



TÜRKİYE CUMHURİYETİ

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇOCUK DIŞ HEKİMLİĞİNDE KULLANILAN GÜNCEL
RESTORATİF MATERYALLERDEN FLUORİD SALINIMI,
YENİDEN YÜKLENMESİ VE ANTİMİKROBİYAL ETKİLERİNİN
İN VİTRO OLARAK İNCELENMESİ**

Dt. BELEN ŞİRİNOĞLU ÇAPAN

DOKTORA TEZİ

PEDODONTİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Prof. Dr. Serap Akyüz

İSTANBUL 2015

TEZ ONAYI

Kurum : Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Programın seviyesi : Doktora
Anabilim Dalı : Pedodonti
Tez Sahibi : Belen ŞİRİNOĞLU ÇAPAN
Tez Başlığı : Çocuk Diş Hekimliğinde Kullanılan Güncel Restoratif Materyallerden
Fluorid Salınımı, Yeniden Yüklenmesi ve Antimikrobiyal Etkilerinin *In Vitro* İncelenmesi
Sınav Yeri : M.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı
Sınav Tarihi : 28/12/2015

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve kalite yönünden Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman (Unvan, Adı, Soyadı)

Prof. Dr. Scrap AKYÜZ

Kurumu

M.Ü. Diş Hek. Fak. Pedodonti A.D.

İmza



Sınav Jüri Üyeleri (Unvan, Adı, Soyadı)

Prof. Dr. İlknur TANBOĞA

M.Ü. Diş Hek. Fak. Pedodonti A.D.

Prof. Dr. Figen SEYMEN

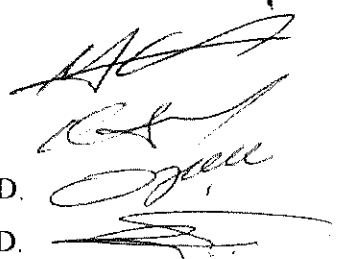
İ.Ü. Diş Hek. Fak. Pedodonti A.D.

Prof. Dr. Ayşen YARAT

M.Ü. Diş Hek. Fak. Temel Tıp Bil. A.D.

Prof. Dr. Tanju KADİR

M.Ü. Diş Hek. Fak. Temel Tıp Bil. A.D.



Yukandaki jüri kararı Enstitü Yönetim Kurulu'nun 30/12/2015 tarih ve 09 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Göksel ŞENER

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü



BEYAN

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

01.12.2015

Belen ŞİRİNOĞLU ÇAPAN



TEŞEKKÜR

Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı'na girişimde büyük desteği olan, Pedodonti eğitimini en iyi şekilde almamız için gerekli ortam ve şartları sağlayan Pedodonti Anabilim Dalı Başkanı Sayın **Prof. Dr. İlknur TANBOĞA**'ya,

Doktora eğitimim süresince, engin bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, desteğini ve sevgisini her zaman hissettiğim, her yönüyle kendime örnek aldığım değerli danışman hocam Sayın **Prof. Dr. Serap AKYÜZ**'e,

Pedodonti doktora eğitimim boyunca bana sayısız katkıları olan değerli hocalarım Sayın **Prof. Dr. Ali MENTEŞ** ve **Prof. Dr. Betül KARGÜL**'e,

Tez çalışmamın her aşamasında bana destek olan, yol gösteren, bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen ve sevgisini her zaman hissettiğim değerli hocam Sayın **Prof. Dr. Ayşen YARAT**'a,

Tezimin mikrobiyoloji bölümünün planlanması ve gerçekleştirilebilmesi için laboratuvarının kapılarını sonuna kadar açan ve bana destek olan değerli hocam Sayın **Prof. Dr. Tanju KADİR**'e,

Tez izleme komitemde bulunan, ihtiyacım olduğunda desteğini hissettiğim ve beni hep güler yüzüyle karşılayan İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı Başkanı değerli hocam Sayın **Prof. Dr. Figen SEYMEN**'e,

Tezimin laboratuvar çalışmalarında bilgisini ve tecrübesini benimle paylaşan, deney süresince çıkan her türlü probleme çözüm bularak destek olan ve verilerin yorumlanmasında yardımcı olan Sayın **Burçin ALEV TÜZÜNER** ve **Arş. Gör. Beste TACAL ASLAN**'a,

Mesleki tecrübelerini paylaşarak bana sayısız katkıları olan **Yrd. Doç. Dr. Sertaç PEKER**, **Yrd. Doç. Dr. Işıl Özgül KALYONCU**, **Yrd. Doç. Dr. Eda HAZNEDAROĞLU**, **Yrd. Doç. Dr. Figen EREN GİRAY**, **Dr. Başak DURMUŞ** ve **Dr. Ahu DURHAN**'a,

Doktora eğitimim boyunca her an desteğini hissettiğim, bana her aşamada yardımcı olan **Dr. Ezgi ÇEKMEGELİ** ve **Dt. Berna GÜMÜŞ GÖKKAYA**'ya,

Pedodonti Anabilim Dalı'nda bulunduğum süre boyunca bilimsel ve mesleki alandaki birlikteliğimizin ötesinde dostluklarını, sevgilerini paylaştığım ve birlikteliğimizden güç aldığım **Dr. Mustafa Sarp KAYA**, **Dr. Damla AKŞİT BIÇAK**, **Dt. Yasemin AYIK**, **Dt. Canan DUMAN**, **Dt. Barhan PEKEL**'e

Doktora hayatımın pek çok mutlu ve hüzünlü günlerini paylaştığım ismini tek tek sayamadığım **tüm asistan arkadaşlarıma** ve sevgili **Bahtişen ÜRER**'e,

Hayatıma girdiği günden beri bana daima desteğini hissettiren, doktora eğitimim süresince sonsuz sabrı ve anlayışı ile yanımda olan sevgili eşim **Mehmet Can ÇAPAN**'a,

Beni her durum ve şartta en iyi koşullarda büyütüp yetiştiren, hayatım boyunca bana her zaman destek olup bugünlere gelmemi sağlayan, varlığımı borçlu olduğum ve teşekkürlerin yetmeyeceği canım annem **Çiğdem ŞİRİNOĞLU** ve canım babam **İsmet ŞİRİNOĞLU**'na,

2211-Yurt İçi Doktora Burs Programı kapsamında sağladığı destekten ötürü **TÜBİTAK Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı** birimine,

Sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum...

Bu tez, Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Komisyonu Başkanlığı tarafından SAG-C-DRP-100914-0314 numaralı proje ile desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	iii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
TABLO LİSTESİ.....	xviii
RESİM LİSTESİ.....	xx
1. ÖZET.....	1
2. SUMMARY.....	2
3. GİRİŞ VE AMAÇ.....	3
4. GENEL BİLGİLER.....	7
4.1. Cam iyonomer simanlar.....	7
4.1.1. Geleneksel Cam İyonomer Simanlar.....	8
4.1.2. Cam İyonomer Sermet Simanlar.....	11
4.1.3. Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Simanlar.....	12
4.1.4. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar.....	13

4.1.5. Nano Özellikli Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar.....	15
4.2. Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler (Kompomerler)	16
4.3. Giomerler.....	18
4.4. Cam Karbomerler.....	21
4.5. Kompozit Rezinler.....	22
4.6. Fluorid.....	24
4.6.1. Fluoridin Çürük Oluşumunu Engellemedeki Etkisi.....	25
4.6.2. Fluorid Uygulamaları.....	27
4.6.2.1. Sistemik Fluorid Uygulamaları.....	27
4.6.2.2. Topikal Fluorid Uygulamaları.....	29
4.6.2.2.1. Fluorid Jelleri.....	30
4.6.2.2.2. Fluorid Vernikleri.....	31
4.6.3. Fluorid İçeren Dental Materyallerden Fluorid Salınım Özellikleri.....	33
4.6.4. Fluorid Salınımı Yapan Dental Materyallerin Yeniden Yüklenebilme Özellikleri.....	38
4.6.5. Fluorid Salınım ve Geri Alım Testleri.....	41
4.6.5.1. Fluorid İyonu Seçici Elektrot Yöntemi.....	41

4.6.6. Fluoridin Antimikrobiyal Etkileri.....	42
4.6.6.1. Fluorid İçeren Dental Materyallerin Antimikrobiyal Etkileri.....	43
4.7. Diş Çürüğünde Rol Oynayan Mikroorganizmalar	46
4.7.1. Oral Streptokoklar.....	48
4.7.1.1. Mutans Streptokoklar.....	49
4.7.1.1.1. <i>Streptococcus mutans</i>	49
4.7.2. Laktobasiller.....	50
4.7.2.1. <i>Lactobacillus acidophilus</i>	52
4.8. Maddelerin İnhibitör Özelliklerini Belirleyen Yöntemler.....	52
4.8.1. Agar Disk Difüzyon Testi.....	53
5. GEREÇ VE YÖNTEM.....	55
5.1. Test Materyalleri.....	57
5.2. Fluorid Salınım Deneyi İçin Örneklerin Hazırlanması.....	61
5.3. Fluorid Salınım Değerlerinin Ölçülmesi.....	63
5.3.1. Fluorid Salınım Deneyinin Yapılışı.....	66
5.4. Yeniden Yükleme Sonrası Fluorid Salınım Değerlerinin Ölçülmesi.....	67

