi her zaman bir zorluk olmuştur. Gale ve Darvell (1999), yaklaşık 10.000 termal siklusun

bir yıllık klinik fonksiyona karşılık geldiğini öne sürmüştür (14). Bu tahmin oral kavitede genel olarak günlük 20-50 döngü oluşabileceği varsayımına dayanarak literatürde yaygın olarak kabul görmüştür (14).

Termal siklus çalışmaları, restoratif materyallerin klinik dayanıklılığını ve performansını değerlendirmede kritik bir araçtır. Sıcaklık, bekleme süresi ve döngü sayısı gibi parametrelerin daha gerçekçi ve standart bir şekilde belirlenmesi gereklidir. Böylece termal siklus yönteminin geçerliliği artarak restoratif materyallerin yaşlanma süreçleri daha doğru simüle edilecektir (15).

### **2.6.2. Sıvılarda bekletme ile yaşlandırma**

Statik sıvılarda bekleterek yaşlandırma yöntemi ağız içi ortamın nemini taklit etmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem dental materyallerin yaşlandırılması amacıyla yaygın olarak tercih edilmektedir. Yapılan çalışmalarda depolama ortamı olarak distile su, su ve tuzlu su kullanılmıştır. Bu ortamlar, hem oda sıcaklığında hem de 37 °C'de uygulanmıştır. Kompozit rezin restorasyonlar uygulandıktan sonraki ilk günlerde, reaksiyona girmemiş ve çözünmeye yatkın bileşenler (örneğin, serbest monomerler ve polimerizasyon başlatıcılar) bekletildiği sıvı ortamına salabilmektedir. Statik sıvı ortamlarda bekletme yöntemi materyallerin polimer ağlarının hidrolitik bozulmasını teşvik edebilir ve bu ağların döngüsel yüklemeye karşı sonraki tepkilerini etkileyebilir. Bu yöntemde restoratif materyallerin kütlesi içinde oksidasyon ve hidrolitik etkilerin meydana gelmesi için depolama sürelerinin daha uzun olması gerekebilir. Bu durum, dental materyallerin dayanıklılığı ve klinik performansını değerlendirmek için daha uzun depolama sürelerine ihtiyaç duyulabileceğini göstermektedir (13).

### **2.6.3. Okluzal yükleme ile yaşlandırma yöntemi**

Okluzal yükleme ile yaşlandırma yöntemi, çiğneme, brüksizm ve/veya diş sıkma alışkanlıklarının dişler ve restoratif materyaller üzerinde oluşturduğu zorlukları in vitro olarak simüle etmek amacıyla tekrarlanan ve sürekli mekanik kuvvetlerin uygulanmasını içeren bir yöntemdir. Bu yöntem restoratif materyal ve bitişik diş yapısında dalgalanan stresler oluşturarak restorasyonlu diş yapısının yorulma nedeniyle bozulmasına yol açmayı hedefler. Bu hasarlar restorasyon yüzeylerinde çatlakların oluşumu, çatlak ilerlemesi, yüzey düzensizlikleri, aşınma, anatomik şeklin kaybı, marjinal bozulma ve kırıkları içermektedir (13).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmanın tüm aşamaları İstanbul Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim dalı ve Altınbaş Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada dört farklı bitirme ve cilalama sistemi uygulamasının, sekiz farklı restoratif materyal grubunun flor, kalsiyum salınımı ve yüzey pürüzlülüğü üzerine olan etkilerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

#### 3.1. Örneklem hacminin belirlenmesi

Bu araştırmada, 'G. Power-3.1.9.2' programı kullanılarak %95 güven düzeyinde örneklem hacmi hesaplanmıştır. Analiz sonucunda  $\alpha=0.05$  düzeyinde standardize etki büyüklüğü daha önce yapılan çalışmalar baz alındığında 0.3220 olarak bulunmuştur. Buna göre, 0.95 teorik power ile her alt grup için minimum örneklem hacmi 6, her materyal grubu için 30 olmak üzere toplam minimum örneklem hacmi 240 olarak hesaplanmıştır. Güç analizi göz önünde bulundurularak, çalışmada her alt grup için 10 (n=10), her materyal grubu için 50 örnek olacak şekilde toplamda 400 örnek hazırlanmasına karar verilmiştir.

#### 3.2. Örneklerin hazırlanması

Bu çalışmada, Filtek™ Z250 Universal kompozit (3M ESPE, A.B.D.), Fuji IX GP™ Capsule yüksek viskoziteli cam iyonomer siman (GC Corp., Tokyo, Japonya), Dyract® XP kompozit (Dentsply DeTry, Konstanz, Almanya), Equia Forte™ HT Fil cam hibrit restoratif materyal (GC Corp., Tokyo, Japonya), Beautifil II giomer (Shofu Dental Corp., San Marcos, A.B.D.), Activa™ BioActive-Restorative biyoaktif restoratif materyal (Pulpdent®, Watertown, A.B.D.), Cention® N ve Cention® Forte alkasit (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Lihtenştayn) olmak üzere sekiz farklı restoratif materyal grubu kullanılmıştır (Şekil 3.1., Tablo 3.1).

Örnekler, 8 mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde standard politetrafloroetilen (PTFE) kalıplar kullanılarak hazırlanmıştır. Materyal kalıplara hafif taşkın olacak şekilde yerleştirildikten sonra, materyalin her iki yüzeyine şeffaf mylar bant konularak cam bloklarla fazla materyalin uzaklaştırılması için basınç uygulanmıştır. Işıyla polimerize olan örneklerin polimerizasyonunda dalga boyu aralığı 430-480 nm, ışık yoğunluğu 1470

mw/cm<sup>2</sup> olan 3M™ Elipar™ Deepcure-S (3M ESPE, A.B.D.) led ışıklı polimerizasyon cihazı kullanılmış ve materyaller üretici firmaların talimatlarına göre polimerize edilmiştir.

Kalıplardan çıkarılan örneklerin etrafındaki fazla materyaller cerrahi bistüri yardımıyla temizlenmiş, ardından, polimerizasyon sürecinin tamamlanması için inkübatörde (Mommert GmbH + Co. KG, Schwabach, Almanya) 24 saat 37°C ve %95±5 bağıl nemde bekletilmiştir. İnkübatörden alınan örnekler rastgele (n=10), 5 alt gruba ayrılmıştır ve klinikte elmas frezlerle yapılan bitirme işlemini taklit etmek amacıyla cilalama işlemlerinden önce kontrol grubu (Mylar bant grubu) hariç örnekler sırasıyla 320, 600 ve 1000 grid silikon karbit kağıt zımpara ile su altında zımparalanmıştır (32). Mylar bant-Kontrol alt grubunda yer alan örneklerde ise, bitirme ve cila işlemi yapılmamış olup örnekler hazırlanırken sadece şeffaf bantlar kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan restoratif materyaller

Çalışmada hazırlanan örnekler, kontrol grubu Mylar bant (TDV Dental, Pomerode/SC, Brezilya), rezin içerikli nano dolduruculu yüzey verniği G-Coat Plus (GC America Inc., IL 60803, A.B.D.), elmas gritli polisaj sistem Diacomp® Plus Twist (EVE Ernst Vetter GmbH, Keltern, Almanya), silikon karbide gritli polisaj sistem Ecocomp (EVE Ernst Vetter GmbH, Keltern, Almanya) ve alüminyum oksit içerikli disk polisaj sistemi Sof-Lex™ Extra Thin Contouring and Polishing Discs (3M ESPE, A.B.D.) uygulanmak üzere beş farklı alt gruba ayrılarak örneklerin hazırlanması üretici firmaların talimatları doğrultusunda tamamlanmıştır (Şekil 3.1., Tablo 3.2). Equia Forte HT grubunda üretici

firmaların önerdiği yüzey örtücü ajan olarak Equia Forte Coat (GC America Inc., IL 60803, A.B.D. kullanılmıştır.



Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan bitirme ve cilalama sistemleri

G-Coat Plus ve Equia Forte Coat tek kullanımlık bir fırça ile ince bir tabaka halinde uygulanmış olup üretici firmanın talimatlarına uygun olarak yaklaşık 1470 mW/cm<sup>2</sup> yoğunluğa sahip LED ışık cihazı ile 20 saniye boyunca polimerize edilmiştir. Diacomp Plus Twist alt grubunda bulunan örnekler sırasıyla orta ve ince grenli spiral diskleri ile hafif el basıncıyla kuru ortamda 10,000 rpm düşük devirde mikromotor kullanılarak cilalanmıştır. Sof-Lex alt grubunda bulunan örnekler sırasıyla kalın, orta, ince, süperince diskleri ile hafif el basıncıyla kuru ortamda 10,000 rpm düşük devirde mikromotor kullanılarak cilalanmıştır. Ecocomp alt grubunda bulunan örnekler sırasıyla orta ve ince diskleri ile hafif el basıncıyla kuru ortamda 10,000 rpm düşük devirde mikromotor kullanılarak cilalanmıştır. Her polisaj basamağı, homojen bir yüzey elde etmek amacıyla örnek her 5 saniyede bir çeyrek tur döndürülerek, 30 saniye boyunca kesintisiz uygulanmıştır. Her aşamanın ardından örnekler biriken artıkların uzaklaştırılması için 10 saniye süreyle su spreyi ile yıkanmış ve ardından hava ile kurutulmuştur. Örneklerin hazırlanması, bitirme ve cilalama prosedürleri aynı operatör tarafından tamamlanmıştır.

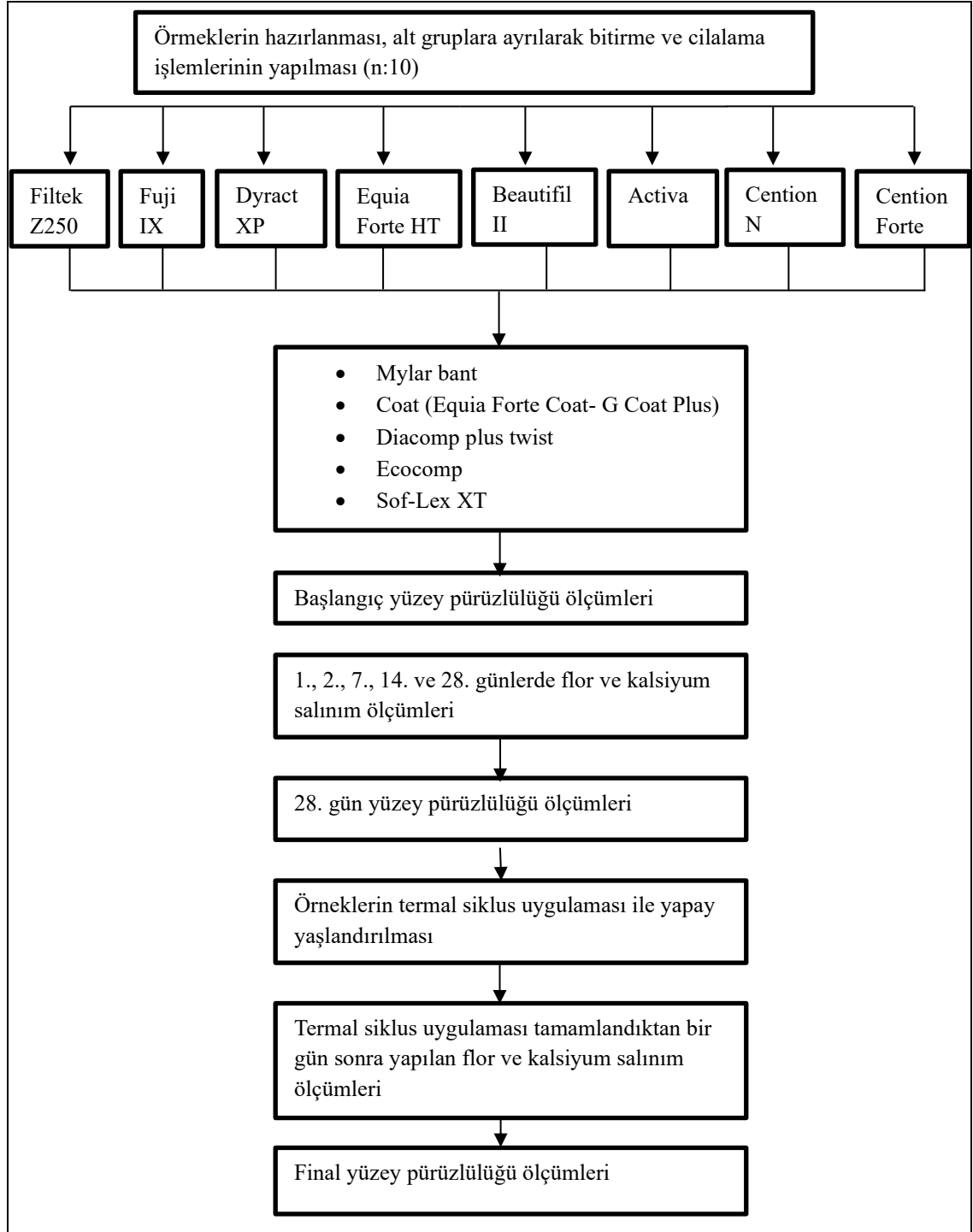
**Tablo 3.1.** Çalışmada kullanılan restoratif materyallerin kimyasal içerikleri.

Ürün Adı	Kimyasal İçerikleri	Üretici Firma ve Lot numaraları
<b>Filtek™ Z250</b>	BisGMA, BisEMA, UDMA, TEGDMA, alüminyum oksit, N-N,dimetilbenzokain, Zirkonya/Silika	3M ESPE, A.B.D. <b>Lot No:</b> 10504773
<b>GC Fuji IX GP™ Capsule</b>	<b>Toz:</b> Poliakrilik asit, floro-alumino silikat cam <b>Likit:</b> Poliakrilik asit, polibazik karboksilik asit, tartarik asit, distile su	GC Corp., Tokyo, Japonya <b>Lot No:</b> 230114A
<b>Dyract® XP</b>	UDMA, TCB rezin, TEGDMA, TMPTMA, Dimetakrilat rezinler, kamforokinon, etil4(dimetilamino)benzoate, BHT, UV stabilizatör, Stronsiyum-alümino-sodyum-floro-fosfor-silikat cam, Yüksek derecede dağılmış silikon dioksit, Stronsiyum flor, Demir oksit ve titanyum oksit pigmentleri	DENTSPLY DeTrey, Konstanz, Almanya <b>Lot No:</b> 2308000486
<b>Equia Forte™ HT Fil</b>	<b>Toz:</b> Floro aluminosilikat cam, poliakrilik asit, güçlendirilmiş silika partikülleri, <b>Likit:</b> poliakrilik asit, polibazik karboksilik asit, tartarik asit, distile su	GC Corp., Tokyo, Japonya <b>Lot No:</b> 2307211
<b>Beautifil II</b>	Aluminofloro-borosilikat cam, silan bağlayıcı ajan, Bis-GMA, UDA, TEGDMA, Alüminyum oksit, silisyumdioksit, DL-kamforokinon, S-PRG.	SHOFU Dental Corp., A.B.D. <b>Lot No:</b> 082395
<b>Activa™ BioActive-Restorative</b>	Modifiye poliakrilik asit ile diüretan ve diğer metakrilat karışımı, modiye kalsiyumfosfat (MCP) rezin, amorf silika, sodyum florid, su	PULPDENT®, Watertown, A.B.D. <b>Lot No:</b> 230907
<b>Cention® N</b>	<b>Toz:</b> Kalsiyum florosilikat camı, baryum camı, kalsiyum baryum alüminyum florosilikat camı, iso-filler, iterbiyum triflorür, başlatıcılar, boya maddeleri <b>Likit:</b> Dimetakrilatlar, başlatıcılar, stabilizatörler, katkı maddeleri, nane aroması	Ivoclar Vivadent AG, Lihtenştayn <b>Lot No:</b> Z06654
<b>Cention® Forte</b>	Kalsiyum florosilikat camı, baryum alüminyum florosilikat camı, kopolimer, kalsiyum baryum alüminyum florosilikat camı, UDMA, iterbiyum triflorür, aromatik alifatik UDMA, DCP, PEG-400-DMA	Ivoclar Vivadent AG, Lihtenştayn <b>Lot No:</b> ZL12C1

**Tablo 3.2.** Çalışmada kullanılan bitirme ve cilalama sistemlerinin içerikleri.

<b>MATERYAL</b>	<b>CİNSİ, PARTİKÜL BOYUTLARI</b>	<b>ÜRETİCİ FİRMA LOT NO</b>
<b>Mylar Bant</b>	Polyester şeffaf matriks bant	TDV Dental, Pomerode/SC, Brezilya <b>Lot No:</b> 1904185901
<b>G-Coat Plus</b>	Rezin içerikli nano doldurucu yüzey verniği  <b>İçerik:</b> Metil metakrilat, silikon dioksit, Difenil (2,4,6-trimetil benzoil) fosfin oksit, metakroloksidesil dihidrojen fosfat	GC America Inc., IL 60803, A.B.D.  <b>Lot No:</b> 2302221
<b>Diacomp Plus Twist</b>	2 aşamalı elmas emdirilmiş spiral disk sistem Pre polishing (Orta): 40-50 µm High shine Polishing (İnce): 3-6 µm	EVE Ernst Vetter GmbH, Keltern, Almanya <b>Lot No:</b> 508520
<b>Ecocomp</b>	2 aşamalı silikon karbit gritli sistem Pre polishing (Orta): 55-60µm Polishing (İnce): 7-8µm	EVE Ernst Vetter GmbH, Keltern, Almanya <b>Lot No:</b> 497597
<b>Sof-Lex™ XT</b>	4 aşamalı alüminyum oksit grit, Üretan kaplı esnek disk sistem  Kalın: 50-90µm Orta: 10-40µm İnce:3-9µm Süper ince: 1-7µm	3M ESPE, A.B.D. <b>Lot No:</b> 10184351
<b>Equia Forte Coat</b>	Rezin içerikli nano doldurucu yüzey verniği  <b>İçerik:</b> methyl metakrilat, fotobaşlatıcı, fosforik acit ester monomeri, butilat hidroksitoluen	GC America Inc., IL 60803, A.B.D.  <b>Lot No:</b> 2307211

Şekil 3.3: Deney akış şeması



### 3.3. Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri

Beş alt gruba ayrılan örnekler her grubun bitirme ve cilalama işlemi uygulandıktan sonra yüzey pürüzlülüğü ölçümlerine başlanmıştır. Örneklerin yüzey pürüzlülüğü ölçümleri kontakt modlu mekanik profilometre (Surtronic® S-100 series Taylor Hobson, 27755 Diehl Road, Suite 300, Warrenville, IL 60555, A.B.D.) ile yapılmıştır (Şekil 3.3). Ölçümler gerçekleştirilmeden önce yüzey profilometresi kendi kalibrasyon parçası kullanılarak kalibre edilmiştir. Cihaz, yüzey tarama uzunluğu (tracing length) 2,4 mm, yüzey kesme uzunluğu (cut-off) 0,8 mm, prob hızı (speed) 1mm/sn şeklinde ayarlanarak her grupta ölçümlere başlamadan önce kalibre edilmiştir. Örnekler, profilometrenin okuyucu ucu ile örnek yüzeyi arasında 90° olacak şekilde cihaza yerleştirilmiş, her bir örnek yüzeyinin üç farklı noktasından ölçümler alınarak µm cinsinden değerler kaydedilmiştir. Her bir örnek için yüzey pürüzlülüğü değeri örneklerin üç farklı noktasından alınan ölçümlerin aritmetik ortalaması alınarak ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri (Ra) hesaplanmıştır.



**Şekil 3.4.** Çalışmada kullanılan yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı (Surtronic® S-100 series Taylor Hobson, Warrenville, IL, A.B.D.)

Hazırlanan örneklerin saklanması için kullanılan tüplerde polietilen tüpler tercih edilmiştir (32). Örneklerin ilk yüzey pürüzlülüğü ölçümleri yapıldıktan sonra her örnek ayrı ayrı içerisinde 10 ml deiyonize su bulunan polietilen tüplere aktarılarak test tüplerine birer kod verilmiştir.

Örnekler deney süresi boyunca 37 °C’de etüvde (Mettler Incubator IN75, Mettler GmbH + Co. KG, Schwabach, Almanya) muhafaza edilmiştir. 28 günlük iyon ölçümleri

tamamlanan örnekler 28. gün yüzey pürüzlülüğü değerleri kaydedildikten sonra termal siklus uygulamasına alınmıştır. Termal siklus uygulamasından sonra örneklerin üçüncü (final) yüzey pürüzlülüğü ölçümleri yapılarak ölçümler tamamlanmıştır.

### 3.4. Flor salınım deneyi

Materyallerin flor salınım miktarı, ilk yüzey pürüzlülüğü ölçümünden sonraki 1., 2., 7., 14., 28. ve termal siklus işlemi uygulandıktan sonraki gün olmak üzere kaydedilmiştir. Ölçümler için flor iyonu seçici elektrot (perfectION™ Combination Fluoride Electrode, Mettler-Toledo AG, Schwerzenbach, İsviçre) bağlanmış iyonmetre cihazı (SevenCompact S220, Mettler-Toledo GmbH, Greifensee, İsviçre) kullanılmıştır (Şekil 3.4).



**Şekil 3.5.** Flor ve kalsiyum salınım ölçümlerinin yapıldığı iyonmetre cihazı (SevenCompact S220, Mettler-Toledo GmbH, Greifensee, İsviçre)

Her iyon ölçüm gününde, ölçümlerden önce elektrot kalibrasyonu için 1000 ppm'lik flor standart solüsyonu (Fluoride ISE Standard 1000 mg/L F<sup>-</sup>, Mettler Toledo GmbH, İsviçre) deiyonize su ile seyreltilerek 100 ppm, 10 ppm, 1 ppm, 0,1 ppm, 0,01 ppm'lik flor standart solüsyonları hazırlanmıştır. Elektrot kalibrasyonu yapılırken en düşük konsantrasyonlu solüsyondan başlanarak en yüksek konsantrasyonlu solüsyonla kalibrasyon tamamlanmıştır.

Kalibrasyon tamamlandıktan sonra 2 ml deney solüsyonuna 0,2 ml TISAB III solüsyonu (Mettler Toledo GmbH, İsviçre) eklenerek ölçüm solüsyonu hazırlanmıştır. Ölçüm

yapılacak solüsyonlar her ölçüm gününde tazelenmiştir. Ölçüm öncesinde her deney tüpü 10 saniye 100 rpm hızda ısıtıcısız manyetik karıştırıcı (VELP Scientifica ZX3 Analogue Advanced Vortex Mixer, VELP Scientifica Srl, Usmate, İtalya) ile karıştırılmıştır. Flor iyonu seçici elektrodunun içerisine eklenen İyon Elektrolit-A solüsyonunun (Ion Electrolyte A Reference Filling Solution, Mettler Toledo GmbH, İsviçre) ölçüm solüsyonundan en az 2,5 cm yüksekte olmasına dikkat edilerek ölçümler gerçekleştirilmiştir. Her bir ölçüm gününde iyon salınım miktarı hesaplanarak deney sonunda kümülatif iyon salınım miktarı ppm cinsinden kaydedilmiştir.

### **3.5. Kalsiyum salınım deneyi**

Materyallerin kalsiyum salınım miktarı, ilk yüzey pürüzlülüğü ölçümünden sonraki 1., 2., 7., 14., 28. ve termal siklus işlemi uygulandıktan sonraki gün olmak üzere kaydedilmiştir. Ölçümler için kalsiyum iyonu seçici elektrot (perfectION™ Combination Calcium Electrode, Mettler-Toledo AG, Schwerzenbach, İsviçre) bağlanmış iyonmetre cihazı (SevenCompact S220, Mettler-Toledo GmbH, Greifensee, İsviçre) kullanılmıştır (Şekil 3.4). Her iyon ölçüm gününde, ölçümlerden önce elektrot kalibrasyonu için 1000 ppm'lik kalsiyum standart solüsyonu (Calcium ISE Standard 1000 mg/L Ca<sup>2+</sup>, Mettler Toledo GmbH, İsviçre) deiyonize su ile seyreltilerek 100 ppm, 10 ppm, 1 ppm, 0,1 ppm, 0,01 ppm'lik kalsiyum standart solüsyonları hazırlanmıştır. Elektrot kalibrasyonu yapılırken en düşük konsantrasyonlu solüsyondan başlanarak en yüksek konsantrasyonlu solüsyonla kalibrasyon tamamlanmıştır.

Kalibrasyon tamamlandıktan sonra 2 ml deney solüsyonuna 0,2 ml Kalsiyum ISA solüsyonu (Calcium ISA solution, Ionic strength adjuster Mettler Toledo GmbH, İsviçre) eklenerek ölçüm solüsyonu hazırlanmıştır. Ölçüm öncesinde her deney tüpü 10 saniye 100 rpm hızda ısıtıcısız manyetik karıştırıcı (VELP Scientifica ZX3 Analogue Advanced Vortex Mixer, VELP Scientifica Srl, Usmate, İtalya) ile karıştırılmıştır. Kalsiyum iyonu seçici elektrodunun içerisine eklenen İyon Elektrolit-A solüsyonunun (Ion Electrolyte A Reference Filling Solution, Mettler Toledo GmbH, İsviçre) ölçüm solüsyonundan en az 2.5 cm yüksekte olmasına dikkat edilerek ölçümler gerçekleştirilmiştir. Her bir ölçüm gününde iyon salınım miktarı hesaplanarak deney sonunda kümülatif iyon salınım miktarı ppm cinsinden kaydedilmiştir.

### 3.6. Termal siklus uygulaması

Çalışmamızda, termal siklus cihazının (MTE-101, MOD Dental, Esetron Smart Robotechnologies, Ankara, Türkiye) sıcak ve soğuk su havuzlarına örneklerin aktarılması için konumlandırılmış örnek haznesi içerisine test edilecek numuneler yerleştirilmiştir (Şekil 3.5). Çalışmamızda hazırlanan örneklerin 28. gün iyon salınım değerleri kaydedildikten sonra her bir grup kategorize edilerek termal siklus uygulamasına hazırlanmıştır. Termal siklus cihazı, örnekler altı aylık termal yaşlandırılmaya eş olacak şekilde 5.000 siklusta çalıştırılmıştır. Sıcak su havuzu 55°C, soğuk su havuzu 5°C olarak ayarlanmıştır. Örneklerin sıcak ve soğuk su havuzlarında kalma süreleri 30'ar saniye, iki havuz arasındaki transfer süresi 10 saniye olarak ayarlanmıştır (14).



**Şekil 3.6.** Çalışmada kullanılan termal siklus cihazı (MTE-101, MOD Dental, Esetron Smart Robotechnologies, Ankara, Türkiye)

### 3.7. İstatiksel değerlendirme

Sürekli sayısal değişkenlerin dağılımının normale yakın dağılıp dağılmadığı Kolmogorov-Smirnov testiyle incelenirken varyansların homojenliği varsayımının sağlanıp sağlanmadığı Levene testiyle araştırıldı. Tanımlayıcı istatistikler; sürekli sayısal değişkenler için medyan (çeyreklerarası dağılım genişliği) biçiminde ifade edildi.

Her bir alt grup içerisinde izlem zamanlarına ( $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_7$ ,  $t_{14}$ ,  $t_{28}$ ,  $t_{TSS}$ ) göre flor ve kalsiyum iyon salınımlarında ve yüzey pürüzlülüğünde ( $t_1$ ,  $t_{28}$ ,  $t_{TSS}$  arasında) istatistiksel olarak anlamlı değişim olup olmadığı Friedman testiyle incelendi. Friedman test istatistiği

sonuçlarının önemli bulunması halinde ise Dunn-Bonferroni çoklu karşılaştırma testi kullanılarak farka neden olan izlem zaman(lar)ı tespit edildi.

Her bir materyal içerisinde bitirme-cilalama sistemleri türleri arasında ve her bir bitirme-cilalama sistemi türü içerisinde materyaller arasında sırasıyla; flor ve kalsiyum iyon salınımı ile yüzey pürüzlülüğünde meydana gelen değişim ( $t_1$  vs  $t_{28}$ ,  $t_1$  vs  $t_{TSS}$ ,  $t_{28}$  vs  $t_{TSS}$ ) yönünden farkların önemliliği ise Kruskal Wallis testiyle araştırıldı. Kruskal Wallis test istatistiği sonuçlarının önemli bulunması halinde ise Dunn-Bonferroni çoklu karşılaştırma testi kullanılarak farka neden olan grup(lar)ı tespit edildi.

Alt gruplar içerisinde 1. güne göre 28. gün sonunda ve 1.güne göre TSS dönemde flor ve kalsiyum iyon salınımında meydana gelen değişim ile yüzey pürüzlülüğünde meydana gelen değişim arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki olup olmadığı ise Spearman'ın korelasyon analizi ile değerlendirildi.

Verilerin analizi IBM SPSS Statistics *ver. 25* (IBM Corporation, Armonk, NY, A.B.D.) paket programında yapıldı. Aksi belirtilmedikçe  $p < 0,05$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Ancak, olası tüm çoklu karşılaştırmalarda Tip I hatayı kontrol edebilmek için Bonferroni Düzeltmesi yapıldı.

## 4. BULGULAR

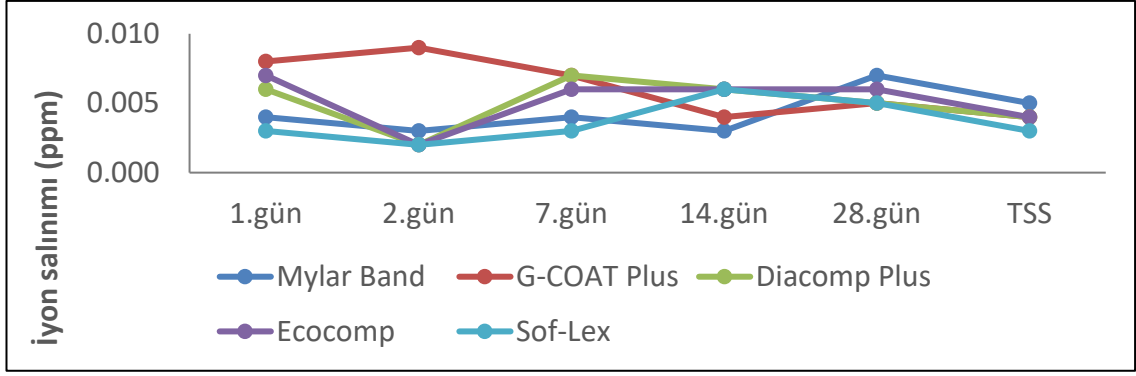
Bu çalışmada dört farklı bitirme ve cilalama sistemi uygulamasının, sekiz farklı restoratif materyal grubu üzerinde flor, kalsiyum salınımı ve yüzey pürüzlülüğü etkileri iyon selektif elektrot ve profilometre kullanılarak değerlendirilmiştir. Flor, kalsiyum salınımı için 1., 2., 7., 14., 28. günler ve termal siklus sonrası, yüzey pürüzlülüğü için 1., 28. günler ve termal siklus sonrası kaydedilen sayısal değerler üzerinden istatistiksel karşılaştırmalar yapılmıştır.

### 4.1. Flor salınım deneyi ile ilgili bulgular

#### 4.1.1. Flor iyon salınımının tüm izlem zamanlarına göre karşılaştırılması

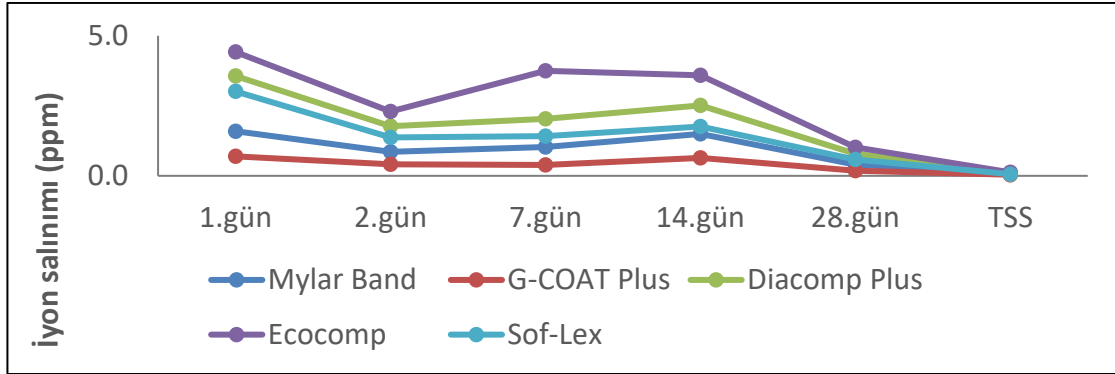
Çalışmada kullanılan materyal gruplarının, Mylar bant (kontrol), G Coat Plus/Equia Coat, Diacomp Plus, Ecocomp, Sof-Lex alt gruplarında yer alan örneklerin izlem sürelerindeki flor iyon salınımları açısından yapılan grup içi karşılaştırmalar Tablo 4.1’de verilmiştir. Buna göre, her materyal için kontrol grubu ve bitirme-cilalama sistemi alt gruplarında izlem zamanları arasında flor iyon salınımı açısından istatistiksel anlamlılık araştırılmıştır. Materyal ve bitirme-cilalama sistemi türü sabit tutulup izlem zamanları arasındaki ikili (çoklu) karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesine göre  $p < 0,00125$  için istatistiksel olarak anlamlı kabul edilirken, materyal ve ölçüm günü sabit tutulup bitirme-cilalama sistemleri arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni düzeltmesine göre  $p < 0,00104$  için istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Materyal ve bitirme-cilalama sistemi türü sabit tutulup izlem zamanları arasında yapılan tüm ikili (çoklu) karşılaştırmalarda, Filtek Z250 grubunun tüm alt gruplarında, izlem zamanları boyunca flor iyon salınımı oldukça düşük düzeylerde (0,002–0,009 ppm) olmakla birlikte ölçülebilir bulunmuştur ve salınım miktarları zaman içinde minimal farklar ile düzensiz dalgalanmalar göstermiştir (Şekil 4.1.).



Şekil 4.1. Filtek Z250 grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen flor salınım miktarlarının dağılımı.

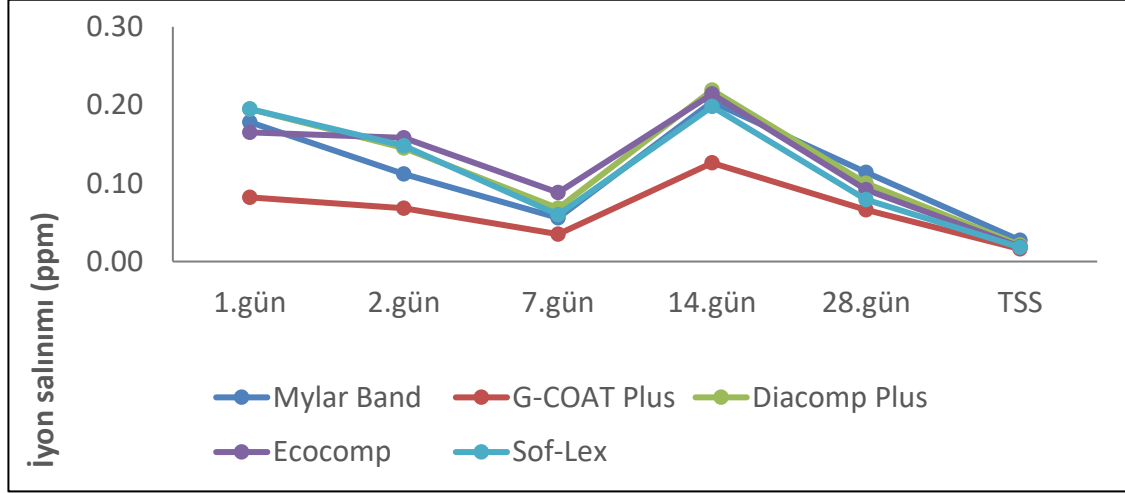
Fuji IX grubunun tüm alt gruplarında, en yüksek salınım 1. günde tespit edilmiş olup, 28. gün ve termal siklus sonrası flor iyon salınımında anlamlı derecede azalma saptanmıştır ( $p<0,00125$ ). Tüm gruplar incelendiğinde, 28. gün ile termal siklus sonrası dönem arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. TSS hariç diğer ölçüm günlerinde Diacomp Plus ve Ecocomp grupları G Coat Plus grubuna göre yüksek iyon salınım seviyeleri göstermiş olmakla birlikte, Ecocomp grubu Mylar bant grubundan daha yüksek iyon salınım değerleri sergilemiştir ( $p<0,00104$ ). TSS flor iyon salınım ölçümlerinde, Ecocomp grubunun flor iyon salınımı G Coat Plus grubuna göre daha yüksek bulunmuştur ( $p<0,00104$ , Şekil 4.2.).



Şekil 4.2. Fuji IX grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen flor salınım miktarlarının dağılımı.

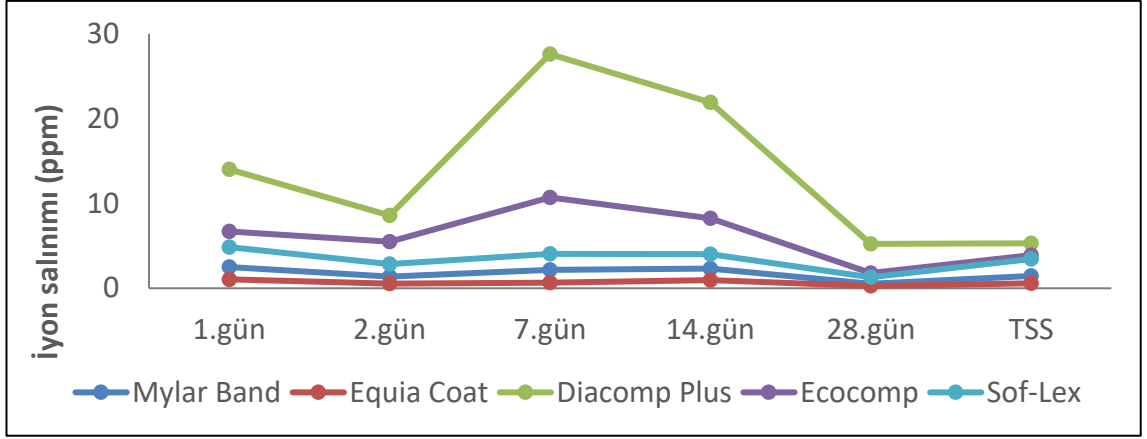
Dyract XP grubunda uygulanan tüm alt gruplarında, en yüksek flor iyon salınımı 14. günde gözlenmiş olup ( $p<0,00125$ ), termal siklus sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş izlenmiştir ( $p<0,00125$ ). Bütün alt gruplarda 14. gün sonrası iyon salınımında düşüş gözlenmiş olup, 28. gün ve termal siklus sonrası anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir ( $p>0,00125$ ). 1. gün ve 2. gün ölçümlerinde Diacomp Plus ve Sof-Lex

grupları ile 2., 7. ve 14. ölçüm günlerinde Ecocomp grubu G-Coat Plus grubundan daha yüksek salınım göstermiştir ( $p<0,00104$ ). 28. gün ve TSS ölçümlerde Mylar bant grubu G coat Plus grubundan daha yüksek iyon salınımı değerleri sergilemiştir ( $p<0,00104$ , Şekil 4.3).