5.5. Antimikrobiyal Etkinin Değerlendirilmesi.....	68
5.5.1. Antimikrobiyal Etkinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Mikroorganizmalar.....	68
5.5.2. Antimikrobiyal Etkinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Besiyerleri.....	69
5.5.2.1. Besiyerlerinin Hazırlanması.....	69
5.5.2.1.1. <i>Mitis Salivarius Agar (MSA)</i>	69
5.5.2.1.2. <i>Todd Hewitt Broth (THB)</i>	69
5.5.2.1.3. <i>Rogosa SL Agar (RSA)</i>	70
5.5.2.1.4. <i>Mueller-Hinton Broth (MHB)</i>	70
5.5.3. İnokulumun (bakteri süspansiyonu) Hazırlanması.....	71
5.5.4. Antinbakteriyal Etkinin Değerlendirilmesi İçin Örneklerin Hazırlanması	72
5.5.5. Antibakteriyal Aktivite Deneyi.....	72
5.6. İstatistiksel Değerlendirme.....	74
6. BULGULAR.....	75
6.1. Her Materyale Ait Distile Su ve Yapay Tükürük Ortamında Fluorid Salınımının Karşılaştırılması.....	75
6.1.1. Fuji IX Materyalinin Fluorid Salınımı.....	75

6.1.2. Fuji II LC Materyalinin Fluorid Salınımı.....	76
6.1.3. GCP Glass Fill Materyalinin Fluorid Salınımı.....	78
6.1.4. Dyract XP Materyalinin Fluorid Salınımı.....	79
6.1.5. Beautifil II Materyalinin Fluorid Salınımı.....	81
6.1.6. Filtek Z250 Materyalinin Fluorid Salınımı.....	83
6.2. Tüm Materyallerin Fluorid Salınımlarının Karşılaştırılması.....	84
6.2.1. Tüm Materyallerin Distile Su Ortamında Zamana Göre Fluorid Salınımlarının Karşılaştırılması.....	85
6.2.2. Tüm Materyallerin Yapay Tükürük Ortamında Zamana Göre Fluorid Salınımlarının Karşılaştırılması.....	86
6.3. Materyallerin Fluorid Ajanı İle Yükleme Sonrası Fluorid Salınım Değerleri İle İlgili Bulgular.....	86
6.3.1. Fuji IX Materyaline Ait Yükleme Sonrası Fluorid Salınımlarının Karşılaştırılması.....	85
6.3.2. Fuji II LC Materyaline Ait Yükleme Sonrası Fluorid Salınımlarının Karşılaştırılması.....	90
6.3.3. GCP Glass Fill Materyaline Ait Yükleme Sonrası Fluorid Salınımlarının Karşılaştırılması.....	94
6.3.4. Dyract XP Materyaline Ait Yükleme Sonrası Fluorid Salınımlarının Karşılaştırılması.....	98

6.3.5. Beautifil II Materyaline Ait Yükleme Sonrası Fluorid Salınımlarının Karşılaştırılması.....	103
6.3.6. Filtek Z250 Materyaline Ait Yükleme Sonrası Fluorid Salınımlarının Karşılaştırılması.....	109
6.4. Tüm Materyallerin Yükleme Sonrası Fluorid Salınımlarının Karşılaştırılması.....	111
6.4.1. Distile Su Ortamındaki Materyallerin Fluorid Salınımının Karşılaştırılması.....	111
6.4.1.1. Kontrol Grubundaki Materyallerin Fluorid Salınımının Karşılaştırılması.....	111
6.4.1.2. APF Jel Yükleme Sonrası Materyallerin Fluorid Salınımının Karşılaştırılması.....	112
6.4.1.3. Vernik Yükleme Sonrası Materyallerin Fluorid Salınımının Karşılaştırılması..	114
6.4.2. Yapay Tükürük Ortamındaki Materyallerin Fluorid Salınımının Karşılaştırılması.....	115
6.4.2.1. Kontrol Grubundaki Materyallerin Fluorid Salınımının Karşılaştırılması.....	115
6.4.2.2. APF Jel Yükleme Sonrası Materyallerin Fluorid Salınımının Karşılaştırılması.....	116
6.4.2.3. Vernik Yükleme Sonrası Materyallerin Fluorid Salınımının Karşılaştırılması.....	117

6.5. Materyallerin Yükleme Öncesi ve Sonrası Fluorid Salınım Değerlerinin Karşılaştırılması İle İlgili Bulgular.....	118
6.6. Materyallerin Antimikrobiyal Etkileri İle İlgili Bulgular.....	119
7. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	121
7.1. Gereç ve Yöntemin Tartışması.....	122
7.1.1. Örneklerin Hazırlanması.....	122
7.1.2. Fluorid Salınım Deneyinin Yapılması.....	123
7.1.3. Yeniden Yüleme Deneyinin Yapılması.....	126
7.1.4. Antimikrobiyal Etkinin Belirlenmesi.....	127
7.2. Bulguların Tartışması.....	130
7.2.1. Fluorid Salınım Deneyi Sonuçları.....	130
7.2.2. Yeniden Yükleme Sonrası Fluorid Salınımı Sonuçları.....	138
7.2.3. Antimikrobiyal Etki Deneyi Sonuçları.....	144
7.3. Sonuçlar.....	149
7.3.1. Fluorid Salınımı Sonuçları.....	149
7.3.2. Yeniden Yükleme Sonrası Fluorid Salınımı Sonuçları.....	149
7.3.3. Antimikrobiyal Etki Sonuçları.....	150

8. KAYNAKLAR.....	152
9. EKLER.....	184
Ek 1. Etik Kurul Onayı.....	184
Ek 2. Çalışma İzin Yazısı 1.....	185
Ek 3. Çalışma İzin Yazısı 2.....	186
10. ÖZGEÇMİŞ.....	187

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

AAPD	Amerikan Pediatrik Diş Hekimleri Birliği
ADA	Amerikan Diş Hekimleri Akademisi
ADT	Agar difüzyon testi
APF	Asidüle fosfat florid
ART	Atravmatik Restoratif Tedavi
BHI	Brain Heart Infusion Broth
Bis-EMA	Etoksilenmiş bisfenol-A glikol dimetakrilat
Bis-GMA	Bisfenol-A glisil dimetakrilat
Ca	Kalsiyum
CaCl ₂	Kalsiyum klorür
CHX	Klorheksidin (Chlorhexidin)
CİS	Cam İyonomer Siman
DKT	Direk kontak testi
DSÖ	Dünya Sağlık Örgütü (WHO)
EPA	Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı

F ⁻	Fluorür iyonu
F-PRG	Tamamı önceden reaksiyona girmiş cam (Fully Pre-Reacted Glass Ionomer)
FAP	Fluoroapatit
GCİS	Geleneksel Cam İyonomer Siman
g	Gram
H ₂ SO ₄	Sülfirik asit
HAP	Hidroksiapatit
HEMA	2-hidrosetil metakrilat
HHS	Amerika Birleşik Devletleri Sağlık ve İnsan Hizmetleri Departmanı (United States Department of Health and Human Services)
ISO	Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu (International Organization for Standardization)
ITR	Interim Terapötik Restorasyon
KCl	Potasyum klorür
kg	Kilogram
<i>L.casei</i>	<i>Lactobacillus casei</i>

<i>L.acidophilus</i>	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
LED	Light Emitting Diode (Işık Yayan Diyot)
mg	Miligram
MgCl ₂	Magnezyum klorür
MIK	Minimum İnhibitör Konsantrasyon
mL	Mililitre
mM	mili Molar
MSA	Mitis Salivarius Agar
Na ₃ PO ₄	Trisodyum fosfat
NaCl ₂	Sodyum klorür
NaF	Sodyum fluorür
NaHCO ₃	Sodyum bikarbonat
°C	Santigrat derece
pH	Power of hydrogen
PMKR	Poliasit Modifiye Kompozit Rezin
PO ₄ ³⁻	Fosfat iyonu

ppm	Milyonda bir birim (Parts per million)
PRG	Önceden reaksiyona girmiş cam (Pre-Reacted Glass Ionomer Fillers)
RSA	Rogosa SL Agar
S-PRG	Yüzeyde önceden reaksiyona girmiş cam (Surface Reacted Glass Ionomer)
<i>S.mutans</i>	<i>Streptococcus mutans</i>
SnF ₂	Kalay fluorür
TEGDMA	Trietilen glikol dimetakrilat
THB	Todd Hewitt Broth
TISAB	Total İyonik Kuvveti Ayarlayıcı Tampon (Total Ionic Strength Adjustment Buffer)
TMPTMA	Trimetilolpropan trimetakrilat
UDMA	Üretan dimetakrilat
yy	Yüzyıl

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Cam iyonomer simanın sertleşme reaksiyonu.....	9
Şekil 2. Fluorid salınım ve yeniden yükleme çalışma planı.....	56
Şekil 3. Fuji IX materyalinin fluorid salınım miktarlarının değerlendirilmesi.....	76
Şekil 4. Fuji II LC materyalinin fluorid salınım miktarlarının değerlendirilmesi.....	78
Şekil 5. GCP Glass Fill materyalinin fluorid salınım miktarlarının değerlendirilmesi.....	79
Şekil 6. Dyract XP materyalinin fluorid salınım miktarlarının değerlendirilmesi....	81
Şekil 7. Beautifil II materyalinin fluorid salınım miktarlarının değerlendirilmesi....	82
Şekil 8. Materyallerin distile su ortamındaki fluorid salınım miktarları.....	84
Şekil 9. Materyallerin yapay tükürük ortamındaki fluorid salınım miktarları.....	85
Şekil 10. Fuji IX materyalinin yükleme sonrası distile su ve yapay tükürük ortamındaki fluorid salınımları.....	86
Şekil 11. Fuji IX materyalinin yükleme sonrası distile su içerisindeki zamana göre fluorid salınımı.....	89
Şekil 12. Fuji IX materyalinin yükleme sonrası yapay tükürük içerisindeki zamana göre fluorid salınımı.....	90
Şekil 13. Fuji II LC materyalinin yükleme sonrası distile su ve yapay tükürük ortamındaki fluorid salınımları.....	90

Şekil 14. Fuji II LC materyalinin yükleme sonrası distile su içerisindeki zamana göre fluorid salınımı.....	93
Şekil 15. Fuji II LC materyalinin yükleme sonrası yapay tükürük içerisindeki zamana göre fluorid salınımı.....	94
Şekil 16. GCP Glass Fill materyalinin yükleme sonrası zamana göre fluorid salınımları.....	94
Şekil 17. GCP Glass Fill materyalinin yükleme sonrası distile su içerisindeki zamana göre fluorid salınımı.....	97
Şekil 18. GCP Glass Fill materyalinin yükleme sonrası yapay tükürük içerisindeki zamana göre fluorid salınımı.....	98
Şekil 19. Dyract XP materyalinin yükleme sonrası fluorid zamana göre salınımları.....	99
Şekil 20. Dyract XP materyalinin yükleme sonrası distile su içerisindeki zamana göre fluorid salınımı.....	102
Şekil 21. Dyract XP materyalinin yükleme sonrası yapay tükürük içerisindeki zamana göre fluorid salınımı.....	103
Şekil 22. Beautifil II materyalinin yükleme sonrası zamana göre fluorid salınımları.....	104
Şekil 23. Beautifil II materyalinin yükleme sonrası distile su içerisindeki zamana göre fluorid salınımı.....	108
Şekil 24. Beautifil II materyalinin yükleme sonrası yapay tükürük içerisindeki zamana göre fluorid salınımı.....	109

Şekil 25. Filtek Z250 materyalinin yükleme sonrası zamana göre florid salınımları.....	110
Şekil 26. Kontrol grubundaki materyallerin florid salınım miktarlarının karşılaştırılması.....	112
Şekil 27. Jel ile yüklenen materyallerin florid salınım miktarlarının karşılaştırılması.	113
Şekil 28. Vernik ile yüklenen materyallerin florid salınım miktarlarının karşılaştırılması.....	114
Şekil 29. Kontrol grubundaki materyallerin florid salınım miktarlarının karşılaştırılması.....	115
Şekil 30. Jel ile yüklenen materyallerin florid salınım miktarlarının karşılaştırılması.	116
Şekil 31. Vernik ile yüklenen materyallerin florid salınım miktarlarının karşılaştırılması.....	118

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Dental materyalleri florid salınım ve yeniden yüklenme özellikleri.....	34
Tablo 2. Çalışmada kullanılan materyaller ve içerikleri.....	60
Tablo 3. Fuji IX materyalinin florid salınım miktarları (ppm)	75
Tablo 4. Fuji II LC materyalinin florid salınım miktarları (ppm)	77
Tablo 5. GCP Glass Fill materyalinin florid salınım miktarları (ppm)	78
Tablo 6. Dyract XP materyalinin florid salınım miktarları (ppm).....	80
Tablo 7. Beautifill II materyalinin florid salınım miktarları (ppm).....	81
Tablo 8. Filtek Z250 materyalinin florid salınım miktarları (ppm).....	83
Tablo 9. Fuji IX Materyaline Ait Yükleme Sonrası Florid Salınım Değerleri ve Karşılaştırılması.....	87
Tablo 10. Fuji II LC Materyaline Ait Yükleme Sonrası Florid Salınım Değerleri ve Karşılaştırılması.....	91
Tablo 11. GCP Glass Fill Materyaline Ait Yükleme Sonrası Florid Salınım Değerleri ve Karşılaştırılması	95
Tablo 12. Dyract XP Materyaline Ait Yükleme Sonrası Florid Salınım Değerleri ve Karşılaştırılması	100
Tablo 13. Beautifil II Materyaline Ait Yükleme Sonrası Florid Salınım Değerleri ve Karşılaştırılması	105

Tablo 14. Filtek Z250 Materyaline Ait Yükleme Sonrası Fluorid Salınım Değerleri ve Karşılaştırılması	111
--	-----

RESİM LİSTESİ

Resim 1. Çalışmada kullanılan Fuji IX GP Capsule Materyali.....	57
Resim 2. Çalışmada kullanılan Fuji II LC Capsule Materyali.....	58
Resim 3. Çalışmada kullanılan GCP Glass Fill Materyali.....	58
Resim 4. Çalışmada kullanılan Dyract XP Materyali.....	59
Resim 5. Çalışmada kullanılan Beautifil II Materyali.....	59
Resim 6. Çalışmada kullanılan Filtek Z250 Materyali.....	59
Resim 7. Örneklerin hazırlanmasında kullanılan teflon kalıp.....	61
Resim 8. Materyallerin karıştırılmasında kullanılan mikser.....	61
Resim 9. Örneklerinin hazırlanması.....	62
Resim 10. Örneklerin polimerizasyonunda kullanılan ışık cihazları (Elipar S10 ve GCP CarboLED CL-01).....	63
Resim 11. Örneklerin 37 C ^o 'de saklanması için kullanılan etüv.....	63
Resim 12. Örneklerin konulduğu kodlanmış plastik tüpler.....	64
Resim 13. Çalışmada kullanılan iyonmetre ve ona bağlı bulunan iyon seçici elektrot.....	64
Resim 14. Standart florid çözeltileri ve iyonik kuvveti ayarlayıcı çözelti.....	66
Resim 15. Çalışmada kullanılan vorteks.....	67

Resim 16. Yeniden yükleme materyali olarak kullanılan APF jel ve florid verniği.....	68
Resim 17. Todd Hewitt Broth Besiyeri.....	70
Resim 18. Bakteri inokulumlarının konulduğu anaerob jar.....	71
Resim 19. Rogosa SL Agar ve Mitis Salivarius Agar.....	71
Resim 20. Ragosa ve MS Agara sertleştirilerek yerleştirilen örnekler.....	119
Resim 21. <i>S.mutans</i> üzerine oluşan inhibisyon zonu.....	120
Resim 22. <i>L.acidophilus</i> üzerine oluşan inhibisyon zonu.....	120

Çocuk Diş Hekimliğinde Kullanılan Güncel Restoratif Materyallerden Fluorid Salınımı, Yeniden Yüklenmesi ve Antimikrobiyal Etkilerinin *In Vitro* Olarak İncelenmesi