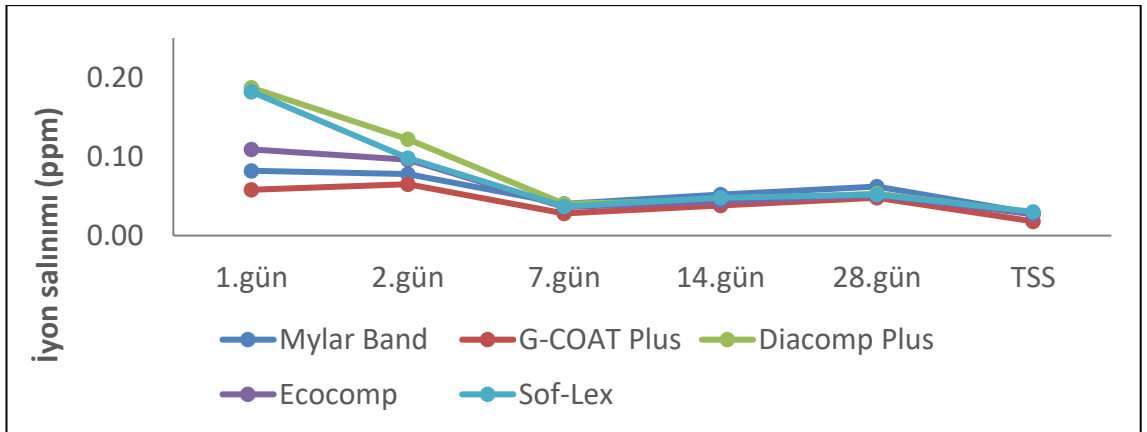
Şekil 4.3. Dyract XP grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen flor salınım miktarlarının dağılımı

Equia Forte HT grubunun tüm alt gruplarında flor iyonu salınımı değişkenlik göstermektedir. Buna göre; Diacomp Plus grubu 7. günde iyon salınımında belirgin bir artış göstermiş ve bu değer gruplar arasındaki en yüksek seviyeyi ulaşmıştır ( $p<0,00125$ ). Equia Coat grubu ise tüm izlem zamanlarında en düşük değerde seyretmiştir. Tüm sistemlerde 28. günde iyon salınımı istatistiksel olarak anlamlı derecede düşmüştür ( $p<0,00125$ ). Termal siklus sonrası 28. güne kıyasla tüm gruplarda iyon salınımında artış görülmüş olup, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,00125$ ). Tüm ölçüm günlerinde Ecocomp ve Diacomp Plus grupları Equia Coat grubundan daha yüksek iyon salınımı göstermiş olup, 2. gün hariç diğer tüm ölçüm günlerinde Diacomp Plus grubu Mylar bant grubundan daha yüksek seviyelerde iyon salınımı yapmıştır ( $p<0,00104$ , Şekil 4.4.).



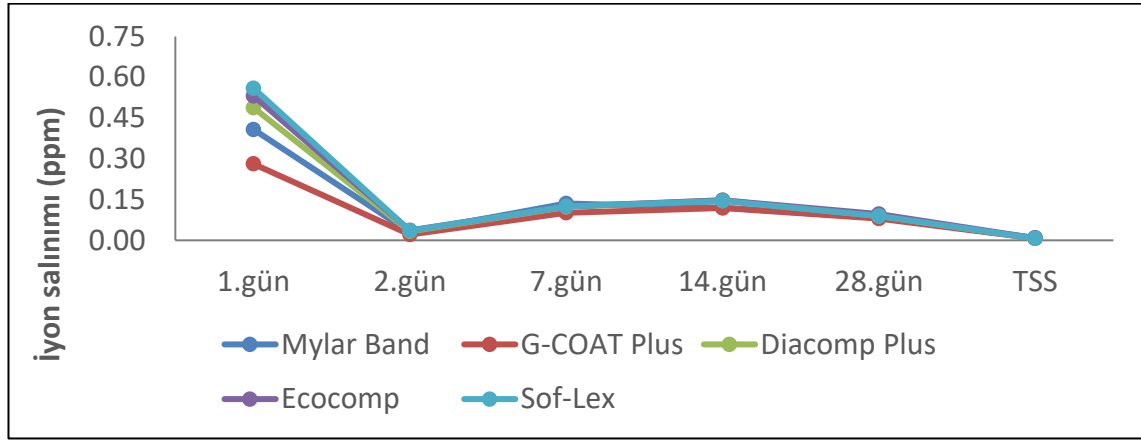
**Şekil 4.4.** Equia Forte HT grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen flor salınım miktarlarının dağılımı

Beautiful II grubunda uygulanan tüm sistemlerde 1. ve 2. günde flor iyon salınım miktarı tüm izlem günleri arasında anlamlı derecede en yüksek seviyede seyretmiştir ( $p < 0,00125$ ). İyon salınımı 7. güne doğru belirgin şekilde azalmış olup ( $p < 0,00125$ ), 14. ve 28. günde kısmen artış göstermiştir ( $p > 0,00125$ ). Termal siklus sonrası iyon salınımı tüm sistemlerde istatistiksel olarak anlamlı şekilde düşüş göstermiştir ancak bu fark 28. güne kıyasla anlamlı bulunmamıştır ( $p > 0,00125$ ). 1., 2. ve TSS ölçüm günlerinde Diacomp Plus ve Sof-Lex gruplarının iyon salınım seviyeleri G Coat Plus grubundan daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0,00104$ ). 14. ve 28. ölçüm günlerinde ise Mylar bant grubu iyon salınım değerlerinin G coat Plus grubundan daha fazla olduğu gözlenmiştir ( $p < 0,00104$ , Şekil 4.5.).



**Şekil 4.5.** Beautiful II grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen flor salınım miktarlarının dağılımı

Activa Bioactive grubunda uygulanan sistemlerde 1. günde en yüksek iyon salınım seviyesi gözlenirken, 2. günde iyon salınım değerlerinde anlamlı bir düşüş gözlenmiştir ( $p < 0,00125$ ). Tüm sistemlerde iyon salınım 7. ve 14. günlerde minimal düzeyde artış gösterse de ( $p > 0,00125$ ), termal siklus sonrası iyon salınımı en düşük seviyeye ulaşmıştır ( $p < 0,00125$ ). 1. ve 2. ölçüm günlerinde Ecocomp ve Sof-Lex grupları iyon salınım değerleri G Coat Plus grubundan daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0,00104$ ). Diğer tüm ölçüm günlerinde bitirme-cilalama sistemleri iyon salınım seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p > 0,00104$ , Şekil 4.6.).

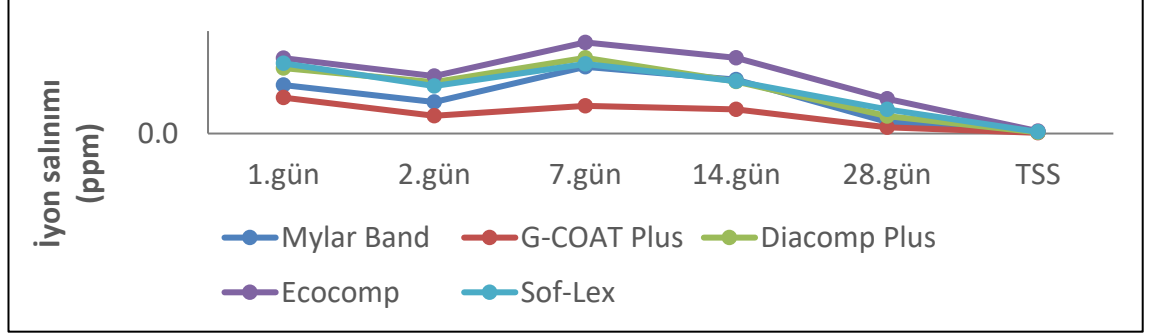


**Şekil 4.6.** Activa Bioactive grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen flor salınım miktarlarının dağılımı

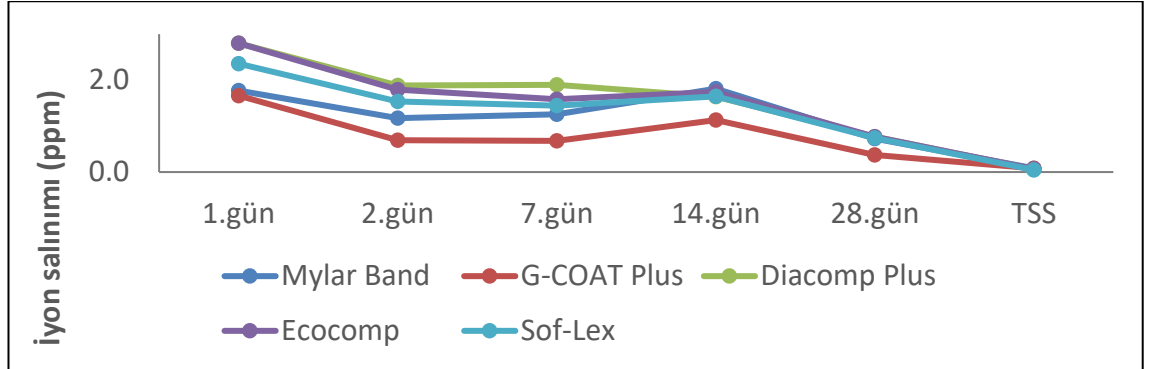
Cention N grubunun tüm alt gruplarında iyon salınımı, 1. günden 2. güne doğru belirgin şekilde azalmış ( $p > 0,00125$ ), 7. günde yeniden artış göstermiş ( $p > 0,00125$ ); ardından 28. gün ve termal siklus sonrası dönemde anlamlı düşüş izlenmiştir ( $p < 0,00125$ ). Ecocomp, Sof-Lex ve Diacomp Plus grupları daha yüksek seviyelerde iyon salınımı gösterirken, G-Coat Plus grubunda iyon salınımı genel olarak düşük seviyelerde tespit edilmiştir. Tüm gruplarda termal siklus sonrası iyon salınım değerleri minimum düzeye inmiş, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,00125$ ). 7. ve 14. ölçüm günleri hariç diğer günlerde Ecocomp grubu iyon salınım değerleri G Coat Plus grubundan daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0,00104$ , Şekil 4.7.).

Cention Forte grubunda tüm alt gruplarda iyon salınımında istatistiksel olarak anlamlı olmamakla beraber 1. günden 2. güne düşüş gözlenmiştir. Mylar bant grubu hariç tüm sistemlerde 28. günde salınan iyon miktarı 1. güne göre anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur ( $p < 0,00125$ ). Diacomp ve Ecocomp grupları daha yüksek salınım değerleri gösterirken, G Coat Plus grubu genel olarak düşük iyon salınım değerlerinde izlenmiştir.

Tüm gruplarda termal siklus sonrası salınım değerleri anlamlı derecede azalmıştır ( $p < 0,00125$ ). 2. ve 7. günlerde Diacomp Plus ve Ecocomp grupları iyon salınım değerleri G Coat Plus grubundan yüksek bulunmuş olup ( $p < 0,00104$ ), geri kalan diğer tüm ölçüm günlerinde bitirme-cilalama sistemleri iyon salınım değerleri arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulunamamıştır ( $p > 0,00104$ , Şekil 4.8).



Şekil 4.7. Cention N grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen flor salınım miktarlarının dağılımı



Şekil 4.8. Cention Forte grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen flor salınım miktarlarının dağılımı

**Tablo 4.1.** Materyal ve bitirme-cilalama sistemleri türleri içerisinde izlem zamanlarına göre flor iyon salınımları.

	1.gün	2.gün	7.gün	14.gün	28.gün	TSS	p-değeri <sup>1</sup>
<b>Filtek Z250</b>							
Mylar Bant	0,004(0,003)	0,003 (0,003) <sup>A</sup>	0,004 (0,002)	0,003(0,002)	0,007(0,001) <sup>A,a</sup>	0,005(0,001) <sup>a</sup>	<0,001
Coat	0,008(0,006)	0,009 (0,002) <sup>A,a,b,c</sup>	0,007 (0,001)	0,004(0,005)	0,005 (0,001)	0,004(0,001) <sup>A</sup>	<0,001
Diacomp Plus	0,006(0,002)	0,002 (0,002) <sup>A,B,a</sup>	0,007(0,002) <sup>A,C,a</sup>	0,006(0,003) <sup>B</sup>	0,005 (0,001)	0,004(0,001) <sup>C</sup>	<0,001
Ecocomp	0,007(0,002) <sup>A</sup>	0,002 (0,001) <sup>A,B,b</sup>	0,006 (0,002) <sup>B</sup>	0,006 (0,001)	0,006 (0,000)	0,004 (0,001)	<0,001
Sof-Lex	0,003(0,001)	0,002 (0,001) <sup>A,B,c</sup>	0,003 (0,001) <sup>a</sup>	0,006(0,005) <sup>A</sup>	0,005(0,001) <sup>B,a</sup>	0,003(0,001) <sup>a</sup>	<0,001
<i>p-değeri</i> <sup>2</sup>	0,001	<0,001	<0,001	0,019	<0,001	<0,001	
<b>Fuji IX</b>							
Mylar Bant	1,593 (0,490) <sup>A,B,a</sup>	0,859 (0,135) <sup>a</sup>	1,030 (0,269) <sup>a</sup>	1,502 (0,199) <sup>C,a</sup>	0,397 (0,063) <sup>A,a</sup>	0,069 (0,017) <sup>B,C</sup>	<0,001
Coat	0,695 (0,217) <sup>A,B,b,c</sup>	0,412 (0,128) <sup>b,c</sup>	0,390 (0,128) <sup>b,c</sup>	0,637 (0,199) <sup>C,b,c</sup>	0,185 (0,060) <sup>A,b,c</sup>	0,040 (0,009) <sup>B,C,a</sup>	<0,001
Diacomp Plus	3,563 (0,706) <sup>A,B,b</sup>	1,774 (0,588) <sup>b</sup>	2,036 (0,967) <sup>b</sup>	2,509 (1,294) <sup>C,b</sup>	0,792 (0,259) <sup>A,b</sup>	0,082 (0,032) <sup>B,C</sup>	<0,001
Ecocomp	4,421 (0,755) <sup>A,B,a,c</sup>	2,296 (0,410) <sup>a,c</sup>	3,747 (0,846) <sup>C,a,c</sup>	3,583 (0,764) <sup>D,a,c</sup>	1,013 (0,307) <sup>A,a,c</sup>	0,125 (0,031) <sup>B,C,D,a</sup>	<0,001
Sof-Lex	3,013 (0,485) <sup>A,B</sup>	1,368 (0,383)	1,423 (0,515)	1,761 (0,465) <sup>C</sup>	0,587 (0,193) <sup>A</sup>	0,059 (0,122) <sup>B,C</sup>	<0,001
<i>p-değeri</i> <sup>2</sup>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
<b>Dyract XP</b>							
Mylar Bant	0,178 (0,077) <sup>A</sup>	0,112 (0,035)	0,056 (0,010) <sup>B</sup>	0,204 (0,057) <sup>B,C</sup>	0,114 (0,019) <sup>a</sup>	0,027 (0,012) <sup>A,C,a</sup>	<0,001
Coat	0,082 (0,019) <sup>A,a,b</sup>	0,068 (0,030) <sup>a,b,c</sup>	0,035 (0,010) <sup>B,a</sup>	0,126 (0,038) <sup>B,C,a,b</sup>	0,066 (0,024) <sup>a</sup>	0,016 (0,002) <sup>A,C,a</sup>	<0,001
Diacomp Plus	0,195 (0,093) <sup>A,a</sup>	0,145 (0,042) <sup>a</sup>	0,068 (0,012) <sup>B</sup>	0,219 (0,053) <sup>B,C,a</sup>	0,100 (0,016)	0,021 (0,010) <sup>A,C,b</sup>	<0,001
Ecocomp	0,165 (0,050) <sup>A</sup>	0,158 (0,042) <sup>B,b</sup>	0,088 (0,021) <sup>C,a</sup>	0,214 (0,051) <sup>C,D,b</sup>	0,092 (0,023)	0,019 (0,009) <sup>A,B,D</sup>	<0,001
Sof-Lex	0,195 (0,047) <sup>A,b</sup>	0,148 (0,031) <sup>c</sup>	0,060 (0,010) <sup>B</sup>	0,198 (0,053) <sup>B,C</sup>	0,079 (0,028)	0,018 (0,003) <sup>A,C</sup>	<0,001
<i>p-değeri</i> <sup>2</sup>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
<b>Equia Forte HT</b>							
Mylar Bant	2,504 (0,346) <sup>A,B,C,a</sup>	1,386 (0,314) <sup>A</sup>	2,184 (0,449) <sup>D,a</sup>	2,313 (0,559) <sup>E,a</sup>	0,530 (0,108) <sup>B,D,E,a</sup>	1,437 (0,417) <sup>C,a</sup>	<0,001
Coat	1,054 (0,177) <sup>A,b,c</sup>	0,560 (0,054) <sup>a,b</sup>	0,660 (0,138) <sup>b,c</sup>	0,981 (0,206) <sup>B,b,c</sup>	0,265 (0,048) <sup>A,B,b,c</sup>	0,594 (0,294) <sup>b,c</sup>	<0,001
Diacomp Plus	14,015 (2,258) <sup>a,b</sup>	8,581 (3,211) <sup>A,a</sup>	27,600 (9,948) <sup>A,B,C,a,b</sup>	21,890 (5,413) <sup>D,a,b</sup>	5,231 (1,640) <sup>B,D,a,b</sup>	5,283 (1,086) <sup>C,a,b</sup>	<0,001
Ecocomp	6,703 (1,708) <sup>c</sup>	5,491 (2,649) <sup>b</sup>	10,707 (5,536) <sup>A,B,c</sup>	8,263 (4,157) <sup>C,c</sup>	1,799 (0,995) <sup>A,C,c</sup>	3,898 (1,660) <sup>B,c</sup>	<0,001
Sof-Lex	4,855 (0,974) <sup>A</sup>	2,862 (0,911)	4,074 (2,516) <sup>B</sup>	4,006 (1,550) <sup>C</sup>	1,297 (0,779) <sup>A,B,C</sup>	3,452 (1,407)	<0,001
<i>p-değeri</i> <sup>2</sup>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	

Tanımlayıcı istatistikler; medyan (çeyreklerarası dağılım genişliği) biçiminde gösterildi. <sup>1</sup> Friedman testi, Bonferroni düzeltilmesine göre  $p < 0,00125$  ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. <sup>2</sup> Kruskal Wallis testi, materyal sabit tutulduğunda günler içerisinde polisaj türleri arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni düzeltilmesine göre  $p < 0,00104$  ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Her bir alt grupta aynı satırlar içerisinde aynı büyük harfler ile gösterilen izlem zamanları arasında Bonferroni düzeltilmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ( $p < 0,00125$ ). Aynı sütunlar içerisinde aynı küçük harfler ile gösterilen polisaj türleri arasında Bonferroni düzeltilmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ( $p < 0,00104$ ).

**Tablo 4.1. (devamı) Materyal ve bitirme-cilalama sistemleri türleri içerisinde izlem zamanlarına göre flor iyon salınımları.**

	1.gün	2.gün	7.gün	14.gün	28.gün	TSS	p-değeri <sup>1</sup>
<b>Beautifil II</b>							
Mylar Bant	0,082 (0,040) <sup>A</sup>	0,078 (0,033) <sup>B,C</sup>	0,040 (0,014) <sup>B</sup>	0,052 (0,015) <sup>a</sup>	0,062 (0,022) <sup>D,a</sup>	0,028 (0,014) <sup>A,C,D</sup>	<0,001
Coat	0,058 (0,020) <sup>A,a,b</sup>	0,065(0,005) <sup>B,C,a,b</sup>	0,028 (0,004) <sup>B</sup>	0,038 (0,007) <sup>a</sup>	0,048 (0,003) <sup>a</sup>	0,018 (0,003) <sup>A,C,a,b</sup>	<0,001
Diacomp Plus	0,187 (0,038) <sup>A,a</sup>	0,122 (0,022) <sup>B,C,a</sup>	0,040 (0,009) <sup>B</sup>	0,045 (0,013)	0,053 (0,010)	0,029 (0,007) <sup>A,C,a</sup>	<0,001
Ecocomp	0,109 (0,031) <sup>A,B</sup>	0,096 (0,023) <sup>C,D</sup>	0,036 (0,008) <sup>A,C</sup>	0,043 (0,008)	0,051 (0,006)	0,027 (0,002) <sup>B,D</sup>	<0,001
Sof-Lex	0,182 (0,058) <sup>A,b</sup>	0,098 (0,050) <sup>B,C,b</sup>	0,037 (0,010) <sup>B</sup>	0,048 (0,014)	0,052 (0,004)	0,030 (0,006) <sup>A,C,b</sup>	<0,001
<b>p-değeri <sup>2</sup></b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	0,001	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	
<b>Activa Bioactive</b>							
Mylar Bant	0,408 (0,138) <sup>A,B</sup>	0,030 (0,010) <sup>A</sup>	0,136 (0,023) <sup>C</sup>	0,120 (0,023)	0,083 (0,023)	0,009 (0,002) <sup>B,C</sup>	<0,001
Coat	0,281 (0,031) <sup>A,B,a,b</sup>	0,021 (0,007) <sup>A,a,b</sup>	0,101 (0,018)	0,119 (0,036) <sup>C</sup>	0,080 (0,021)	0,007 (0,002) <sup>B,C</sup>	<0,001
Diacomp Plus	0,488 (0,087) <sup>A,B</sup>	0,033 (0,018) <sup>A</sup>	0,122 (0,031)	0,147 (0,022) <sup>C</sup>	0,089 (0,011)	0,007 (0,001) <sup>B,C</sup>	<0,001
Ecocomp	0,531 (0,156) <sup>A,B,a</sup>	0,036 (0,009) <sup>A,a</sup>	0,125 (0,024)	0,147 (0,032) <sup>C</sup>	0,097 (0,012)	0,008 (0,001) <sup>B,C</sup>	<0,001
Sof-Lex	0,560 (0,205) <sup>A,B,b</sup>	0,035 (0,011) <sup>A,b</sup>	0,125 (0,014)	0,145 (0,029) <sup>C</sup>	0,090 (0,006)	0,007 (0,000) <sup>B,C</sup>	<0,001
<b>p-değeri <sup>2</sup></b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	0,001	0,001	0,020	0,001	
<b>Cention N</b>							
Mylar Bant	1,415 (0,341) <sup>A</sup>	0,924 (0,182)	1,953 (1,299) <sup>B,C</sup>	1,576 (1,911) <sup>D</sup>	0,342 (0,616) <sup>B</sup>	0,042 (0,026) <sup>A,C,D</sup>	<0,001
Coat	1,051 (0,463) <sup>A,B,a</sup>	0,516 (0,349) <sup>a</sup>	0,811 (0,556) <sup>C</sup>	0,710 (0,658)	0,186 (0,079) <sup>A,a</sup>	0,019 (0,004) <sup>B,C,a</sup>	<0,001
Diacomp Plus	1,913 (0,519) <sup>A</sup>	1,504 (0,478)	2,216 (0,899) <sup>B,C</sup>	1,526 (0,676)	0,506 (0,561) <sup>B</sup>	0,035 (0,018) <sup>A,C</sup>	<0,001
Ecocomp	2,204 (0,278) <sup>A,a</sup>	1,686 (0,636) <sup>a</sup>	2,668 (1,450) <sup>B,C</sup>	2,216 (1,972) <sup>D</sup>	1,012 (0,963) <sup>B,a</sup>	0,069 (0,028) <sup>A,C,D,a</sup>	<0,001
Sof-Lex	2,055 (0,516) <sup>A,B</sup>	1,391 (0,348)	2,036 (0,731) <sup>C</sup>	1,527 (0,550)	0,706 (0,233) <sup>A</sup>	0,047 (0,013) <sup>B,C</sup>	<0,001
<b>p-değeri <sup>2</sup></b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	0,002	0,003	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	
<b>Cention Forte</b>							
Mylar Bant	1,768 (0,358) <sup>A</sup>	1,170 (0,340)	1,255 (0,494)	1,813 (0,420) <sup>B,C</sup>	0,726 (0,312) <sup>B</sup>	0,082 (0,011) <sup>A,C</sup>	<0,001
Coat	1,662 (0,640) <sup>A,B</sup>	0,693 (0,362) <sup>a,b</sup>	0,681 (0,472) <sup>a</sup>	1,130 (0,681) <sup>C</sup>	0,373 (0,288) <sup>A</sup>	0,081 (0,080) <sup>B,C</sup>	<0,001
Diacomp Plus	2,801 (1,130) <sup>A,B</sup>	1,881 (0,536) <sup>C,a</sup>	1,896 (0,554) <sup>a</sup>	1,642 (0,245)	0,767 (0,294) <sup>A</sup>	0,059 (0,023) <sup>B,C</sup>	<0,001
Ecocomp	2,802 (0,500) <sup>A,B</sup>	1,790 (0,525) <sup>b</sup>	1,584 (1,135)	1,743 (1,242)	0,770 (0,604) <sup>A</sup>	0,066 (0,014) <sup>B</sup>	<0,001
Sof-Lex	2,357 (0,500) <sup>A,B</sup>	1,535 (0,884)	1,445 (0,667)	1,644 (0,874) <sup>C</sup>	0,739 (0,468) <sup>A</sup>	0,045 (0,025) <sup>B,C</sup>	<0,001
<b>p-değeri <sup>2</sup></b>	0,001	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	0,004	0,028	0,003	

Tanımlayıcı istatistikler; medyan (çeyreklerarası dağılım genişliği) biçiminde gösterildi. <sup>1</sup> Friedman testi, Bonferroni düzeltmesine göre p<0,00125 ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. <sup>2</sup> Kruskal Wallis testi, materyal sabit tutulduğunda günler içerisinde polisaj türleri arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni düzeltmesine göre p<0,00104 ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Her bir alt grupta aynı satırlar içerisinde aynı büyük harfler ile gösterilen izlem zamanları arasında Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi (p<0,00125). Aynı sütunlar içerisinde aynı küçük harfler ile gösterilen polisaj türleri arasında Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi (p<0,00104).

Materyal ve bitirme-cilalama sistemi türüne göre 1. gün, 28. gün ve TSS flor iyon salınımları açısından yapılan grup içi karşılaştırmalar Tablo 4.2’de verilmiştir. Buna göre, her bitirme-cilalama sistemi türü için materyal grupları arasında flor iyon salınımı açısından istatistiksel anlamlılık araştırılmıştır. Ölçüm günü ve bitirme-cilalama sistemi türü sabit tutulup materyal grupları arasındaki ikili (çoklu) karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesine göre  $p < 0,00167$  için istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Bitirme-cilalama sistemlerinin sabit tutulup materyal grupları arasında flor iyon salınımı değerleri karşılaştırıldığında, 1. günde tüm bitirme-cilalama sistemlerinde Fuji IX, Equia Forte HT, Cention N ve Cention Forte grupları Filtek Z250 grubundan daha yüksek iyon salınım değerleri göstermiştir ( $p < 0,00167$ ). Diacomp Plus, Ecocomp ve Sof-Lex sistemlerinde ise, Fuji IX ve Equia Forte HT materyal grupları, Dyract Xp ve Beautifil II gruplarına göre daha yüksek salınım değerleri göstermiş olup, Mylar bant ve Coat gruplarında ise, Equia Forte HT ve Cention Forte, Beautifil II’ye kıyasla yüksek iyon salınım değerleri göstermiştir ( $p < 0,00167$ ).

Bitirme-cilalama sistemi türünün sabit tutulup materyal grupları arasında flor iyon salınımı değerleri karşılaştırıldığında 28. günde tüm bitirme-cilalama sistemi gruplarında Fuji IX, Equia Forte HT, Cention N ve Cention Forte grupları Filtek Z250 grubundan daha yüksek iyon salınım değerleri göstermiştir ( $p < 0,00167$ ). 28.günde tüm bitirme-cilalama sistemi gruplarında Equia Forte HT grubu Beautifil II grubundan daha yüksek salınım değerleri göstermiş olup Mylar bant hariç bütün gruplarda da Dyract Xp grubundan yüksek iyon salınım değerleri göstermiştir ( $p < 0,00167$ ).

Bitirme-cilalama sistemi türünün sabit tutulup materyal grupları arasında flor iyon salınımı değerleri karşılaştırıldığında TSS ölçüm gününde tüm bitirme-cilalama sistemi gruplarında, Fuji IX, Equia Forte HT ve Cention Forte grupları Filtek Z250 grubundan daha yüksek iyon salınım değerleri göstermiştir ( $p < 0,00167$ ). TSS ölçüm gününde tüm bitirme-cilalama sistemi gruplarında Equia Forte HT grubu Dyract Xp ve Activa BioActive Restorative gruplarından daha yüksek salınım değerleri göstermiştir ( $p < 0,00167$ ). Diacomp Plus, Ecocomp ve Sof-Lex gruplarında Fuji IX grubu Activa BioActive Restorative grubundan daha yüksek salınım değerleri göstermiş olup Ecocomp ve Sof-Lex gruplarında da Cention N grubu Filtek Z250 grubundan yüksek iyon salınım değerleri göstermiştir ( $p < 0,00167$ ).

**Tablo 4.2.** Materyal ve bitirme-cilalama sistemleri türlerine göre 1.gün, 28.gün ve TSS flor iyon salınımları

	Myllar Bant	Coat	Diacomp Plus	Ecocomp	Sof-Lex
<b>1.gün</b>					
Filtek Z250	0,004 (0,003) <sup>A,B,C,D</sup>	0,008 (0,006) <sup>A,B,C,D</sup>	0,006 (0,002) <sup>A,B,C,D</sup>	0,007 (0,002) <sup>A,B,C,D</sup>	0,003 (0,001) <sup>A,B,C,D</sup>
Fuji IX	1,593 (0,490) <sup>A</sup>	0,695 (0,217) <sup>A</sup>	3,563 (0,706) <sup>A,E,F</sup>	4,421 (0,755) <sup>A,E,F</sup>	3,013 (0,485) <sup>A,E,F</sup>
Dyract Xp	0,178 (0,077) <sup>E</sup>	0,082 (0,019) <sup>E</sup>	0,195 (0,093) <sup>E,G</sup>	0,165 (0,050) <sup>E,G</sup>	0,195 (0,047) <sup>E,G</sup>
Equia Forte	2,504 (0,346) <sup>B,E,f</sup>	1,054 (0,177) <sup>B,F</sup>	14,015 (2,258) <sup>B,G,H</sup>	6,703 (1,708) <sup>B,G,H</sup>	4,855 (0,974) <sup>B,G,H</sup>
Beautifil II	0,082 (0,040) <sup>F,G</sup>	0,058 (0,020) <sup>F,G,H</sup>	0,187 (0,038) <sup>F,H</sup>	0,109 (0,031) <sup>F,H</sup>	0,182 (0,058) <sup>F,H</sup>
Activa	0,408 (0,138)	0,281 (0,031)	0,488 (0,087)	0,531 (0,156)	0,560 (0,205)
Cention N	1,415 (0,341) <sup>C</sup>	1,051 (0,463) <sup>C,G</sup>	1,913 (0,519) <sup>C</sup>	2,204 (0,278) <sup>C</sup>	2,055 (0,516) <sup>C</sup>
Cention Forte	1,768 (0,358) <sup>D,G</sup>	1,662 (0,640) <sup>D,E,H</sup>	2,801 (1,130) <sup>D</sup>	2,802 (0,500) <sup>D</sup>	2,357 (0,500) <sup>D</sup>
<i>p-değeri</i> <sup>1</sup>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>28.gün</b>					
Filtek Z250	0,007 (0,001) <sup>A,B,C,D</sup>	0,005 (0,001) <sup>A,B,C,D</sup>	0,005 (0,001) <sup>A,B,C,D</sup>	0,006 (0,000) <sup>A,B,C,D</sup>	0,005 (0,001) <sup>A,B,C,D</sup>
Fuji IX	0,397 (0,063) <sup>A</sup>	0,185 (0,060) <sup>A</sup>	0,792 (0,259) <sup>A,E</sup>	1,013 (0,307) <sup>A,E</sup>	0,587 (0,193) <sup>A</sup>
Dyract Xp	0,114 (0,019)	0,066 (0,024) <sup>E</sup>	0,100 (0,016) <sup>F</sup>	0,092 (0,023) <sup>F</sup>	0,079 (0,028) <sup>E</sup>
Equia Forte	0,530 (0,108) <sup>B,E</sup>	0,265 (0,048) <sup>B,F</sup>	5,231 (1,640) <sup>B,F,G,H</sup>	1,799 (0,995) <sup>B,F,G</sup>	1,297 (0,779) <sup>B,E,F</sup>
Beautifil II	0,062 (0,022) <sup>E,F</sup>	0,048 (0,003) <sup>F,G</sup>	0,053 (0,010) <sup>E,G</sup>	0,051 (0,006) <sup>E,G,H</sup>	0,052 (0,004) <sup>F,G,H</sup>
Activa	0,083 (0,023) <sup>G</sup>	0,080 (0,021)	0,089 (0,011) <sup>H</sup>	0,097 (0,012)	0,090 (0,006)
Cention N	0,342 (0,616) <sup>C</sup>	0,186 (0,079) <sup>C</sup>	0,506 (0,561) <sup>C</sup>	1,012 (0,963) <sup>C,H</sup>	0,706 (0,233) <sup>C,G</sup>
Cention Forte	0,726 (0,312) <sup>D,F,G</sup>	0,373 (0,288) <sup>D,E,f</sup>	0,767 (0,294) <sup>D</sup>	0,770 (0,604) <sup>D</sup>	0,739 (0,468) <sup>D,H</sup>
<i>p-değeri</i> <sup>1</sup>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<b>TSS</b>					
Filtek Z250	0,005 (0,001) <sup>A,B,C</sup>	0,004 (0,001) <sup>A,B,C</sup>	0,004 (0,001) <sup>A,B,C</sup>	0,004 (0,001) <sup>A,B,C,D</sup>	0,003 (0,001) <sup>A,B,C,D</sup>
Fuji IX	0,069 (0,017) <sup>A</sup>	0,040 (0,009) <sup>A,D</sup>	0,082 (0,032) <sup>A,D</sup>	0,125 (0,031) <sup>A,E</sup>	0,059 (0,122) <sup>A,E</sup>
Dyract Xp	0,027 (0,012) <sup>D</sup>	0,016 (0,002) <sup>E</sup>	0,021 (0,010) <sup>E</sup>	0,019 (0,009) <sup>F</sup>	0,018 (0,003) <sup>F</sup>
Equia Forte	1,437 (0,417) <sup>B,D,E,F,G</sup>	0,594 (0,294) <sup>B,E,F</sup>	5,283 (1,086) <sup>B,E,F</sup>	3,898 (1,660) <sup>B,F,G,H</sup>	3,452 (1,407) <sup>B,F,G</sup>
Beautifil II	0,028 (0,014) <sup>E</sup>	0,018 (0,003)	0,029 (0,007)	0,027 (0,002) <sup>G</sup>	0,030 (0,006)
Activa	0,009 (0,002) <sup>F</sup>	0,007 (0,002) <sup>D,F,G</sup>	0,007 (0,001) <sup>D,F</sup>	0,008 (0,001) <sup>E,H</sup>	0,007 (0,000) <sup>E,G</sup>
Cention N	0,042 (0,026)	0,019 (0,004)	0,035 (0,018)	0,069 (0,028) <sup>C</sup>	0,047 (0,013) <sup>C</sup>
Cention Forte	0,082 (0,011) <sup>C,G</sup>	0,081 (0,080) <sup>C,G</sup>	0,059 (0,023) <sup>C</sup>	0,066 (0,014) <sup>D</sup>	0,045 (0,025) <sup>D</sup>
<i>p-değeri</i> <sup>1</sup>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Tanımlayıcı istatistikler; medyan (çeyreklerarası dağılım genişliği) biçiminde gösterildi. <sup>1</sup> Polisaj türleri içerisinde materyaller arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni düzeltmesine göre  $p < 0,00167$  ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Kruskal Wallis testi. Aynı sütunlar içerisinde aynı büyük harfler ile gösterilen materyaller arasında Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ( $p < 0,00167$ ).

#### 4.1.2. Flor iyon salınımlarının 1. gün-28. gün karşılaştırması

Materyal türünün sabit tutulup bitirme ve cilalama sistemleri arasında yapılan karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesine göre  $p < 0,00042$  için istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. 1. güne kıyasla 28. günün sonunda; Filtek Z250, Cention N ve Cention Forte gruplarına uygulanan tüm bitirme ve cilalama sistemleri arasında flor iyon salınımlarındaki değişim açısından istatistiksel anlamlı fark bulunmamıştır ( $p:0,00054$ ,  $p:0,12550$ ,  $p:0,00237$ ).

Fuji IX grubunda, Diacomp Plus ve Ecocomp sistemleri 1 ve 28. Günler arasında Coat grubuna göre flor iyon salınımında anlamlı olarak daha fazla azalmaya neden olmuştur. ( $p<0,00042$ ). Ecocomp grubu Mylar bant grubuna kıyasla flor iyon salınımında anlamlı olarak daha fazla azalmaya neden olmuştur ( $p<0,00042$ ).