Öğrencinin Adı : Dt. Belen ŞİRİNOĞLU ÇAPAN

Danışmanı : Prof. Dr. Serap AKYÜZ

Anabilim Dalı : Pedodonti

1. ÖZET

Amaç: Çalışmamızın amacı çocuk diş hekimliğinde kullanılan güncel restoratif materyallerin distile su (DS) ve yapay tükürük içerisinde (YT) florid salınımını saptamak, yeniden yükleme sonrası salınımlarını değerlendirmek ve bu materyallerin antimikrobiyal etkinliğini araştırmaktır. **Gereç ve Yöntem:** Çalışmamızda yüksek viskoziteli cam iyonomer siman, rezin modifiye cam iyonomer siman, cam karbomer, kompomer, giomer ve rezin kompozit kullanıldı. Florid salınımı DS ve YT içerisinde 2.saat, 1., 2., 7.gün ve sonrasında haftada bir olmak üzere 7 hafta boyunca florid spesifik elektrod ile ölçüldü. 8.haftanın sonunda örnekler üç gruba ayrıldı. Birinci gruba hiç bir ajan uygulanmazken, ikinci gruba asidüle fosfat florid jel, üçüncü gruba ise florid verniği uygulandı ve yükleme sonrası salınımları incelendi. Antimikrobiyal etkinin değerlendirilmesinde agar difüzyon testi kullanıldı. İstatistiksel analizler SPSS-22 programı kullanılarak Mann Whitney U ve Friedman testleri ile yapıldı. **Bulgular:** Tüm materyallerden florid salınımının 1.günde en yüksek olduğu ve giderek azaldığı görüldü ($p<0,05$). Her iki ortamda da en yüksek florid salınımını yüksek viskoziteli cam iyonomer siman yaparken, bunu cam karbomer izledi. En düşük salınım giomerde saptandı. Florid yüklemesi sonrası tüm materyallerin salınımı artarken; vernik gruplarındaki artış, diğer gruplardan anlamlı düzeyde yüksek bulundu ($p<0,05$). Çalışma boyunca materyallerin DS gruplarındaki florid salınımı YT gruplarından anlamlı derecede yüksek bulundu ($p<0,05$). Materyallerin hiçbirisi antimikrobiyal etki oluşturmadi. **Sonuçlar:** Cam iyonomer esaslı materyallerden florid salınımının daha çok olduğu; yapay tükürük içerisinde materyallerin salınımının azaldığı ve cam karbomerin florid salınımı açısından cam iyonomer simanlara alternatif olarak kullanılabileceği görüldü.

Anahtar Sözcükler: Antimikrobiyal etki, cam karbomer, florid salınımı, giomer

***In vitro* Fluoride Release/Recharge Pattern and Antimicrobial Effects of Current Restorative Materials, Used in Pediatric Dentistry**

Student's Name: Dt. Belen ŞİRİNOĞLU ÇAPAN

Advisor : Prof. Dr. Serap AKYÜZ

Department : Pediatric Dentistry

2. SUMMARY

Objective: The aim of this study was to investigate *in vitro* fluoride release/recharge and antimicrobial effect of restorative materials, used in pediatric dentistry in distilled water (DW) and artificial saliva (AS). **Material and Method:** High viscosity and resin modified glass ionomer cement, glass carbomer, compomer, giomer and composite were tested. Fluoride release was measured after 2.hour, 1., 2., 7.day and then once in each week for 7 weeks by using a fluoride specific electrode. At the end of 8.week specimens divided in to three groups. No agent was applied to first group, while acidulated phosphate fluoride gel applied to second and fluoride varnish to third group. After recharge fluoride release was measured again. Agar diffusion test was used to assess antimicrobial effect. The statistical analysis was done by Mann Whitney U and Friedman tests using SPSS-22 software. **Results:** Fluoride release was at its highest at 1.day for all tested materials ($p<0,05$). High viscosity glass ionomer cement showed the highest fluoride release in both storage media followed by glass carbomer, while giomer demonstrated the lowest. After recharge the increase in varnish group were significantly higher than others ($p<0.05$). Fluoride release in the DW groups was significantly higher than in the AS groups for all materials during the test period ($p<0,05$). None of the materials showed antimicrobial effect. **Conclusion:** It was concluded that fluoride release from glass ionomer-based materials is higher than resin-based. Fluoride release from materials decreases in artificial saliva. Glass carbomer can be used as an alternative to glass ionomers.

Key Word: Antimicrobial effect, fluoride release, giomer, glass carbomer

3. GİRİŞ VE AMAÇ

Klinikte kullanılan restoratif bir materyal, iyi kenar uyumu ve adeziv özellik göstermeli, biyouyumlu olmalı, florid salınımı yapmalı, baskı direnci ve dayanıklılığı yüksek olmalıdır (Sidhu, 2011). Diş hekimliğinde florid içeren silikat simanların çürük oluşumunu önleyici etkisi gözlemlendiğinden beri florid salan restoratif materyallere olan ilgi artmıştır (Khoroushi ve Keshani, 2013). Günümüzde çocuk diş hekimliğinde geleneksel cam iyonomer siman, rezin modifiye cam iyonomer siman, kompomer, cam karbomer ve giomerler gibi florid salan restoratif materyaller kullanılmaktadır (Wiegand ve ark., 2007).

Cam iyonomer simanlar Wilson ve Kent tarafından 1972 yılında tanıtılmıştır (Theodore ve ark., 2002). Yapısında florid içeren silikat cam ve polialkenoik asit bulunur ve asit-baz reaksiyonu ile sertleşme gösterir. Sertleşme sırasında florid gibi bir çok iyonik içerik açığa çıkar. İlk 24 saatte florid salınımı oldukça yüksektir. Bunun nedeni polialkenoik asit ile reaksiyona giren cam partiküllerinin bir patlama etkisi yaratmasıdır (Wiegand ve ark., 2007). Bu ilk yüksek değerler 24-72 saat sonrasında hızlıca düşerek sabit bir değere yaklaşır (Williams ve ark., 2001; Dionysopoulos ve ark., 2003).

Rezin modifiye cam iyonomer simanlar ise, geleneksel cam iyonomer simanların nem hassasiyeti ve düşük mekanik kuvvet problemlerinin çözülmesi için üretilmiştir. Rezin modifiye cam iyonomer simanlarda poliakrilik asite metakrilat ilave edilmiştir. Böylece sertleşme sırasındaki temel asit-baz reaksiyonuna ikincil bir polimerizasyon reaksiyonu eklenmiştir. Ayrıca rezin modifiye cam iyonomer simanların diş dokusuna adezyon ve florid salınımlarının da geleneksel cam iyonomer simanlardan daha fazla olduğu bildirilmiştir (Wiegand ve ark., 2007; Khoroushi M, Keshani, 2013).

Rezin modifiye cam iyonomer simanlardan sonra özellikle Atravmatik Restoratif Tedaviler’de (ART) kullanılması amacıyla yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar üretilmiştir. Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar bir çeşit geleneksel

cam iyonomer siman olmakla birlikte, matriksteki cam partiküllerinin boyutları küçültülmüştür. Bu simanlar, geleneksel cam iyonomer simanlardan daha hızlı sertleşmeleri ve daha iyi fiziksel özelliklere sahip olmaları ile ayrılır (Nagaraja Upadhyaya ve Kishore, 2005; Sidhu, 2011).

Poliasit modifiye kompozit rezinler ise ilk olarak 1990'ların başlarında yeni bir dental materyal sınıfı olarak tanıtılmış ve kompomerler olarak adlandırılırlar. Kompomerler, kompozit rezinlerin estetik özellikleri ve cam iyonomer simanların florid salınım ve adezyon özelliklerinin kombinasyonu ile oluşturulmuştur. Kompomerler diş dokularına bağlanmak için kompozitler gibi bağlanma ajanlarına ihtiyaç duyarlar ve cam iyonomer simanlara benzer şekilde florid salınımı yaparlar; ancak kompomerlerin florid salınımı cam iyonomer simanlardan daha düşüktür. (Nicholson, 2007; Neelakantan ve ark., 2011).

Giomerler, “cam iyonomer” ve “kompozit” materyallerinin özelliklerinin birleşiminden meydana gelen, yeni geliştirilmiş hibrit restoratif materyallerdir. Resin matriks içerisine önceden reaksiyona girmiş cam doldurucular (Pre-Reacted Glass Ionomer Fillers –PRG) eklenmesi ile oluşturulmuştur. Giomerlerin kompomerlerden farkı, resin matriks içerisinde değişen miktarlarda dehidrate polialkenoik asit olması ve asidin su ile etkileşime geçmeden cam partikülleriyle reaksiyona girmemesidir. PRG doldurucular materyalin florid salmasını ve yeniden yüklenmesini sağlar. (Arora ve ark., 2002; Abdul Quader ve ark., 2012).

Son dönemde piyasaya çıkan cam karbomerler ise karbomize nano partiküller içeren cam iyonomer yapıda simanlardır. Ancak nano boyutlu toz partikülleri ve fluoroapatit içermesi ile cam iyonomerlerden ayrılır. Bu partiküller çözünürlüğü düşürürken, baskı direnci ve bükülme kuvvetini artırır. Ayrıca daha hızlı remineralizasyon etkisi göstermesine yardımcı olur (Koenraadsa ve ark., 2009; Zainuddin ve ark., 2012).

Cam iyonomer simanların florid salma yetenekleri en önemli özelliklerinden biridir. Uzun süreli florid salma özellikleri nedeniyle cam iyonomer simanların

çürük önleyici etkileri olduğu kabul edilmiştir. Simanların içeriğindeki florid birkaç ay içinde oldukça hızlı bir şekilde tüketilir. Ancak cam iyonomer simanlar, konsantrasyon gradiyenine bağlı olarak çevreden florid alabilme kapasitesine sahiptir. Bu nedenle florid deposu olarak kabul edilir (Sidhu, 2011).

Çocuk diş hekimliğinde kullanılan güncel restoratif materyallerin florid salınımına etki eden bazı faktörler vardır. Bunlar, sırasıyla materyalin çeşidi, saklama ortamı, saklama solüsyonunun değiştirilme sıklığı, yüzey kaplaması, materyalin yüzey alanı, karıştırma ve ışılama süresidir (Wiegand ve ark., 2007). Yapılan çalışmalarda en fazla florid salınımı cam iyonomerler simanlarda gözlenirken, en az florid salınımı ise kompomerlerde bulunmuştur (Khoroushi ve Keshani, 2013; Selimovic-Dragas ve ark., 2013). Saklama ortamları farklı olduğunda en fazla florid salınımının asidik ortamda, en az salınımın ise yapay tükürükte (pH=7,0) olduğu gözlenmiştir (Attin ve ark., 1999; Nicholson ve Czarnecka, 2004). Florid salınımının asidik ortamda yükselmesi, asidik ortamdaki düşük pH'ın materyalden iyon salınımını artırması ile açıklanmaktadır (Levallois ve ark., 1998; Williams ve ark., 2001).

Restoratif materyallerin florid deposu olarak davranabilmesi, materyalin tipine ve geçirgenliğine, topikal florid uygulanma sıklığına ve florid ajanının çeşidi ve konsantrasyonuna bağlıdır (Han ve ark., 2002; Dionysopoulos ve ark., 2013). Genel olarak bir materyalin başlangıç florid salınımı ne kadar yüksek ise yeniden yüklenme kapasitesi de o kadar yüksektir. Bu nedenle cam iyonomer simanlar, kompozit rezin bazlı materyallere göre daha iyi florid deposudur. (Xu ve Burgess, 2003; Rao ve ark., 2011). Materyallerin florid ile yeniden yüklenmesi için diş macunu, vernik, jel ve gargara gibi farklı topikal uygulama yöntemleri ve farklı florid konsantrasyonları kullanılmaktadır. Topikal olarak uygulanan florid konsantrasyonu ve uygulama sıklığı ne kadar fazla ise materyalin yeniden yüklenme seviyesi de o kadar artmaktadır (Mungara ve ark., 2013).

Floridin remineralizasyon etkisinin yanı sıra antikaryojenik özeliği de vardır. Florid bir glikolitik enzim olan enolaz'ı ve proton salınımı yapan ATPaz'ı inhibe

ederek bakteri metabolizmasına ve plak asiditesine etki eder. (Wiegand ve ark., 2007). Bu nedenle florid salan materyallerin oral bakterilere karşı çürük önleyici etkisi olduğu belirtilmiştir (Hotwani ve ark., 2013). Florid salan materyallerin antimikrobiyal etkisinde salınan florid miktarı ve süresi belirleyici bir rol oynamaktadır. Marczuk-Kolada ve ark. (2006) yüksek viskoziteli cam iyonomer siman ve kompomerin florid salınımı ve antimikrobiyal etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında, cam iyonomer simanın antimikrobiyal etki gösterdiğini, ancak kompomerde böyle bir etki görülmediğini bildirmişlerdir. Cam iyonomer simanların kullanıldığı çalışmalarda asit yapımını azaltıcı ve bakteri üremesini inhibe edici etkileri görülmüştür. Ancak cam iyonomer simanların florid salınımının 24-72 saat sonra hızla azalması sonucu antimikrobiyal etkileri azalmış ve topikal florid uygulaması sonrası yeniden kazanım ile tekrar antimikrobiyal etkileri artmıştır (Mayanagi ve ark., 2014).

Floridin demineralizasyonu azaltıcı ve remineralizasyonu artırıcı etkisinin yanı sıra antimikrobiyal özellikleri nedeniyle Çocuk Diş Hekimliği'nde florid salan restoratif materyallerin kullanımı tercih edilmektedir. Ancak restoratif materyallerin farklı içerikleri ve geçirgenlikleri nedeniyle florid salınım ve yeniden yüklenme miktarları da değişiklik göstermektedir. Klinikte uygulanmakta olan güncel restoratif materyallerin *in vitro* ortamda florid salınım ve yeniden yüklenmelerinin belirlenmesinin yanı sıra antimikrobiyal etkilerini de incelediğimiz çalışmamızın diş hekimlerinin materyal tercihlerinde yardımcı olacağını düşünmekteyiz.

Yukarıda bahsedilen etkileri test etmek amacıyla son dönemde yapılan çalışmalarda florid içeren restoratif materyaller değerlendirilmiştir. Çalışmamızda ise kliniklerimizde sık olarak kullandığımız cam iyonomer simanların yanı sıra, yeni geliştirilmiş materyaller olan cam karbomer ve giomerler de incelendi. Ayrıca yine son dönemdeki florid salınım ve yeniden kazanım çalışmalarından farklı olarak topikal florid vernikleri kullanıldı ve ortam pH'sının materyallerin florid salınımına etkisi karşılaştırıldı.

4.GENEL BİLGİLER

4.1. Cam İyonomer Simanlar

Cam İyonomer Simanlar (CİS) ilk kez 1972 yılında Wilson ve Kent tarafından Londra’da tanıtıldı (Wilson ve Kent, 1972). Silikat ve polikarboksilat simanın avantajlarını biraraya getiren ilk ticari preparatın ismi ASPA (Alüminosilikat poliakrilik asit)’dir. Bu simanlar, silikat simanların florid salınımı ve saydamlık özellikleri ile polikarboksilat simanların diş dokularına kimyasal adezyon ve biyolojik uyum özellikleri birleştirilerek elde edilir (Crall ve Nicholson, 2002; Kaya ve Tirali, 2013).

Cam iyonomer simanların yapısını fluoro-alüminosilikat cam ve polialkenoik asit oluşturur. Tozunda büyük miktarda kalsiyum ve florid, az miktarda sodyum ve fosfat bulunur. CİS’lerin özelliklerini geliştirmek amacıyla likitine tartarik asit lantanyum ve stronsiyum gibi elementler de ilave edilmiştir (Sidhu, 2011).

Cam iyonomer simanlar diş hekimliğinde yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Bu simanlar kullanım alanlarına göre üç gruba ayrılır:

Tip I: Yapıştırma simanı

Tip II: a) Restoratif materyal

b) Güçlendirilmiş restoratif materyal

Tip III: Kaide materyali olarak kullanılır.

Her tip CİS’in kimyasal reaksiyonu aynı olmakla beraber toz/likit oranları ve partikül boyutları değişiklik gösterir (Nagaraja Upadhy ve Kishore, 2005; Khoroushi ve Keshani, 2013).

Cam iyonomer simanlar, paslanmaz çelik kron, ortodontik bant ve braketlerin yapıştırılmasında, süt dişlerinin I,II,III,IV ve V. sınıf kavitelerinde, sürekli dişlerinin V. sınıf restorasyonlarında, kaide ve kor materyali, fissür örtücü ve geçici dolgu

materyali olarak kullanılır. Ayrıca restorasyon tamirinde, ART’de, Interim Terapötik Restorasyon (ITR) materyali olarak ve tünel kavite restorasyonlarında da kullanımı önerilir (Badry ve Kamel, 1994; AAPD, 2012; Marwah, 2009).