Equia Forte HT grubu da Fuji IX grubuna benzer şekilde erken dönemde yüksek salınım farkları sergilemiştir. Buna göre; Diacomp Plus ve Ecocomp sistemleri, Coat grubuna kıyasla, ayrıca Diacomp Plus sistemi, Mylar bant grubuna kıyasla flor iyon salınımında anlamlı olarak daha fazla azalmaya neden olmuştur ( $p<0,00042$ ).

Beautiful II grubunda, Diacomp plus ve Sof-Lex sistemleri Mylar bant grubuna kıyasla flor iyon salınımında anlamlı olarak daha fazla azalma göstermiştir ( $p<0,00042$ ). Dyract XP ve Activa Bioactive gruplarında ise, Sof-Lex uygulanan örneklerde G-Coat plus grubuna göre flor iyon salınımında anlamlı düzeyde azalma tespit edilirken ( $p<0,00042$ ), Diacomp Plus ve Ecocomp sistemlerinde anlamlı fark gözlenmemiştir ( $p>0,00042$ ).

Bitirme ve cilalama sistemleri sabit tutulup materyaller arasında yapılan karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesine göre  $p<0,00067$  için istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Kontrol grubunda 1. güne kıyasla 28. gün sonunda yapılan değerlendirmelerde, Fuji IX ve Equia Forte HT gruplarının, Filtek Z250 ve Beautiful II gruplarına göre, sadece Equia Forte'un ise Dyract XP'ye göre flor iyon salınımında anlamlı olarak daha fazla azalma gösterdiği tespit edilmiştir ( $p<0,00067$ ).

Coat uygulanan örneklerde sırasıyla Equia Forte HT, Cention N ve Cention Forte grupları Filtek Z250 ve Beautiful II gruplarına göre flor iyon salınımında anlamlı olarak daha fazla azalma göstermiştir ( $p<0,00067$ ). Cention Forte grubu Dyract XP grubuna göre flor iyon salınımında anlamlı olarak daha fazla azalma göstermiştir ( $p<0,00067$ ).

Diacomp Plus, Ecocomp ve Sof-Lex uygulanan örneklerde; sırasıyla Equia Forte HT, Fuji IX, Cention Forte grupları Filtek Z250 grubuna göre flor iyon salınımında anlamlı olarak daha fazla azalma göstermiştir ( $p<0,00067$ ). Fuji IX ve Equia Forte HT grupları Dyract XP grubuna göre, sadece Equia Forte HT ise Beautiful II'ye göre flor iyon salınımında anlamlı olarak daha fazla azalma göstermiştir ( $p<0,00067$ ).

#### 4.1.3. Flor iyon salınımının 1. gün- TSS karşılaştırması

Materyal türünün sabit tutulup bitirme ve cilalama sistemleri arasında yapılan karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesine göre  $p<0,00042$  için istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

1. güne kıyasla termal siklus sonrası flor iyon salınımındaki değişimler incelendiğinde; Filtek Z250 grubunda G-Coat plus ve Ecocomp sistemleri Mylar bant grubuna kıyasla anlamlı olarak daha fazla azalma göstermiştir ( $p<0,00042$ ).

Fuji IX, Cention N ve Cention Forte gruplarında, Ecocomp sistemi G-Coat plus grubuna kıyasla flor iyon salınımında anlamlı olarak daha fazla azalma göstermiştir ( $p<0,00042$ ).

Fuji IX, Equia Forte HT, Dyract XP, Beautifil II ve Cention Forte gruplarında 1. güne kıyasla termal siklus sonrası flor iyon salınımındaki değişimler incelendiğinde; Diacomp Plus sistemi, Coat grubuna kıyasla flor iyon salınımında anlamlı olarak daha fazla azalma göstermiştir ( $p<0,00042$ ).

Dyract XP ve Activa Bioactive gruplarında, Sof-Lex uygulanan örneklerde G-Coat plus grubuna göre termal siklus sonrası flor iyon salınımında anlamlı düzeyde daha fazla azalma tespit edilmiştir ( $p<0,00042$ ).

Bitirme ve cilalama sistemleri sabit tutulup materyaller arasında yapılan karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesine göre  $p<0,00067$  için istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Fuji IX ve Cention Forte gruplarının tüm alt gruplarında ve Cention N grubunun Diacomp Plus grubu hariç tüm alt gruplarında 1. güne kıyasla termal siklus uygulaması sonrası flor iyon salınım değerlerinin Filtek Z250 grubuna göre anlamlı olarak daha fazla azaldığı tespit edilmiştir ( $p<0,00067$ ). Coat grubu hariç olmak üzere diğer tüm alt gruplarda Fuji IX grubu Beautifil II grubuna kıyasla flor iyon salınımında anlamlı olarak daha fazla azalma göstermiştir ( $p<0,00067$ ). Ecocomp ve Sof-Lex uygulanan örneklerde ise Fuji IX grubu Dyract XP grubuna kıyasla flor iyon salınımında anlamlı olarak daha fazla azalma göstermiştir ( $p<0,00067$ ).

Mylar bant, Diacomp plus ve Ecocomp uygulanan örneklerde Equia Forte HT grubu Filtek Z250 grubuna kıyasla ve Diacomp plus uygulanan örneklerde Beautifil II ve Dyract XP gruplarına kıyasla flor iyon salınımında anlamlı olarak daha fazla azalma göstermiştir ( $p<0,00067$ ).

Mylar bant, G-coat plus ve Sof-Lex uygulanan örneklerde Cention Forte grubu Beautifil II grubuna kıyasla ve G-coat plus uygulanan örneklerde Dyract XP grubuna kıyasla flor iyon salınımında anlamlı olarak daha fazla azalma göstermiştir ( $p<0,00067$ ).

Çalışmada kullanılan materyal gruplarının Mylar bant-kontrol, G Coat Plus/Equia Coat, Diacomp Plus, Ecocomp, Sof-Lex alt gruplarında yer alan örneklerin, 1. gün- 28. gün ve 1. gün- TSS iki izlem zamanı arasındaki flor iyon salınımında meydana gelen değişimler Tablo 4.3'te yer almaktadır.

**Tablo 4.3.** Materyal ve bitirme-cilalama sistemleri türlerine göre herhangi iki izlem zamanı arasında flor iyon salınımında meydana gelen değişimler.

	<b>Mylar Bant</b>	<b>Coat</b>	<b>Diacomp Plus</b>	<b>Ecocomp</b>	<b>Sof-Lex</b>	<b>p-değeri</b> <sup>1,3</sup>
<b>28.gün – 1.gün</b>						
Filtek Z250	0,003 (0,003) <sup>a,b</sup>	-0,003 (0,006) <sup>a,b,c</sup>	-0,001 (0,002) <sup>a,b,c</sup>	-0,002 (0,002) <sup>a,b,c</sup>	0,001 (0,001) <sup>a,b,c</sup>	0,00054
Fuji IX	-1,182 (0,498) <sup>A,a,c</sup>	-0,533 (0,170) <sup>B,C</sup>	-2,795 (0,523) <sup>B,a,d</sup>	-3,459 (0,503) <sup>A,C,a,d,e</sup>	-2,346 (0,362) <sup>a,d</sup>	<0,00001
Dyract XP	-0,050 (0,079) <sup>d</sup>	-0,021 (0,013) <sup>A,d</sup>	-0,096 (0,070) <sup>d,e</sup>	-0,069 (0,062) <sup>d,f</sup>	-0,098 (0,065) <sup>A,d,e</sup>	<b>0,00007</b>
Equia Forte HT	-1,940 (0,250) <sup>A,b,d,e</sup>	-0,775 (0,134) <sup>B,C,a,e</sup>	-8,502 (1,171) <sup>A,B,b,e,f</sup>	-4,592 (1,279) <sup>C,b,f,g</sup>	-3,669 (0,686) <sup>b,e,f</sup>	<0,00001
Beautifil II	-0,010 (0,063) <sup>A,B,c,e</sup>	-0,008 (0,018) <sup>e,f,g</sup>	-0,127 (0,036) <sup>A,f</sup>	-0,057 (0,038) <sup>e,g</sup>	-0,130 (0,057) <sup>B,f</sup>	<0,00001
Activa Bioactive	-0,326 (0,092)	-0,198 (0,056) <sup>A</sup>	-0,400 (0,086)	-0,417 (0,159)	-0,474 (0,204) <sup>A</sup>	<0,00001
Cention N	-1,164 (0,544)	-0,832 (0,537) <sup>b,f</sup>	-1,358 (0,608)	-1,178 (1,116)	-1,389 (0,566)	0,12550
Cention Forte	-0,970 (0,483)	-1,276 (0,491) <sup>c,d,g</sup>	-2,056 (1,109) <sup>c</sup>	-1,778 (0,858) <sup>c</sup>	-1,510 (0,885) <sup>c</sup>	0,00237
<b>p-değeri</b> <sup>2,3</sup>	<b>&lt;0,00001</b>	<b>&lt;0,00001</b>	<b>&lt;0,00001</b>	<b>&lt;0,00001</b>	<b>&lt;0,00001</b>	
<b>TSS – 1.gün</b>						
Filtek Z250	0,002 (0,003) <sup>A,B,a,b,c,d</sup>	-0,005 (0,006) <sup>A,a,b,c</sup>	-0,002 (0,001) <sup>a,b,c</sup>	-0,003 (0,002) <sup>Ba,b,c,d</sup>	-0,001 (0,001) <sup>a,b,c</sup>	<b>0,00022</b>
Fuji IX	-1,525 (0,290) <sup>A,a,e</sup>	-0,652 (0,178) <sup>B,C,a</sup>	-3,479 (0,683) <sup>B,a,d</sup>	-4,282 (0,786) <sup>A,C,a,e,f</sup>	-2,906 (0,589) <sup>a,d,e</sup>	<0,00001
Dyract XP	-0,148 (0,074)	-0,066 (0,015) <sup>A,B,d</sup>	-0,167 (0,104) <sup>A,e</sup>	-0,143 (0,042) <sup>e</sup>	-0,178 (0,047) <sup>B,d</sup>	<b>0,00004</b>
Equia Forte HT	-1,043 (0,423) <sup>b</sup>	-0,391 (0,356) <sup>A</sup>	-8,760 (2,434) <sup>A,b,e,f</sup>	-2,410 (1,929) <sup>b</sup>	-1,860 (1,427)	<0,00001
Beautifil II	-0,050 (0,057) <sup>e,f,g</sup>	-0,039 (0,019) <sup>A,e,f</sup>	-0,159 (0,031) <sup>A,d,f</sup>	-0,083 (0,033) <sup>f</sup>	-0,149 (0,066) <sup>e,f</sup>	<0,00001
Activa Bioactive	-0,399 (0,138)	-0,274 (0,032) <sup>A</sup>	-0,480 (0,086)	-0,523 (0,155)	-0,552 (0,205) <sup>A</sup>	<0,00001
Cention N	-1,374 (0,354) <sup>c,f</sup>	-1,028 (0,461) <sup>A,b,e</sup>	-1,878 (0,523)	-2,133 (0,301) <sup>A,c</sup>	-2,010 (0,504) <sup>b</sup>	<b>0,00003</b>
Cention Forte	-1,691 (0,350) <sup>d,g</sup>	-1,614 (0,657) <sup>A,B,c,d,f</sup>	-2,735 (1,138) <sup>A,c</sup>	-2,735 (0,518) <sup>B,d</sup>	-2,315 (0,479) <sup>c,f</sup>	<b>0,00007</b>
<b>p-değeri</b> <sup>2,3</sup>	<b>&lt;0,00001</b>	<b>&lt;0,00001</b>	<b>&lt;0,00001</b>	<b>&lt;0,00001</b>	<b>&lt;0,00001</b>	

Tanımlayıcı istatistikler; medyan (çeyreklerarası dağılım genişliği) biçiminde gösterildi. <sup>1</sup> Materyaller içerisinde polisaj türleri arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni düzeltmesine göre  $p < 0,00042$  ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. <sup>2</sup> Polisaj türleri içerisinde materyaller arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni düzeltmesine göre  $p < 0,00067$  ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. <sup>3</sup> Kruskal Wallis testi. Aynı satırlar içerisinde aynı büyük harfler ile gösterilen polisaj türleri arasında Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ( $p < 0,00042$ ). Aynı sütunlar içerisinde aynı küçük harfler ile gösterilen materyaller arasında Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ( $p < 0,00067$ ).

## 4.2. Kalsiyum salınım deneyi ile ilgili bulgular

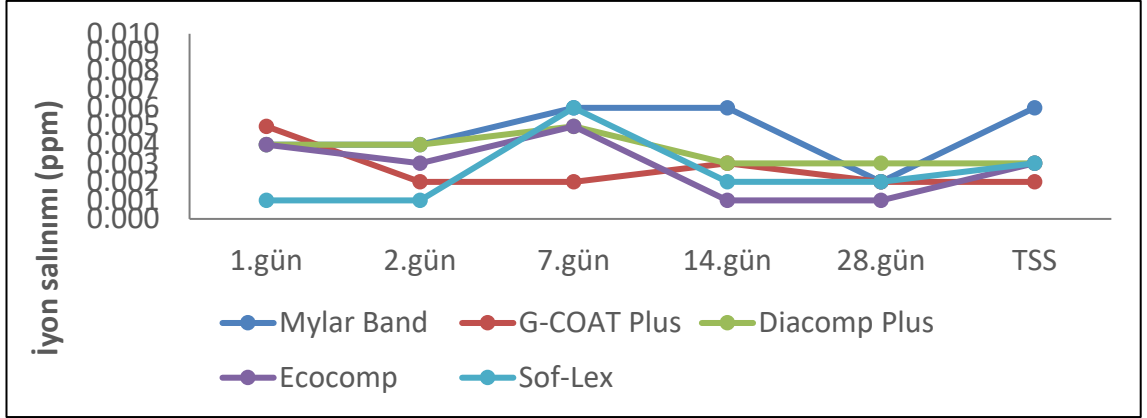
### 4.2.1. Kalsiyum iyon salınımının tüm izlem zamanlarına göre karşılaştırılması

Çalışmada kullanılan materyal gruplarının, Mylar bant-Kontrol, G Coat Plus, Diacomp Plus, Ecocomp, Sof-Lex alt gruplarında yer alan örneklerin izlem sürelerindeki kalsiyum iyon salınımları açısından yapılan grup içi karşılaştırmalara Tablo 4.4'te yer verilmiştir. Buna göre, her materyal için kontrol grubu ve bitirme-cilalama sistemi alt gruplarında izlem zamanları arasında kalsiyum iyon salınımı açısından istatistiksel anlamlılık araştırılmıştır. Materyal ve bitirme-cilalama sistemi türü sabit tutulup izlem zamanları arasındaki ikili (çoklu) karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesine göre  $p < 0,00125$  için istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Materyal ve ölçüm günü sabit tutulup bitirme-cilalama sistemleri arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni düzeltmesine göre  $p < 0,00104$  için istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Materyal ve bitirme-cilalama sistemi türü sabit tutulup izlem zamanları arasında yapılan tüm ikili (çoklu) karşılaştırmalarda Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $p < 0,00125$ ).

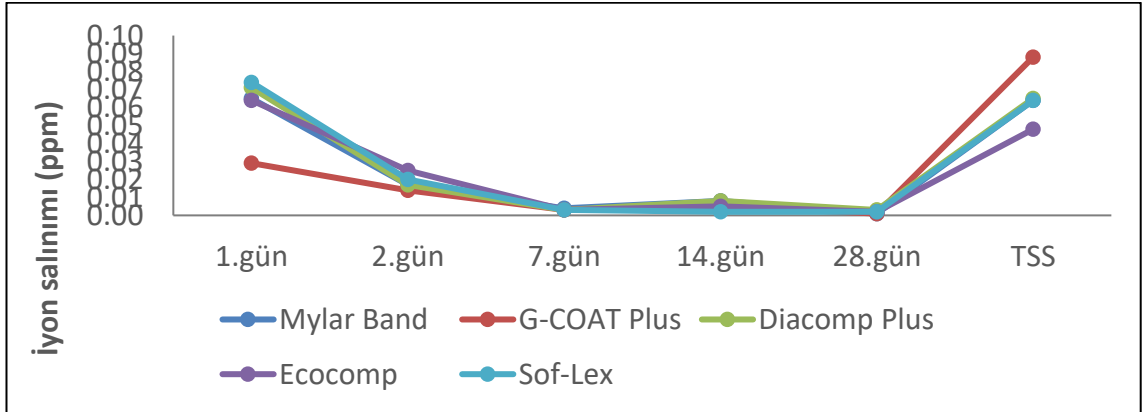
Materyal ve ölçüm günün sabit tutulup bitirme ve cilalama sistemleri arasında yapılan karşılaştırmalarda; 1. ölçüm gününde Fuji IX ve Cention N grubu hariç diğer tüm materyal gruplarının bitirme ve cilalama sistemleri kalsiyum iyonu salınım seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır ( $p > 0,00104$ ). 28. ölçüm gününde Dyract Xp, Beautifil II ve Cention N grubu hariç diğer tüm materyal gruplarının bitirme ve cilalama sistemleri kalsiyum iyonu salınım seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır ( $p > 0,00104$ ). TSS ölçüm gününde Cention N ve Filtek Z250 grubu hariç diğer tüm materyal gruplarının bitirme ve cilalama sistemleri kalsiyum salınım seviyeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır ( $p > 0,00104$ ).

Filtek Z250 grubunun tüm alt gruplarında izlem zamanları arasında minimal farklar gözlenmiştir. Tüm alt gruplarda 28. gün kalsiyum salınım değerleri anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur ( $p < 0,00125$ , Şekil 4.9.).



**Şekil 4.9.** Filtek Z250 grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen kalsiyum salınım miktarlarının dağılımı

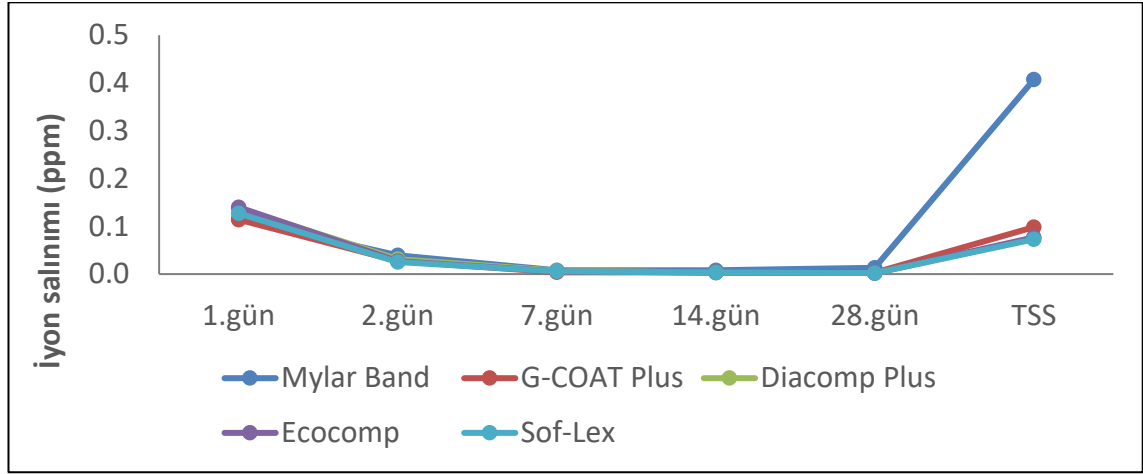
Fuji IX grubunun tüm alt gruplarında kalsiyum iyon salınımı 1. günden 7. güne doğru azalmış olup, bu fark Mylar band, Diacomp ve Ecocomp grubunda istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p < 0,00125$ ). Tüm alt gruplarda 28.günde en düşük düzeye ulaşan iyon salınım değerleri, termal siklus sonrası anlamlı düzeyde artış göstermiştir ( $p < 0,00125$ ). 1. gün ölçümünde Diacomp Plus ve Sof-Lex grupları G-Coat Plus grubundan daha yüksek salınım göstermiştir ( $p < 0,00104$ ). 14. gün ölçümünde Mylar bant ve Diacomp Plus grupları Sof-Lex grubundan daha yüksek iyon salınımı değerleri göstermiştir. ( $p < 0,00104$ , Şekil 4.10).



**Şekil 4.10.** Fuji IX grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen kalsiyum salınım miktarlarının dağılımı

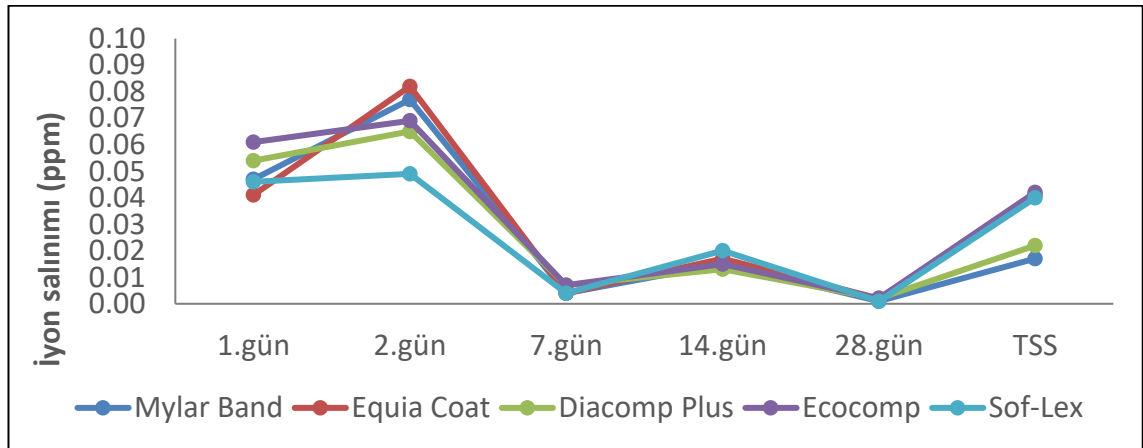
Dyract XP grubunun tüm alt gruplarında kalsiyum iyon salınımı 14. günde istatistiksel anlamlı derecede azalmıştır ( $p < 0,00125$ ). 28. günde en düşük seviyeye ulaşan iyon salınım değerleri, termal siklus sonrası anlamlı düzeyde artış göstermiştir. ( $p < 0,00125$ ). 7. gün ölçümlerinde Mylar bant grubu G-Coat Plus grubundan daha yüksek salınım göstermiştir ( $p < 0,00104$ ). 14. ve 28. gün ölçümlerinde Mylar bant grubu Ecocomp ve

Sof-Lex gruplarından daha yüksek iyon salınımı değerleri göstermiştir. ( $p<0,00104$ , Şekil 4.11).



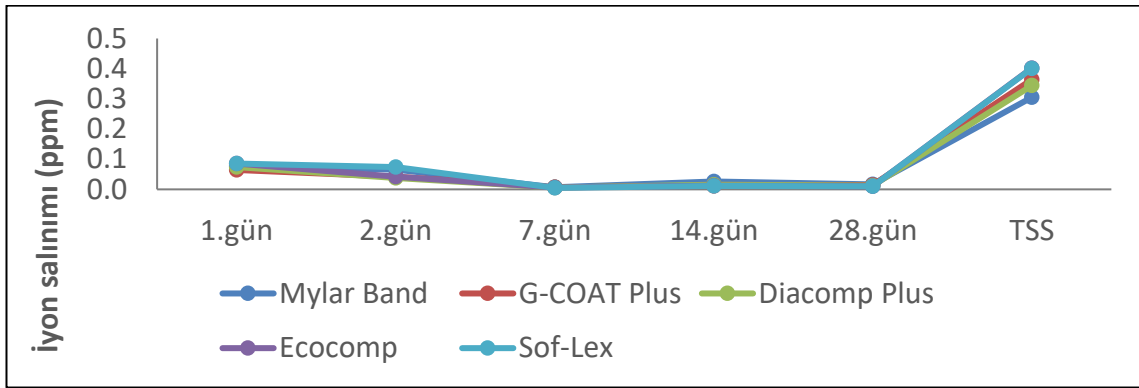
Şekil 4.11. Dyract XP grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen kalsiyum salınım miktarlarının dağılımı

Equia Forte HT grubuna uygulanan tüm sistemlerde kalsiyum iyon salınımı istatistiksel olarak anlamlı olmamakla beraber 1. günden 2. güne artış göstermiş ( $p>0,00125$ ), 2. günden 7. güne anlamlı bir şekilde düşerek 28. günde en düşük seviyeye ulaşmıştır ( $p<0,00125$ ). Termal siklus sonrası kalsiyum iyon salınımında artış gözlenmiş, bu fark yalnızca Equia Coat ve Sof-Lex grubunda anlamlı olarak kaydedilmiştir ( $p<0,00125$ ). 2. gün ölçümlerinde Mylar bant ve Sof-Lex grubu Equia Coat grubundan daha yüksek salınım göstermiştir ( $p<0,00104$ ). 28. gün ölçümlerinde Mylar bant grubu Ecocomp ve Sof-Lex gruplarından ve Sof-Lex grubu Equia Coat grubundan daha yüksek iyon salınımı değerleri göstermiştir ( $p<0,00104$ , Şekil 4.12.).



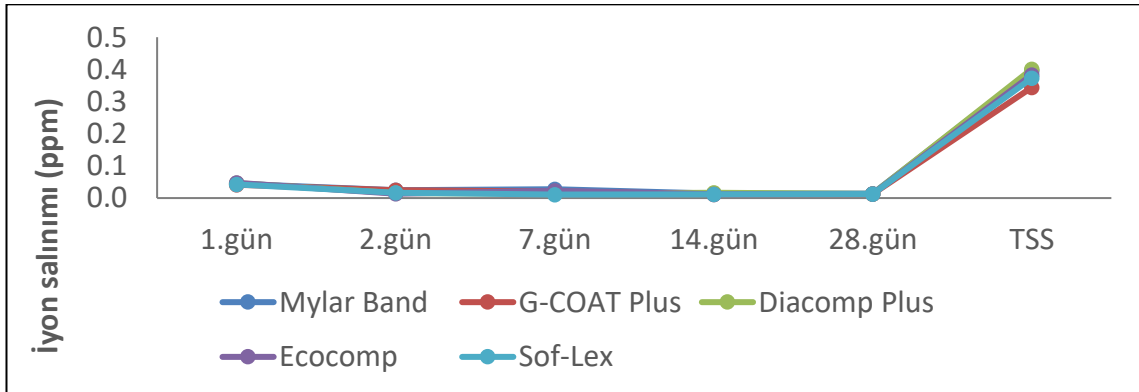
Şekil 4.12. Equia Forte HT grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen kalsiyum salınım miktarlarının dağılımı

Beautiful II gruplarının tüm alt gruplarında kalsiyum iyon salınımı 1. günden 7. güne doğru istatistiksel olarak anlamlı azalmış olup, 14. Günde minimal artış göstermiştir. ( $p>0,00125$ ). İyon salınım değerlerinin 28. günde en düşük seviyeye ulaştığı, termal siklus sonrası ise değerlerin 28. güne göre anlamlı olarak artış gösterdiği gözlenmiştir ( $p<0,00125$ ). 2. gün ölçümlerinde Mylar bant ve Sof-Lex grubu G-Coat Plus grubundan daha yüksek salınım göstermiştir ( $p<0,00104$ ). 28. gün ölçümlerinde Mylar bant grubu Ecocomp ve Sof-Lex gruplarından ve Sof-Lex grubu G-Coat Plus grubundan daha yüksek iyon salınımı değerleri göstermiştir ( $p<0,00104$ , Şekil 4.13)



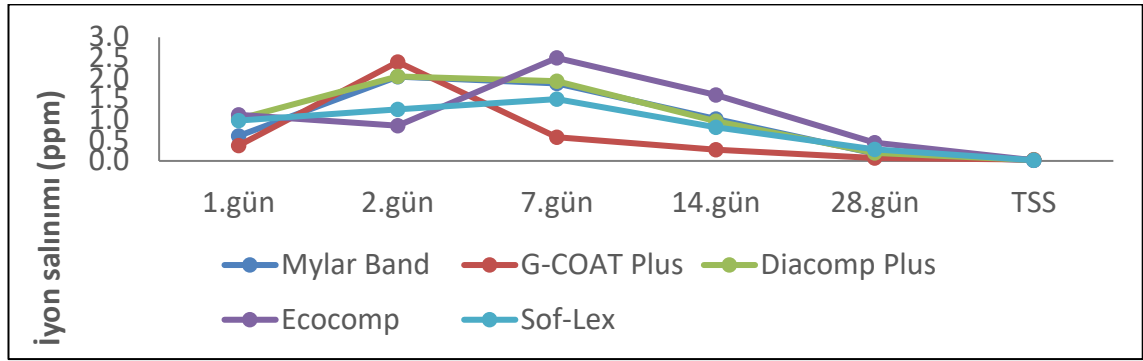
Şekil 4.13. Beautiful II grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen kalsiyum salınım miktarlarının dağılımı

Activa Bioactive gruplarının tüm alt gruplarında kalsiyum iyon salınımı 2.-28. Günler arasında belirgin şekilde azalma göstermiştir. Termal siklus sonrası salınım değerleri ise istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artmıştır ( $p<0,00125$ ). 2. gün ölçümlerinde Mylar bant ve G-Coat Plus grubu Ecocomp grubundan daha yüksek salınım göstermiştir ( $p<0,00104$ ). 7. gün ölçümlerinde Mylar bant grubu Diacomp Plus ve Sof-Lex gruplarından daha yüksek iyon salınımı değerleri göstermiştir ( $p<0,00104$ , Şekil 4.14).



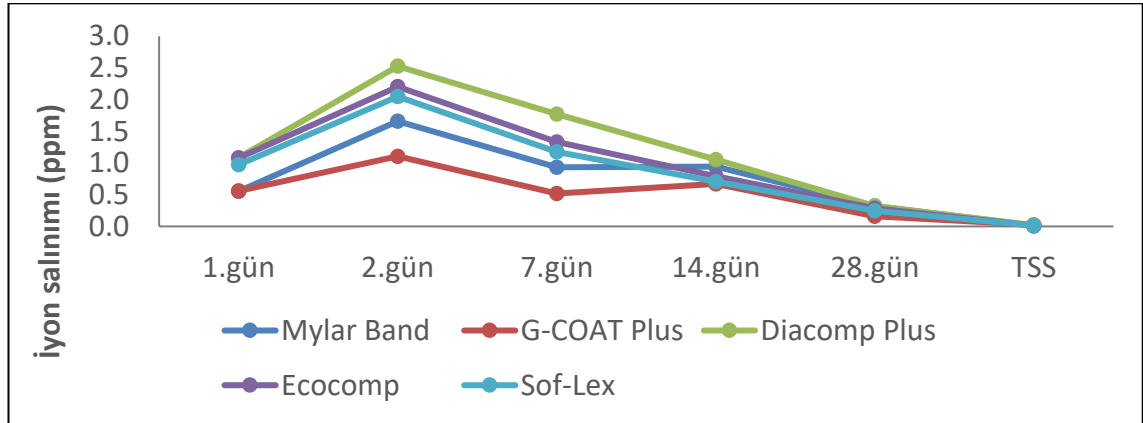
Şekil 4.14. Activa Bioactive grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen kalsiyum salınım miktarlarının dağılımı

Cention N grubunun Mylar band, G-Coat Plus ve Diacomp Plus gruplarında 2. günde, Ecocomp ve Sof-Lex grubunda ise 7.günde kalsiyum iyonu en yüksek salınım değerine ulaşmıştır. 28. güne doğru salınım kademeli olarak azalmıştır ve termal siklus sonrası dönemde en düşük değerlere ulaştığı gözlenmiştir ( $p<0.00125$ ). 1., 2. ve 28. ölçüm günlerinde Ecocomp grubu G-Coat Plus grubundan daha yüksek salınım değerleri göstermiş olup, TSS ölçüm gününde G-Coat Plus grubu Mylar bant ve Ecocomp gruplarından daha yüksek iyon salınımı değerleri göstermiştir ( $p<0,00104$ , Şekil 4.15.).



Şekil 4.15. Cention N grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen kalsiyum salınım miktarlarının dağılımı

Cention Forte grubunun tüm alt gruplarında kalsiyum iyon salınımı 2. günde en yüksek salınım değerlerine ulaşırken, 7. günden itibaren kademeli bir azalma eğilimi göstermiş, 28. gün başlangıç seviyesinin altına gerilemiştir. 28. gün ve termal siklus sonrası değerler 2. güne göre istatistiksel olarak anlamlı derece azalmıştır ( $p<0.00125$ ). 2. gün ölçümlerinde Diacomp Plus ve Ecocomp grubu G-Coat Plus grubundan daha yüksek salınım göstermiş olup, 7. gün ölçümlerinde de Diacomp Plus grubu G-Coat Plus grubundan daha yüksek iyon salınımı değerleri göstermiştir ( $p<0,00104$ , Şekil 4.16.).



Şekil 4.16. Cention Forte grubuna uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin izlem zamanlarında ölçülen kalsiyum salınım miktarlarının dağılımı

**Tablo 4.4.** Materyal ve bitirme-cilalama sistemleri türleri içerisinde izlem zamanlarına göre kalsiyum iyon salınımları

	1.gün	2.gün	7.gün	14.gün	28.gün	TSS	p-değeri <sup>1</sup>
<b>Filtek Z250</b>							
Mylar Bant	0,004 (0,001)	0,004 (0,000) <sup>a</sup>	0,006 (0,001) <sup>A,a</sup>	0,006 (0,002) <sup>B,a,b</sup>	0,002 (0,001) <sup>A,B,C</sup>	0,006 (0,001) <sup>C,a</sup>	<0,001
Coat	0,005 (0,003) <sup>A,B</sup>	0,002 (0,002)	0,002 (0,001) <sup>a,b</sup>	0,003 (0,002)	0,002 (0,001) <sup>A</sup>	0,002 (0,001) <sup>B,a</sup>	<0,001
Diacomp Plus	0,004 (0,004)	0,004 (0,001) <sup>b</sup>	0,005 (0,002) <sup>A,B,C</sup>	0,003 (0,001) <sup>A</sup>	0,003 (0,001) <sup>B</sup>	0,003 (0,000) <sup>C</sup>	<0,001
Ecocomp	0,004 (0,001)	0,003 (0,001)	0,005 (0,001) <sup>A,B</sup>	0,001 (0,001) <sup>A,a</sup>	0,001 (0,001) <sup>B</sup>	0,003 (0,001)	<0,001
Sof-Lex	0,001 (0,001) <sup>A</sup>	0,001 (0,000) <sup>B,a,b</sup>	0,006 (0,002) <sup>A,B,C,b</sup>	0,002 (0,002) <sup>b</sup>	0,002 (0,001) <sup>C</sup>	0,003 (0,001)	<0,001
<b>p-değeri <sup>2</sup></b>	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	
<b>Fuji IX</b>							
Mylar Bant	0,065 (0,044) <sup>A,B</sup>	0,017 (0,010)	0,004 (0,001) <sup>A,C</sup>	0,008 (0,004) <sup>a</sup>	0,001 (0,001) <sup>B,D</sup>	0,064 (0,015) <sup>C,D</sup>	<0,001
Coat	0,029 (0,005) <sup>A,a,b</sup>	0,014 (0,004)	0,003 (0,001) <sup>B</sup>	0,005 (0,002)	0,001 (0,001) <sup>A,C</sup>	0,088 (0,027) <sup>B,C</sup>	<0,001
Diacomp Plus	0,071 (0,047) <sup>A,B,a</sup>	0,017 (0,003)	0,003 (0,001) <sup>A,C</sup>	0,008 (0,005) <sup>b</sup>	0,003 (0,002) <sup>B,D</sup>	0,065 (0,013) <sup>C,D</sup>	<0,001
Ecocomp	0,064 (0,026) <sup>A,B</sup>	0,025 (0,009)	0,003 (0,002) <sup>A,C</sup>	0,005 (0,002)	0,002 (0,002) <sup>B,D</sup>	0,048 (0,013) <sup>C,D</sup>	<0,001
Sof-Lex	0,074 (0,026) <sup>A,B,b</sup>	0,020 (0,004)	0,003 (0,001)	0,002 (0,002) <sup>A,C,a,b</sup>	0,002 (0,001) <sup>B,D</sup>	0,064 (0,022) <sup>C,D</sup>	<0,001
<b>p-değeri <sup>2</sup></b>	<0,001	0,001	0,056	<0,001	0,016	0,002	
<b>Dyract Xp</b>							
Mylar Bant	0,115 (0,030) <sup>A,B</sup>	0,039 (0,017)	0,008 (0,002) <sup>A,C,a</sup>	0,008 (0,003) <sup>B,D,a,b,c</sup>	0,013 (0,011) <sup>a,b</sup>	0,407 (0,329) <sup>C,D</sup>	<0,001
Coat	0,114 (0,021) <sup>A,B,C</sup>	0,027 (0,004)	0,004 (0,003) <sup>A,a</sup>	0,004 (0,002) <sup>B</sup>	0,003 (0,001) <sup>C,D</sup>	0,098 (0,307) <sup>D</sup>	<0,001
Diacomp Plus	0,138 (0,015) <sup>A,B</sup>	0,031 (0,009)	0,007 (0,003)	0,003 (0,001) <sup>A,C,a</sup>	0,002 (0,001) <sup>B,D</sup>	0,074 (0,025) <sup>C,D</sup>	<0,001
Ecocomp	0,140 (0,022) <sup>A,B</sup>	0,027 (0,005)	0,006 (0,003)	0,003 (0,000) <sup>A,b</sup>	0,002 (0,001) <sup>B,C,a</sup>	0,077 (0,021) <sup>C</sup>	<0,001
Sof-Lex	0,127 (0,046) <sup>A,B</sup>	0,025 (0,006)	0,006 (0,002)	0,003 (0,001) <sup>A,c</sup>	0,002 (0,001) <sup>B,C,b</sup>	0,073 (0,037) <sup>C</sup>	<0,001
<b>p-değeri <sup>2</sup></b>	0,005	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	
<b>Equia Forte HT</b>							
Mylar Bant	0,047 (0,007) <sup>A</sup>	0,077 (0,016) <sup>B,C,a</sup>	0,004 (0,001) <sup>B</sup>	0,015 (0,008)	0,001 (0,001) <sup>A,C</sup>	0,017 (0,024)	<0,001
Coat	0,041 (0,017) <sup>A</sup>	0,082 (0,022) <sup>B,C,b</sup>	0,004 (0,001) <sup>B,a</sup>	0,017 (0,014)	0,002 (0,001) <sup>A,C,D</sup>	0,041 (0,022) <sup>D</sup>	<0,001
Diacomp Plus	0,054 (0,052) <sup>A,B</sup>	0,065 (0,018) <sup>C,D</sup>	0,007 (0,002) <sup>A,C,a</sup>	0,013 (0,008)	0,002 (0,001) <sup>B,D</sup>	0,022 (0,022)	<0,001
Ecocomp	0,061 (0,008) <sup>A</sup>	0,069 (0,006) <sup>B,C</sup>	0,007 (0,004) <sup>B</sup>	0,015 (0,005)	0,002 (0,001) <sup>A,C</sup>	0,042 (0,020)	<0,001
Sof-Lex	0,046 (0,033) <sup>A</sup>	0,049 (0,015) <sup>B,C,a,b</sup>	0,004 (0,002) <sup>B</sup>	0,020 (0,028)	0,001 (0,001) <sup>A,C,D</sup>	0,040 (0,020) <sup>D</sup>	<0,001
<b>p-değeri <sup>2</sup></b>	0,015	<0,001	<0,001	0,235	0,009	0,001	

Tanımlayıcı istatistikler; medyan (çeyreklerarası dağılım genişliği) biçiminde gösterildi. <sup>1</sup> Friedman testi, Bonferroni düzeltmesine göre p<0,00125 ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. <sup>2</sup> Kruskal Wallis testi, materyal sabit tutulduğunda günler içerisinde polisaj türleri arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni düzeltmesine göre p<0,00104 ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Her bir alt grupta aynı satırlar içerisinde aynı büyük harfler ile gösterilen izlem zamanları arasında Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi (p<0,00125). Aynı sütunlar içerisinde aynı küçük harfler ile gösterilen polisaj türleri arasında Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi (p<0,00104).