Cam iyonomer simanların zayıf özelliklerini geliştirmek amacıyla zaman içerisinde içeriklerinde değişiklikler yapılmıştır. 1994 yılında McLean ve ark. (1994) cam iyonomer simanları sertleşme reaksiyonlarına göre 3 sınıf altında topladılar:

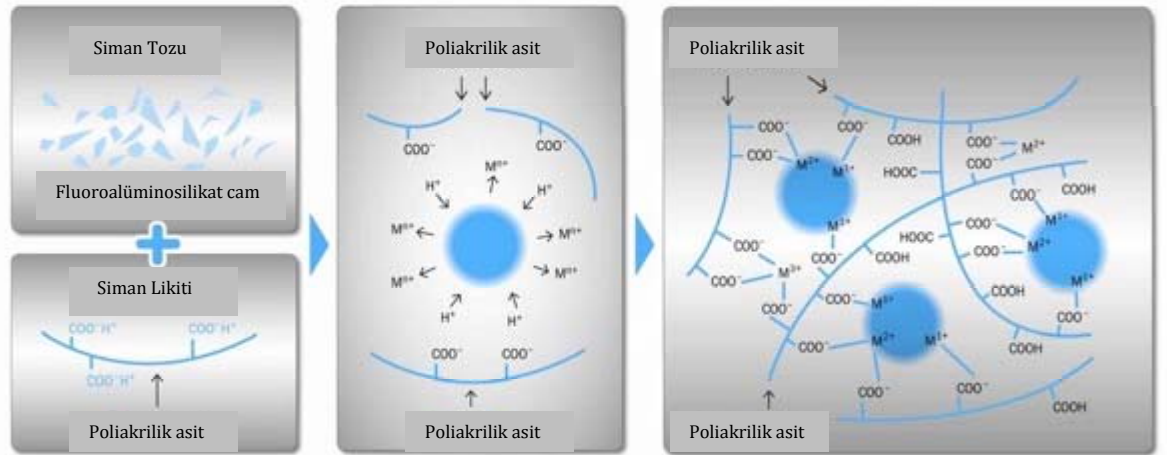
1. Geleneksel Cam İyonomer Simanlar (GCİS)
2. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar (hibrid iyonomer,RMCİS)
3. Poliasit Modifiye Kompozit Rezinler (kompomer)

4.1.1. Geleneksel Cam İyonomer Simanlar

Geleneksel cam iyonomer simanlar (GCİS), camla güçlendirilmiş doldurucu partiküllerin, iyonlar ile çapraz bağlanmış polimer matriksleri çevrelemesinden oluşurlar. Geleneksel cam iyonomer simanların (GCİS) tozunu fluoroalüminosilikat cam partikülleri oluşturur. Tozunda yüksek oranda kalsiyum, florid, alüminyum ve silika bulunurken, likidini poliakrilik asit, tartarik asit, itakonik asit polimer ve kopolimerleri oluşturur (Lohbauer, 2010).

Cam iyonomer simanların sertleşme mekanizması bir asit-baz reaksiyonudur. Toz ve likitin karıştırılması ile sertleşme reaksiyonu başlar ve dört aşamada gerçekleşir (Lohbauer, 2010; Khoroushi ve Keshani, 2013) (Şekil 1):

- 1- toz ve likitin teması
- 2- cam partiküllerin üzerine asit atağı (asit-baz reaksiyonu)
- 3- matriksin şelasyonu (silika hidrojel oluşumu)
- 4- matriksin sertleşmesi (matürasyon)



Şekil 1. Cam iyonomer simanın sertleşme reaksiyonu (Lohbauer, 2010)

Asidik likit solüsyon (pH=1) silikat cam partiküllerinin çevresindeki kısımları çözmekte ve bunun sonucunda kalsiyum, alüminyum, flor, silikon ve diğer iyonlar salınmaktadır. Çift değerli kalsiyum iyonları, iyonize karboksil yan gruplar tarafından hızlıca şelasyona uğrarlar. Böylece poliakrilik asit polimer zincirinde çapraz bağlar oluşur ve amorf polimer jel meydana gelir. Sonraki 24-72 saatte, kalsiyum iyonlarının yerini, daha yavaş reaksiyona giren alüminyum iyonları alarak daha fazla çapraz bağ içeren ancak mekanik olarak daha güçlü bir matriks oluşturur. Alüminyum iyonlarının çapraz bağlanmalarını içeren matürasyon sırasında, silikon iyonlarının ve bağlanmamış olan suyun inorganik komatriks oluşumuna katıldığı düşüncesiyle bu olaya hidrate silikat denilmektedir. Bu aşamada simanın su ile kontaminasyonu sonucu su emilimi, dehidrasyonu ile de su kaybı oluşur. Bu nedenle ilk 24 saatlik süre içerisinde restorasyonların su dengelerini korumaya yönelik önlemler alınmalıdır. Sertleşme sürecinin ileriki aşamalarında alüminyum iyonlarındaki çapraz bağlanmalar sonucunda daha sağlam bir matriks yapı gözlenir. Aynı karboksilik yan gruplar ayrıca cam partiküllerin yüzeyindeki iyonları ve diş dokusundaki kalsiyum iyonlarını şelasyona uğratırlar. Reaksiyon şartları doğru olduğunda, bu süreç tüm internal ve eksternal ara yüzeylerde gerçek kimyasal bağlantılar oluşturur (Lochbauer, 2010; Robertson ve ark., 2011; Khoroushi ve Keshani, 2013).

Sertleşme fazı ise iki aşamada gerçekleşir. İlk aşama CİS karıştırıldıktan sonraki ilk 10 dakikalık klinik sertleşme sürecinde oluşur. İkinci aşama ise ortamda su varlığında asidin hidrojen iyonlarının cam partiküllerine yapışması sonucu kalsiyum, stronsiyum ve alüminyum iyonlarının salınması ile başlar. Bu evre yavaş ilerler ve uzun süre devam eder. 24 saat sonra polimerizasyon tamamlanır. Simanın sertleşme reaksiyonu tamamlanmadan önce siman yüzeyi su ile temas ederse kalsiyum ve alüminyum iyonları yüzeyden uzaklaşır ve simanın matürasyonu engellenir. Bunun sonucunda siman translüsent özelliğini kaybeder ve yüzey zayıflayarak kolay aşınabilir hale gelir. CİS'lerin optimal fiziksel özelliklere ulaşması bir hafta sürer. Bu nedenle bitirme işlemleri en az bir hafta sonra tamamlanmalıdır (Klaverlaan ve ark, 2004; Mc Donald ve ark, 2004).

Diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin diş dokusuna adezyonu önem taşıdığından ideal bir restoratif materyal diş dokularının fiziksel özelliklerine benzer özellik taşımalı, bunun yanı sıra dentin ve mineye iyi bağlanmalı ve ağız ortamında yapısal değişikliğe uğramamalıdır (Erdem ve Gençay, 2013). CİS'ler, mine ve dentine kimyasal olarak bağlanma, florid salınımı yapma ve yeniden yüklenme, diş yapısına uyumlu ısısal genleşme ve biyouyumluluk gibi avantajları nedeniyle süt dişlerinde en sık kullanılan dental materyallerdir. Uzun dönem florid salınımı ve yeniden yüklenebilmeleri ile antikaryojenik etki gösterirler. Bu nedenle yüksek çürük riski olan hastalarda kök yüzeylerindeki çürüklerin restore edilmesinde ve estetiğin ikinci planda olduğu durumlarda tercih edilebilecek bir materyaldir. Diş dokularına kimyasal olarak bağlandıkları için yüksek retansiyon gösterir ve pulpayı irrite etmez (Croll ve Nicholson, 2002; Markovic ve ark. 2008).

Literatüre baktığımızda Can-Karabulut ve ark. (2007) ve Rao ve ark. (2015) GCİS, RMCİS, kompomer ve florid içeren kompozitin florid salınımını incelemişlerdir. Upadhyay ve ark. (2013) ise GCİS, RMCİS ve nano-iyonomer simanın florid salınımlarını karşılaştırdıkları bir çalışma yapmıştır.

Geleneksel cam iyonomer simanların erken dönemde neme, sertleşme sırasında ise dehidratasyona karşı hassasiyet göstermesi, kırılma dayanımı ve aşınma

direncinin düşük ve materyali işlemenin zor olması gibi dezavantajları da vardır. Ağız içerisinde ilk uygulandığı sırada nem ile temasının kesilmesi gerekir. Bu durum, CİS'lerin uygulanmasında teknik hassasiyet gerektirir. Çalışma süresi kısa, sertleşme süresi uzun ve rezin içerikli materyallere oranla estetik özellikleri daha zayıftır (Cho ve Cheng, 1999; Burke ve ark., 2006; Markovic ve ark., 2008; Bonifacio ve ark., 2009). Bu nedenlerle GCİS'lerin fazla stress alan ve estetik gerektiren bölgelerde kullanılmaması önerilir.

Günümüzde GCİS'ler tüm süt dişi, daimi dişlerin sınıf V, ve tünel restorasyonlarında, fissür örtücü ve kaide materyali olarak kullanılır (Bonifacio ve ark., 2009; Kaya ve Tirali, 2013).

4.1.2. Cam İyonomer Sermet Simanlar

Cam iyonomer simanların fiziksel özelliklerinin güçlendirilmesi için bu simanlara metal tozları (amalgam, gümüş, altın) eklenmiş ve sermet siman adı verilmiştir. Ketac-Silver (ESPE, Seefeld, Almanya), Hi-Dense (SHOFU, Ratingen, Almanya) ve Miracle Mix (GC, Corporation, Tokyo, Japonya) isimli ürünler bu özellikteki materyallerdir (Nagaraja Upadhyaya ve Kishore, 2005; Sidhu, 2011).