**Tablo 4.4.(devamı)** Materyal ve bitirme-cilalama sistemleri türleri içerisinde izlem zamanlarına göre kalsiyum iyon salınımları

	1.gün	2.gün	7.gün	14.gün	28.gün	TSS	p-değeri <sup>1</sup>
<b>Beautifil II</b>							
Mylar Bant	0,078 (0,023) <sup>A</sup>	0,065 (0,019) <sup>a</sup>	0,007 (0,002) <sup>A,B</sup>	0,026 (0,026)	0,017 (0,007) <sup>C,a,b</sup>	0,305 (0,266) <sup>B,C</sup>	<0,001
Coat	0,064 (0,018) <sup>A</sup>	0,042 (0,006) <sup>a,b</sup>	0,007 (0,003) <sup>A,B</sup>	0,011 (0,014) <sup>C</sup>	0,014 (0,001) <sup>c</sup>	0,364 (0,039) <sup>B,C</sup>	<0,001
Diacomp Plus	0,074 (0,031) <sup>A</sup>	0,038 (0,007)	0,006 (0,002) <sup>A,B</sup>	0,015 (0,011)	0,012 (0,001) <sup>C</sup>	0,344 (0,337) <sup>B,C</sup>	<0,001
Ecocomp	0,086 (0,012) <sup>A</sup>	0,042 (0,014)	0,006 (0,003) <sup>A,B</sup>	0,012 (0,005)	0,010 (0,001) <sup>C,a</sup>	0,402 (0,065) <sup>B,C</sup>	<0,001
Sof-Lex	0,085 (0,032) <sup>A</sup>	0,074 (0,040) <sup>B,b</sup>	0,005 (0,002) <sup>A,B,C</sup>	0,011 (0,007) <sup>D</sup>	0,010 (0,000) <sup>E,b,c</sup>	0,401 (0,139) <sup>C,D,E</sup>	<0,001
<b>p-değeri <sup>2</sup></b>	0,012	<0,001	0,032	0,003	<0,001	0,047	
<b>Activa Bioactive</b>							
Mylar Bant	0,044 (0,020)	0,024 (0,011) <sup>a</sup>	0,027 (0,013) <sup>a,b</sup>	0,014 (0,022) <sup>A</sup>	0,014 (0,002) <sup>B</sup>	0,396 (0,165) <sup>A,B</sup>	<0,001
Coat	0,041 (0,007)	0,024 (0,009) <sup>b</sup>	0,021 (0,010)	0,012 (0,008) <sup>A</sup>	0,013 (0,000) <sup>B</sup>	0,344 (0,051) <sup>A,B</sup>	<0,001
Diacomp Plus	0,046 (0,010) <sup>A</sup>	0,016 (0,003)	0,014 (0,005) <sup>B,a</sup>	0,017 (0,007)	0,013 (0,001) <sup>A,C</sup>	0,401 (0,048) <sup>B,C</sup>	<0,001
Ecocomp	0,047 (0,020)	0,014 (0,003) <sup>A,a,b</sup>	0,022 (0,006)	0,012 (0,005) <sup>B</sup>	0,013 (0,001) <sup>C</sup>	0,383 (0,070) <sup>A,B,C</sup>	<0,001
Sof-Lex	0,042 (0,007)	0,017 (0,003)	0,011 (0,005) <sup>A,b</sup>	0,012 (0,007) <sup>B</sup>	0,013 (0,003) <sup>C</sup>	0,373 (0,042) <sup>A,B,C</sup>	<0,001
<b>p-değeri <sup>2</sup></b>	0,030	<0,001	<0,001	0,329	0,056	0,062	
<b>Cention N</b>							
Mylar Bant	0,608 (0,240)	2,045 (0,389) <sup>A,B</sup>	1,877 (1,271) <sup>C</sup>	1,017 (1,849)	0,180 (0,280) <sup>A</sup>	0,014 (0,008) <sup>B,C,a</sup>	<0,001
Coat	0,376 (0,082) <sup>a</sup>	2,401 (0,483) <sup>A,B,a</sup>	0,573 (0,762) <sup>C</sup>	0,275 (0,199)	0,067 (0,027) <sup>A,a</sup>	0,034 (0,004) <sup>B,C,a,b</sup>	<0,001
Diacomp Plus	1,017 (0,299)	2,050 (0,480) <sup>A</sup>	1,935 (1,033) <sup>B,C</sup>	0,961 (0,628)	0,192 (0,233) <sup>B</sup>	0,023 (0,009) <sup>A,C</sup>	<0,001
Ecocomp	1,116 (0,195) <sup>a</sup>	0,856 (0,498) <sup>a</sup>	2,499 (1,850) <sup>A,B</sup>	1,601 (1,484) <sup>C</sup>	0,442 (0,497) <sup>A,a</sup>	0,016 (0,007) <sup>B,C,b</sup>	<0,001
Sof-Lex	0,981 (0,321)	1,251 (0,534) <sup>A</sup>	1,500 (0,628) <sup>B,C</sup>	0,816 (0,398)	0,280 (0,118) <sup>B</sup>	0,018 (0,005) <sup>A,C</sup>	<0,001
<b>p-değeri <sup>2</sup></b>	<0,001	<0,001	0,003	0,001	<0,001	<0,001	
<b>Cention Forte</b>							
Mylar Bant	0,556 (0,146)	1,659 (0,442) <sup>A,B</sup>	0,931 (0,455) <sup>C</sup>	0,945 (0,390) <sup>D</sup>	0,321 (0,160) <sup>A</sup>	0,011 (0,007) <sup>B,C,D</sup>	<0,001
Coat	0,560 (0,179)	1,106 (0,422) <sup>A,B,a,b</sup>	0,521 (0,316) <sup>a</sup>	0,668 (0,381) <sup>C</sup>	0,161 (0,134) <sup>A</sup>	0,025 (0,019) <sup>B,C</sup>	<0,001
Diacomp Plus	1,082 (0,435)	2,526 (0,632) <sup>A,B,a</sup>	1,771 (0,519) <sup>C,a</sup>	1,056 (0,350)	0,323 (0,163) <sup>A</sup>	0,020 (0,008) <sup>B,C</sup>	<0,001
Ecocomp	1,077 (0,335)	2,203 (0,665) <sup>A,B,b</sup>	1,334 (0,987) <sup>C</sup>	0,793 (0,259)	0,288 (0,260) <sup>A</sup>	0,011 (0,011) <sup>B,C</sup>	<0,001
Sof-Lex	0,972 (0,454) <sup>A</sup>	2,048 (0,732) <sup>B,C</sup>	1,177 (0,410) <sup>D</sup>	0,706 (0,280)	0,248 (0,146) <sup>B</sup>	0,014 (0,004) <sup>A,C,D</sup>	<0,001
<b>p-değeri <sup>2</sup></b>	0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,024	0,003	

Tanımlayıcı istatistikler; medyan (çeyreklerarası dağılım genişliği) biçiminde gösterildi. <sup>1</sup> Friedman testi, Bonferroni düzeltmesine göre p<0,00125 ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. <sup>2</sup> Kruskal Wallis testi, materyal sabit tutulduğunda günler içerisinde polisaj türleri arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni düzeltmesine göre p<0,00104 ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Her bir alt grupta aynı satırlar içerisinde aynı büyük harfler ile gösterilen izlem zamanları arasında Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi (p<0,00125). Aynı sütunlar içerisinde aynı küçük harfler ile gösterilen polisaj türleri arasında Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi (p<0,00104).

Materyal ve bitirme-cilalama sistemi türüne göre 1. gün, 28. gün ve TSS kalsiyum iyon salınımları açısından yapılan grup içi karşılaştırmalar Tablo 4.5'te verilmiştir. Buna göre, her bitirme-cilalama sistemi türü için materyal grupları arasında kalsiyum iyon salınımı açısından istatistiksel anlamlılık araştırılmıştır. Ölçüm günü ve bitirme-cilalama sistemi türü sabit tutulup materyal grupları arasındaki ikili (çoklu) karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesine göre  $p < 0,00167$  için istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Bitirme-cilalama sistemi türünün sabit tutulup materyal grupları arasında kalsiyum iyon salınımı değerleri karşılaştırıldığında 1. Günde tüm bitirme-cilalama sistemlerinde Dyract Xp, Cention N ve Cention Forte grupları Filtek Z250 grubundan daha yüksek iyon salınım değerleri göstermiştir ( $p < 0,00167$ ). 1.günde Mylar bant, Ecocomp ve Sof-Lex gruplarında Cention N ve Cention Forte grupları Equia Forte HT grubundan daha yüksek salınım değerleri göstermiş olup tüm bitirme-cilalama sistemi gruplarında da Cention N ve Cention Forte grupları Activa BioActive Restorative grubundan yüksek iyon salınım değerleri göstermiştir ( $p < 0,00167$ ). 1.günde G-Coat Plus sisteminde Cention N ve Cention Forte grupları Fuji IX grubundan yüksek iyon salınım değerleri göstermiştir ( $p < 0,00167$ ).

Bitirme-cilalama sistemi türünün sabit tutulup materyal grupları arasında kalsiyum iyon salınımı değerleri karşılaştırıldığında 28. Günde tüm bitirme-cilalama sistemlerinde Cention N ve Cention Forte grupları Filtek Z250, Fuji IX ve Equia Forte HT gruplarından daha yüksek iyon salınım değerleri göstermiştir ( $p < 0,00167$ ). 28.günde Diacomp Plus, Ecocomp ve Sof-Lex gruplarında Cention N ve Cention Forte grupları Dyract Xp grubundan yüksek iyon salınım değerleri göstermiştir ( $p < 0,00167$ ).

Bitirme-cilalama sistemi türünün sabit tutulup materyal grupları arasında kalsiyum iyon salınımı değerleri karşılaştırıldığında TSS ölçüm gününde tüm bitirme-cilalama sistemlerinde Dyract Xp, Beautifil II ve Activa BioActive Restorative grupları Filtek Z250 grubundan daha yüksek iyon salınım değerleri göstermiştir ( $p < 0,00167$ ). TSS ölçüm gününde Activa BioActive Restorative grubu; G-Coat Plus hariç tüm bitirme-cilalama sistemlerinde Cention N ve Cention Forte gruplarından daha yüksek salınım değerleri göstermiş olup G-Coat Plus grubunda ise sadece Cention Forte grubundan yüksek salınım değerleri göstermiştir ( $p < 0,00167$ ). Beautifil II grubu Mylar bant ve Diacomp Plus grubu hariç tüm bitirme-cilalama sistemlerinde Cention N ve Cention Forte gruplarından daha yüksek salınım değerleri göstermiş olup Diacomp Plus grubunda ise

Cention Forte grubundan yüksek iyon salınım değerleri göstermiştir ( $p<0,00167$ ). G-Coat plus, Diacomp Plus ve Sof-Lex sistemlerinde Fuji IX grubu Filtek Z250 grubundan yüksek iyon salınım değerleri göstermiştir ( $p<0,00167$ ).

**Tablo 4.5.** Materyal ve bitirme-cıalama sistemleri türlerine göre 1.gün, 28.gün ve TSS kalsiyum iyon salınımları.

	<b>Mylar Bant</b>	<b>Coat</b>	<b>Diacomp Plus</b>	<b>Ecocomp</b>	<b>Sof-Lex</b>
<b>1.gün</b>					
Filtek Z250	0,004 (0,001) <sup>A,B,C</sup>	0,005 (0,003) <sup>A,B,C</sup>	0,004 (0,004) <sup>A,B,C</sup>	0,004 (0,001) <sup>A,B,C</sup>	0,001 (0,001) <sup>A,B,C</sup>
Fuji IX	0,065 (0,044)	0,029 (0,005) <sup>D,E</sup>	0,071 (0,047)	0,064 (0,026)	0,074 (0,026)
Dyract Xp	0,115 (0,030) <sup>A</sup>	0,114 (0,021) <sup>A</sup>	0,138 (0,015) <sup>A</sup>	0,140 (0,022) <sup>A</sup>	0,127 (0,046) <sup>A</sup>
Equia Forte	0,047 (0,007) <sup>D,E</sup>	0,041 (0,017)	0,054 (0,052)	0,061 (0,008) <sup>D,E</sup>	0,046 (0,033) <sup>D,E</sup>
Beautifil II	0,078 (0,023)	0,064 (0,018)	0,074 (0,031)	0,086 (0,012)	0,085 (0,032)
Activa	0,044 (0,020) <sup>F,G</sup>	0,041 (0,007) <sup>F,G</sup>	0,046 (0,010) <sup>D,E</sup>	0,047 (0,020) <sup>F,G</sup>	0,042 (0,007) <sup>F,G</sup>
Cention N	0,608 (0,240) <sup>B,D,F</sup>	0,376 (0,082) <sup>B,D,G</sup>	1,017 (0,299) <sup>B,D</sup>	1,116 (0,195) <sup>B,D,F</sup>	0,981 (0,321) <sup>B,D,F</sup>
Cention Forte	0,556 (0,146) <sup>C,E,G</sup>	0,560 (0,179) <sup>C,E,F</sup>	1,082 (0,435) <sup>C,E</sup>	1,077 (0,335) <sup>C,E,G</sup>	0,972 (0,454) <sup>C,E,G</sup>
<b>p-değeri</b> <sup>1</sup>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>28.gün</b>					
Filtek Z250	0,002 (0,001) <sup>A,B</sup>	0,002 (0,001) <sup>A,B</sup>	0,003 (0,001) <sup>A,B</sup>	0,001 (0,001) <sup>A,B,C</sup>	0,002 (0,001) <sup>A,B</sup>
Fuji IX	0,001 (0,001) <sup>C,D</sup>	0,001 (0,001) <sup>C,D</sup>	0,003 (0,002) <sup>C,D</sup>	0,002 (0,002) <sup>D,E</sup>	0,002 (0,001) <sup>C,D</sup>
Dyract Xp	0,013 (0,011)	0,003 (0,001) <sup>E</sup>	0,002 (0,001) <sup>E,F</sup>	0,002 (0,001) <sup>F,G</sup>	0,002 (0,001) <sup>E,F</sup>
Equia Forte	0,001 (0,001) <sup>E,F</sup>	0,002 (0,001) <sup>F,G</sup>	0,002 (0,001) <sup>G,H</sup>	0,002 (0,001) <sup>H,I</sup>	0,001 (0,001) <sup>G,H</sup>
Beautifil II	0,017 (0,007)	0,014 (0,001)	0,012 (0,001)	0,010 (0,001)	0,010 (0,000)
Activa	0,014 (0,002)	0,013 (0,000)	0,013 (0,001)	0,013 (0,001) <sup>A</sup>	0,013 (0,003)
Cention N	0,180 (0,280) <sup>A,C,E</sup>	0,067 (0,027) <sup>A,C,F</sup>	0,192 (0,233) <sup>A,C,E,G</sup>	0,442 (0,497) <sup>B,D,F,H</sup>	0,280 (0,118) <sup>A,C,E,G</sup>
Cention Forte	0,321 (0,160) <sup>B,D,F</sup>	0,161 (0,134) <sup>B,D,E,G</sup>	0,323 (0,163) <sup>B,D,F,H</sup>	0,288 (0,260) <sup>C,E,G,I</sup>	0,248 (0,146) <sup>B,D,F,H</sup>
<b>p-değeri</b> <sup>1</sup>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>TSS</b>					
Filtek Z250	0,006 (0,001) <sup>A,B,C</sup>	0,002 (0,001) <sup>A,B,C,D</sup>	0,003 (0,000) <sup>A,B,C,D</sup>	0,003 (0,001) <sup>A,B,C</sup>	0,003 (0,001) <sup>A,B,C,D</sup>
Fuji IX	0,064 (0,015)	0,088 (0,027) <sup>A</sup>	0,065 (0,013) <sup>A</sup>	0,048 (0,013)	0,064 (0,122) <sup>A</sup>
Dyract Xp	0,407 (0,329) <sup>A,D</sup>	0,098 (0,307) <sup>B</sup>	0,074 (0,025) <sup>B</sup>	0,077 (0,021) <sup>A</sup>	0,073 (0,037) <sup>B</sup>
Equia Forte	0,017 (0,024)	0,041 (0,022)	0,022 (0,022) <sup>E,F</sup>	0,042 (0,020)	0,040 (0,020)
Beautifil II	0,305 (0,266) <sup>B</sup>	0,364 (0,039) <sup>C,E,F</sup>	0,344 (0,337) <sup>C,E,G</sup>	0,402 (0,065) <sup>B,D,E</sup>	0,401 (0,139) <sup>C,E,F</sup>
Activa	0,396 (0,165) <sup>C,E,F</sup>	0,344 (0,051) <sup>D,G</sup>	0,401 (0,048) <sup>D,F,H,I</sup>	0,383 (0,070) <sup>C,F,G</sup>	0,373 (0,042) <sup>D,G,H</sup>
Cention N	0,014 (0,008) <sup>E</sup>	0,034 (0,004) <sup>E</sup>	0,023 (0,009) <sup>H</sup>	0,016 (0,007) <sup>D,F</sup>	0,018 (0,005) <sup>E,G</sup>
Cention Forte	0,011 (0,007) <sup>D,F</sup>	0,025 (0,019) <sup>F,G</sup>	0,020 (0,008) <sup>G,I</sup>	0,011 (0,011) <sup>E,G</sup>	0,014 (0,004) <sup>F,H</sup>
<b>p-değeri</b> <sup>1</sup>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>

Tanımlayıcı istatistikler; medyan (çeyreklerarası dağılım genişliği) biçiminde gösterildi. <sup>1</sup> Polisaj türleri içerisinde materyaller arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni düzeltmesine göre  $p<0,00167$  ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Kruskal Wallis testi. Aynı sütunlar içerisinde aynı büyük harfler ile gösterilen materyaller arasında Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ( $p<0,00167$ ).

#### 4.2.2. Kalsiyum iyon salınımının 1. gün-28. gün karşılaştırması

Materyal türünün sabit tutulup bitirme ve cilalama sistemleri arasında yapılan karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesine göre  $p < 0,00042$  için istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Materyal türünün sabit tutulup bitirme ve cilalama sistemleri arasında yapılan karşılaştırmalarda 1. güne kıyasla 28. gün sonrası; Filtek Z250, Dyract XP, Equia Forte, Beautifil II, Activa Bioactive ve Cention N gruplarında kalsiyum iyon salınımlarındaki değişim açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (sırasıyla;  $p: 0,00868$ ,  $p: 0,00143$ ,  $p: 0,02002$ ,  $p: 0,00067$ ,  $p: 0,04410$ ,  $p: 0,00109$ ).

Fuji IX grubunda, kalsiyum iyon salınımında azalma en fazla Sof-Lex sisteminde görülürken, en az azalma G-Coat plus grubunda izlenmiştir ( $p < 0,00042$ ). Sof-Lex ile Diacomp ve Ecocomp arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ( $p > 0,00042$ ). Cention Forte grubunda ise, Diacomp Plus ve Sof-Lex sistemleri Mylar bant grubuna kıyasla kalsiyum iyon salınımında anlamlı olarak daha fazla azalma göstermiştir ( $p < 0,00042$ ).

Bitirme ve cilalama sistemleri sabit tutulup materyaller arasında yapılan karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesine göre  $p < 0,00067$  için istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Bitirme ve cilalama sistemi türünün sabit tutulup materyaller arasında yapılan karşılaştırmalarda 1. güne kıyasla 28. gün sonrası; Dyract XP, Cention N ve Cention Forte gruplarında Filtek Z250 grubuna göre kalsiyum iyon salınımının daha belirgin azaldığı gözlenmiştir ( $p < 0,00067$ ).

G-Coat Plus sisteminde Cention N grubu Fuji IX ve Activa Bioactive gruplarına göre kalsiyum iyon salınımında anlamlı olarak daha fazla azalma göstermiştir ( $p < 0,00067$ ).

Mylar bant, Diacomp Plus ve Ecocomp sistemlerinde Cention N ve Cention Forte grupları Activa Bioactive grubuna göre kalsiyum iyon salınımında anlamlı olarak daha fazla azalma göstermiştir ( $p < 0,00067$ ).

Ecocomp sisteminde Cention Forte grubu Equia Forte HT grubuna göre kalsiyum iyon salınımında anlamlı olarak daha fazla azalma göstermiştir ( $p < 0,00067$ ).

Sof-Lex sisteminde Cention N ve Cention Forte grupları Beautifil II grubuna göre kalsiyum iyon salınımında anlamlı olarak daha fazla azalma göstermiştir ( $p < 0,00067$ ).

#### 4.2.3. Kalsiyum iyon salınımının 1. gün-TSS karşılaştırması

Materyal türünün sabit tutulup bitirme ve cilalama sistemleri arasında yapılan karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesine göre  $p < 0,00042$  için istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Materyal türünün sabit tutulup kontrol grubu ile bitirme ve cilalama sistemleri arasında yapılan karşılaştırmalarda, 1. güne kıyasla termal siklus sonrası kalsiyum iyon salınımındaki değişim incelendiğinde Dyract XP, Beautifil II ve Activa Bioactive materyallerine uygulanan bitirme-cilalama sistemlerinin türleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (sırasıyla;  $p: 0,00060$ ,  $p: 0,09426$ ,  $p: 0,17941$ ).

Fuji IX grubunda 1. güne kıyasla termal siklus sonrası kalsiyum iyon salınımında Diacomp Plus ve Ecocomp sistemlerinde azalış gözlenirken G-Coat Plus sisteminde artış gözlenmiştir ( $p < 0,00042$ ).

Equia Forte HT ve Cention Forte gruplarının 1. güne kıyasla termal siklus sonrası kalsiyum iyon salınımındaki değişimleri değerlendirildiğinde; Diacomp Plus sistemi G-Coat Plus-Equia Coat grubuna göre anlamlı olarak daha fazla azalış göstermiştir ( $p < 0,00042$ ).

Cention N grubunda Ecocomp sistemi G-Coat Plus grubuna kıyasla kalsiyum iyon salınımında anlamlı olarak daha fazla azalma göstermiştir ( $p < 0,00042$ ).

Bitirme ve cilalama sistemleri sabit tutulup materyaller arasında yapılan karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesine göre  $p < 0,00067$  için istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Bitirme ve cilalama sistemi türünün sabit tutulup materyaller arasında yapılan karşılaştırmalarda, 1. güne kıyasla termal siklus uygulaması sonrası kalsiyum iyon salınımındaki değişim incelendiğinde bütün bitirme ve cilalama sistemi gruplarında Cention N ve Cention Forte grupları Beautifil II ve Activa Bioactive gruplarına kıyasla anlamlı olarak daha fazla azalma göstermiştir ( $p < 0,00067$ ).

G-Coat plus sisteminde Cention Forte grubu Fuji IX grubuna göre kalsiyum iyon salınımında anlamlı olarak daha fazla azalma göstermiştir ( $p < 0,00067$ ).

Diacomp Plus, Ecocomp ve Sof-Lex sistemlerinde Dyract XP grubu Activa Bioactive grubuna göre kalsiyum iyon salınımında anlamlı olarak daha fazla azalma göstermiştir ( $p < 0,00067$ ).

Çalışmada kullanılan materyal gruplarının Mylar bant-kontrol, G Coat Plus/Equia Coat, Diacomp Plus, Ecocomp, Sof-Lex alt gruplarında yer alan örneklerin, 1. gün-28. gün ve 1. gün-TSS iki izlem zamanı arasındaki kalsiyum iyon salınımı değişimleri Tablo 4.6'te yer almaktadır.

**Tablo 4.6.** Materyal ve bitirme-cilalama sistemleri türlerine göre herhangi iki izlem zamanı arasında kalsiyum iyon salınımında meydana gelen değişimler

	<b>Mylar Bant</b>	<b>Coat</b>	<b>Diacomp Plus</b>	<b>Ecocomp</b>	<b>Sof-Lex</b>	<b>p-değeri</b> <sup>1,3</sup>
<b>28.gün – 1.gün</b>						
Filtek Z250	-0,003 (0,001) <sup>a,b,c</sup>	-0,003 (0,004) <sup>a,b,c</sup>	-0,001 (0,004) <sup>a,b,c</sup>	-0,002 (0,000) <sup>a,b,c</sup>	0,000 (0,001) <sup>a,b,c</sup>	0,00868
Fuji IX	-0,064 (0,045)	-0,027 (0,005) <sup>A,d</sup>	-0,068 (0,049)	-0,062 (0,026)	-0,072 (0,026) <sup>A</sup>	<b>0,00010</b>
Dyract Xp	-0,107 (0,035) <sup>a</sup>	-0,111 (0,020) <sup>a</sup>	-0,136 (0,015) <sup>a</sup>	-0,138 (0,022) <sup>a</sup>	-0,126 (0,047) <sup>a</sup>	0,00143
Equia Forte HT	-0,045 (0,006)	-0,039 (0,016)	-0,052 (0,050)	-0,058 (0,006) <sup>d</sup>	-0,045 (0,033)	0,02002
Beautifil II	-0,059 (0,019)	-0,046 (0,018)	-0,062 (0,030)	-0,076 (0,012)	-0,075 (0,032) <sup>d,e</sup>	0,00067
Activa BioActive	-0,030 (0,017) <sup>d,e</sup>	-0,028 (0,006) <sup>e</sup>	-0,032 (0,009) <sup>d,e</sup>	-0,034 (0,020) <sup>e,f</sup>	-0,030 (0,008)	0,04410
Cention N	-0,325 (0,301) <sup>b,d</sup>	-0,305 (0,089) <sup>b,d,e</sup>	-0,756 (0,453) <sup>b,d</sup>	-0,548 (0,407) <sup>b,e</sup>	-0,702 (0,431) <sup>b,d</sup>	0,00109
Cention Forte	-0,262 (0,121) <sup>A,B,c,e</sup>	-0,324 (0,173) <sup>c</sup>	-0,729 (0,365) <sup>A,c,e</sup>	-0,712 (0,253) <sup>c,d,f</sup>	-0,748 (0,421) <sup>B,c,e</sup>	<b>&lt;0,00001</b>
<b>p-değeri</b> <sup>2,3</sup>	<b>&lt;0,00001</b>	<b>&lt;0,00001</b>	<b>&lt;0,00001</b>	<b>&lt;0,00001</b>	<b>&lt;0,00001</b>	
<b>TSS – 1.gün</b>						
Filtek Z250	0,001 (0,002)	-0,003 (0,004) <sup>A</sup>	-0,001 (0,004)	-0,001 (0,001)	0,002 (0,001) <sup>A</sup>	<b>0,00013</b>
Fuji IX	-0,001 (0,042)	0,060 (0,024) <sup>A,B,a</sup>	-0,015 (0,036) <sup>A</sup>	-0,010 (0,033) <sup>B</sup>	0,003 (0,118)	<b>0,00035</b>
Dyract Xp	0,285 (0,345)	-0,015 (0,333)	-0,060 (0,026) <sup>a</sup>	-0,067 (0,035) <sup>a</sup>	-0,068 (0,029) <sup>a</sup>	0,00060
Equia Forte HT	-0,032 (0,022)	-0,002 (0,022) <sup>A</sup>	-0,045 (0,043) <sup>A</sup>	-0,016 (0,015)	-0,003 (0,041)	<b>0,00015</b>
Beautifil II	0,240 (0,272) <sup>a,b</sup>	0,312 (0,058) <sup>b,c</sup>	0,277 (0,310) <sup>b,c</sup>	0,322 (0,060) <sup>b,c</sup>	0,307 (0,165) <sup>b,c</sup>	0,09426
Activa BioActive	0,324 (0,149) <sup>c,d</sup>	0,302 (0,052) <sup>d,e</sup>	0,351 (0,042) <sup>a,d,e</sup>	0,325 (0,074) <sup>a,d,e</sup>	0,325 (0,043) <sup>a,d,e</sup>	0,17941
Cention N	-0,590 (0,247) <sup>a,c</sup>	-0,343 (0,085) <sup>A,b,d</sup>	-0,987 (0,293) <sup>b,d</sup>	-1,097 (0,188) <sup>A,b,d</sup>	-0,965 (0,317) <sup>b,d</sup>	<b>0,00005</b>
Cention Forte	-0,547 (0,143) <sup>b,d</sup>	-0,484 (0,196) <sup>A,a,c,e</sup>	-1,058 (0,434) <sup>A,c,e</sup>	-1,068 (0,345) <sup>c,e</sup>	-0,961 (0,449) <sup>c,e</sup>	<b>&lt;0,00001</b>
<b>p-değeri</b> <sup>2,3</sup>	<b>&lt;0,00001</b>	<b>&lt;0,00001</b>	<b>&lt;0,00001</b>	<b>&lt;0,00001</b>	<b>&lt;0,00001</b>	

Tanımlayıcı istatistikler; medyan (çeyreklerarası dağılım genişliği) biçiminde gösterildi. <sup>1</sup> Materyaller içerisinde polisaj türleri arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni düzeltmesine göre  $p < 0,00042$  ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. <sup>2</sup> Polisaj türleri içerisinde materyaller arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni düzeltmesine göre  $p < 0,00067$  ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. <sup>3</sup> Kruskal Wallis testi. Aynı satırlar içerisinde aynı büyük harfler ile gösterilen polisaj türleri arasında Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ( $p < 0,00042$ ). Aynı sütunlar içerisinde aynı küçük harfler ile gösterilen materyaller arasında Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ( $p < 0,00067$ ).

### 4.3. Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri ile ilgili bulgular

Filtek Z250, Fuji IX, Dyract XP, Equia Forte HT, Beautifil II, Activa Bioactive, Cention N, Cention Forte materyal gruplarının Mylar bant-kontrol, G-Coat Plus-Equia Coat, Diacomp Plus, Ecocomp, Sof-Lex alt gruplarında yüzey pürüzlülüğü açısından yapılan grup içi karşılaştırmalar Tablo 4.7’de yer almaktadır. Buna göre, her materyal için kontrol grubu ve bitirme-cilalama sistemi alt gruplarında izlem zamanları arasında yüzey pürüzlülüğü açısından istatistiksel anlamlılık araştırılmıştır. Materyal ve bitirme-cilalama sistemi türü sabit tutulup izlem zamanları arasındaki ikili (çoklu) karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesine göre  $p < 0,00125$  için istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Materyal ve ölçüm günü sabit tutulup bitirme-cilalama sistemleri arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni düzeltmesine göre  $p < 0,00208$  için istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Buna göre her materyal ve bitirme-cilalama sistemi alt grubunda sayısal değerler olarak birtakım değişimler gözlenirse de 1. gün, 28. gün ve TSS yüzey pürüzlülüğü değerleri arasında Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir ( $p > 0,00125$ , Tablo 4.7).

1. Gün yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde Beautifil II grubunun tüm bitirme-cilalama sistemi alt grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ( $p > 0,00208$ ). 1. Gün yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde Beautifil II grubu hariç diğer tüm materyal gruplarında Ecocomp sistemi değerleri Mylar bant grubundan yüksek bulunmuştur ( $p < 0,00208$ ). Dyract Xp grubunda Coat grubu ve Equia Forte HT grubunda Diacomp Plus grubu yüzey pürüzlülüğü değerleri Mylar bant grubundan yüksek bulunmuştur ( $p < 0,00208$ ). Filtek Z250 grubunun Ecocomp alt grubu yüzey pürüzlülüğü değerleri Sof-Lex alt grubundan yüksek bulunmuştur ( $p < 0,00208$ , Tablo 4.7.).

28. gün yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde Filtek Z250, Equia Forte HT ve Cention Forte gruplarının tüm bitirme-cilalama sistemi alt grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ( $p > 0,00208$ ). Fuji IX ve Dyract Xp gruplarının Coat alt grubu yüzey pürüzlülüğü değerleri Mylar bant grubundan yüksek bulunmuş olmakla birlikte Fuji IX grubu Coat alt grubu yüzey pürüzlülüğü değerleri Sof-Lex grubundan da yüksek bulunmuştur ( $p < 0,00208$ ). Beautifil II, Activa BioActive Restorative ve Cention N gruplarında Ecocomp sistemi Mylar bant grubuna göre daha yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri vermiş olmakla birlikte Activa BioActive Restorative ve Cention N gruplarında

Diacomp Plus sistemi de Mylar bant grubundan yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri göstermiştir ( $p < 0,00208$ , Tablo 4.7.).

TSS yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde Cention Forte grubunun tüm bitirme-cilalama sistemi alt grupları arasında istatistiksel anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ( $p > 0,00208$ ). Fuji IX, Equia Forte HT, Beautifil II, Activa BioActive Restorative ve Cention N gruplarında Ecocomp sistemi Mylar bant grubundan daha yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri göstermiştir ( $p < 0,00208$ ). Fuji IX ve Dyract Xp gruplarında Coat grubu Mylar bant grubundan yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri gösterirken Equia Forte HT grubunda Ecocomp sistemi Coat grubundan yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri göstermiştir ( $p < 0,00208$ ). Activa Bioactive Restorative grubunda Diacomp Plus sistemi Mylar bant grubundan yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri göstermiş olup Filtek Z250 grubunda Coat grubu Sof-Lex grubundan yüksek sonuçlar göstermiştir ( $p < 0,00208$ , Tablo 4.7.).

**Tablo 4.7.** Materyal ve bitirme-cıalalama sistemleri türleri içerisinde izlem zamanlarına göre pürüzlülük düzeyleri.

	1.gün	28.gün	TSS	p-değeri <sup>1</sup>
<b>Filtek Z250</b>				
Mylar Bant	0,517 (0,433) <sup>a</sup>	0,983 (1,108)	1,083 (1,492)	0,125
Coat	0,983 (1,108)	1,933 (0,967)	2,050 (0,967) <sup>a</sup>	0,097
Diacomp Plus	1,133 (0,700)	1,300 (0,733)	1,300 (0,992)	0,154
Ecocomp	1,400 (0,642) <sup>a,b</sup>	1,600 (0,783)	1,433 (0,783)	0,273
Sof-Lex	0,600 (0,092) <sup>b</sup>	0,717 (0,583)	0,783 (0,300) <sup>a</sup>	0,023
<b>p-değeri <sup>2</sup></b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>0,008</b>	<b>&lt;0,001</b>	
<b>Fuji IX</b>				
Mylar Bant	0,600 (0,575) <sup>a</sup>	0,700 (0,900) <sup>a</sup>	0,517 (0,183) <sup>a,b</sup>	0,332
Coat	1,567 (1,367)	2,367 (0,950) <sup>a,b</sup>	2,583 (0,992) <sup>a</sup>	0,020
Diacomp Plus	1,092 (0,658)	1,117 (0,733)	1,517 (1,492)	>0,999
Ecocomp	1,917 (0,492) <sup>a</sup>	1,917 (0,575)	1,817 (0,354) <sup>b</sup>	>0,999
Sof-Lex	1,050 (0,508)	0,933 (0,258) <sup>b</sup>	1,067 (0,592)	0,223
<b>p-değeri <sup>2</sup></b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	
<b>Dyract Xp</b>				
Mylar Bant	0,383 (0,217) <sup>a,b</sup>	0,367 (0,150) <sup>a</sup>	0,633 (1,017) <sup>a</sup>	0,191
Coat	1,767 (1,350) <sup>a</sup>	2,017 (0,892) <sup>a</sup>	2,433 (1,088) <sup>a</sup>	0,584
Diacomp Plus	1,167 (1,083)	1,233 (0,883)	1,300 (0,742)	0,905
Ecocomp	1,300 (0,658) <sup>b</sup>	1,450 (0,308)	1,700 (0,617)	0,301
Sof-Lex	0,583 (0,583)	0,667 (0,442)	0,667 (0,742)	0,905
<b>p-değeri <sup>2</sup></b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	
<b>Equia Forte HT</b>				
Mylar Bant	0,633 (0,775) <sup>a,b</sup>	0,583 (1,783)	1,050 (1,829) <sup>a</sup>	0,670
Coat	1,183 (0,883)	1,750 (0,842)	1,200 (0,783) <sup>b</sup>	0,122
Diacomp Plus	2,650 (1,708) <sup>a</sup>	2,900 (1,142)	2,158 (1,592)	0,497
Ecocomp	2,531 (0,696) <sup>b</sup>	3,417 (1,892)	2,817 (0,883) <sup>a,b</sup>	0,202
Sof-Lex	2,067 (0,633)	2,050 (0,867)	1,883 (0,650)	0,741
<b>p-değeri <sup>2</sup></b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	
<b>Beautiful II</b>				
Mylar Bant	0,817 (0,767)	0,500 (0,925) <sup>a</sup>	0,717 (1,333) <sup>a</sup>	0,794
Coat	1,233 (0,775)	1,667 (2,025)	2,325 (1,825)	0,027
Diacomp Plus	1,483 (1,158)	1,450 (1,017)	1,033 (1,325)	>0,999
Ecocomp	1,950 (1,625)	2,800 (0,942) <sup>a</sup>	2,775 (0,933) <sup>a</sup>	0,061
Sof-Lex	0,800 (0,958)	1,183 (1,117)	1,009 (0,575)	0,497
<b>p-değeri <sup>2</sup></b>	<b>0,042</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	
<b>Activa BioActive</b>				
Mylar Bant	0,450 (0,375) <sup>a</sup>	0,400 (0,183) <sup>a,b</sup>	0,383 (0,333) <sup>a,b</sup>	>0,999
Coat	1,817 (0,871)	1,883 (0,925)	1,483 (0,433)	0,273
Diacomp Plus	1,950 (1,308)	2,633 (1,158) <sup>a</sup>	2,533 (1,046) <sup>a</sup>	0,273
Ecocomp	2,767 (1,050) <sup>a</sup>	3,467 (0,667) <sup>b</sup>	2,675 (1,100) <sup>b</sup>	0,091
Sof-Lex	1,283 (0,817)	1,867 (1,017)	1,092 (1,208)	0,255
<b>p-değeri <sup>2</sup></b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	
<b>Cention N</b>				
Mylar Bant	0,600 (0,467) <sup>a</sup>	0,567 (0,583) <sup>a,b</sup>	0,700 (1,333) <sup>a</sup>	0,497
Coat	1,017 (0,550)	1,250 (0,475)	1,383 (0,850)	0,741
Diacomp Plus	1,183 (1,117)	2,567 (1,475) <sup>a</sup>	1,700 (0,817)	0,014
Ecocomp	2,283 (1,233) <sup>a</sup>	2,617 (1,275) <sup>b</sup>	2,500 (1,054) <sup>a</sup>	0,407
Sof-Lex	1,383 (1,117)	1,917 (1,167)	1,533 (1,021)	0,150
<b>p-değeri <sup>2</sup></b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>0,002</b>	
<b>Cention Forte</b>				
Mylar Bant	0,533 (0,358) <sup>a</sup>	0,983 (1,417)	2,050 (1,858)	0,273
Coat	1,467 (0,708)	1,350 (0,817)	1,150 (0,517)	0,497
Diacomp Plus	1,667 (1,033)	1,700 (0,342)	1,667 (0,917)	0,905
Ecocomp	2,650 (1,625) <sup>a</sup>	2,383 (2,008)	2,576 (1,158)	0,741
Sof-Lex	0,983 (0,917)	1,967 (1,375)	1,975 (2,100)	0,061
<b>p-değeri <sup>2</sup></b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>0,033</b>	<b>0,015</b>	

Tanımlayıcı istatistikler; medyan (çeyreklerarası dağılım genişliği) biçiminde gösterildi. <sup>1</sup> Friedman testi, Bonferroni düzeltmesine göre p<0,00125 ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. <sup>2</sup> Kruskal Wallis testi, materyal sabit tutulduğunda günler içerisinde polisaj türleri arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni düzeltmesine göre p<0,00208 ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Her bir alt grupta aynı satırlar içerisinde aynı büyük harfler ile gösterilen izlem zamanları arasında Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi (p<0,00125). Aynı sütunlar içerisinde aynı küçük harfler ile gösterilen polisaj türleri arasında Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi (p<0,00208).

Materyal ve bitirme-cilalama sistemi türüne göre 1. gün, 28. gün ve TSS yüzey pürüzlülüğü değerleri açısından yapılan grup içi karşılaştırmalar Tablo 4.8’de verilmiştir. Buna göre, her bitirme-cilalama sistemi türü için materyal grupları arasında yüzey pürüzlülüğü açısından istatistiksel anlamlılık araştırılmıştır. Ölçüm günü ve bitirme-cilalama sistemi türü sabit tutulup materyal grupları arasındaki ikili (çoklu) karşılaştırmalar Bonferroni düzeltmesine göre  $p<0,00333$  için istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Bitirme-cilalama sistemi türünün sabit tutulup materyal grupları arasında yüzey pürüzlülüğü değerleri karşılaştırıldığında 1. ölçüm gününde Diacomp Plus ve Sof-Lex sistemlerinde Equia Forte Ht grubu ile Ecocomp sisteminde Activa Bioactive Restorative grubu; Filtek Z250 ve Dyract Xp gruplarından daha fazla yüzey pürüzlülüğü değerleri göstermiştir ( $p<0,00333$ ). Diacomp Plus sisteminde Equia Forte Ht grubu Fuji IX grubundan daha yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri göstermiştir ( $p<0,00333$ ).

Bitirme-cilalama sistemi türünün sabit tutulup materyal grupları arasında yüzey pürüzlülüğü değerleri karşılaştırıldığında 28. ölçüm gününde Diacomp Plus, Ecocomp ve Sof-Lex sistemlerinde Equia Forte Ht grubu Dyract Xp grubundan daha fazla yüzey pürüzlülüğü değerleri göstermiştir ( $p<0,00333$ ). Ecocomp sisteminde Activa Bioactive Restorative grubu; Filtek Z250 ve Dyract Xp gruplarından ve Diacomp Plus sisteminde Equia Forte Ht grubu Fuji IX grubundan daha yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri göstermiştir ( $p<0,00333$ ). G-Coat Plus sisteminde Fuji IX grubu Cention N grubundan daha yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri göstermiştir ( $p<0,00333$ ).

Bitirme-cilalama sistemi türünün sabit tutulup materyal grupları arasında yüzey pürüzlülüğü değerleri karşılaştırıldığında TSS ölçüm gününde Ecocomp sisteminde Equia Forte Ht grubu Filtek Z250 grubundan yüksek değerler gösterirken Coat grubunda Fuji IX grubu Equia Forte Ht ve Cention Forte gruplarından daha fazla yüzey pürüzlülüğü değerleri göstermiştir ( $p<0,00333$ ). Sof-Lex sisteminde Equia Forte HT ve Cention Forte grupları Dyract Xp ve Filtek Z250 grubundan daha fazla yüzey pürüzlülüğü değerleri göstermiştir ( $p<0,00333$ ).

**Tablo 4.8.** Materyal ve bitirme-cilalama sistemi türlerine göre 1.gün, 28.gün ve TSS yüzey pürüzlülüğü.

	<b>Mylar Bant</b>	<b>Coat</b>	<b>Diacomp Plus</b>	<b>Ecocomp</b>	<b>Sof-Lex</b>
<b>1.gün</b>					
Filtek Z250	0,517 (0,433)	0,983 (1,108)	1,133 (0,700) <sup>A</sup>	1,400 (0,642) <sup>A</sup>	0,600 (0,092) <sup>A</sup>
Fuji IX	0,600 (0,575)	1,567 (1,367)	1,092 (0,658) <sup>B</sup>	1,917 (0,492)	1,050 (0,508)
Dyract XP	0,383 (0,217)	1,767 (1,350)	1,167 (1,083) <sup>C</sup>	1,300 (0,658) <sup>B</sup>	0,583 (0,583) <sup>B</sup>
Equia Forte HT	0,633 (0,775)	1,183 (0,883)	2,650 (1,708) <sup>A,B,C</sup>	2,531 (0,696)	2,067 (0,633) <sup>A,B</sup>
Beautifil II	0,817 (0,767)	1,233 (0,775)	1,483 (1,158)	1,950 (1,625)	0,800 (0,958)
Activa Bioactive	0,450 (0,375)	1,817 (0,871)	1,950 (1,308)	2,767 (1,050) <sup>A,B</sup>	1,283 (0,817)
Cention N	0,600 (0,467)	1,017 (0,550)	1,183 (1,117)	2,283 (1,233)	1,383 (1,117)
Cention Forte	0,533 (0,358)	1,467 (0,708)	1,667 (1,033)	2,650 (1,625)	0,983 (0,917)
<b>p-değeri</b> <sup>1</sup>	0,075	0,042	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>28.gün</b>					
Filtek Z250	0,983 (1,108)	1,933 (0,967)	1,300 (0,733)	1,600 (0,783) <sup>A</sup>	0,717 (0,583)
Fuji IX	0,700 (0,900)	2,367 (0,950) <sup>A</sup>	1,117 (0,733) <sup>A</sup>	1,917 (0,575)	0,933 (0,258)
Dyract XP	0,367 (0,150)	2,017 (0,892)	1,233 (0,883) <sup>B</sup>	1,450 (0,308) <sup>B,C</sup>	0,667 (0,442) <sup>A</sup>
Equia Forte HT	0,583 (1,783)	1,750 (0,842)	2,900 (1,142) <sup>A,B</sup>	3,417 (1,892) <sup>C</sup>	2,050 (0,867) <sup>A</sup>
Beautifil II	0,500 (0,925)	1,667 (2,025)	1,450 (1,017)	2,800 (0,942)	1,183 (1,117)
Activa Bioactive	0,400 (0,183)	1,883 (0,925)	2,633 (1,158)	3,467 (0,667) <sup>A,B</sup>	1,867 (1,017)
Cention N	0,567 (0,583)	1,250 (0,475) <sup>A</sup>	2,567 (1,475)	2,617 (1,275)	1,917 (1,167)
Cention Forte	0,983 (1,417)	1,350 (0,817)	1,700 (0,342)	2,383 (2,008)	1,967 (1,375)
<b>p-değeri</b> <sup>1</sup>	0,026	<b>0,003</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>TSS</b>					
Filtek Z250	1,083 (1,492)	2,050 (0,967)	1,300 (0,992)	1,433 (0,783) <sup>A</sup>	0,783 (0,300) <sup>A,B</sup>
Fuji IX	0,517 (0,183)	2,583 (0,992) <sup>A,B</sup>	1,517 (1,492)	1,817 (0,354)	1,067 (0,592)
Dyract XP	0,633 (1,017)	2,433 (1,088)	1,300 (0,742)	1,700 (0,617)	0,667 (0,742) <sup>C,D</sup>
Equia Forte HT	1,050 (1,829)	1,200 (0,783) <sup>A</sup>	2,158 (1,592)	2,817 (0,883) <sup>A</sup>	1,883 (0,650) <sup>A,C</sup>
Beautifil II	0,717 (1,333)	2,325 (1,825)	1,033 (1,325)	2,775 (0,933)	1,009 (0,575)
Activa Bioactive	0,383 (0,333)	1,483 (0,433)	2,533 (1,046)	2,675 (1,100)	1,092 (1,208)
Cention N	0,700 (1,333)	1,383 (0,850)	1,700 (0,817)	2,500 (1,054)	1,533 (1,021)
Cention Forte	2,050 (1,858)	1,150 (0,517) <sup>B</sup>	1,667 (0,917)	2,576 (1,158)	1,975 (2,100) <sup>B,D</sup>
<b>p-değeri</b> <sup>1</sup>	0,017	<b>&lt;0,001</b>	0,004	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>

Tanımlayıcı istatistikler; medyan (çeyreklerarası dağılım genişliği) biçiminde gösterildi. <sup>1</sup>Polisaj türleri içerisinde materyaller arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni düzeltmesine göre  $p < 0,00333$  ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Kruskal Wallis testi. Aynı sütunlar içerisinde aynı büyük harfler ile gösterilen materyaller arasında Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ( $p < 0,00333$ ).

Çalışmada kullanılan materyal gruplarının Mylar bant-kontrol, G Coat Plus/Equia Coat, Diacomp Plus, Ecocomp, Sof-Lex alt gruplarında yer alan örneklerin, 1. gün-28. gün ve 1. gün-TSS iki izlem zamanı arasındaki yüzey pürüzlülüğü değişimleri Tablo 4.9’da yer almaktadır.

Her bir materyal grubu içerisinde 1. gün-28. gün ve 1. gün-TSS yüzey pürüzlülüğünde meydana gelen değişim yönünden incelendiğinde bitirme ve cilalama sistemi türleri

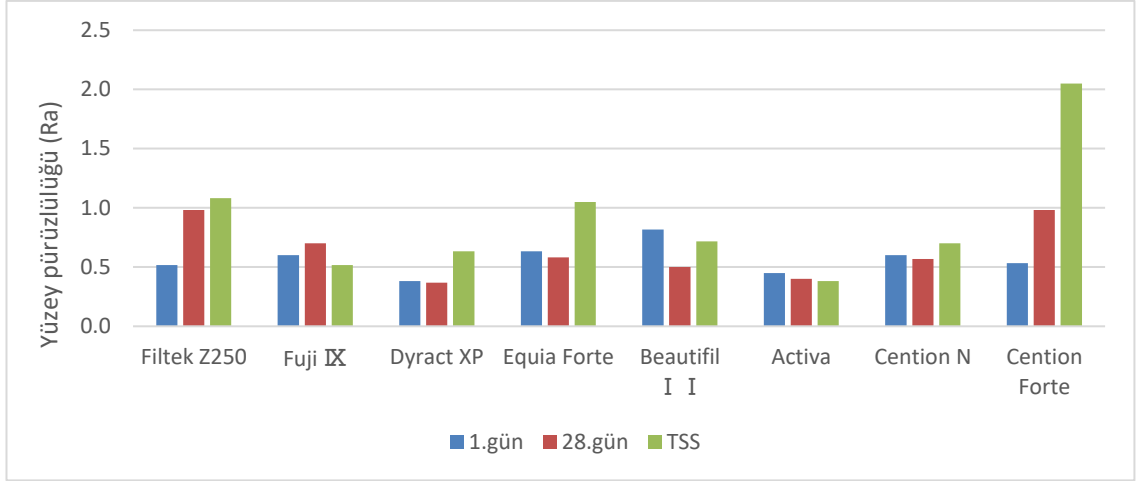
arasında Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0,00208$ , Tablo 4.9.).

Her bir bitirme ve cilalama sistemi türü içerisinde 1. gün-28. gün ve 1. gün-TSS yüzey pürüzlülüğünde meydana gelen değişim yönünden incelendiğinde materyaller arasında da Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0,00333$ , Tablo 4.9.).

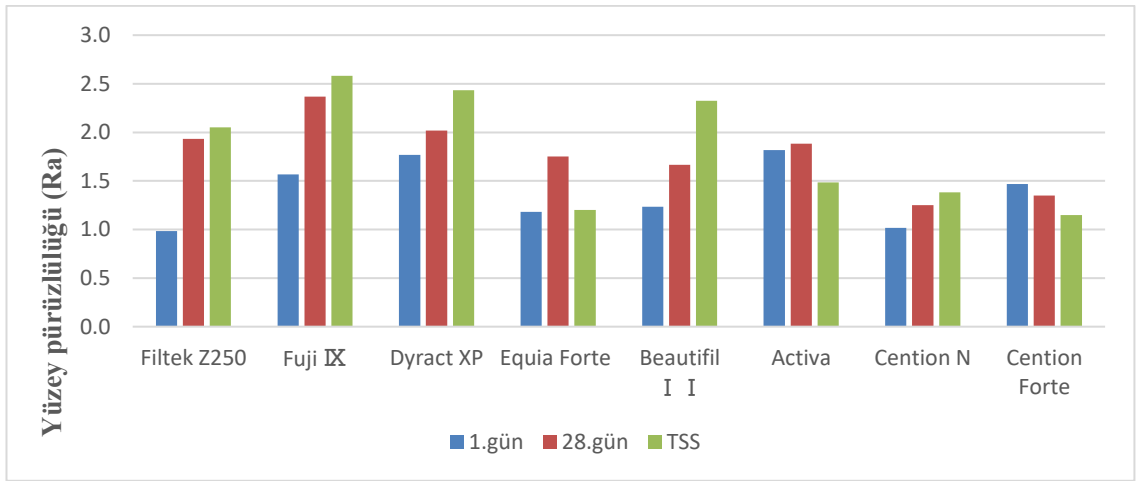
**Tablo 4.9.** Materyal ve bitirme-cilalama sistemleri türlerine göre zaman içerisinde pürüzlülük düzeylerinde meydana gelen değişimler

	<b>Mylar Bant</b>	<b>COAT</b>	<b>Diacomp Plus</b>	<b>Ecocomp</b>	<b>Sof-Lex</b>	<b>p-değeri</b> <sup>1,3</sup>
<b>28.gün –</b>						
<b>1.gün</b>						
Filtek Z250	0,383 (1,400)	0,500 (1,183)	0,367 (0,542)	0,333 (0,700)	0,117 (0,725)	0,845
Fuji IX	-0,117 (1,083)	1,033 (1,475)	0,025 (1,475)	0,117 (0,775)	-0,083 (0,517)	0,111
Dyract XP	0,050 (0,142)	0,450 (1,667)	0,033 (1,450)	-0,033 (0,783)	0,133 (0,642)	0,884
Equia Forte	0,117 (1,492)	0,433 (1,283)	-0,217 (2,208)	0,568 (2,175)	-0,100 (1,325)	0,454
Beautiful II	-0,083 (0,608)	0,583 (1,475)	-0,067 (2,225)	0,750 (1,483)	0,117 (0,675)	0,108
Activa	0,000 (0,358)	0,117 (0,850)	0,350 (1,675)	0,333 (1,096)	0,317 (0,667)	0,298
Cention N	0,050 (0,750)	0,183 (0,883)	1,117 (1,150)	0,733 (1,558)	0,733 (0,917)	0,016
Cention Forte	0,100 (1,483)	0,067 (1,417)	0,083 (1,258)	0,667 (2,233)	0,767 (1,875)	0,297
<b>p-değeri</b> <sup>2,3</sup>	0,731	0,147	0,218	0,370	0,071	
<b>TSS –</b>						
<b>1.gün</b>						
Filtek Z250	0,667 (1,325)	1,133 (1,567)	0,300 (0,917)	0,033 (1,475)	0,192 (0,450)	0,189
Fuji IX	-0,133 (0,383)	0,817 (1,358)	0,083 (0,975)	-0,100 (0,925)	0,200 (0,508)	0,036
Dyract XP	0,283 (0,675)	0,483 (2,263)	-0,150 (1,717)	0,367 (0,592)	-0,133 (1,054)	0,729
Equia Forte	0,192 (2,129)	-0,083 (1,517)	-0,542 (1,529)	0,243 (1,691)	-0,200 (1,204)	0,385
Beautiful II	0,000 (1,292)	1,342 (1,258)	0,000 (1,042)	1,417 (2,150)	0,150 (1,197)	0,095
Activa	0,033 (0,558)	-0,450 (1,179)	0,608 (1,683)	0,017 (0,713)	-0,100 (1,154)	0,358
Cention N	0,217 (1,350)	0,417 (1,283)	0,500 (1,692)	0,383 (1,721)	-0,233 (1,604)	0,663
Cention Forte	1,117 (2,017)	-0,067 (1,183)	-0,133 (0,738)	0,134 (1,442)	0,817 (1,817)	0,016
<b>p-değeri</b> <sup>2,3</sup>	0,111	0,011	0,597	0,401	0,072	

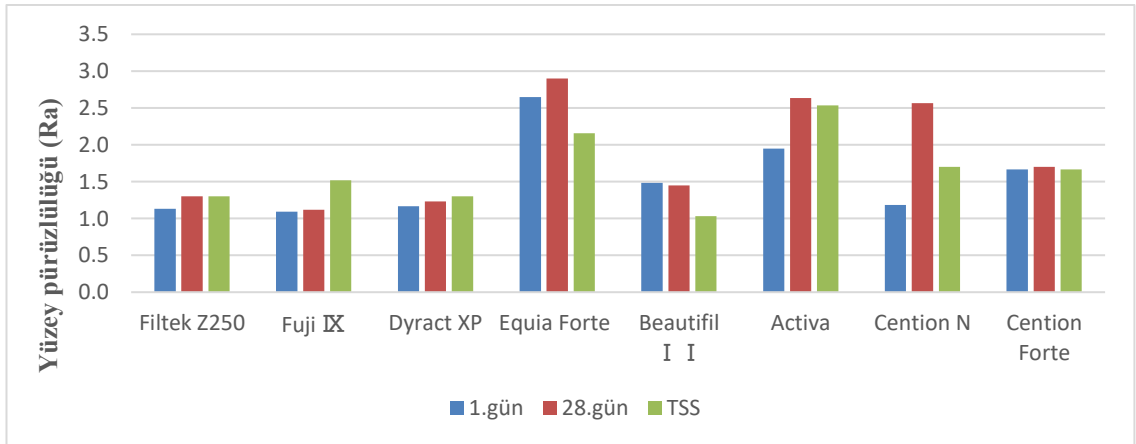
Tanımlayıcı istatistikler; medyan (çeyreklerarası dağılım genişliği) biçiminde gösterildi. <sup>1</sup> Materyaller içerisinde polisaj türleri arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni düzeltmesine göre  $p<0,00208$  ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. <sup>2</sup> Polisaj türleri içerisinde materyaller arasında yapılan karşılaştırmalar, Bonferroni düzeltmesine göre  $p<0,00333$  ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. <sup>3</sup> Kruskal Wallis testi. Aynı satırlar içerisinde aynı büyük harfler ile gösterilen polisaj türleri arasında Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ( $p<0,00208$ ). Aynı sütunlar içerisinde aynı küçük harfler ile gösterilen materyaller arasında Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ( $p<0,00333$ ).



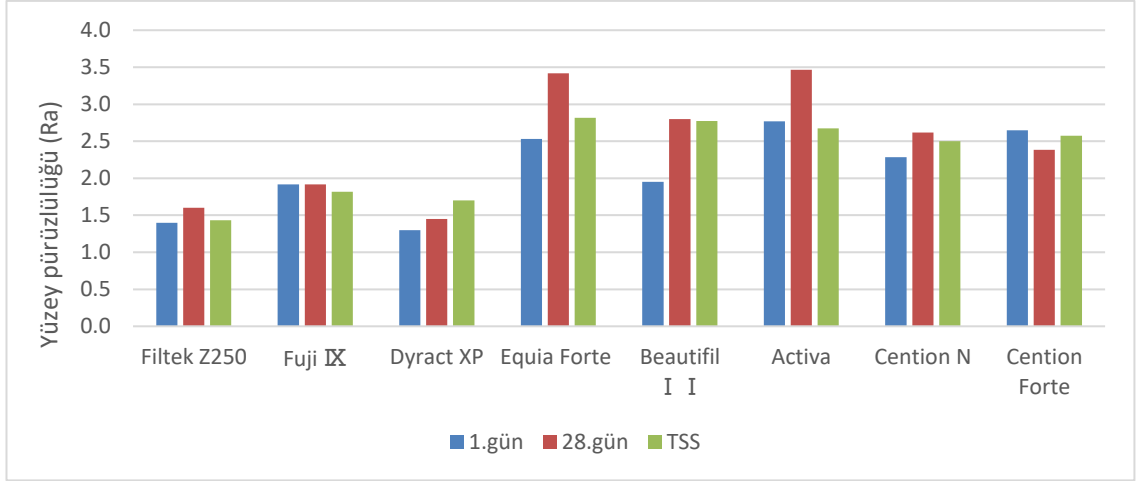
**Şekil 4.17.** Mylar bant alt grubunda yer alan tüm materyal örneklerin 1. gün, 28. gün ve TSS yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin dağılım grafiği.



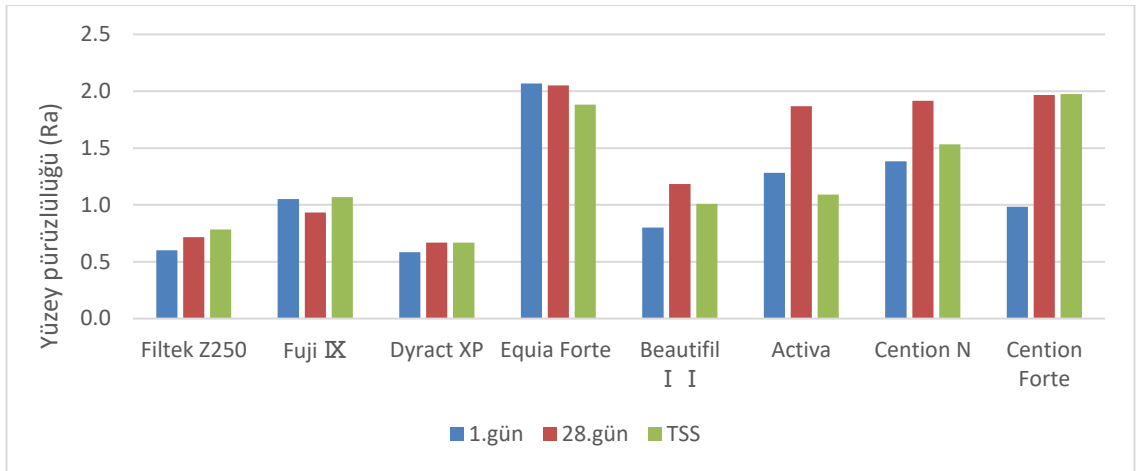
**Şekil 4.18.** Coat alt grubunda yer alan tüm materyal örneklerin 1. gün, 28. gün ve TSS yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin dağılım grafiği.



**Şekil 4.19.** Diacomp Plus alt grubunda yer alan tüm materyal örneklerin 1. gün, 28. gün ve TSS yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin dağılım grafiği.



**Şekil 4.20.** Ecocomp alt grubunda yer alan tüm materyal örneklerin 1. gün, 28. gün ve TSS yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin dağılım grafiği.



**Şekil 4.21.** Sof-Lex alt grubunda yer alan tüm materyal örneklerin 1. gün, 28. gün ve TSS yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinin dağılım grafiği.

Çalışmada kullanılan materyal ve bitirme-cilalama sistemi türlerine göre 1.günden 28.güne ve 1.günden TSS dönemine kadar geçen zaman içerisinde flor salınımında meydana gelen değişim ile yüzey pürüzlülüğü düzeylerinde meydana gelen değişimler arasındaki korelasyon katsayısı ve önemlilik düzeyleri Tablo 4.10'da verilmiştir. Her bir materyal grubu içerisinde bitirme ve cilalama sistemi türleri arasında 1.günden 28.güne ve 1.günden TSS dönemine kadar geçen zaman içerisinde flor salınımında meydana gelen değişim ile yüzey pürüzlülüğü düzeylerinde meydana gelen değişimler arasındaki korelasyon incelendiğinde Bonferroni düzeltilmesine göre istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir korelasyon tespit edilmemiştir ( $p > 0,00042$ , Tablo 4.10.).

Çalışmada kullanılan materyal ve bitirme-cilalama sistemi türlerine göre 1.günden 28.güne ve 1.günden TSS dönemine kadar geçen zaman içerisinde kalsiyum salınımında meydana gelen değişim ile yüzey pürüzlülüğü düzeylerinde meydana gelen değişimler arasındaki korelasyon katsayısı ve önemlilik düzeyleri Tablo 4.11’de verilmiştir. Her bir materyal grubu içerisinde bitirme ve cilalama sistemi türleri arasında 1.günden 28.güne ve 1.günden TSS dönemine kadar geçen zaman içerisinde kalsiyum salınımında meydana gelen değişim ile yüzey pürüzlülüğü düzeylerinde meydana gelen değişimler arasındaki korelasyon incelendiğinde Bonferroni düzeltilmesine göre istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir korelasyon tespit edilmemiştir ( $p>0,00042$ , Tablo 4.11.).

**Tablo 4.10.** Materyal ve polisaj türlerine göre 1.günden 28.güne ve 1.günden TSS dönemine kadar geçen zaman içerisinde flor salınımında meydana gelen değişim ile pürüzlülük düzeylerinde meydana gelen değişimler arasındaki korelasyon katsayısı ve önemlilik düzeyleri

	Mylar Bant		Coat		Diacomp Plus		Ecocomp		Sof-Lex	
	<i>r-</i> <i>değeri</i>	<i>p-</i> <i>değeri</i> <sub>1</sub>	<i>r-</i> <i>değeri</i>	<i>p-</i> <i>değeri</i> <sub>1</sub>	<i>r-</i> <i>değeri</i>	<i>p-</i> <i>değeri</i> <sub>1</sub>	<i>r-</i> <i>değeri</i>	<i>p-</i> <i>değeri</i> <sub>1</sub>	<i>r-</i> <i>değeri</i>	<i>p-</i> <i>değeri</i> <sub>1</sub>
<b>28.gün – 1.gün</b>										
Filtek Z250	0,037	0,919	-0,128	0,725	0,094	0,795	0,222	0,537	-0,398	0,255
Fuji IX	0,030	0,934	0,467	0,174	-0,382	0,276	-0,673	0,033	0,248	0,489
Dyract XP	0,444	0,199	0,721	0,019	-0,491	0,150	-0,430	0,214	0,406	0,244
Equia Forte HT	-0,042	0,907	-0,552	0,098	0,552	0,098	0,382	0,276	-0,321	0,365
Beautiful II	-0,855	0,002	-0,243	0,498	-0,091	0,803	-0,146	0,688	-0,134	0,713
Activa	0,383	0,275	-0,006	0,987	-0,394	0,260	-0,212	0,556	-0,535	0,111
Cention N	0,067	0,855	0,539	0,108	0,091	0,803	0,358	0,310	0,079	0,829
Cention Forte	0,661	0,038	-0,248	0,489	-0,321	0,365	0,261	0,467	0,164	0,651
<b>TSS – 1.gün</b>										
Filtek Z250	-0,407	0,242	0,316	0,374	0,531	0,114	0,120	0,742	-0,426	0,219
Fuji IX	-0,030	0,934	0,115	0,751	0,018	0,960	-0,164	0,651	-0,067	0,855
Dyract XP	0,479	0,162	0,146	0,688	-0,406	0,244	-0,673	0,033	0,115	0,751
Equia Forte HT	-0,309	0,385	-0,042	0,907	0,430	0,214	0,273	0,446	0,576	0,082
Beautiful II	0,152	0,674	-0,176	0,627	0,201	0,578	0,333	0,347	0,055	0,881
Activa	0,067	0,855	-0,248	0,489	-0,207	0,567	0,382	0,276	-0,079	0,829
Cention N	0,881	0,001	0,055	0,881	-0,249	0,487	-0,164	0,651	0,103	0,777
Cention Forte	0,406	0,244	0,006	0,987	-0,127	0,726	0,116	0,751	-0,067	0,855

<sup>1</sup> Spearman’ın sıra sayıları korelasyon testi, Bonferroni düzeltilmesine göre  $p<0,00042$  ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

**Tablo 4.11.** Materyal ve polisaj türlerine göre 1.günden 28.güne ve 1.günden TSS dönemine kadar geçen zaman içerisinde kalsiyum salınımlında meydana gelen değişim ile pürüzlülük düzeylerinde meydana gelen değişimler arasındaki korelasyon katsayısı ve önemlilik düzeyleri

	Mylar Bant		Coat		Diacomp Plus		Ecocomp		Sof-Lex	
	<i>r-</i> <i>değeri</i>	<i>p-</i> <i>değeri</i> <sub>1</sub>	<i>r-</i> <i>değeri</i>	<i>p-</i> <i>değeri</i> <sub>1</sub>	<i>r-</i> <i>değeri</i>	<i>p-</i> <i>değeri</i> <sub>1</sub>	<i>r-</i> <i>değeri</i>	<i>p-</i> <i>değeri</i> <sub>1</sub>	<i>r-</i> <i>değeri</i>	<i>p-</i> <i>değeri</i> <sub>1</sub>
<b>28.gün – 1.gün</b>										
Filtek Z250	-0,159	0,661	0,001	>0,999	0,260	0,468	0,001	>0,999	-0,229	0,524
Fuji IX	0,200	0,580	0,553	0,097	-0,207	0,567	0,164	0,651	0,030	0,934
Dyract XP	0,255	0,476	-0,345	0,328	-0,188	0,602	-0,534	0,112	0,212	0,556
Equia Forte HT	-0,207	0,566	0,188	0,602	0,139	0,701	-0,378	0,281	-0,188	0,603
Beautifil II	-0,042	0,907	0,055	0,881	-0,404	0,247	-0,754	0,012	-0,541	0,106
Activa	0,390	0,265	0,165	0,649	-0,334	0,345	0,073	0,841	0,128	0,724
Cention N	0,394	0,260	0,261	0,467	0,455	0,187	0,370	0,293	-0,030	0,934
Cention Forte	0,491	0,150	0,176	0,627	-0,309	0,385	-0,042	0,907	-0,491	0,150
<b>TSS – 1.gün</b>										
Filtek Z250	0,124	0,733	-0,202	0,576	0,215	0,550	0,434	0,210	-0,138	0,704
Fuji IX	0,024	0,947	-0,109	0,763	-0,426	0,220	-0,231	0,521	0,729	0,017
Dyract XP	-0,285	0,425	-0,236	0,511	-0,286	0,424	-0,491	0,150	0,517	0,126
Equia Forte HT	0,301	0,399	0,455	0,187	0,115	0,751	0,394	0,260	-0,188	0,603
Beautifil II	0,164	0,650	-0,176	0,626	0,139	0,701	-0,024	0,947	-0,297	0,405
Activa	-0,103	0,777	-0,503	0,138	0,328	0,354	0,280	0,434	0,354	0,316
Cention N	0,612	0,060	-0,285	0,425	0,224	0,533	-0,297	0,405	0,309	0,385
Cention Forte	0,636	0,048	-0,115	0,751	-0,079	0,829	-0,273	0,446	-0,515	0,128

<sup>1</sup> Spearman'ın sıra sayıları korelasyon testi, Bonferroni düzeltmesine göre p<0,00042 ise sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## 5. TARTIŞMA

Diş hekimliğinde minimal girişimsel tedavi yaklaşımlarının giderek daha fazla benimsenmesi yeni nesil restoratif materyallerin geliştirilmesine neden olmuştur. Bu materyallerin yapısal stabilitesi, klinik ömürlerine etki eden önemli parametrelerdendir (108, 109). Günümüzde geleneksel CİS, cam iyonomer esaslı hibrit materyaller, cam karbomer, giomer ve alkasitler gibi iyon salınımı yapabilen birçok materyal bulunmaktadır (8, 24). Bu biyoaktif restoratif materyallerin klinik ömürlerini etkileyen mekanik ve estetik özellikleri üzerinde çalışmalar son yıllarda yoğunlaşmıştır (110-112). Ancak restoratif materyallerin iyon salınım kapasitesine yönelik literatür incelendiğinde, yapılan çalışmaların büyük kısmının cam iyonomer içerikli restoratif materyallere odaklandığı (51, 56, 113) ve güncel biyoaktif restoratif materyallere dair sınırlı sayıda çalışma olduğu tespit edilmiştir (5, 101, 102). Bu durum, özellikle çocuk diş hekimliğinde kullanımı giderek artan yeni nesil biyoaktif materyallerin iyon salınım özelliklerinin daha ayrıntılı incelenmesini gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bir materyalin klinik kullanımına karar verilirken seçim kriterlerinden biri de materyalin yüzey pürüzlülüğüdür (114). Restoratif işlemlerde yüzey özellikleri, özellikle yüzey pürüzlülüğü, restoratif materyallerin klinik kalitesini ve davranışını belirlemektedir. Yüzey pürüzlülüğü ve düzensizlikler, dental plak birikimini artırarak gingival irritasyona neden olabilir ve restoratif materyallerin klinik ömrünü sınırlandırabilir (11, 115). Bu nedenle restorasyonların estetik özelliklerini arttırmak ve daha uzun ömürlü olmasını sağlamak için restoratif materyalin uygulanmasının hemen ardından uygun bitirme ve cila işlemleri yapılması gerektiği bilinmektedir (12, 84, 85, 97). Bu bağlamda çalışmamızda, dört farklı bitirme ve cilalama sisteminin, çocuk hastalarda klinik kullanım açısından ön plana çıkan biyoaktif restoratif materyallerin flor ve kalsiyum iyonu salınım kapasiteleri ile yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Restoratif materyallerden salınan iyon miktarı hem in vivo hem de in vitro koşullarda ölçülebilmektedir (8, 116). In vivo koşullardaki tükürük bileşimi, pH değeri, plak ve pelikül oluşumu gibi değişkenler iyon salınımı ölçümlerinin doğruluğunu etkileyebilmektedir (116, 117). Çalışmamızda, standardizasyonu daha kolay sağlayabilmek adına restoratif materyallerin iyon salınımlarının in vitro koşullarda incelenmesi tercih edilmiştir.

Restoratif materyallerin iyon salınımını değerlendiren çalışmalarda hazırlanan örneklerin boyutları incelendiğinde, farklı çap ve yüksekliklerde örnekler hazırlanmış olduğu görülmektedir (32, 113, 118-120). Bu konuda herhangi bir ISO standardı bulunmamakla birlikte, görünür ışıkla aktive olan rezin içerikli restoratif materyallerin yeterli polimerizasyonunun sağlanabilmesi için 2 mm kalınlığında yerleştirilmeleri önerilmektedir (121) Bu nedenle, çalışmamızda politetrafloroetilen kalıp kullanılarak 8 mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde örnekler hazırlanmıştır (113, 118, 120).

Yapılan çalışmalarda, cam iyonomer simanlardan hazırlanmış örneklerin maturasyonunu tamamlamadan saklama solüsyonuna yerleştirilmesi durumunda materyalin mekanik özelliklerinin olumsuz yönde etkilendiği ve depolama sıcaklığının materyallerin iyon salınım profillerini etkileyebileceği bildirilmiştir (32, 117, 119, 122-124). Çalışmamızda bu durumun önüne geçmek amacıyla, hazırlanan tüm örnekler maturasyonlarını tamamlamaları için 24 saat 37°C’de ve %95±5 bağıl nemli ortamda bekletilmiş, ardından yüzey pürüzlülüğü ve iyon salınımı analizlerine geçilmiştir.

Restoratif materyallerden gerçekleşen iyon salınımını, deiyonize su, yapay tükürük ve asidik solüsyonlarda inceleyen çeşitli laboratuvar çalışmaları mevcuttur (10, 55, 123, 125). Deiyonize su ve yapay tükürük kullanılarak iyon salınımlarının karşılaştırılması değerlendirildiği çalışmalarda, restoratif materyal ile iyon bakımından zengin yapay tükürük arasındaki difüzyon gradyanının (değişim ölçüsü), deiyonize suya kıyasla daha düşük olduğu ve buna bağlı yapay tükürükte iyon salınımının daha az gerçekleştiği bildirilmiştir (8, 126-129). Ayrıca, yapay tükürükteki bileşenlerin restoratif materyalin yüzeyinde bir pelikül tabakası oluşturduğu ve bu tabakanın iyon salınımını engellediği düşünülmektedir (10, 51, 55). Bu bilgiler ışığında çalışmamızda, iyon salınım değerleri, birçok in vitro çalışmada olduğu gibi deiyonize su kullanılarak ölçülmüştür (74, 118, 130-132).