Geleneksel cam iyonomer simanlara gümüş eklenmesi, simanın aşınma direncini ve radyoopasitesini artırır. Sermet simanların biyoyumu, mine ve dentine adezyonu geleneksel cam iyonomerlere benzemekte, ancak GCİS'e göre daha az florid salmaktadır. Kırılma direnci, stres alan bölgelerde kullanılması için zayıf kalır. Ayrıca simana gümüş eklenmesi, renginin griye dönmesine neden olduğundan estetik özellikleri yetersizdir. Bu nedenlerle sermet simanlar sınıf II,III ve IV kavitelere oranla sınıf I kavitelere daha başarılı bulunmuştur. Kaide materyali, tünel kavite restorasyon materyali ve geçici posterior restorasyon materyali olarak tercih edilir (Croll ve Nicholson, 2002; Kaya ve Tirali, 2013).

Geleneksel cam iyonomer simanlara seramik ilave edilmesi materyalin mikrosertliğini ve radyoopasitesini artırır. Son dönemde GCİS'e seramik ilave

edilerek Amalgomer CR (Advanced Health, UK) isimli bir materyal tanıtılmıştır. Bu ürün biyouyumlu, florid salınımı yapan, diş dokusuna kimyasal olarak bağlanan ve estetik özellikleri geliştirilmiş bir materyaldir. ART restorasyonlarda kullanılması önerilir. Ancak Amalgomer ile ilgili halen sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Thanjal ve ark., 2010; Tamiselvam ve ark., 2013).

Ayad ve ark. (2008) ve Cugati ve ark. (2011) Amalgomer CR'nin fiziksel ve mekanik özelliklerini diğer restoratif materyaller ile karşılaştırmıştır. Bahadure ve ark. (2012) da Amalgomer CR, Fuji II, Fuji IX, Beautifil II ve Dyract extra materyallerinin florür salınımlarını farklı ortamlarda incelemişlerdir.

4.1.3. Yüksek Viskoziteli Cam İyonomer Simanlar

Geleneksel cam iyonomer simanların neme karşı duyarlılığını azaltmak ve aşınma direncini arttırmak amacıyla çeşitli modifikasyonlar yapılarak yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar piyasaya sürülmüştür. Bu simanlara “kondanse edilebilen cam iyonomer simanlar” adı da verilir. Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar, GCİS'lerin toz/likit oranının artırılması, tozuna poliakrilik asit eklenmesi ve partikül boyutunun değiştirilmesi ile elde edilmiştir. Bu simanlara piyasada bulunan Fuji IX (GC, Corporation, Tokyo, Japonya), Ketac Molar (ESPE, Seefeld, Almanya) ve Equia (GC, Corporation, Tokyo, Japonya) ürünleri örnek olarak verilebilir (Nagaraja Upadhyaya ve Kishore, 2005; Crowley ve ark., 2006).

Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar, posterior koruyucu restorasyonlarda amalgamlara alternatif olarak geliştirilmiştir. Özellikle ART tekniğinde kullanılması uygundur (Molina ve ark., 2009).

Sertleşme mekanizmaları GCİS'ler ile aynı olup rezin modifiye cam iyonomer simanlara benzer özelliklere sahiptirler. Sertleşmesi hızlı, nem hassasiyeti önemli ölçüde azaltılmış ve ağız sıvılarındaki çözünürlüğü oldukça düşüktür. Sertleşme reaksiyonları hızlı tamamlandığından, erken dönemde suya maruz kaldıklarında fiziksel özellikleri olumsuz yönde etkilenmez. Aşınma direnci ve basma dayanımı

GCİS'lere göre artmıştır. Fluorid salınımları ve biyouyumlulukları ise GCİS'e benzerlik gösterir (Nagaraja Upadhyaya ve Kishore, 2005). Yüksek viskoziteli CİS; RMCİS ile karşılaştırıldığında, bükülme kuvveti ve gerilme direnci RMCİS'lerden daha düşük bulunmuştur. Bu nedenle yüksek viskoziteli cam iyonomer simanların mekanik özellikleri GCİS'lerden daha iyi, ancak RMCİS'den daha düşüktür (Molina ve ark., 2009).

Shiozawa ve ark. (2014) beş farklı yüksek viskoziteli cam iyonomer simanın florid salınımlarını değerlendirmişlerdir. Arısu ve ark (2007) ve Dionysopoulos ve ark. (2013) da yüksek viskoziteli cam iyonomer simanın florid salınımını GCİS, RMCİS ve kompomerler ile karşılaştırmıştır.

Yakın zamanda anterior restorasyonlar için de bir CİS geliştirilmiştir. Fuji VIII olarak adlandırılan bu siman daha yüksek bükülme kuvvetine ve daha iyi saydamlığa sahiptir (Nagaraja Upadhyaya ve Kishore, 2005; Crowley ve ark., 2006).

4.1.4. Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar

Rezin modifiye cam iyonomer simanlar, geleneksel cam iyonomer simanların nem hassasiyeti ve düşük mekanik kuvvet problemlerinin çözülmesi için 1980'lerin sonlarında üretilmiştir (Sidhu, 2011). Geleneksel cam iyonomer simanların içeriğindeki poliakrilik asite rezin (hidrosietil metakrilat (HEMA) veya Bis-GMA) eklenerek rezin modifiye cam iyonomer simanlar elde edilmiştir. İçeriği esas olarak %80 cam iyonomer siman, %20 rezindir. İçeriğine rezin komponentin eklenmesi başlangıç sertleşme süresi ve materyali işleme zorluğunu azaltırken, materyalin aşınma direnci ve fiziksel kuvvetini arttırmıştır. Fuji II LC (GC, Corporation, Tokyo, Japonya), Ionolux (VOCO, Cuxhaven, Almanya) isimli ürünler rezin modifiye cam iyonomer simanlara verilebilecek örneklerdir (Croll ve Nicholson, 2002, Köroğlu ve ark., 2012).

Rezin modifiye cam iyonomer simanların likit yapısını HEMA (hidroksietil metakrilat), metakrilat grupları, tartarik asit, poliakrilik asit, fotoninitiatör ve %8 su

oluştururken, toz yapısı fluoroalüminasilikat ve cam tozlarından oluşur (Caughman ve ark., 1990; Marwah, 2009). İçeriğe rezin komponentin eklenmesi ile sertleşme sırasındaki temel asit-baz reaksiyonuna ikincil bir polimerizasyon reaksiyonu eklenmiştir. Bu ikincil polimerizasyon ışık ile aktive edilir. Işıkla polimerizasyon sonucunda matriks oluşur ve bu matrikste asit-baz reaksiyonu devam ederek, materyalin daha iyi sertleşmesini ve direncinin daha yüksek olmasını sağlar. Işıkla sertleşme sonrasında asit-baz reaksiyonu devam ettiği için restorasyon nemden korunmalıdır. Resin modifiye cam iyonomer simanlar ışık ile aktivasyon olmadan da sertleşebilir. Ancak bu şekilde sertleşme çok yavaş olmaktadır. (Croll ve Nicholson, 2002, Köroğlu ve ark., 2012; Nagaraja Upadhyaya ve Kishore, 2005). RMCİS'in ilk sertleşme reaksiyonundan sonra 24 saat süren sertleşme sonrası periyodu olduğu öne sürülse de literatürde net bir fikir birliği bulunmamaktadır (Vaikuntam, 1997).

Resin modifiye cam iyonomer simanların kırılma tokluğu, kırılma direnci ve aşınma direnci gibi özellikleri GCİS'lere göre daha yüksektir. RMCİS'ler, GCİS'lere göre daha iyi adaptasyon, adezyon ve estetiğe sahiptir. Buna ek olarak RMCİS'ler cam iyonomerin asıl avantajlarını da kaybetmemiştir. Bunlar; florid salınımı ve yeniden yüklenme, biyouyumluluk, dişe uyumlu termal genleşme ve diş dokusuna fizikokimyasal bağlanma özellikleridir (Nagaraja Upadhyaya ve Kishore, 2005; Khoroushi ve Keshani, 2013). Yapılan çalışmalarda resin modifiye cam iyonomer simanların diş dokusuna adezyon ve florid salınımlarının, GCİS'e benzer veya fazla olduğu belirtilmiştir (Wiegand ve ark., 2007; Sidhu, 2011). RMCİS'ler ışık ile polimerize olduğu için manipulasyonu GCİS'lerden kolay ve çalışma süresi uzundur. Ağız ortamında çözünürlüğü GCİS'lere oranla daha azdır (Köroğlu ve ark., 2012).