Yapılan çalışmalarda restoratif materyallerin iyon salınım analizleri için iyon selektif elektrot, iyon kromatografi, endüktif olarak eşleşmiş plazma optik emisyon spektroskopisi, UV spektrofotometre, atomik absorpsiyon spektrometrisi, elektron probe mikroanalizi, SEM-EDS gibi birçok farklı yöntem kullanılmıştır (5, 32, 101, 133-135). İyon selektif elektrot yöntemi kullanım kolaylığı, hassas ve hızlı sonuçlar vermesi, ölçümlerin tekrarlanabilmesi gibi avantajları nedeniyle en çok kullanılan in vitro ölçüm

yöntemlerinden biridir (32, 74, 118-120, 136). Çalışmamızda da, iyon salınım analizleri iyon seçici elektrot yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

İyon salınımı deneylerinde doğru ve tekrarlanabilir sonuçlar elde edebilmek için pH'ın sabit durumda olması büyük önem taşımaktadır. İyon selektif elektrot yönteminde ölçümlerden önce örneklerle ve kalibrasyon çözeltilerine yüksek iyonik güce sahip çözeltiler (TISAB, ISA) eklenir. Bu çözeltiler pH ve iyonik şiddetin aynı seviyede tutulmasını sağlayarak hidrojen iyonu aktivitesini ve iyonik gücü kontrol eder. Ayrıca bu çözeltiler kompleks bileşiklerini serbest iyonlar haline getirerek iyon salınımını analizlerini kolaylaştırmaktadır (10, 49, 104). Bu çalışmada, pH'ın ve iyonik şiddetin sabit tutulması amacıyla ölçüm öncesinde tüm örneklerle flor salınım deneyinde TISAB III (%10 konsantrasyonda), kalsiyum salınım deneyinde Kalsiyum ISA (%10 konsantrasyonda) çözeltisi eklenmiştir.

İyon salınımı deneylerinde salınan iyon miktarını ifade etmek için birim olarak ppm, µg/ml, mg/l veya µg/cm<sup>2</sup> kullanılabilir (49). Çalışmamızda, literatürdeki bulgularla güçlü bir karşılaştırma yapılabilmesi için ppm birimi tercih edilmiştir. Materyallerin iyon salınım ölçümlerine yönelik yapılan araştırmalarda ölçümler, çalışma süresi içerisinde belirlenen farklı zaman noktalarında yapılmaktadır. Ölçüm zamanlarının genellikle ilk gün ve sonrasında haftada bir olacak şekilde belirlendiği, bazı çalışmalarda ise ilk üç ya da dört gün boyunca arka arkaya ölçüm yapıp ardından haftalık aralıklarla devam edildiği görülmektedir (120, 124, 131, 133, 137, 138). Cam iyonomer içerikli materyallerin iyon salınım kapasitelerinin değerlendirildiği çalışmalarda, genel olarak ilk hafta yüksek değerlerde ortaya çıkan ve ani salınım olarak da tanımlanan “initial burst” etkisiyle salınım yaparak 28. güne doğru salınım değerlerinin azaldığı görülmüştür (8, 129). Bununla birlikte, termal siklus uygulaması sonrası uzun dönem flor ve kalsiyum salınımını değerlendiren çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Çalışmamızda iyon salınım ölçümleri, restoratif materyallerin erken ve geç dönem iyon salınım düzeylerini değerlendirebilmek amacıyla 1., 2., 7., 14., 28. günlerde ve termal siklus uygulaması sonrasındaki günde gerçekleştirilmiştir.

Restoratif materyallerin in vivo davranışlarını öngörebilmek için, in vitro deneysel düzenekler ve yöntemler oral ortamı simüle etmesi ve ağızda meydana gelen bozulma süreçlerini taklit etmesi gerektiği literatürlerde bildirilmiştir (13, 14). Bu tür simülasyonlar, materyallerin klinik dayanıklılığını anlamak ve optimize etmek için kritik

öneme sahip olarak ağız içi ortamı taklit edebilmek amacıyla farklı in vitro yöntemler kullanılmaktadır (13, 14). Bu yöntemler; sıvı ortamlarda bekletme, mekanik kuvvetler uygulama, pH siklusu veya termal siklus uygulaması ile yaşlandırma olarak sıralanabilir (13, 105). Termal siklus uygulaması, restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü özellikleri üzerinde dikkate değer bir etkiye sahiptir (139). Termal siklus uygulamalarında en sık kabul gören metod, 5-55°C ( $\pm 5^\circ\text{C}$ ) sıcaklık değişimi ile gerçekleştirilen yöntemdir (14, 15, 105). Literatürde termal siklus uygulamalarında transfer ve bekletme süreleri ile devir sayıları konusunda bir fikir birliği olmadığı görülmekte, ancak kısa bekletme süresi uygulamasının ağız içi ortamı taklit etmede daha başarılı olduğu anlaşılmaktadır (15, 105). Çalışmamızda, örneklere 6 aylık klinik yaşlandırma sürecine karşılık gelecek şekilde, 5-55 °C ( $\pm 5^\circ\text{C}$ ) sıcaklık aralığında, 30 saniye bekleme ve 10 saniye transfer süresiyle toplam 5000 devir termal siklus uygulanmıştır (14). Bu protokol, çocuk diş hekimliğinde orta ve düşük çürük riskine sahip bireylerde önerilen rutin 6 aylık kontrol aralıkları dikkate alınarak belirlenmiştir. Böylece materyallerin iyon salınım kapasiteleri ve yüzey özelliklerinin, rutin kontrol süresi sonunda karşılaşılabilecek klinik koşulları yansıtacak şekilde değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Restoratif materyallerde meydana gelen iyon salınımının, materyalin içeriği, matriksin olgunlaşma derecesi ve yapısı, difüzyon gücü, çözünürlük seviyesi, toz-likit oranı ve coat uygulaması yapılıp yapılmaması gibi birçok faktöre bağlı olarak şekillenen bir süreç olduğu bildirilmiştir (8, 48). Ek olarak, iyon salınımının, restoratif materyallerin porozitesine de bağlı olabileceği ve materyallerde bulunan rezin sistemlerin içeriğinin iyon ve su difüzyonunu engelleyerek daha az iyon salınımına sebep olabileceği belirtilmektedir (56, 140-142). Çalışmamızda yapılan diğer çalışmalara benzer olarak rezin bazlı olan kompozit, kompomer, RMCİS ve giomer gruplarında meydana gelen salınım değerlerinin, rezin bazlı olmayan diğer materyallerden elde edilen salınım değerlerine göre oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir.

Restoratif materyallerin içeriklerinde bulunan Bis-EMA, Bis-GMA, TEGDMA ve UDMA gibi monomerlerin hidrofobik yapıda oldukları ve su absorpsiyonuna düşük afinite gösterdikleri önceki çalışmalarda vurgulanmıştır (143, 144). Sideridou ve ark. (2003), bu monomerler TEGDMA'nın en yüksek, BIS-EMA'nın ise en düşük su absorpsiyonu gösterdiğini rapor etmişlerdir (143). Aynı araştırma grubunun 2007 yılında

yaptığı başka bir çalışmada ise, Bis-Ema'nın aromatik çekirdekli hidrofobik yapısı sayesinde etanol/su çözeltilisini en az absorbe eden monomer olduğu bildirilmiştir (144).

Bu çalışmada test edilen materyaller arasında Filtek Z250 grubunda, tüm zaman noktalarında en düşük flor ve kalsiyum iyon salınım değerleri gözlenmiş olup iyon salınımında zaman içinde herhangi bir değişiklik tespit edilmemiştir. Bu çalışmada Filtek Z250'nin flor ve kalsiyum salınımının ölçülebilir düzeyde olmasına rağmen oldukça düşük seviyelerde kalmasının temel nedenlerinden birinin, resin matriksindeki monomerlerin hidrofobik yapısı sebep gösterilebilir. Buna göre, Filtek Z250'nin yapısında bulunan Bis-EMA, Bis-GMA, TEGDMA ve UDMA monomerlerinin iyonların difüzyonunu sınırlayarak flor ve kalsiyum salınım seviyelerinin düşük kalmasına yol açtığı söylenebilir. Ayrıca, kompozit resinlerin matriks yapısı ve doldurucularının asidik saldırılara karşı görece daha yüksek stabiliteye sahip olması ile içeriklerinde cam matriks ve biyoaktif bileşenlerin bulunmaması Filtek Z250'nin sınırlı iyon salınımı davranışı göstermesine sebep olabilir.

Filtek Z250 gibi resin kompozitlerin formülasyonunda flor veya kalsiyum salınımı hedeflenmediği halde çalışmada minimum düzeyde gözlemlenen iyon salınımı, materyalin içerdiği inorganik doldurucu partiküllerin üretim sürecinde kullanılan cam faz kalıntıları veya silan modifikasyonlarına bağlı olabilir. Bu tip yapılar, yüzeysel çözünme ve pasif difüzyon yoluyla sınırlı miktarda iyon geçişine neden olabilir. Dolayısıyla gözlenen bu iyon salınımı, aktif bir biyoaktivite göstergesi olarak değil, materyal yüzeyinde gerçekleşen fizikokimyasal etkileşimlerin bir sonucu olarak değerlendirilmelidir.

Yapılan çalışmalarda restoratif materyal içeriğindeki flor veya kalsiyum konsantrasyonu arttıkça, materyal ile ortam arasındaki konsantrasyon gradyanının artarak flor ve kalsiyum salınımının hızlandığı bildirilmiştir (5, 32, 118, 145). Bu çalışmada da, flor konsantrasyonu yüksek olan cam iyonomer esaslı gruplarda ve kalsiyum konsantrasyonu yüksek olan alkasit esaslı gruplarda diğer material gruplarına kıyasla daha fazla iyon salınımı gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Garoushi ve ark. (2018), Fuji II LC materyalinin, Dyract XP ve Beautifil II gibi resin içeriği yüksek olan materyallere kıyasla tüm ölçüm günlerinde en yüksek flor salınımı gösterdiği, özellikle Dyract XP ve Beautifil II gruplarının oldukça düşük düzeyde flor salınımı sergilediği belirtilmiştir. Ayrıca, Dyract XP ve Beautifil II gruplarının flor

salınım profilleri 1. gün en yüksek seviyede izlemiş, 10. güne doğru azalma eğilimi gösterdiği şeklinde rapor edilmiştir (26). Sağmak ve ark. (2019) tarafından yapılan benzer bir değerlendirmede de, Fuji II LC en yüksek flor salınımına sahip materyal olarak öne çıkarken, Dyract XP yine en düşük salınım seviyeleriyle dikkat çekmiştir (61).

Dasgupta ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada, iyon salınımı 1., 3., 7., 14., 21. ve 28. günlerde flor iyon selektif elektrot metodu ile değerlendirilmiş ve Equia Forte Fil grubunun en yüksek flor salınımı gösterirken Dyract XP ve Tetric N-Ceram gruplarının ise oldukça düşük düzeyde flor salınım değerleri gösterdiği belirtilmiştir. Dyract XP grubunun flor salınım profili 1. Günde zirve yapıp zamanla azaldığı belirtilmiştir (146). Bu çalışmalar, cam iyonomer esaslı materyallerin flor salınım kapasitesinin, özellikle erken dönemde daha yüksek olduğunu; buna karşın kompozit içerikli materyallerin bu açıdan daha sınırlı kaldığını tutarlı biçimde göstermektedir.

Çalışmamızda önceki çalışmalara paralel olarak, Dyract Xp grubu iyon salınım seviyeleri 1. gün, 28. gün ve TSS ölçümlerinde Equia Forte HT grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük olduğu tespit edilmiştir. Dyract Xp grubu başlangıçta flor salınımında initial burst etkisi göstermemiş ve flor salınım düzeylerinin 14. gün en yüksek seviyeye ulaşmış sonraki dönemde düşüş gösterdiği görülmüştür. Kompomerlerin flor salınım düzeylerinin cam iyonomer esaslı materyallere kıyasla daha düşük olmasının, flor iyonlarının polimerizasyon sonrasında matriks içerisinde daha sıkı şekilde bağlanması ve bu materyallerin su ile temas ettiklerinde daha sınırlı bir asit-baz reaksiyonu gerçekleştirmeleriyle ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Alonzo ve ark. (2024), Ketac Universal, Beautifil II, Cention N ve Equia Forte Fil kullanarak materyallerin flor salınım değerlerini 1., 3., 7., 14. ve 28. günlerde flor iyon selektif elektrot metodu ile değerlendirdikleri çalışmalarında tüm ölçüm günlerinde diğer ölçüm gruplarına göre Beautifil II grubunun oldukça düşük düzeyde flor salınımı gösterdiğini bildirmiştir (147). Alonzo ve ark.'nın (2024) çalışmasında Beautifil II grubu flor salınım profili 3. güne kadar anlamlı şekilde artış gösterip, 3. ve 7. gün arası stabil kaldıktan sonra düşüşe geçip 14. günde en düşük değerlere ulaştıktan sonra yükselişe geçerek 28. günde en yüksek ortalama değere ulaşmıştır (147). Bu çalışmada Alonzo ve ark.'nın (2024) çalışmasından farklı olarak Beautifil II grubunda uygulanan tüm sistemlerde flor ve kalsiyum salınımı 1. günden 7. güne doğru belirgin şekilde azalmış ( $p < 0,00125$ ) ve 14. ile 28. günde kısmi bir artış göstermiştir ( $p > 0,00125$ ). Her iki

çalışmada da 7. günden sonra salınımda yeniden artış eğilimi gözlenmiş, ancak literatürdeki bulgularda 28. günde en yüksek seviyeye ulaşılrken, çalışmamızda bu artış daha sınırlı düzeyde kalarak 1. ve 2. günlerde daha yüksek değerler göstermiştir. Bu farklılığın, örnek boyutu, depolama ortamı veya uygulanan bitirme ve cilalama sistemleri gibi materyalin hazırlanma ve çalışma koşullarındaki farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.

Feiz ve ark. (2022), Cention N, Zirconomer, Beautifil ve Fuji II LC materyallerinin flor salınım değerlerini 1., 3., 7., 14. ve 21. günlerde değerlendirdikleri çalışmalarında, tüm ölçüm günlerinde Beautifil grubunun en düşük düzeyde flor salınımı gösterdiği belirtilmiştir ve bu düşük sabit seviyenin, materyalden gerçekleşen difüzyon ve rezin matrisin geçirgenliğinin sınırlı olmasıyla ilişkili olduğu bildirilmiştir (148). Yapılan çalışmalarda, giomerlerin S-PRG doldurucularının çevresinde oluşan kalın hidrojel tabakanın, flor salınımda düşük seviyeler sergilemesine sebep olduğu belirtilmektedir (24, 26, 149). Bu çalışmada da önceki çalışmalara paralel olarak, Beautifil II grubu başlangıçta flor salınımda initial burst etkisi göstermemiş ve flor salınım düzeylerinin zaman içerisinde görece azaldığı görülmüştür. İyon salınımının daha az olmasının bir diğer olası nedeni olarak cam iyonomerlerde görülen asit-baz reaksiyonunun bulunmaması nedeniyle cam iyonomer matris fazının az ya da hiç olmaması ve rezin içeriği artışıyla birlikte gözenekliliğin azalması gösterilebilir.

Activa BioActive restoratif materyaline ilişkin yapılan çeşitli çalışmalar, bu materyalin flor ve kalsiyum salınımı ile su absorpsiyonu özelliklerinin belirgin farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Activa BioActive-Restorative, Ketac Molar Quick Aplicap ve Tetric Evoceram kullanarak materyallerin flor salınım değerlerini 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7. ve 14. günlerde flor iyon selektif elektrot metodu ile değerlendiren bir çalışmada Activa BioActive-Restorative grubunun 1. günde en yüksek flor salınım düzeyi gösterdiği ve sonraki ölçüm günlerinde düşüş gösterdiği bildirilmiştir (28).

Garoushi ve ark. (2018), Activa BioActive Restoratif grubunun diğer rezin modifiye cam iyonomer simanlara kıyasla anlamlı derecede daha düşük flor salınımı yaptığını ve en yüksek salınımın ilk 24 saat içinde gerçekleştiğini, sonrasında ise düşük düzeyde sabitleme eğilimi gösterdiğini bildirmiştir (26). Fuji II LC ile karşılaştırmalı olarak yapılan başka bir çalışmada, Activa BioActive Restorative grubunun 1., 7., 14. ve 21. günlerde daha yüksek düzeyde kalsiyum salınımı gösterdiği rapor edilmiştir (150).

Radwanski ve ark. (2025), Activa BioActive Restorative, Beautifil Flow Plus, Predicta Bulk Bioactive ve Filtek Supreme Flow materyallerinin etanol ve yapay tükürük ortamında yaşlandırma sonrasında gösterdikleri absorpsiyon özelliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında, Activa BioActive Restorative grubunun her iki ortamda da en yüksek absorpsiyon değerlerini sergilediğini bildirmiştir. Ayrıca, tüm gruplarda maksimum absorpsiyonun, polimerizasyondan sonraki ilk 7 gün içerisinde gerçekleştiği belirtilmiştir (111). Benzer şekilde farklı literatürlerde de, Activa BioActive Restorative materyalinin formülasyonunda yer alan poliakrilik asit ve fosfat grupları gibi hidrofilik bileşenlerin, su absorpsiyonunu artırabileceği vurgulanmaktadır. Bununla birlikte, materyalin modifiye kalsiyum fosfat (MCP) içeren dolgu matriks yapısı, suyun kolaylıkla difüze olarak partiküllere ulaşmasına ve bu yolla iyon salınımının tetiklenmesine olanak tanıyabilir (109, 151).

Bu çalışmada Activa Bioactive grubu uygulanan sistemlerde 1. günde en yüksek flor salınım seviyesi gözlenirken, 2. günde iyon salınım değerlerinde anlamlı bir düşüş gözlenmesi yapılan diğer çalışmalarla paralellik göstermektedir. Activa Bioactive materyalinin tüm alt gruplarında kalsiyum iyon salınımı 2.-28. günler arasında belirgin şekilde azalma göstermiştir. Termal siklus sonrası kalsiyum iyon salınım değerlerinin ise istatistiksel olarak anlamlı düzeyde arttığı görülmektedir. Activa Bioactive içeriğinde enerji absorbe eden elastomerik bileşenler içeren (Modifiye poliakrilik asit ile diüretan ve diğer metakrilat karışımı) patentli bir rezin matris yapısı bulunmaktadır. İçeriğindeki bu özel rezin matris yapısının materyalin geçirgenliğini etkileyerek CİS esaslı materyallerden daha az iyon salınımı yapmasına sebep olabileceği düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarla uyumlu olarak, Activa BioActive Restorative materyalinin içeriğinde bulunan poliakrilik asit ve fosfat grupları gibi hidrofilik bileşenler ile modifiye kalsiyum fosfat (MCP) içeren matriks yapısının, ilk 7 gün içerisinde suyun kolayca difüze olarak partiküllere ulaşmasına ve bu yolla iyon salınımının tetiklenmesine neden olabileceği düşünülmektedir.

Yapılan çalışmalar cam iyonomer esaslı materyallerin flor salınımının, genellikle ilk 24-72 saat içinde ani salınım (initial burst) şeklinde gerçekleştiği ifade edilmiş ve bu durumun materyalin matriksi içerisindeki gevşek bağlı flor iyonlarının, yüksek difüzyon gradyanına bağlı olarak yüzeyden yıkanmasıyla açıklanmıştır (35, 44, 142). Bu çalışmada da önceki çalışmalara benzer şekilde, Fuji IX grubunun tüm alt gruplarında, en yüksek

salınım 1. günde tespit edilmiş olup, 28. gün ve termal siklus sonrası flor iyon salınımında anlamlı derecede azalma saptanmıştır. Flor iyon salınımında meydana gelen bu azalmanın, zamanla restorasyonun gözeneklerinden cam partiküllerinin daha yavaş çözünmesi ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Panpisut ve ark. (2024), DeltaFil, Equia Forte, Fuji IX GP Extra ve Ketac Molar materyallerinin 8 haftalık süreçte flor salınım düzeylerini karşılaştırdıkları çalışmalarında Equia Forte ve Fuji IX GP Extra gruplarında 24 saat içerisinde flor salınımında ani salınım gözlenmiş olup, 8 haftalık kümülatif ölçüm süresi boyunca flor salınımının sürekli olarak arttığı belirtilmiştir. Ayrıca Equia Forte ve Fuji IX GP Extra gruplarının deney süreci boyunca DeltaFil ve Ketac Molar grupları ile karşılaştırıldığında daha yüksek düzeyde flor salınımı gösterdiği bildirilmiştir (62). Bu çalışmada Panpisut ve ark. (2024) yapmış olduğu çalışmaya benzer olarak Fuji IX ve Equia Forte HT grubunun flor salınım konsantrasyonunun tüm deney periyodu boyunca diğer gruplara kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Farklı pH ve sıcaklıklarda Cention Forte ve Equia Forte HT materyalleri kullanılarak flor ve kalsiyum salınım profillerinin değerlendirildiği bir çalışmada, sıcaklığın iyon salınımı üzerinde belirleyici bir etken olduğu ve tüm deneysel koşullarda Equia Forte HT grubunun, Cention Forte'ye kıyasla daha yüksek iyon salınımı gösterdiği rapor edilmiştir (119). Bu bulgularla uyumlu olarak, çalışmamızda da Equia Forte HT grubunun flor salınım konsantrasyonları, tüm deney periyodu boyunca Cention N ve Cention Forte gruplarına kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Ancak kalsiyum iyon salınımları değerlendirildiğinde, Di Lauro ve ark. (2023) tarafından bildirilen sonuçlardan farklı olarak, çalışmamızda 1. ve 28. günlerde Cention N ve Cention Forte gruplarının tüm bitirme ve cilalama alt gruplarında Equia Forte HT grubuna kıyasla daha yüksek kalsiyum salınımı gözlenmiştir. Bu farklılığın, kullanılan iyon salınım ölçüm yöntemi ve ölçüm sırasında uygulanan solüsyon sıcaklıklarındaki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Flor ve kalsiyum salınımı düzeyleri üzerinde pH ve sıcaklık etkisinin kromatografi ve kütle spektrometrisi ile değerlendirildiği farklı bir çalışmada, düşük pH ve yüksek sıcaklık koşullarının iyon salınımını belirgin biçimde artırdığı ve materyal türüne göre flor ve kalsiyum salınım eğilimlerinin farklılık gösterdiği rapor edilmiştir (152). Aliberti ve ark. (2025) tarafından yapılan bu çalışmada, flor salınımı açısından bizim

çalışmamızdan farklı olarak en yüksek değerin Fuji IX GP Fast grubunda tespit edildiği, genel flor salınım sıralamasının ise Fuji IX GP Fast, Equia Forte HT ve Cention Forte şeklinde olduğu bildirilmiştir. Kalsiyum salınımı açısından elde edilen veriler ise çalışmamızla benzerlik göstermekte olup, en yüksek kalsiyum salınımı Cention Forte grubunda gözlenmiştir (152).

Vidal ve ark. (2023), Cention Forte, Fuji II LC, Activa Bioactive Restorative, Luminos Un, Equia Forte HT ve Fuji IX kullanarak flor salınımını inceledikleri çalışmalarında, coat uygulanmamış Equia Forte HT grubunun, tüm çalışma süresi boyunca en yüksek flor salınımına sahip materyal olduğu belirtilmiştir. Cention Forte grubunun zamanla en büyük artışı gösteren grup olduğu ve Activa Bioactive Restorative grubunun tüm materyaller arasında en düşük flor salınımı seviyeleri gösterdiği bildirilmiştir (118).

Ruengrungsom ve ark. (2020), Cention N, Geristore, Fuji II LC, Fuji VIII, Riva Light Cure HV, Activa Bioactive Restorative, Beautifil II, Equia Forte HT, Zirconomer, Ketac Universal, Riva Self Cure HV ve Filtek Z250 kullanarak materyallerin flor, kalsiyum ve fosfat iyonlarının salınım profilini, kalsiyum/fosfat içerikli bir flor vernikle reşarj etkinliğini ve mikrosertlik değerlerini inceledikleri çalışmalarında, Zirconomer ve Equia Forte HT gruplarının daha yüksek flor salınım seviyeleri gösterdiklerini rapor etmişlerdir (32).

Araştırmamızda yapılan diğer çalışmalara benzer olarak, Equia Forte HT grubunun Equia Coat alt grubu hariç diğer alt gruplarında meydana gelen flor salınım değerlerinin, diğer materyallerde elde edilen flor salınım değerlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Equia Forte HT materyal grubu, yüksek F iyon içeriği, düşük olgunlaşma/sertlik profili ve düşük toz-likit oranına sahip olması sebebiyle diğer gruplardan daha yüksek flor salınımı gösterdiği düşünülmektedir. Shahid ve ark. (2014), yapmış oldukları çalışmada cam iyonomer simanların yapısında bulunan kalsiyumun bir kısmının veya tamamının stronsiyum ile değiştirilmesi durumunda flor salınımında artış gözlendiğini bildirmiştir (153). Shahid ve ark.'nın belirttiği gibi Equia Forte HT yapısında bulunan stronsiyum iyonları sebebiyle stronsiyum florür bileşikleri oluşturarak diğer materyallere göre daha hızlı ve fazla flor salınımı gerçekleştirdiği düşünülmektedir. Buna karşılık Cention N ve Cention Forte, alkasit esaslı hibrit yapısında ağırlıkça %50'ye kadar UDMA içeren ve DCP ile PEG-400 DMA monomerlerinin çapraz bağlanması sonucu oluşan hidrofobik

bir polimer ağına sahiptir. Bu yapı flor iyonlarının matrisi terk etmesini fiziksel olarak kısıtlayarak salınımın daha düşük olmasına neden olabileceği söylenebilir.

Kim ve ark. (2021), Cention N, Fuji IX ve Riva Light Cure kullanarak materyallerin flor ve kalsiyum salınım düzeylerini 7., 15. ve 30. Günlerde İyonmetre ve ICP-MS ile inceledikleri çalışmalarında flor salınımında Fuji IX ve Riva Light Cure grupları arasında anlamlı istatistiksel fark olmamakla beraber Cention N grubundan fazla salınım yaptıklarını ve kalsiyum salınımında tüm deney periyodu boyunca Cention N grubunun diğer gruplardan daha yüksek salınım yaptığını tespit etmişlerdir (154). Kim ve ark.'ın araştırma bulguları flor ve kalsiyum iyon salınımı açısından Fuji IX ve Cention N gruplarında bu çalışmayla benzerlik göstermektedir.

Moshaverinia ve ark. (2023), Equia Forte HT, Fuji IX GP, Chemfil Rock, kullanarak materyallerin mekanik özelliklerini, translusensitesini ve flor salınım kapasitesini inceledikleri çalışmalarında Equia Forte HT grubunun, Chemfil Rock ve Fuji IX GP gruplarına kıyasla sekiz haftaya kadar olan süreçte flor salınımında hafif ama anlamlı bir artış gösterdiğini bildirmiştir (63). Bu çalışmada Moshaverinia ve ark.'ın (2023) yaptığı çalışmadan farklı olarak 1. günden 28. güne doğru flor ve kalsiyum iyonlarının salınımında anlamlı olarak azalma gözlenmiştir.

Okulus ve ark. (2016), kalsiyum fosfat içeren deneysel dental restoratif materyallerden gerçekleşen kalsiyum salınımını değerlendirdikleri çalışmada, iyon salınımı ile başlangıçtaki kalsiyum içeriği, materyalin çözünürlüğü ve polimerizasyon derecesi parametreleri arasındaki olası ilişkileri araştırmıştır. Kalsiyum fosfat içeren deneysel restoratif materyaller, bünyelerinde bulunan kalsiyum iyonlarını belirli bir oranda salma kapasitesine sahip olduklarını ortaya koymuştur. Elde edilen veriler doğrultusunda salınan kalsiyum miktarının yalnızca çözünürlük ve başlangıçtaki kalsiyum içeriğiyle pozitif korelasyon gösterdiğini belirlenmiştir. Her iki parametredeki artış salınan kalsiyum miktarında da artışa neden olduğu bildirilmiştir (101).

Tiskaya ve ark. (2019), Cention N ve Activa Bioactive Restorative kullanarak farklı pH'a sahip yapay tükürük solüsyonlarında materyallerin iyon salınım, pH değişim ve apatit formasyonu özelliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında Cention N grubunun, nötr yapay tükürük ortamında, Activa materyaline kıyasla daha fazla iyon salımı gerçekleştirdiği ve apatit benzeri bir faz oluşumu gösterdiğini bildirilmiştir. Tiskaya ve ark. (2019), bazı restoratif materyallerin bünyesinde iyon salınımını destekleyen biyoaktif cam

benzeri Ca-florosilikat fazı ve iyonomer benzeri Ca-Al-florosilikat fazı olmak üzere iki farklı cam fazı bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu iki cam fazı, iyon salımı mekanizması açısından farklılık göstermektedir. Biyoaktif cam benzeri cam fazı, yapısal olarak daha kolay çözünür özellikte olduğundan dolayı, ortamla temas ettiğinde doğrudan iyon salınım kapasitesine sahiptir. İyonomer benzeri faz ise, asit ortama maruz kalma sonucunda Al–O–Si bağlarının hidrolizi ile iyon salımı gerçekleştirir. Materyallerin yapısında gözlenen bu farkın; Cention N grubunun Activa Bioactive Restorative grubundan daha fazla kalsiyum salınımı değerine ulaşmasına neden olduğu düşünülmektedir (5).

Ruengrungsom ve ark. (2020), Cention N, Geristore, Fuji II LC, Fuji VIII, Riva Light Cure HV, Activa BioActive-Restorative, Beautifil II, Equia Forte HT, Zirconomer, Ketac Universal, Riva Self Cure HV ve Filtek Z250 kullanarak flor, kalsiyum ve fosfat iyonlarının salınım profilini, kalsiyum/fosfat içerikli bir flor vernikle reşarj etkinliğini ve mikrosertlik değerlerini inceledikleri çalışmalarında Cention N materyalinin hem kalsiyum salınımı hem de Ca/P iyonlarının yeniden yüklenmesi bakımından üstün bir kapasiteye sahip olduğunu bildirmiştir. Yapılan değerlendirmelere göre, Cention N materyalinde her iki cam fazının bulunduğu düşünülmektedir. Buna karşın, Activa BioActive-Restorative materyali yalnızca iyonomer tipi cam fazı içermekte olup, yapısında modifiye poliakrilik asit yer almaktadır (32).

Ruengrungsom ve ark. (2020) ve Tiskaya ve ark. (2019) yaptıkları çalışmalarında, Cention N materyalinin test edilen iyon salımı yapan materyaller arasında en yüksek kalsiyum salınımı değerine sahip olmasının yapısal farklılık olarak iki farklı cam fazı olan biyoaktif cam fazı ve iyonomer benzeri faz nedeniyle olduğu düşünülmektedir (5, 32).

Bu çalışmada yapılan diğer çalışmalara benzer olarak Cention N ve Cention Forte materyallerinin alt gruplarında meydana gelen kalsiyum salınım değerlerinin, diğer materyallerden elde edilen kalsiyum salınım değerlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Cention N ve Cention Forte materyal grubunun, yüksek kalsiyum içeriği, biyoaktif cam benzeri Ca-florosilikat fazı ve iyonomer-benzeri Ca-Al-florosilikat fazı olmak üzere iki farklı cam fazı içermesi sebebiyle diğer gruplardan daha yüksek kalsiyum salınımı göstermiş olduğunu düşünülmektedir.

Yapay yaşlandırma yöntemlerinden biri olan termalsiklus yöntemi; materyal içerisinde restorasyon ile çevre diş dokusu arasındaki farklı termal genleşme katsayıları sebebiyle

işsel gerilimler oluşturarak marjinal ayrılma ve mikrosızıntıya yol açabilmektedir (13). Ayrıca bu durum, matriks-partikül ara yüzeylerinde mikroskobik ayrışmalara ve yüzey bozulmalarına yol açarak uzun dönemde mekanik ve estetik özelliklerin zayıflamasına neden olabilir (13, 155). Bazı çalışmalarda, yaşlandırma süreci sonrasında materyal içi çözünmenin artmasıyla flor ve kalsiyum iyonlarının serbest kalabileceği bildirilmiştir (155, 156).

Birant ve ark (2024), Cention N, Fuji II LC, Activa BioActive-Restorative, Equia Forte HT ve GCP Glass Fill kullanarak materyallerin termalsiklus öncesi ve sonrası yüzey mikrosertliği ile yüzey kimyasal kompozisyonlarını (SEM-EDS) değerlendirmiştir. Termalsiklus öncesi yapılan yüzey analizinde, en yüksek yüzey flor iyonu oranı sırasıyla Equia Forte HT Fil ve Fuji II LC gruplarında tespit edilmiştir. Termalsiklus uygulaması sonrasında, Cention N hariç tüm materyallerde flor iyonunda belirgin azalma bildirilmiştir. Cention N'nin flor içeriğini korumuş olması materyalin sahip olduğu düşük su emme kapasitesi ve stabil rezin matriksine sahip olması ile açıklanmıştır. Activa BioActive-Restorative materyaline ait SEM görüntülerinde, termalsiklus öncesine kıyasla daha mikro gözenekli ve pürüzlü bir yüzey yapısı gözlemlendiği rapor edilmiştir (155).

Nicholson ve ark. (2021), cam iyonomer simanların flor ve kalsiyum salınım kinetiklerini ve CİS esaslı materyallerin erken ve geç dönem iyon salınım davranışlarını incelemiştir (44). Nicholson ve ark. (2021) flor salınımının erken dönemde (ilk 24-72 saat) initial burst efektiyle hızlı bir şekilde başlayarak materyallerin yüzeyinde gevşek şekilde bağlı flor iyonlarının yüksek difüzyon gradyanı nedeniyle hızlıca yıkandığını ve esasen bu sürecin matris yüzeyindeki flor rezervuarının çözünmesi ile ilişkili olduğunu bildirmiştir (44). Flor salınım kinetiğini değerlendiren çalışmalarda geç dönem (7 gün ve sonrası) salınımın initial burst sonrası hızının düşerek difüzyon kontrollü yavaş bir salınım sürecini başlattığını ve bu süreçte flor salınımının materyallerin cam partiküllerinin derin tabakalarından yavaşça çözünerek zamanla flor rezervuarının kademeli olarak tükenmesiyle salınım hızının da azaldığı bildirilmiştir (44, 157, 158). Bu çalışmada, Birant ve ark.'nın (2024) yaptığı çalışmadan farklı olarak Equia Forte HT grubu hariç diğer tüm materyal gruplarında TSS flor iyon salınımında azalış gözlenirken Equia Forte HT grubunda TSS 28. güne kıyasla tüm gruplarda flor iyon salınımında artış görülmüş olup, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Birant ve ark. (2024), yaptıkları

çalışmalarında termalsiklus uygulamasını 10.000 siklus olarak uygularken bu çalışmada 5.000 sikluluk döngü kullanılmıştır. Materyallerin farklı termal döngü sayılarında farklı stabilite ve iyon salınım kinetikleri sergileyebileceği göz önüne alındığında, çalışmamızda elde edilen sonuçların bu duruma bağlı olarak farklılık göstermiş olabileceği düşünülmektedir.

Equia Forte HT grubunda diğer materyallere kıyasla TSS iyon salınımında anlamlı bir artış görülmemesine rağmen artış eğilimi göstermesinin materyalde gerçekleşen termal genleşme farkları veya mikroskobik çatlaklar sonucu oluşan yüzey degradasyonlarının daha derin tabakalardaki flor rezervuarının açığa çıkmasına yol açarak salınımı artırabileceği düşünülmektedir. Nicholson ve ark.'nın (2021) çalışmasında da gibi bu tür materyaller termal ve mekanik streslere maruz kaldığında flor difüzyon hızı geç dönemlerde tekrar yükselebildiğini belirtmiştir (44). Bu çalışmada Fuji IX (B) grubunun tüm alt gruplarında, Equia Forte HT den farklı olarak TSS flor iyon salınımında anlamlı derecede azalma saptanmıştır ( $p < 0,00125$ ). Bunun nedeninin, yüksek flor içeriğine sahip düşük toz-likit oranlı olan yüksek viskoziteli Fuji IX CİS'nin ilk 24–72 saatlik süreçte, yüzey tabakasındaki flor iyonlarının büyük bir kısmı hızla salınmış olması erken dönemde rezervuarın büyük ölçüde boşalmasına ve termal siklus sonrası difüzyona katkı sağlayacak yeterli flor iyonu rezervuarının kalmamasından kaynaklanabileceğini öngörülmektedir. Farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin biyoaktif restoratif materyallerin zamana bağlı flor salınımı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiler oluşturduğu görülmüştür. Buna göre bu çalışmada  $H_0$  hipotezi reddedilmiştir.

Nicholson ve ark. (2021), kalsiyum salınımının flor salınımından farklı olarak daha yavaş ve daha uzun sürede gerçekleştiğini ve salınımın materyallerin cam partiküllerinin çözünmesi ile daha derin tabakalarından salındığını bildirmiştir (44). Yapılan çalışmalarda Cention N ve Cention Forte materyalleri UDMA bazlı yapıları ve yüksek çapraz bağ yoğunlukları sebebiyle yüksek mekanik dayanıklılık ve düşük aşınma eğilimleri ile tanımlanmıştır (112, 159).

Bu çalışmada Cention ve Cention Forte hariç diğer tüm gruplarda TSS kalsiyum salınımında artış gözlenirken Cention N ve Cention Forte gruplarında kalsiyum salınımında azalış gözlenmiştir. Cention N ve Cention Forte gruplarında bulunan UDMA ağırlıklı hidrofobik monomer yapı ve yüksek çapraz bağ yoğunlukları sebebiyle termal siklus sırasında suyun matriks içine penetrasyonu sınırlı kaldığından, matriks içindeki

kalsiyum fazı daha az çözünerek derin tabakalardan yüzeye difüzyonun engellenmesi sonucu kalsiyum salınımının daha az gerçekleşmiş olabileceği düşünülmektedir. Termal siklus uygulamaları bazı materyallerde mikroçatlaklar oluşturarak iyon difüzyon yollarını artırırken Cention N ve Cention Forte gruplarında ilk dönemlerde gerçekleşen iyon salınımı sonrası matriksin derin tabakalarında kalan serbest kalsiyum iyonu rezervuarının sınırlı olması nedeniyle bu çalışmada TSS geç dönem kalsiyum salınımının diğer gruplara kıyasla azalış göstermiş olabileceği kanısındayız. Farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin biyoaktif restoratif materyallerin zamana bağlı kalsiyum salınımı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiler oluşturduğu görülmüştür. Buna göre bu çalışmada H<sub>02</sub> hipotezi reddedilmiştir.

Restoratif materyallerin yüzey mikromorfolojisi ve yüzey pürüzlülüğü özellikleri üzerine yapılan pek çok çalışmada restoratif materyallerin doldurucu partikül boyutu, sertliği, türü ve cilalanabilme özelliği, bitirme ve cilalama sistemlerinin türü, esnekliği, aşındırıcıların sertliği ve grit boyutu, sistemlerin uygulama yöntemi ve yaşlandırma yöntemleri gibi birçok faktörün sonuçları etkileyebileceği bildirilmiştir (11, 94, 160-163).

In vitro çalışmalarda materyaller hazırlandıktan sonra uygulanan zımparalama işlemi ile klinik uygulamalardaki bitirme işlemine eşdeğer bir uygulama hedeflenmektedir (12, 164, 165). Klinik olarak genellikle tüm restorasyonlarda bazı fonksiyonel düzeltmeler gerekli görüldüğü için bu çalışmada elmas frezlerle yapılan klinik bitirme prosedürünü taklit etmek amacıyla cilalama işlemlerinden önce kontrol grubu (Mylar bant grubu) hariç örnekler sırasıyla 320, 600 ve 1000 grit silikon karbit kağıt zımpara ile su altında zımparalanmıştır (32).

Çalışmalar restoratif materyallerin bitirme ve cilalama işlemleri uygulanmaksızın yalnızca şeffaf bant altında polimerize edildiğinde daha pürüzsüz yüzey özellikleri gösterdiğini buna karşın bitirme ve cilalama işlemlerinin yüzey pürüzlülüğünü artırdığını bildirmektedir (12, 94, 165). Literatürde, bitirme ve cilalama sistemlerinin içeriğinin restoratif materyallerin yüzey özellikleri üzerinde belirleyici olduğu ve alüminyum oksit esaslı sistemlerin elmas veya silikon karbit içerikli sistemlere kıyasla daha düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri sağladığı rapor edilmiştir (162, 163, 166). Aytaç ve ark. (2016), Filtek Z250 materyali üzerinde yürüttükleri çalışmada, silikon karbit içerikli sistemlerin hem termalsiklus öncesi hem de sonrası diğer sistemlere kıyasla daha yüksek pürüzlülük değerleri sergilediğini rapor etmiştir (167).

Bu çalışmada Aytaç ve ark. (2016), çalışmasının sonuçlarına benzer olarak, Beautifil II grubu hariç tüm materyal gruplarının 1. gün yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde ve Beautifil II, Activa Bioactive ve Cention N gruplarının 28. gün ve TSS yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde silikon karbit içerikli Ecocomp sistemi değerleri Mylar bant grubundan yüksek bulunmuştur. Bu duruma ek olarak 1. gün yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde Filtek Z250 grubunun Ecocomp alt grubu yüzey pürüzlülüğü değerleri Sof-Lex alt grubundan yüksek gözlenmiştir. Silikon karbür partiküllerinin, alüminyum oksit ve elmas partiküllerine göre daha az aşındırıcı olması nedeniyle, rezin matriksin homojen şekilde uzaklaştırılmadığı ve dolayısıyla yüzeyde çıkıntılı doldurucu partiküllerin kaldığı, bunun da daha yüksek pürüzlülük değerlerine yol açmış olabileceği düşünülmektedir.

Günümüzde restoratif materyaller üzerine uygulanan farklı bitirme ve cilalama sistemlerini araştıran bir çok çalışma bulunmakla beraber bitirme ve cilalama sistemlerindeki aşındırıcı partiküllerin türü, boyutu ve sertliğinin restoratif materyaller üzerindeki etkisini değiştiren önemli faktörlerden olduğu bildirilmiştir (82, 86, 96, 97, 120, 168, 169). Erdemir ve ark. (2013), bitirme ve cilalama sistemlerinin restoratif materyallerde yalnızca rezin matriksi aşındırıp doldurucu partiküllerin yüzeyde çıkıntılı kalmasını önlemek için aşındırıcı partiküllerin restoratif materyallerin doldurucu partiküllerinden daha sert olması gerektiği, restoratif materyallerde derin çizikleri önlemek için aşındırıcı partiküllerin daha küçük olması gerektiği ve restoratif materyallerde bulunan doldurucu partikül boyutunun küçülmesinin yüzey pürüzlülüğü değerlerinin azalmasına neden olabileceğini bildirmiştir (166).

Bu çalışmada elmas gritli Diacomp Plus, silikon karbit gritli Ecocomp ve alüminyum oksit gritli Sof-Lex sistemleri kullanılmıştır. Yapılan bir çalışmada elmas partiküllerin alüminyum oksit partiküllere göre daha sert olduğu için elmas içerikli sistemlerin daha pürüzlü yüzeyler elde edilmesine neden olabileceği bildirilmektedir (170). Yapılan diğer bir çalışmada ise alüminyum oksit ve elmas içerikli cila sistemlerinin mylar banta göre daha yüksek değerler gösterdiğini ve iki sistemin yüzey pürüzlülüğü değerleri arasında anlamlı bir farklılık olmadığı bildirilmiştir (163). Bu çalışmada yapılan çalışmalara benzer olarak değişen yüzey pürüzlülüğü ölçüm zamanlarında Activa BioActive Restorative, Equia Forte HT, Cention N gruplarında elmas içerikli Diacomp Plus sistemi Mylar bant grubuna kıyasla daha fazla yüzey pürüzlülüğü değerleri göstermiştir. Bu çalışmada farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin uygulanması, biyoaktif restoratif

materyallerin yüzey pürüzlülüğü üzerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar oluşturmuştur. Buna göre H1 hipotezi kabul edilmiştir.

Araştırmamızda, bitirme-cilalama sistemi türünün sabit tutulup materyal grupları arasında yüzey pürüzlülüğü değerleri karşılaştırıldığında; Diacomp Plus, Ecocomp ve Sof-Lex sistemlerinde Equia Forte HT grubu Filtek Z250, Fuji IX, Dyract Xp gruplarından daha fazla yüzey pürüzlülüğü değerleri göstermiştir. Equia Forte HT iki fazlı heterojen dolduruculara (normal silika ve ultra ince silika doldurucular) sahip bir cam hibrit restoratif materyal olup polimerizasyonunu tamamlayıp bitirme ve cilalama sistemleri uygulandığında polituz matriksi içerisinde hâlâ reaksiyona girmemiş heterojen dağılımda cam partikülleri içermektedir. Filtek Z250 ve Dyract Xp materyallerinde rezin matriks yapısı daha küçük ve homojen dağılımda dolduruculu partiküller içerdiğinden bitirme ve cilalama işlemleri sonrası Equia Forte HT grubuna kıyasla daha düşük yüzey pürüzlülüğü değerleri göstermiş olabileceği düşünülmektedir.

Yapılan çalışmalar Fuji IX gibi materyallerin cam iyonomer yapısı ve dolgu-matriks ayrışması nedeniyle termal ya da mekanik yüklenmelere daha duyarlı olduğunu rapor etmiştir (112, 139, 159). Bu çalışmada 28. gün ve TSS Coat sisteminde Fuji IX grubu Cention N, Cention Forte ve Equia Forte HT materyallerine göre daha yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri göstermiştir. 28. gün ve TSS yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde Fuji IX Coat alt grubu yüzey pürüzlülüğü değerleri Mylar bant grubundan yüksek bulunmuştur. Yapılan çalışmalara benzer olarak Fuji IX materyalinin zaman içerisinde meydana gelen yüzey degradasyonlarına diğer materyallere göre daha duyarlı olduğu düşünülmektedir.

Activa Bioactive Restorative materyali rezin matriks içerdiğine ek olarak cam iyonomer benzeri yapısına sahip olduğundan, hem biyoaktivite hem de yüzey stabilitesi sunabilmektedir (112, 171). Vidal ve ark. (2025), flor içeren diş macunlarıyla fırçalama sonrası yüzey pürüzlülüğü değerlerindeki değişimleri inceledikleri çalışmada, özellikle Activa Bioactive materyalinde anlamlı artış saptamışlardır (171). Birant ve ark. (2024), materyallerin termalsiklus öncesi ve sonrası yüzey mikrosertliği ile yüzey kimyasal kompozisyonlarını (SEM-EDS) değerlendirdikleri çalışmada, Activa BioActive-Restorative materyaline ait SEM görüntülerinde, termalsiklus öncesine kıyasla daha mikro gözenekli ve pürüzlü bir yüzey yapısı gözlemlendiği rapor edilmiştir (155).

Bu çalışmada Vidal ve ark. ve Birant ve ark.'larının yapmış oldukları çalışmaların aksine Activa BioActive Restorative materyaline uygulanan tüm bitirme-cilalama sistemi alt gruplarında sayısal değerler olarak birtakım değişimler gözlemlense de 1. gün, 28. gün ve TSS yüzey pürüzlülüğü değerleri arasında Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0.00125$ ). Vidal ve ark. (2025) çalışmasında mekanik fırçalama simulasyonu kullanırken Birant ve ark. çalışmasında termal siklus uygulamasını 10.000 devirde gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada 5000 devirde termal siklus uygulaması yapılmış olup restoratif materyallerin farklı yaşlandırma tekniklerinde farklı yüzey degradasyonu özellikleri göstermiş olabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada bitirme-cilalama sistemi türünün sabit tutulup materyal grupları arasında yüzey pürüzlülüğü değerleri karşılaştırıldığında 1. ve 28. ölçüm gününde Ecocomp sisteminde Activa Bioactive Restorative grubu; Filtek Z250 ve Dyract Xp gruplarından daha fazla yüzey pürüzlülüğü değerleri göstermiştir. Bu durum, yapılan çalışmalarla uyumlu olarak, Activa Bioactive Restorative içeriğinde bulunan poliakrilik asit ve fosfat grupları gibi hidrofilik bileşenler ve modifiye kalsiyum fosfat doldurucu (MCP) içeren matriks yapısının, Filtek Z250 ve Dyract Xp materyallerine göre daha heterojen dağılımda dolduruculu partiküller içerdiğinden bitirme ve cilalama işlemleri sonrası daha yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri göstermiş olabileceği ile açıklanabilir.

Farklı çalışmalar restoratif materyallerin bitirme ve cilalama işlemleri sonrası yüzey bütünlüklerini büyük ölçüde koruduklarını belirtmiştir (110, 139, 159). Bu çalışmada da her materyal ve bitirme-cilalama sistemi alt grubunda sayısal değerler olarak birtakım değişimler gözlemlense de 1. gün, 28. gün ve TSS yüzey pürüzlülüğü değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir.

Geleneksel CİS, RMCİS ve kompomer kullanılarak materyallere uygulanan air polishing işlemlerinin flor salınımı üzerinde etkisinin incelendiği bir çalışmada Ketac-Cem hariç tüm materyallerin air polishing sonrasında anlamlı derecede daha fazla flor iyonu salınımı gösterdiğini bildirilmiştir (172). Bu durum, Brinkmann ve ark. tarafından air-polishing işlemlerinin materyalin suya maruz kalmış en dış tabakasını uzaklaştırarak daha derin ve flor açısından zengin tabakaları açığa çıkarması ile açıklanmıştır (172).

Bayrak ve ark. (2017), Beautifil II, GCP Glass Fill, Amalgomer CR, Dyract XP ve Fuji IX GP materyallerine uygulanan iki farklı bitirme-cilalama sisteminin (Sof-Lex,

Enhance-Pogo) flor salınımı, yüzey pürüzlülüğü ve bakteriyel adezyonu üzerine etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında özellikle cam iyonmer esaslı materyallerde bitirmecilama işleminin flor salınımını anlamlı derecede artırdığını rapor etmişlerdir (120).

Bu çalışmada Bayrak ve ark. (2017) yaptığı çalışmanın sonuçlarına benzer olarak Fuji IX ve Equia Forte HT materyallerinin özellikle Ecocomp ve Diacomp Plus sistemleriyle birlikte kullanıldığında diğer gruplara kıyasla daha yüksek seviyelerde iyon salınımı gösterdiği tespit edilmiştir. Aşındırıcı etkisi daha belirgin olan Diacomp Plus ve Ecocomp sistemlerinin, biyoaktif restoratif materyallerin yüzey altı flor rezervlerini ortaya çıkararak flor salınımını etkileyebileceği düşünülmektedir.

Rezin esaslı yüzey örtücü uygulamalarının iyon salınımı üzerindeki etkisi son yıllarda yapılan çeşitli çalışmalarla açık şekilde ortaya konmuştur (8, 33, 173-175). Yapılan çalışmalar rezin esaslı yüzey örtücülerin içeriklerinde bulunan hidrofilik ya da hidrofobik monomerlerin, su emilimi ve iyon difüzyon yolları üzerine etkili olduğunu ve bu durumun iyon salınım profillerini doğrudan etkileyebileceğini göstermektedir (173-175).

Krajangta ve ark. (2022), Ketac Glaze ve G-Coat Plus uygulanan örneklerde flor salınımı ve reşarj kapasitesinin 24 saat ile 4 hafta arasında tüm zaman noktalarında anlamlı derecede azaldığını bildirmiştir (173). Benzer şekilde Kelić ve ark. (2020) tarafından yürütülen bir çalışmada, GC Fuji Coat LC uygulanan Fuji IX Extra materyalinin yüzey örtücü uygulanmamış örneklerle göre yaklaşık otuz kat daha az flor salınımı yaptığı saptanmıştır (174).

Panpisut ve ark. (2024), GIC'lere uygulanan yüzey örtücülerin flor salınımını %40–43 oranında azalttığını belirtmişlerdir (175). Ek olarak, Par ve ark. (2022), kullanılan adeziv yüzey örtücülerin flor salınımını 0,3 ila 307 kat arasında azalttığını, en fazla azalmanın flor salınımında ardından fosfat ve kalsiyumda gerçekleştiğini bildirmiştir. Bu çalışmada, önceki literatürle paralel şekilde, yüzey örtücü uygulamasının iyon salınımını sınırlayıcı etkisi olduğu gözlemlenmiş; yüzey örtücü uygulanmış gruplarda ölçülen flor ve kalsiyum iyon salım düzeyleri, uygulanmamış gruplara göre daha düşük bulunmuştur. Bu durum rezin esaslı yüzey örtücülerin restoratif materyallerin remineralizasyon kapasitesini azaltabileceğini düşündürmektedir (33).

Restoratif materyallerin iyon salınımıyla ilgili yapılan çalışmalarda, monomer salınımı/konversiyonu, su emilimi, bakteri tutulumu, mikrosertlik çalışmaları yer alsa da yüzey pürüzlülüğüyle korelasyonuna bakan çalışmalar oldukça sınırlıdır (61, 120, 137, 148). Bu

çalışmada 1. günden 28.güne ve 1.günden TSS dönemine kadar geçen zaman içerisinde flor ve kalsiyum salınımında meydana gelen değişim ile yüzey pürüzlülüğü düzeylerinde meydana gelen değişimler arasındaki korelasyon incelendiğinde Bonferroni düzeltmesine göre istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir korelasyon tespit edilmemiştir. Literatürde, restoratif materyallerin iyon salınım profilleri ile yüzey pürüzlülüğü özellikleri arasındaki korelasyonu değerlendiren bir çalışmaya rastlanmadığından, elde edilen korelasyon sonuçları mevcut çalışmalarla karşılaştırılamamıştır.

Bu çalışma in vitro koşullarda gerçekleştirilmiş olup, intraoral ortamın dinamik yapısını oluşturan tükürük bileşimi, pH değişimleri, biyofilm varlığı ve mekanik kuvvetler simüle edilmemesi dolayısıyla elde edilen bulgular klinik koşullara doğrudan yansıtamayabilir. İyon ölçümleri yalnızca iyon selektif elektrot yöntemiyle gerçekleştirilmiş olup, farklı analitik tekniklerle yapılacak karşılaştırmalar sonuçların güvenilirliğini arttırabileceği düşünülmektedir. Yaşlandırma protokolü olarak yalnızca termal siklus uygulaması gerçekleştirilmiş olup daha uzun dönemli termal siklus uygulamaları ve farklı yaşlandırma protokolleri uygulanarak iyon salınımının klinik parametrelerle ilişkilendirilmesi önerilmektedir. Gelecek araştırmalarda, farklı restoratif materyallerin kullanıldığı ve uzun dönemli yaşlandırma protokollerinin uygulandığı çalışmalar ile biyolojik ve klinik etkinliklerin yanı sıra iyon salınımı ile klinik parametreler arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesi önerilmektedir.

## 6. SONUÇ

Farklı bitirme ve cilalama sistemleri uygulanan biyoaktif restoratif materyallerin iyon salınımı ve yüzey pürüzlülüğüne etkilerinin değerlendirildiği bu in vitro çalışmada deneysel koşullar ve metodolojik sınırlamalar içerisinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin biyoaktif restoratif materyallerin zamana bağlı flor salınımı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiler oluşturduğu görülmüştür. Buna göre bu çalışmada  $H_{01}$  hipotezi reddedilmiştir.
2. Farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin biyoaktif restoratif materyallerin zamana bağlı kalsiyum salınımı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiler oluşturduğu görülmüştür. Buna göre bu çalışmada  $H_{02}$  hipotezi reddedilmiştir.
3. Farklı bitirme ve cilalama sistemlerinin uygulanması, biyoaktif restoratif materyallerin yüzey pürüzlülüğü üzerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar oluşturmuştur. Buna göre  $H_1$  hipotezi kabul edilmiştir.
4. Bu çalışmanın bulguları restoratif materyallerin içerik farklılıklarının iyon salınım profilleri üzerinde belirleyici olduğunu göstermiştir.
5. Cam iyonomer esaslı materyallerin flor salınımı, alkasit esaslı materyallerin ise kalsiyum salınımı açısından yüksek düzeyde iyon salınımı gösterdiği, buna karşın rezin esaslı materyallerin her iki iyon açısından da oldukça düşük salınım değerlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir.
6. Cam iyonomer esaslı materyallerde flor iyon salınımında initial burst etkisi gözlenirken diğer restoratif materyal gruplarında bu etki gözlenmemiştir.
7. Equia Forte HT grubu, başlangıçta yüksek flor salınımı göstermiş olup uzun dönemde görece daha istikrarlı değerler sergilemiştir.
8. Cention ve Cention Forte grupları, kalsiyum salınımında en yüksek değerleri göstermiştir.
9. Bitirme ve cilalama sistemleri materyallerin yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkili olmakla birlikte 1. günden 28.güne ve 1.günden TSS dönemine kadar geçen zaman içerisinde flor

ve kalsiyum salınımında meydana gelen değişim ile yüzey pürüzlülüğü düzeylerinde meydana gelen değişimler arasında korelasyon tespit edilmemiştir.

10. Silikon karbit içerikli Ecocomp sistemi tüm materyal gruplarında daha yüksek yüzey pürüzlülüğü değerleri göstermiştir.

11. Restoratif materyallerin seçimi yapılırken, yalnızca mekanik ve estetik özelliklerin değil, aynı zamanda flor ve kalsiyum salınım kapasitelerinin de göz önünde bulundurulması gerektiği ortaya konulmuştur.

12. Yüzey örtücü uygulamaları bütün restoratif materyal gruplarında iyon salınım seviyelerini azaltmıştır.

## 7. KAYNAKLAR

1. Askar, H., Krois, J., Göstemeyer, G., Bottenberg, P., Zero, D., Banerjee, A., Schwendicke, F. (2020). Secondary caries: what is it, and how it can be controlled, detected, and managed?. *Clin Oral Investig*, 24(5), 1869-76. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03268-7> [Erişim tarihi: 04.03.2025]
2. Hollanders, A. C. C., Kuper, N. K., Maske, T. T., Huysmans, M. (2018). Secondary Caries in situ Models: A Systematic Review. *Caries Res*, 52(6), 454-62. <https://doi.org/10.1159/000487200> [Erişim tarihi: 04.03.2025]
3. Nedeljkovic, I., Teughels, W., De Munck, J., Van Meerbeek, B., Van Landuyt, K. L. (2015). Is secondary caries with composites a material-based problem?. *Dent Mater*; 31(11), e247-77. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.09.001> [Erişim tarihi: 04.03.2025]
4. Melo, M. A. S., Mokeem, L., Sun, J. (2022). Bioactive Restorative Dental Materials-The New Frontier. *Dent Clin North Am*, 66(4), 551-66. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2022.05.005> [Erişim tarihi: 05.03.2025]
5. Tiskaya, M., Al-Eesa, N. A., Wong, F. S. L., Hill, R. G. (2019). Characterization of the bioactivity of two commercial composites. *Dent Mater*; 35(12), 1757-68. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.10.004> [Erişim tarihi: 05.04.2025]
6. Naumova, E. A., Staiger, M., Kouji, O., Modric, J., Pierchalla, T., Rybka, M., Hill, R. G., Arnold, W. H. (2019). Randomized investigation of the bioavailability of fluoride in saliva after administration of sodium fluoride, amine fluoride and fluoride containing bioactive glass dentifrices. *BMC Oral Health*, 19(1), 119. <https://doi.org/10.1186/s12903-019-0805-6> [Erişim tarihi: 05.04.2025]
7. Nóbrega, D. F., Fernández, C. E., Del Bel Cury, A. A., Tenuta, L. M., Cury, J. A. (2016). Frequency of Fluoride Dentifrice Use and Caries Lesions Inhibition and Repair. *Caries Res*, 50(2), 133-40. <https://doi.org/10.1159/000444223> [Erişim tarihi: 05.04.2025]
8. Wiegand, A., Buchalla, W., Attin, T. (2007). Review on fluoride-releasing restorative materials--fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. *Dent Mater*; 23(3), 343-62. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2006.01.022> [Erişim tarihi: 05.04.2025]
9. Abou Neel, E. A., Aljabo, A., Strange, A., Ibrahim, S., Coathup, M., Young, A. M., Bozec, L., Mudera, V. (2016). Demineralization-remineralization dynamics in teeth and bone. *Int J Nanomedicine*, 11(4743-63). <https://doi.org/10.2147/ijn.S107624> [Erişim tarihi: 05.04.2025]
10. Czarnecka, B., Limanowska-Shaw, H., Nicholson, J. W. (2002). Buffering and ion-release by a glass-ionomer cement under near-neutral and acidic conditions. *Biomaterials*, 23(13), 2783-8. [https://doi.org/10.1016/s0142-9612\(02\)00014-5](https://doi.org/10.1016/s0142-9612(02)00014-5) [Erişim tarihi: 05.04.2025]

11. Bollen, C. M., Lambrechts, P., Quirynen, M. (1997). Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater*, 13(4), 258-69. [https://doi.org/10.1016/s0109-5641\(97\)80038-3](https://doi.org/10.1016/s0109-5641(97)80038-3) [Erişim tarihi: 10.04.2025]
12. Devlukia, S., Hammond, L., Malik, K. (2023). Is surface roughness of direct resin composite restorations material and polisher-dependent? A systematic review. *J Esthet Restor Dent*, 35(6), 947-67. <https://doi.org/10.1111/jerd.13102> [Erişim tarihi: 10.04.2025]
13. Lima, V. P., Machado, J. B., Zhang, Y., Loomans, B. A. C., Moraes, R. R. (2022). Laboratory methods to simulate the mechanical degradation of resin composite restorations. *Dent Mater*, 38(1), 214-29. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2021.12.006> [Erişim tarihi: 10.04.2025]
14. Gale, M. S., Darvell, B. W. (1999). Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent*, 27(2), 89-99. [https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(98\)00037-2](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(98)00037-2) [Erişim tarihi: 10.04.2025]
15. Morresi, A. L., D'Amario, M., Capogreco, M., Gatto, R., Marzo, G., D'Arcangelo, C., Monaco, A. (2014). Thermal cycling for restorative materials: does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *J Mech Behav Biomed Mater*, 29(295-308). <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2013.09.013> [Erişim tarihi: 11.04.2025]
16. Szczesio-Wlodarczyk, A., Sokolowski, J., Kleczewska, J., Bociong, K. (2020). Ageing of Dental Composites Based on Methacrylate Resins-A Critical Review of the Causes and Method of Assessment. *Polymers (Basel)*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/polym12040882> [Erişim tarihi: 11.04.2025]
17. Askar, H., Krois, J., Göstemeyer, G., Schwendicke, F. (2021). Secondary caries risk of different adhesive strategies and restorative materials in permanent teeth: Systematic review and network meta-analysis. *J Dent*, 104(103541). <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103541> [Erişim tarihi: 11.04.2025]
18. Nedeljkovic, I., De Munck, J., Vanloy, A., Declerck, D., Lambrechts, P., Peumans, M., Teughels, W., Van Meerbeek, B., Van Landuyt, K. L. (2020). Secondary caries: prevalence, characteristics, and approach. *Clin Oral Investig*, 24(2), 683-91. <https://doi.org/10.1007/s00784-019-02894-0> [Erişim tarihi: 11.04.2025]
19. Ronald L. Sakaguchi, J. M. P. CRAIG'S RESTORATIVE DENTAL MATERIALS. 13 ed: Elsevier Inc. 412 p. [Erişim tarihi: 11.04.2025]
20. Chiayi Shen, H. R. R., Josephine F. Esquivel-Upshaw. Phillips' Science of Dental Materials. 13 ed May 13, 2021. 448 p. [Erişim tarihi: 11.04.2025]
21. Jeffrey A. Dean, D., MSD, FFD(Hon)RCSI. McDonald and Avery's DENTISTRY for the CHILD and ADOLESCENT. 11 ed: Elsevier, Inc.; 2022. [Erişim tarihi: 11.04.2025]
22. Darvell, B. W. Materials Science for Dentistry. 10 ed: Elsevier Ltd.; 2018. p. 843.

23. van Dijken, J. W., Pallesen, U. (2016). Posterior bulk-filled resin composite restorations: A 5-year randomized controlled clinical study. *J Dent*, 51(29-35). <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2016.05.008> [Erişim tarihi: 11.04.2025]
24. Francois, P., Fouquet, V., Attal, J. P., Dursun, E. (2020). Commercially Available Fluoride-Releasing Restorative Materials: A Review and a Proposal for Classification. *Materials (Basel)*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/ma13102313> [Erişim tarihi: 11.04.2025]
25. Bonchev, A., Bogovska-Gigova, R. (2025). Alkasites in restorative dentistry: a review of their performance and properties. *J Dent*, 160(105916). <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2025.105916> [Erişim tarihi: 11.04.2025]
26. Garoushi, S., Vallittu, P. K., Lassila, L. (2018). Characterization of fluoride releasing restorative dental materials. *Dent Mater J*, 37(2), 293-300. <https://doi.org/10.4012/dmj.2017-161> [Erişim tarihi: 11.04.2025]
27. May, E., Donly, K. J. (2017). Fluoride release and re-release from a bioactive restorative material. *Am J Dent*, 30(6), 305-8. [Erişim tarihi: 11.04.2025]
28. Porenczuk, A., Jankiewicz, B., Naurecka, M., Bartosewicz, B., Sierakowski, B., Gozdowski, D., Kostecki, J., Nasiłowska, B., Mielczarek, A. (2019). A comparison of the remineralizing potential of dental restorative materials by analyzing their fluoride release profiles. *Adv Clin Exp Med*, 28(6), 815-23. <https://doi.org/10.17219/acem/94140> [Erişim tarihi: 11.04.2025]
29. Bhadra, D., Shah, N. C., Rao, A. S., Dedania, M. S., Bajpai, N. (2019). A 1-year comparative evaluation of clinical performance of nanohybrid composite with Activa™ bioactive composite in Class II carious lesion: A randomized control study. *J Conserv Dent*, 22(1), 92-6. [https://doi.org/10.4103/jcd.Jcd\\_511\\_18](https://doi.org/10.4103/jcd.Jcd_511_18) [Erişim tarihi: 15.04.2025]
30. van Dijken, J. W. V., Pallesen, U., Benetti, A. (2019). A randomized controlled evaluation of posterior resin restorations of an altered resin modified glass-ionomer cement with claimed bioactivity. *Dent Mater*, 35(2), 335-43. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.11.027> [Erişim tarihi: 15.04.2025]
31. Justen, M., Scheck, D., Münchow, E. A., Jardim, J. J. (2024). Is Cention-N comparable to other direct dental restorative materials? A systematic review with network meta-analysis of in vitro studies. *Dent Mater*, 40(9), 1341-52. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2024.06.014> [Erişim tarihi: 15.04.2025]
32. Ruengrungsom, C., Burrow, M. F., Parashos, P., Palamara, J. E. A. (2020). Evaluation of F, Ca, and P release and microhardness of eleven ion-leaching restorative materials and the recharge efficacy using a new Ca/P containing fluoride varnish. *J Dent*, 102(103474). <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103474> [Erişim tarihi: 15.04.2025]
33. Par, M., Gubler, A., Attin, T., Tarle, Z., Tarle, A., Prskalo, K., Tauböck, T. T. (2022). Effect of adhesive coating on calcium, phosphate, and fluoride release from

- experimental and commercial remineralizing dental restorative materials. *Sci Rep*, 12(1), 10272. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-14544-9> [Erişim tarihi: 15.04.2025]
34. Wilson, A. D., Kent, B. E. (1972). A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. *British Dental Journal*, 132(4), 133-5. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4802810> [Erişim tarihi: 15.04.2025]
35. Sidhu, S. K., Nicholson, J. W. (2016). A Review of Glass-Ionomer Cements for Clinical Dentistry. *J Funct Biomater*, 7(3). <https://doi.org/10.3390/jfb7030016> [Erişim tarihi: 15.04.2025]
36. Nicholson, J. W. (1998). Chemistry of glass-ionomer cements: a review. *Biomaterials*, 19(6), 485-94. [https://doi.org/10.1016/s0142-9612\(97\)00128-2](https://doi.org/10.1016/s0142-9612(97)00128-2) [Erişim tarihi: 15.04.2025]
37. Najeeb, S., Khurshid, Z., Zafar, M. S., Khan, A. S., Zohaib, S., Martí, J. M., Sauro, S., Matinlinna, J. P., Rehman, I. U. (2016). Modifications in Glass Ionomer Cements: Nano-Sized Fillers and Bioactive Nanoceramics. *Int J Mol Sci*, 17(7). <https://doi.org/10.3390/ijms17071134> [Erişim tarihi: 15.04.2025]
38. Prabhakar, A. R., Sekhar, V. R., Kurthukoti, A. J. (2009). Leaching of ions from materials used in alternative restorative technique under neutral and acidic conditions: a comparative evaluation. *J Clin Pediatr Dent*, 34(2), 125-30. <https://doi.org/10.17796/jcpd.34.2.y0860544254x7371> [Erişim tarihi: 15.04.2025]
39. Sidhu, S. K. (2011). Glass-ionomer cement restorative materials: a sticky subject? *Aust Dent J*, 56 Suppl 1(23-30). <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2010.01293.x> [Erişim tarihi: 15.04.2025]
40. Matsuya, S., Maeda, T., Ohta, M. (1996). IR and NMR analyses of hardening and maturation of glass-ionomer cement. *J Dent Res*, 75(12), 1920-7. <https://doi.org/10.1177/00220345960750120201> [Erişim tarihi: 15.04.2025]
41. Pires, R. A., Nunes, T. G., Abrahams, I., Hawkes, G. E. (2008). The role of aluminium and silicon in the setting chemistry of glass ionomer cements. *J Mater Sci Mater Med*, 19(4), 1687-92. <https://doi.org/10.1007/s10856-007-3251-y> [Erişim tarihi: 15.04.2025]
42. Sidhu, S. K., Pilecki, P., Sherriff, M., Watson, T. F. (2004). Crack closure on rehydration of glass-ionomer materials. *Eur J Oral Sci*, 112(5), 465-9. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.2004.00155.x> [Erişim tarihi: 15.04.2025]
43. Vermeersch, G., Leloup, G., Vreven, J. (2001). Fluoride release from glass-ionomer cements, compomers and resin composites. *J Oral Rehabil*, 28(1), 26-32. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2842.2001.00635.x> [Erişim tarihi: 17.04.2025]
44. Nicholson, J. W., Coleman, N. J., Sidhu, S. K. (2021). Kinetics of ion release from a conventional glass-ionomer cement. *J Mater Sci Mater Med*, 32(4), 30. <https://doi.org/10.1007/s10856-021-06501-1> [Erişim tarihi: 17.04.2025]

45. Momoi, Y., Hirosaki, K., Kohno, A., McCabe, J. F. (1995). Flexural properties of resin-modified "hybrid" glass-ionomers in comparison with conventional acid-base glass-ionomers. *Dent Mater J*, 14(2), 109-19. <https://doi.org/10.4012/dmj.14.109> [Erişim tarihi: 17.04.2025]
46. de Gee, A. J., van Duinen, R. N., Werner, A., Davidson, C. L. (1996). Early and long-term wear of conventional and resin-modified glass ionomers. *J Dent Res*, 75(8), 1613-9. <https://doi.org/10.1177/00220345960750081401> [Erişim tarihi: 17.04.2025]
47. Zainuddin, N., Karpukhina, N., Hill, R. G., Law, R. V. (2009). A long-term study on the setting reaction of glass ionomer cements by (27)Al MAS-NMR spectroscopy. *Dent Mater*, 25(3), 290-5. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2008.07.008> [Erişim tarihi: 17.04.2025]
48. Kumari, P. D., Khijmatgar, S., Chowdhury, A., Lynch, E., Chowdhury, C. R. (2019). Factors influencing fluoride release in atraumatic restorative treatment (ART) materials: A review. *J Oral Biol Craniofac Res*, 9(4), 315-20. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2019.06.015> [Erişim tarihi: 17.04.2025]
49. Nicholson, J. W., Sidhu, S. K., Czarnecka, B. (2023). Fluoride exchange by glass-ionomer dental cements and its clinical effects: a review. *Biomater Investig Dent*, 10(1), 2244982. <https://doi.org/10.1080/26415275.2023.2244982> [Erişim tarihi: 17.04.2025]
50. Toledano, M., Osorio, R., Osorio, E., Cabello, I., Toledano-Osorio, M., Aguilera, F. S. (2018). In vitro mechanical stimulation facilitates stress dissipation and sealing ability at the conventional glass ionomer cement-dentin interface. *J Dent*, 73(61-9). <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2018.04.006> [Erişim tarihi: 17.04.2025]
51. Jingrwar, M. M., Pathak, A., Bajwa, N. K., Sidhu, H. S. (2014). Quantitative assessment of fluoride release and recharge ability of different restorative materials in different media: an in vitro study. *J Clin Diagn Res*, 8(12), Zc31-4. <https://doi.org/10.7860/jcdr/2014/9985.5275> [Erişim tarihi: 17.04.2025]
52. De Witte, A. M., De Maeyer, E. A., Verbeeck, R. M., Martens, L. C. (2000). Fluoride release profiles of mature restorative glass ionomer cements after fluoride application. *Biomaterials*, 21(5), 475-82. [https://doi.org/10.1016/s0142-9612\(99\)00188-x](https://doi.org/10.1016/s0142-9612(99)00188-x) [Erişim tarihi: 17.04.2025]
53. Moberg, M., Brewster, J., Nicholson, J., Roberts, H. (2019). Physical property investigation of contemporary glass ionomer and resin-modified glass ionomer restorative materials. *Clin Oral Investig*, 23(3), 1295-308. <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2554-3> [Erişim tarihi: 17.04.2025]
54. Mustafa, R., Alshali, R. Z., Silikas, N. (2018). The effect of desiccation on water sorption, solubility and hygroscopic volumetric expansion of dentine replacement materials. *Dent Mater*, 34(8), e205-e13. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.05.012> [Erişim tarihi: 17.04.2025]

55. A, G. N., Jaiswal, J., Murthy, R., Pandey, R. (2009). Estimation of fluoride release from various dental materials in different media-an in vitro study. *Int J Clin Pediatr Dent*, 2(1), 1-8. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1033> [Erişim tarihi: 19.04.2025]
56. Mousavinasab, S. M., Meyers, I. (2009). Fluoride release by glass ionomer cements, compomer and giomer. *Dent Res J (Isfahan)*, 6(2), 75-81. [Erişim tarihi: 19.04.2025]
57. Frencken, J. E., Pilot, T., Songpaisan, Y., Phantumvanit, P. (1996). Atraumatic restorative treatment (ART): rationale, technique, and development. *J Public Health Dent*, 56(3 Spec No), 135-40; discussion 61-3. <https://doi.org/10.1111/j.1752-7325.1996.tb02423.x> [Erişim tarihi: 19.04.2025]
58. Kielbassa, A. M., Oehme, E. P., Shakavets, N., Wolgin, M. (2021). In vitro wear of (resin-coated) high-viscosity glass ionomer cements and glass hybrid restorative systems. *J Dent*, 105(103554). <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103554> [Erişim tarihi: 19.04.2025]
59. Deepa, G., Shobha, T. (2010). A clinical evaluation of two glass ionomer cements in primary molars using atraumatic restorative treatment technique in India: 1 year follow up. *Int J Paediatr Dent*, 20(6), 410-8. <https://doi.org/10.1111/j.1365-263X.2010.01067.x> [Erişim tarihi: 19.04.2025]
60. Crowley, C. M., Doyle, J., Towler, M. R., Hill, R. G., Hampshire, S. (2006). The influence of capsule geometry and cement formulation on the apparent viscosity of dental cements. *J Dent*, 34(8), 566-73. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2005.08.009> [Erişim tarihi: 19.04.2025]
61. Sagmak, S., Bahsi, E., Ozcan, N., Satici, O. (2020). Comparative Evaluation of Antimicrobial Efficacy and Fluoride Release of Seven Different Glass-Ionomer-Based Restorative Materials. *Oral Health Prev Dent*, 18(3), 521-8. <https://doi.org/10.3290/j.ohpd.a44140> [Erişim tarihi: 19.04.2025]
62. Leenutaphong, N., Phantumvanit, P., Young, A. M., Panpisut, P. (2024). Evaluation of setting kinetics, mechanical strength, ion release, and cytotoxicity of high-strength glass ionomer cement contained elastomeric micelles. *BMC Oral Health*, 24(1), 713. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04468-3> [Erişim tarihi: 19.04.2025]
63. Moshaverinia, M., de Almeida Queiroz Ferreira, L., Smidt, G., Shah, K. C., Ansari, S., Moshaverinia, A. (2024). Evaluation of mechanical, optical, and fluoride-releasing properties of a translucent bulk fill glass hybrid restorative dental material. *J Esthet Restor Dent*, 36(3), 503-10. <https://doi.org/10.1111/jerd.13168> [Erişim tarihi: 19.04.2025]
64. Schwendicke, F., Kniess, J., Paris, S., Blunck, U. (2017). Margin Integrity and Secondary Caries of Lined or Non-lined Composite and Glass Hybrid Restorations After Selective Excavation In Vitro. *Oper Dent*, 42(2), 155-64. <https://doi.org/10.2341/16-095-1> [Erişim tarihi: 19.04.2025]