Tüm bu avantajlarının yanında bazı dezavantajları da bulunur. Polimerizasyon büzülmesi sonucu mikrosızıntı ve postoperatif hassasiyet oluşabilir ve marjinal renklenme görülebilir. Ayrıca ışığın ulaşmadığı bölgelerde polimerizasyon eksikliği de bildirilmiştir (Jackson ve Morgan, 2000; Markezan ve ark., 2009).

Listerature baktığımızda Selimovic-Dragas ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada GCİS, yüksek viskoziteli CİS ve RMCİS'in florid salınımlarını incelemişlerdir.

Basso ve ark. (2011), GCİS ve 2 RMCİS'in; Williams ve ark. (2001) ise sermet siman, RMCİS ve kompomerin florid salınımlarını değerlendirmişlerdir.

Hibrit iyonmer simanlar olarak da adlandırılan rezin modifiye cam iyonmer simanlar, Çocuk Diş Hekimliği'nde GCİS'lerden üstün mekanik özelliklere sahip olduğu ve manipulasyon kolaylığı sağladığı için tercih edilmektedir. Günümüz pratiğinde RMCİS'ler süt dişi restorasyonlarında, kavitelerde kaide materyali olarak, kor yapımında ve yapıştırma simanı olarak kullanılmaktadır (O'Brien, 2002). 1993'ten bu yana yapılan klinik çalışmalarda rezin modifiye cam iyonmer simanlar büyük oranda başarılı bulunmuştur (Croll ve Nicholson, 2002).

4.1.5. Nano Özellikli Resin Modifiye Cam İyonmer Simanlar (Nano-iyonmer)

Dental materyaller alanındaki en önemli gelişmelerden birisi nanoteknolojinin restoratif materyallere uygulanmasıdır. Nano özellikli materyaller, düşük büzülme gösteren ve iyi adaptasyonları ile karakterize materyallerdir. Buna bağlı olarak, bu materyallerin uzun dönem klinik performanslarının da daha iyi olduğu bildirilmektedir (Chen, 2010; Uysal ve ark., 2010).

Günümüzde yeni bir RMCİS olarak Ketac N100 (3M-ESPE, Seefeld, Almanya) kullanıma sunulmuştur. Bu materyal ışıkla sertleşen bir nano-iyonmerdir. Üretici firma Ketac N100 materyalinin iyi florid salınımı yaptığını ve florid ile yeniden yüklenebildiğini bildirmektedir (Cautinho ve ark., 2009; Uysal ve ark., 2010). Özellikle süt dişi restorasyonlarında ve sürekli dişlerde küçük kavitelerin restorasyonlarında kullanımı önerilir. Piyasada bulunan bir başka ise Vitremer (3M-ESPE, Seefeld, Almanya) materyalidir (El-Askary ve Nassif, 2011).

Neelekantan ve ark. (2011) GCİS, RMCİS, nano-iyonmer simanın, kompomer ve florid salan kompozitin florid salınımlarını 28 gün boyunca değerlendirmişlerdir. Benzer şekilde Jingawar ve ark. (2014) GCİS, nano-iyonmer ve giomerin, Mungara ve ark. (2013) ise giomer ve nano-iyonmerin yeniden yükleme öncesi ve sonrası florid salınımlarını karşılaştırmışlardır.

4.2. Poliasit Modifiye Kompozit Reziner (Kompomerler)

Poliasit modifiye kompozit reziner (PMKR), ilk olarak 1990'ların başlarında cam iyonomer simanların florid salma özelliği ile geleneksel kompozit rezinlerin estetiğini birleştiren yeni bir grup dental materyal olarak tanıtılmıştır. Poliasit modifiye kompozit reziner, kompomerler olarak da adlandırılır. Yapısını %30 CİS, %70 kompozit rezin oluşturur (Megit ve Salama, 1997; Jackson ve ark., 2000; Kramer ve Frankberger, 2007; Nicholson, 2007). Piyasada bulunan Dyract (DENTSPLY, York, ABD), Compoglass (Ivoclar Vivadent, Zürih, İsviçre), Hytac (ESPE, Seefeld, Almanya), Geristore (Den-Mat Corp., Santa Maria, ABD) ve F2000 (3M, Ontario, Kanada) isimli ürünler kompomerlere örnek olarak verilebilir.

Poliasit-modifiye kompozit reziner; esasen rezin (üretan dimetakrilat, HEMA ve bütan tetra karboksilik asit) ve asit monomerden oluşur. Bunlara ek olarak yapılarında, florosilikat cam, reaksiyon başlatıcılar (initiatörler), stabilizörler ve pigmentler bulunur. Resin matriksi genelde, bütan tetra karboksilik asit ve hidroksi metil metakrilatın reaksiyon ürünü olan TCB (butan 1,2,3,4- tetrakarboksilik asit di 2-hidroksietilmetakrilat esteri)'dir. Doldurucu ise, florid içeren reaktif silikat camdır (Bala, 1998).

Kompomerlerin sertleşme reaksiyonu geleneksel kompozitlere benzer şekilde bir ilave polimerizasyon reaksiyonudur. Işık ile polimerizasyonu takiben, monomerler arasında kompozit rezinde olduğu gibi çapraz bağlantılar meydana gelir ve materyalin ilk sertleşme reaksiyonu gerçekleşir. Sertleşen materyalin ağız ortamı (nem) ile temas etmesi sonucu, materyal içine su emilimi başlar. Bu reaktif cam doldurucular ile fonksiyonel monomerin asit grupları arasında bir asit-baz reaksiyonu oluşmasını tetikler ve cam doldurucudan matrikse florid salınımı gerçekleşir (Bala, 1998; Jackson ve Morgan, 2000; Nicholson, 2007). Bu özelliğinden dolayı başlarda RMCİS ile karıştırılırlar da 1994'de Mclean ve arkadaşları bu materyallere poliasit modifiye kompozit resin ismini vererek RMCİS lerden farklı materyaller olduğunu göstermişlerdir (MacLean ve ark., 1994; Neelakantan ve ark., 2011).

Kompomerlerde florid, matriksten kolayca ağız içine salınarak antikaryojenik bir ajan gibi davranır. Ancak florid salınımı cam iyonomer simanlara oranla anlamlı derecede düşüktür. Kompomerlerde tuz matiks, hidrojel oluşmadığı için florid iyonu salınımları sınırlıdır (Nicholson, 2007; Neelakantan ve ark, 2011).

Literatüre baktığımızda Asmussen ve Peutzfeld (2002) GCİS, kompomer ve rezin kompozitlerin, Yusoff ve ark. (2013) da GCİS, RMCİS, kompomer ve kompozitin florid salınımlarını inceleyen çalışmalar yapmışlardır. Maczuk-Kolada ve ark. 2006 yılında yaptıkları çalışmalarında yüksek viskoziteli CİS ve kompomer materyallerinin florid salınımını karşılaştırmışlardır.

Kompomerlerin avantajları arasında kıvamının koyu ve kullanımının kolay olması, iyi bir estetiğe sahip olması, florid salınım yapması, biyouyumluluğu, bitirme işlemlerinin kolaylığı, radyopak olması ve cam iyonomer simanlara oranla daha yüksek mekanik ve fiziksel özellikler göstermesi sayılabilir (Bala, 1998).

Kompomerler kompozitlerden farklı olarak asidik fonksiyonel gruplar içeren ilave monomerler içermelerine rağmen, kompozit rezinler gibi hidrofobik özellik gösterir. Diş dokularına bağlanmaları zayıf olduğundan kompozit rezinlere benzer şekilde bağlanma ajanları kullanmak gereklidir (Nicholson, 2007; Wiegand ve ark., 2007). Bunun dışında ışığın ulaşamadığı alanlarda yetersiz polimerizasyon ve artık monomer kalması, florid salınımının GCİS ve RMCİS'lere oranla daha düşük olması ve polimerizasyon büzülmesi gözlenmesi dezavantajları arasındadır (Jackson ve Morgan, 2000).

Yapılan bir çok çalışma kompomerlerin nem almasının bu materyalin kuvvetini %40'a kadar düşürdüğünü göstermiştir. Ancak uzun dönem klinik sonuçlarının başarılı olması bu durumun klinik olarak çok önemli olmadığını göstermiştir (Nicholson, 2007).

Kompomerler klinik kullanımda tercih edilen, iyi klinik performans gösteren estetik restoratif materyallerdir. Çocuk Diş Hekimliği'nde abrazyon ve baskı direnci

cam iyonomer simanlara göre daha yüksek olduğu için tercih edilir. Tüm süt dişi restorasyonlarında ve daimi dişlerin sınıf V restorasyonlarında, kök çürüğü lezyonlarında, kırılmış dişlerin geçici tamirinde ve ortodontik bantların yapıştırılmasında kullanılır (Kramer ve