65. Sawalt, M., Paris, S., Blunck, U., Schwendicke, F. (2017). Fracture Resistance and Cusp Deflection of Lined or Non-lined Composite and Glass Hybrid Restorations Over Residual Demineralized Dentin. *J Adhes Dent*, 19(1), 77-82. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a37719> [Erişim tarihi: 19.04.2025]
66. Al-Abdi, A., Paris, S., Schwendicke, F. (2017). Glass hybrid, but not calcium hydroxide, remineralized artificial residual caries lesions in vitro. *Clin Oral Investig*, 21(1), 389-96. <https://doi.org/10.1007/s00784-016-1803-6> [Erişim tarihi: 19.04.2025]
67. Gurgan, S., Kutuk, Z. B., Yalcin Cakir, F., Ergin, E. (2020). A randomized controlled 10 years follow up of a glass ionomer restorative material in class I and class II cavities. *J Dent*, 94(103175). <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.07.013> [Erişim tarihi: 25.04.2025]
68. Nicholson, J. W. (2007). Polyacid-modified composite resins ("compomers") and their use in clinical dentistry. *Dent Mater*, 23(5), 615-22. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2006.05.002> [Erişim tarihi: 25.04.2025]
69. Eliades, G., Kakaboura, A., Palaghias, G. (1998). Acid-base reaction and fluoride release profiles in visible light-cured polyacid-modified composite restoratives (compomers). *Dent Mater*, 14(1), 57-63. [https://doi.org/10.1016/s0109-5641\(98\)00010-4](https://doi.org/10.1016/s0109-5641(98)00010-4) [Erişim tarihi: 25.04.2025]
70. Meyer, J. M., Cattani-Lorente, M. A., Dupuis, V. (1998). Compomers: between glass-ionomer cements and composites. *Biomaterials*, 19(6), 529-39. [https://doi.org/10.1016/s0142-9612\(97\)00133-6](https://doi.org/10.1016/s0142-9612(97)00133-6) [Erişim tarihi: 25.04.2025]
71. Adusei, G. O., Deb, S., Nicholson, J. W. (2004). The role of the ionomer glass component in polyacid-modified composite resin dental restorative materials. *J Mater Sci Mater Med*, 15(7), 751-4. <https://doi.org/10.1023/b:jmsm.0000032813.18909.1b> [Erişim tarihi: 25.04.2025]
72. Young, A. M., Rafeeka, S. A., Howlett, J. A. (2004). FTIR investigation of monomer polymerisation and polyacid neutralisation kinetics and mechanisms in various aesthetic dental restorative materials. *Biomaterials*, 25(5), 823-33. [https://doi.org/10.1016/s0142-9612\(03\)00599-4](https://doi.org/10.1016/s0142-9612(03)00599-4) [Erişim tarihi: 25.04.2025]
73. Musanje, L., Shu, M., Darvell, B. W. (2001). Water sorption and mechanical behaviour of cosmetic direct restorative materials in artificial saliva. *Dent Mater*, 17(5), 394-401. [https://doi.org/10.1016/s0109-5641\(00\)00097-x](https://doi.org/10.1016/s0109-5641(00)00097-x) [Erişim tarihi: 25.04.2025]
74. Bansal, R., Bansal, T. (2015). A Comparative Evaluation of the Amount of Fluoride Release and Re-Release after Recharging from Aesthetic Restorative Materials: An in vitro Study. *J Clin Diagn Res*, 9(8), Zc11-4. <https://doi.org/10.7860/jcdr/2015/11926.6278> [Erişim tarihi: 25.04.2025]
75. Mass, E., Hassan, A., Zilberman, U. (2017). Long-term in-vivo effect of various restorative materials on enamel and dentin of primary molars. *Quintessence Int*, 48(8), 633-8. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a38557> [Erişim tarihi: 25.04.2025]

76. Santos, A. P., Moreira, I. K., Scarpelli, A. C., Pordeus, I. A., Paiva, S. M., Martins, C. C. (2016). Survival of Adhesive Restorations for Primary Molars: A Systematic Review and Metaanalysis of Clinical Trials. *Pediatr Dent*, 38(5), 370-8. [Erişim tarihi: 25.04.2025]
77. Colceriu Burtea, L., Prejmerean, C., Prodan, D., Baldea, I., Vlăsa, M., Filip, M., Moldovan, M., Moldovan, M. L., Antoniac, A., Prejmerean, V., Ambrosie, I. (2019). New Pre-reacted Glass Containing Dental Composites (giomers) with Improved Fluoride Release and Biocompatibility. *Materials (Basel)*, 12(23). <https://doi.org/10.3390/ma12234021> [Erişim tarihi: 25.04.2025]
78. Gonulol, N., Ozer, S., Sen Tunc, E. (2015). Water Sorption, Solubility, and Color Stability of Giomer Restoratives. *J Esthet Restor Dent*, 27(5), 300-6. <https://doi.org/10.1111/jerd.12119> [Erişim tarihi: 25.04.2025]
79. van Dijken, J. W. (2013). A 6-year prospective evaluation of a one-step HEMA-free self-etching adhesive in Class II restorations. *Dent Mater*, 29(11), 1116-22. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2013.08.205> [Erişim tarihi: 25.04.2025]
80. Ikemura, K., Tay, F. R., Endo, T., Pashley, D. H. (2008). 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), 315-39. <https://doi.org/10.4012/dmj.27.315> [Erişim tarihi: 25.04.2025]
81. Tsujimoto, A., Barkmeier, W. W., Takamizawa, T., Latta, M. A., Miyazaki, M. (2017). Depth of cure, flexural properties and volumetric shrinkage of low and high viscosity bulk-fill giomers and resin composites. *Dent Mater J*, 36(2), 205-13. <https://doi.org/10.4012/dmj.2016-131> [Erişim tarihi: 25.04.2025]
82. Daud, A., Gray, G., Lynch, C. D., Wilson, N. H. F., Blum, I. R. (2018). A randomised controlled study on the use of finishing and polishing systems on different resin composites using 3D contact optical profilometry and scanning electron microscopy. *J Dent*, 71(25-30). <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2018.01.008> [Erişim tarihi: 25.04.2025]
83. Ferracane, J. L. (2011). Resin composite--state of the art. *Dent Mater*, 27(1), 29-38. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.020> [Erişim tarihi: 25.04.2025]
84. Jefferies, S. R. (2007). Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: a state-of-the-art review. *Dent Clin North Am*, 51(2), 379-97, ix. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2006.12.002> [Erişim tarihi: 25.04.2025]
85. Khan, A., Hodson, N., Altaie, A. (2024). Polishing systems for modern aesthetic dental materials: a narrative review. *Br Dent J*, 237(8), 607-13. <https://doi.org/10.1038/s41415-024-7963-x> [Erişim tarihi: 01.05.2025]
86. Takeuchi, C. Y., Orbegoso Flores, V. H., Palma Dibb, R. G., Panzeri, H., Lara, E. H., Dinelli, W. (2003). Assessing the surface roughness of a posterior resin composite: effect of surface sealing. *Oper Dent*, 28(3), 281-6. [Erişim tarihi: 01.05.2025]

87. Bertrand, M. F., Leforestier, E., Muller, M., Lupi-Pégurier, L., Bolla, M. (2000). Effect of surface penetrating sealant on surface texture and microhardness of composite resins. *J Biomed Mater Res*, 53(6), 658-63. [https://doi.org/10.1002/1097-4636\(2000\)53:6<658::aid-jbm7>3.0.co;2-o](https://doi.org/10.1002/1097-4636(2000)53:6<658::aid-jbm7>3.0.co;2-o) [Erişim tarihi: 01.05.2025]
88. Bonifácio, C. C., Werner, A., Kleverlaan, C. J. (2012). Coating glass-ionomer cements with a nanofilled resin. *Acta Odontol Scand*, 70(6), 471-7. <https://doi.org/10.3109/00016357.2011.639307> [Erişim tarihi: 01.05.2025]
89. Kumari, C. M., Bhat, K. M., Bansal, R. (2016). Evaluation of surface roughness of different restorative composites after polishing using atomic force microscopy. *J Conserv Dent*, 19(1), 56-62. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.173200> [Erişim tarihi: 01.05.2025]
90. Nair, V. S., Sainudeen, S., Padmanabhan, P., Vijayashankar, L. V., Sujathan, U., Pillai, R. (2016). Three-dimensional evaluation of surface roughness of resin composites after finishing and polishing. *J Conserv Dent*, 19(1), 91-5. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.173208> [Erişim tarihi: 01.05.2025]
91. Pala, K., Tekçe, N., Tuncer, S., Serim, M. E., Demirci, M. (2016). 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), 278-89. <https://doi.org/10.4012/dmj.2015-260> [Erişim tarihi: 01.05.2025]
92. Joniot, S., Salomon, J. P., Dejoui, J., Grégoire, G. (2006). Use of two surface analyzers to evaluate the surface roughness of four esthetic restorative materials after polishing. *Oper Dent*, 31(1), 39-46. <https://doi.org/10.2341/04-166> [Erişim tarihi: 01.05.2025]
93. Heurich, E., Beyer, M., Jandt, K. D., Reichert, J., Herold, V., Schnabelrauch, M., Sigusch, B. W. (2010). Quantification of dental erosion--a comparison of stylus profilometry and confocal laser scanning microscopy (CLSM). *Dent Mater*, 26(4), 326-36. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.12.001> [Erişim tarihi: 01.05.2025]
94. de Oliveira, A. G., Rocha, R. S., Spinola, M. D. S., Batista, G. R., Bresciani, E., Caneppele, T. M. F. (2023). Surface smoothness of resin composites after polishing-A systematic review and network meta-analysis of in vitro studies. *Eur J Oral Sci*, 131(2), e12921. <https://doi.org/10.1111/eos.12921> [Erişim tarihi: 01.05.2025]
95. Dutra, D., Pereira, G., Kantorski, K. Z., Valandro, L. F., Zanatta, F. B. (2018). Does Finishing and Polishing of Restorative Materials Affect Bacterial Adhesion and Biofilm Formation? A Systematic Review. *Oper Dent*, 43(1), E37-e52. <https://doi.org/10.2341/17-073-1> [Erişim tarihi: 01.05.2025]
96. Wheeler, J., Deb, S., Millar, B. J. (2020). Evaluation of the effects of polishing systems on surface roughness and morphology of dental composite resin. *Br Dent J*, 228(7), 527-32. <https://doi.org/10.1038/s41415-020-1370-8> [Erişim tarihi: 01.05.2025]

97. Korkmaz, Y., Ozel, E., Attar, N., Aksoy, G. (2008). The influence of one-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of nanocomposites. *Oper Dent*, 33(1), 44-50. <https://doi.org/10.2341/07-28> [Erişim tarihi: 01.05.2025]
98. Kaizer, M. R., de Oliveira-Ogliari, A., Cenci, M. S., Opdam, N. J., Moraes, R. R. (2014). Do nanofill or submicron composites show improved smoothness and gloss? A systematic review of in vitro studies. *Dent Mater*, 30(4), e41-78. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.01.001> [Erişim tarihi: 01.05.2025]
99. Stewart, C. A., Hong, J. H., Hatton, B. D., Finer, Y. (2020). Antimicrobial antidegradative dental adhesive preserves restoration-tooth bond. *Dent Mater*, 36(12), 1666-79. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.10.017> [Erişim tarihi: 01.05.2025]
100. de Carvalho, L. F., Gimenes, E. S. M., Barboza, A. D. S., Badaró, M. M., Stolf, S. C., Cuevas-Suárez, C. E., Lund, R. G., Ribeiro de Andrade, J. S. (2025). Effectiveness of bioactive resin materials in preventing secondary caries and retention loss in direct posterior restorations: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*, 152(105460). <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.105460> [Erişim tarihi: 05.05.2025]
101. Okulus, Z., Buchwald, T., Voelkel, A. (2016). Calcium release from experimental dental materials. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*, 68(213-20). <https://doi.org/10.1016/j.msec.2016.05.116> [Erişim tarihi: 05.05.2025]
102. Braga, R. R. (2019). Calcium phosphates as ion-releasing fillers in restorative resin-based materials. *Dent Mater*, 35(1), 3-14. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.08.288> [Erişim tarihi: 05.05.2025]
103. Cao, C. Y., Mei, M. L., Li, Q. L., Lo, E. C., Chu, C. H. (2015). Methods for biomimetic remineralization of human dentine: a systematic review. *Int J Mol Sci*, 16(3), 4615-27. <https://doi.org/10.3390/ijms16034615> [Erişim tarihi: 05.05.2025]
104. Bakker, E., Pretsch, E. (2002). The new wave of ion-selective. *Anal Chem*, 74(15), 420a-6a. <https://doi.org/10.1021/ac022086f> [Erişim tarihi: 05.05.2025]
105. Amaral, F. L., Colucci, V., Palma-Dibb, R. G., Corona, S. A. (2007). Assessment of in vitro methods used to promote adhesive interface degradation: a critical review. *J Esthet Restor Dent*, 19(6), 340-53; discussion 54. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2007.00134.x> [Erişim tarihi: 05.05.2025]
106. Youngson, C. C., Barclay, C. W. (2000). A pilot study of intraoral temperature changes. *Clin Oral Investig*, 4(3), 183-9. <https://doi.org/10.1007/s007840000060> [Erişim tarihi: 05.05.2025]
107. Schmid-Schwab, M., Graf, A., Preinerstorfer, A., Watts, D. C., Piehslinger, E., Schedle, A. (2011). Microleakage after thermocycling of cemented crowns--a meta-analysis. *Dent Mater*, 27(9), 855-69. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2011.05.002> [Erişim tarihi: 05.05.2025]

108. Erdemir, U., Yildiz, E., Eren, M. M. (2012). Effects of sports drinks on color stability of nanofilled and microhybrid composites after long-term immersion. *J Dent, 40 Suppl 2*(e55-63. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.06.002> [Erişim tarihi: 10.05.2025]
109. Alzahrani, B., Alshabib, A., Awliya, W. (2023). The Depth of Cure, Sorption and Solubility of Dual-Cured Bulk-Fill Restorative Materials. *Materials (Basel), 16*(20). <https://doi.org/10.3390/ma16206673> [Erişim tarihi: 10.05.2025]
110. Dey, P., Suprabha, B. S., Suman, E., Natarajan, S., Shenoy, R., Rao, A. (2024). Comparative evaluation of surface roughness and bacterial adhesion on two bioactive cements: an in-vitro study. *BMC Oral Health, 24*(1), 1278. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-05083-y> [Erişim tarihi: 10.05.2025]
111. Radwanski, M., Zmysłowska-Polakowska, E., Osica, K., Krasowski, M., Sauro, S., Hardan, L., Lukomska-Szymanska, M. (2025). Mechanical properties of modern restorative "bioactive" dental materials - an in vitro study. *Sci Rep, 15*(1), 3552. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-86595-7> [Erişim tarihi: 10.05.2025]
112. Uygun, L. A., Yılmaz, C. (2025). Evaluation of the Effect of Whitening Toothpastes on the Surface Roughness of Bioactive Restorative Materials Using Atomic Force Microscopy and Optical Profilometer and SEM-EDS Analysis. *J Esthet Restor Dent*. <https://doi.org/10.1111/jerd.70005> [Erişim tarihi: 10.05.2025]
113. Brzović-Rajić, V., Miletić, I., Gurgan, S., Peroš, K., Verzak, Ž., Ivanišević-Malčić, A. (2018). Fluoride Release from Glass Ionomer with Nano Filled Coat and Varnish. *Acta Stomatol Croat, 52*(4), 307-13. <https://doi.org/10.15644/asc52/4/4> [Erişim tarihi: 10.05.2025]
114. Bagheri, R., Burrow, M. F., Tyas, M. J. (2007). Surface characteristics of aesthetic restorative materials - an SEM study. *J Oral Rehabil, 34*(1), 68-76. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2006.01608.x> [Erişim tarihi: 10.05.2025]
115. Quirynen, M., Bollen, C. M. (1995). The influence of surface roughness and surface-free energy on supra- and subgingival plaque formation in man. A review of the literature. *J Clin Periodontol, 22*(1), 1-14. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.1995.tb01765.x> [Erişim tarihi: 10.05.2025]
116. Kotsanos, N. (2001). An intraoral study of caries induced on enamel in contact with fluoride-releasing restorative materials. *Caries Res, 35*(3), 200-4. <https://doi.org/10.1159/000047456> [Erişim tarihi: 10.05.2025]
117. Dhondt, C. L., De Maeyer, E. A., Verbeeck, R. M. (2001). Fluoride release from glass ionomer activated with fluoride solutions. *J Dent Res, 80*(5), 1402-6. <https://doi.org/10.1177/00220345010800050301> [Erişim tarihi: 10.05.2025]
118. Banic Vidal, L. S., Veček, N. N., Šalinović, I., Miletić, I., Klarić, E., Jukić Krmek, S. (2023). Short-Term Fluoride Release from Ion- Releasing Dental Materials. *Acta Stomatol Croat, 57*(3), 229-37. <https://doi.org/10.15644/asc57/3/3> [Erişim tarihi: 10.05.2025]

119. Di Lauro, A., Di Duca, F., Montuori, P., Dal Piva, A. M. O., Tribst, J. P. M., Borges, A. L. S., Ausiello, P. (2023). Fluoride and Calcium Release from Alkaside and Glass Ionomer Restorative Dental Materials: In Vitro Study. *J Funct Biomater*, 14(2). <https://doi.org/10.3390/jfb14020109> [Erişim tarihi: 15.05.2025]
120. Bayrak, G. D., Sandalli, N., Selvi-Kuvvetli, S., Topcuoglu, N., Kulekci, G. (2017). Effect of two different polishing systems on fluoride release, surface roughness and bacterial adhesion of newly developed restorative materials. *J Esthet Restor Dent*, 29(6), 424-34. <https://doi.org/10.1111/jerd.12313> [Erişim tarihi: 15.05.2025]
121. Visible light-cured composites and activating units. Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment. (1985). *J Am Dent Assoc*, 110(1), 100-2. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1985.0284> [Erişim tarihi: 15.05.2025]
122. Pellizzari, V. A., Michels, A. C., Luiz, S. T., de Souza, E. M., Tabchoury, C., Rached, R. N. (2017). Fluoride Ion Release of Self-Adhesive Resin Cements and Their Potential to Inhibit In Situ Enamel and Dentin Demineralization. *Oper Dent*, 42(5), 548-58. <https://doi.org/10.2341/16-115-1> [Erişim tarihi: 15.05.2025]
123. Zalizniak, I., Palamara, J. E., Wong, R. H., Cochrane, N. J., Burrow, M. F., Reynolds, E. C. (2013). Ion release and physical properties of CPP-ACP modified GIC in acid solutions. *J Dent*, 41(5), 449-54. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.02.003> [Erişim tarihi: 15.05.2025]
124. Neelakantan, P., John, S., Anand, S., Sureshababu, N., Subbarao, C. (2011). Fluoride release from a new glass-ionomer cement. *Oper Dent*, 36(1), 80-5. <https://doi.org/10.2341/10-219-lr> [Erişim tarihi: 15.05.2025]
125. Nicholson, J. W., Czarnecka, B. (2004). The release of ions by compomers under neutral and acidic conditions. *J Oral Rehabil*, 31(7), 665-70. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2004.01291.x> [Erişim tarihi: 15.05.2025]
126. Levallois, B., Fovet, Y., Lapeyre, L., Gal, J. Y. (1998). In vitro fluoride release from restorative materials in water versus artificial saliva medium (SAGF). *Dent Mater*, 14(6), 441-7. [https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(99\)00019-6](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(99)00019-6) [Erişim tarihi: 15.05.2025]
127. Hattab, F. N., Amin, W. M. (2001). Fluoride release from glass ionomer restorative materials and the effects of surface coating. *Biomaterials*, 22(12), 1449-58. [https://doi.org/10.1016/s0142-9612\(00\)00253-2](https://doi.org/10.1016/s0142-9612(00)00253-2) [Erişim tarihi: 15.05.2025]
128. Geurtsen, W., Leyhausen, G., Garcia-Godoy, F. (1999). Effect of storage media on the fluoride release and surface microhardness of four polyacid-modified composite resins ("compomers"). *Dent Mater*, 15(3), 196-201. [https://doi.org/10.1016/s0109-5641\(99\)00034-2](https://doi.org/10.1016/s0109-5641(99)00034-2) [Erişim tarihi: 19.05.2025]
129. Mathias, M. R., Rathi, N., Bendgude, V. D., Tirupathi, S., Chauhan, R. S., Borde, A., Lath, T., Shah, S. S. (2022). Comparative Fluoride Ion Release Pre and Postrecharge Situations among Three Different Pediatric Dental Restorative Materials: An In Vitro

Study. *Int J Clin Pediatr Dent*, 15(6), 729-35. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2461> [Erişim tarihi: 19.05.2025]

130. Gandolfi, M. G., Taddei, P., Siboni, F., Modena, E., De Stefano, E. D., Prati, C. (2011). Biomimetic remineralization of human dentin using promising innovative calcium-silicate hybrid "smart" materials. *Dent Mater*, 27(11), 1055-69. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2011.07.007> [Erişim tarihi: 19.05.2025]

131. Itota, T., Carrick, T. E., Yoshiyama, M., McCabe, J. F. (2004). Fluoride release and recharge in giomer, compomer and resin composite. *Dent Mater*, 20(9), 789-95. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2003.11.009>[Erişim tarihi: 19.05.2025]

132. Gandolfi, M. G. (2012). A New Method for Evaluating the Diffusion of Ca(2+) and OH(-) Ions through Coronal Dentin into the Pulp. *Iran Endod J*, 7(4), 189-97. [Erişim tarihi: 19.05.2025]

133. Itota, T., Carrick, T. E., Rusby, S., Al-Naimi, O. T., Yoshiyama, M., McCabe, J. F. (2004). Determination of fluoride ions released from resin-based dental materials using ion-selective electrode and ion chromatograph. *J Dent*, 32(2), 117-22. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2003.09.002> [Erişim tarihi: 19.05.2025]

134. Gupta, R., Prasad, A. B., Raisingani, D., Srivastava, H., Mital, P., Moryani, V. (2023). Evaluation of calcium ion release from apical plugs formed by Biodentine and MTA with and without incorporation of triple antibiotic powder and modified triple antibiotic powder (cefaclor) using atomic absorption spectrophotometry - An in vitro study. *J Conserv Dent Endod*, 26(5), 519-24. [https://doi.org/10.4103/jcd.jcd\\_250\\_23](https://doi.org/10.4103/jcd.jcd_250_23) [Erişim tarihi: 19.05.2025]

135. Duarte, M. A., Balan, N. V., Zeferino, M. A., Vivan, R. R., Morais, C. A., Tanomaru-Filho, M., Ordinola-Zapata, R., Moraes, I. G. (2012). Effect of ultrasonic activation on pH and calcium released by calcium hydroxide pastes in simulated external root resorption. *J Endod*, 38(6), 834-7. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.03.005> [Erişim tarihi: 19.05.2025]

136. Kelić, M., Kilić, D., Kelić, K., Šutej, I., Par, M., Peroš, K., Tarle, Z. (2023). The Fluoride Ion Release from Ion-Releasing Dental Materials after Surface Loading by Topical Treatment with Sodium Fluoride Gel. *J Funct Biomater*, 14(2). <https://doi.org/10.3390/jfb14020102> [Erişim tarihi: 19.05.2025]

137. Gandolfi, M. G., Chersoni, S., Acquaviva, G. L., Piana, G., Prati, C., Mongiorgi, R. (2006). Fluoride release and absorption at different pH from glass-ionomer cements. *Dent Mater*, 22(5), 441-9. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.04.036> [Erişim tarihi: 25.05.2025]

138. Garoushi, S., Vallittu, P., Lassila, L. (2022). Development and characterization of ion-releasing fiber-reinforced flowable composite. *Dent Mater*, 38(10), 1598-609. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2022.08.006> [Erişim tarihi: 25.05.2025]

139. Galbraith, A., Abubakr, N. H. (2024). Evaluation of the Effects of Thermal Aging on the Surface Roughness of Novel Tooth-Colored Restorative Materials. *Dent J (Basel)*, *12(12)*. <https://doi.org/10.3390/dj12120390> [Erişim tarihi: 25.05.2025]
140. Hotwani, K., Thosar, N., Baliga, S., Bundale, S., Sharma, K. (2013). Antibacterial effects of hybrid tooth colored restorative materials against *Streptococcus mutans*: An in vitro analysis. *J Conserv Dent*, *16(4)*, 319-22. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.114358> [Erişim tarihi: 25.05.2025]
141. Dhumal, R. S., Chauhan, R. S., Patil, V., Rath, N., Nene, K., Tirupathi, S. P., Patil, L., Nankar, M. Y., Khandelwal, A. P. (2023). Comparative Evaluation of Fluoride Release from Four Commercially Available Pediatric Dental Restorative Materials. *Int J Clin Pediatr Dent*, *16(Suppl 1)*, S6-s12. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2621> [Erişim tarihi: 25.05.2025]
142. Manjunath, V., John, R. P., Doddawad, V. G., Gehlot, P. M., Achar, R. R., Vadiraj, K. T. (2024). Measurement of Fluoride Ion Release From Restorative Material Using an Ion-Selective Electrode and Ultraviolet-Visible Light Spectrophotometer. *J Int Soc Prev Community Dent*, *14(6)*, 489-96. [https://doi.org/10.4103/jispcd.jispcd\\_127\\_24](https://doi.org/10.4103/jispcd.jispcd_127_24) [Erişim tarihi: 25.05.2025]
143. Sideridou, I., Tserki, V., Papanastasiou, G. (2003). Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials*, *24(4)*, 655-65. [https://doi.org/10.1016/s0142-9612\(02\)00380-0](https://doi.org/10.1016/s0142-9612(02)00380-0) [Erişim tarihi: 25.05.2025]
144. Sideridou, I. D., Achilias, D. S., Karabela, M. M. (2007). Sorption kinetics of ethanol/water solution by dimethacrylate-based dental resins and resin composites. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, *81(1)*, 207-18. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.30655> [Erişim tarihi: 27.05.2025]
145. Davis, H. B., Gwinner, F., Mitchell, J. C., Ferracane, J. L. (2014). Ion release from, and fluoride recharge of a composite with a fluoride-containing bioactive glass. *Dent Mater*, *30(10)*, 1187-94. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.07.012> [Erişim tarihi: 27.05.2025]
146. Dasgupta, S., Saraswathi, M. V., Somayaji, K., Pentapati, K. C., Shetty, P. (2018). Comparative evaluation of fluoride release and recharge potential of novel and traditional fluoride-releasing restorative materials: An in vitro study. *J Conserv Dent*, *21(6)*, 622-6. [https://doi.org/10.4103/jcd.Jcd\\_338\\_18](https://doi.org/10.4103/jcd.Jcd_338_18) [Erişim tarihi: 27.05.2025]
147. Llancari-Alonzo, P., Alvítez-Temoche, D., Ladera-Castañeda, M., Castro-Ramirez, L., López-Gurreonero, C., Cayo-Rojas, C. (2024). Fluoride release and flexural strength of four ion-releasing restorative materials: An in vitro comparative study. *J Clin Exp Dent*, *16(10)*, e1207-e16. <https://doi.org/10.4317/jced.61818> [Erişim tarihi: 27.05.2025]

148. Feiz, A., Nicoo, M. A., Parastesh, A., Jafari, N., Sarfaraz, D. (2022). Comparison of antibacterial activity and fluoride release in tooth-colored restorative materials: Resin-modified glass ionomer, zirconomer, giomer, and cention N. *Dent Res J (Isfahan)*, 19(104). [Erişim tarihi: 27.05.2025]
149. Marovic, D., Par, M., Posavec, K., Marić, I., Štajdohar, D., Muradbegović, A., Tauböck, T. T., Attin, T., Tarle, Z. (2022). Long-Term Assessment of Contemporary Ion-Releasing Restorative Dental Materials. *Materials (Basel)*, 15(12). <https://doi.org/10.3390/ma15124042> [Erişim tarihi: 27.05.2025]
150. Bhatia, K., Nayak, R., Ginjupalli, K. (2022). Comparative evaluation of a bioactive restorative material with resin modified glass ionomer for calcium-ion release and shear bond strength to dentin of primary teeth-an in vitro study. *J Clin Pediatr Dent*, 46(6), 25-32. <https://doi.org/10.22514/jocpd.2022.022> [Erişim tarihi: 27.05.2025]
151. Elfakhri, F., Alkahtani, R., Li, C. & Khaliq, J. (2022). Influence of filler characteristics on the performance of dental composites: a comprehensive review. *Ceram Int* 48. [Erişim tarihi: 27.05.2025]
152. Aliberti, A., Di Duca, F., Triassi, M., Montuori, P., Scippa, S., Piscopo, M., Ausiello, P. (2025). The Effect of Different pH and Temperature Values on Ca(2+), F(-), PO(4)(3-), OH(-), Si, and Sr(2+) Release from Different Bioactive Restorative Dental Materials: An In Vitro Study. *Polymers (Basel)*, 17(5). <https://doi.org/10.3390/polym17050640> [Erişim tarihi: 27.05.2025]
153. Shahid, S., Hassan, U., Billington, R. W., Hill, R. G., Anderson, P. (2014). Glass ionomer cements: effect of strontium substitution on esthetics, radiopacity and fluoride release. *Dent Mater*, 30(3), 308-13. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2013.12.003> [Erişim tarihi: 29.05.2025]
154. Kim, M. J., Lee, M. J., Kim, K. M., Yang, S. Y., Seo, J. Y., Choi, S. H., Kwon, J. S. (2021). Enamel Demineralization Resistance and Remineralization by Various Fluoride-Releasing Dental Restorative Materials. *Materials (Basel)*, 14(16). <https://doi.org/10.3390/ma14164554> [Erişim tarihi: 29.05.2025]
155. Birant, S., Gümüştas, B. (2024). The effect of thermal aging on microhardness and SEM/EDS for characterisation bioactive filling materials. *BMC Oral Health*, 24(1), 1142. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04643-6> [Erişim tarihi: 29.05.2025]
156. Weir, M. D., Moreau, J. L., Levine, E. D., Strassler, H. E., Chow, L. C., Xu, H. H. (2012). Nanocomposite containing CaF(2) nanoparticles: thermal cycling, wear and long-term water-aging. *Dent Mater*, 28(6), 642-52. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.02.007> [Erişim tarihi: 29.05.2025]
157. Billington, R. W., Williams, J. A., Pearson, G. J. (2006). Ion processes in glass ionomer cements. *J Dent*, 34(8), 544-55. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2005.09.008> [Erişim tarihi: 29.05.2025]

158. Luo, J., Billington, R. W., Pearson, G. J. (2009). Kinetics of fluoride release from glass components of glass ionomers. *J Dent*, 37(7), 495-501. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.02.007> [Erişim tarihi: 11.06.2025]
159. Behlau, A., Behlau, I., Payer, M., Leitinger, G., Hanscho, K., Kçıku, L., Glockner, K. (2024). Effects of Finishing on Surface Roughness of Four Different Glass-Ionomer Cements and One Alkaside: In Vitro Investigation over Time Using Aging Simulation. *J Funct Biomater*, 15(11). <https://doi.org/10.3390/jfb15110325> [Erişim tarihi: 11.06.2025]
160. Chung, K. H. (1994). Effects of finishing and polishing procedures on the surface texture of resin composites. *Dent Mater*, 10(5), 325-30. [https://doi.org/10.1016/0109-5641\(94\)90041-8](https://doi.org/10.1016/0109-5641(94)90041-8) [Erişim tarihi: 11.06.2025]
161. Nagem Filho, H., D'Azevedo, M. T., Nagem, H. D., Marsola, F. P. (2003). Surface roughness of composite resins after finishing and polishing. *Braz Dent J*, 14(1), 37-41. <https://doi.org/10.1590/s0103-64402003000100007> [Erişim tarihi: 11.06.2025]
162. Aydın, N., Topçu, F. T., Karaoğlanoğlu, S., Oktay, E. A., Erdemir, U. (2021). Effect of finishing and polishing systems on the surface roughness and color change of composite resins. *J Clin Exp Dent*, 13(5), e446-e54. <https://doi.org/10.4317/jced.58011> [Erişim tarihi: 11.06.2025]
163. Erdemir, U., Sancaklı, H. S., Yildiz, E. (2012). 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. [Erişim tarihi: 11.06.2025]
164. Amaya-Pajares, S. P., Koi, K., Watanabe, H., da Costa, J. B., Ferracane, J. L. (2022). Development and maintenance of surface gloss of dental composites after polishing and brushing: Review of the literature. *J Esthet Restor Dent*, 34(1), 15-41. <https://doi.org/10.1111/jerd.12875> [Erişim tarihi: 11.06.2025]
165. Jaramillo-Cartagena, R., López-Galeano, E. J., Latorre-Correa, F., Agudelo-Suárez, A. A. (2021). Effect of Polishing Systems on the Surface Roughness of Nano-Hybrid and Nano-Filling Composite Resins: A Systematic Review. *Dent J (Basel)*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/dj9080095> [Erişim tarihi: 11.06.2025]
166. Erdemir, U., Yildiz, E., Eren, M. M., Ozsoy, A., Topcu, F. T. (2013). Effects of polishing systems on the surface roughness of tooth-colored materials. *Journal of Dental Sciences*, 8(2), 160-9. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jds.2012.05.007> [Erişim tarihi: 15.06.2025]
167. Aytac, F., Karaarslan, E. S., Agaccioglu, M., Tastan, E., Buldur, M., Kuyucu, E. (2016). Effects of Novel Finishing and Polishing Systems on Surface Roughness and Morphology of Nanocomposites. *J Esthet Restor Dent*, 28(4), 247-61. <https://doi.org/10.1111/jerd.12215> [Erişim tarihi: 15.06.2025]
168. Kamonkhantikul, K., Arksornnukit, M., Takahashi, H., Kanehira, M., Finger, W. J. (2014). Polishing and toothbrushing alters the surface roughness and gloss of composite

resins. *Dent Mater J*, 33(5), 599-606. <https://doi.org/10.4012/dmj.2014-111> [Erişim tarihi: 15.06.2025]

169. Da Costa, J., Ferracane, J., Paravina, R. D., Mazur, R. F., Roeder, L. (2007). The effect of different polishing systems on surface roughness and gloss of various resin composites. *J Esthet Restor Dent*, 19(4), 214-24; discussion 25-6. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2007.00104.x> [Erişim tarihi: 15.06.2025]

170. Can Say, E., Yurdagüven, H., Yaman, B. C., Özer, F. (2014). Surface roughness and morphology of resin composites polished with two-step polishing systems. *Dent Mater J*, 33(3), 332-42. <https://doi.org/10.4012/dmj.2013-287> [Erişim tarihi: 15.06.2025]

171. Banic Vidal, L. S., Šalinović, I., Veček, N. N., Ivica, A., Miletić, I., Jukić Krmek, S. (2025). Fluoride Uptake and Surface Characteristics of Ion-Releasing Restoratives After Brushing with Fluoride Toothpastes. *Materials (Basel)*, 18(9). <https://doi.org/10.3390/ma18092152> [Erişim tarihi: 15.06.2025]

172. Jost-Brinkmann, P. G. (1998). Effect of air polishing on the fluoride release of (resin-modified) glass ionomer cements and of a polyacid-modified composite resin. *Clin Oral Investig*, 2(2), 91-5. <https://doi.org/10.1007/s007840050051> [Erişim tarihi: 15.06.2025]

173. Krajangta, N., Dulsamphan, C., Chotitanmapong, T. (2022). Effects of Protective Surface Coating on Fluoride Release and Recharge of Recent Uncoated High-Viscosity Glass Ionomer Cement. *Dent J (Basel)*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/dj10120233> [Erişim tarihi: 17.06.2025]

174. Kelić, K., Par, M., Peroš, K., Šutej, I., Tarle, Z. (2020). Fluoride-Releasing Restorative Materials: The Effect of a Resinous Coat on Ion Release. *Acta Stomatol Croat*, 54(4), 371-81. <https://doi.org/10.15644/asc54/4/4> [Erişim tarihi: 17.06.2025]

175. Panpisut, P., Toneluck, A., Khamsuk, C., Channasanon, S., Tanodekaew, S., Monmaturapoj, N., Naruphontjirakul, P. (2024). The development of resin-coating materials for enhancing elemental release of coated glass ionomer cements. *Heliyon*, 10(14), e34512. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34512> [Erişim tarihi: 17.06.2025]

## 8. ÖZGEÇMİŞ

1. Adı Soyadı: Seda Saygılı Özaydın

2. Doğum Yeri ve Tarihi:

3. Alınan Eğitimler:

Eğitimler	Alan	Üniversite	Yıl
Lisans	Diş Hekimliği	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	2016
Yüksek Lisans	Diş Hekimliği	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	2016

4. Görev Yapılan Kurumlar: Özel Radixdent Ağız ve Diş Sağlığı Polikliniği (2023-2025)

5. Eserler: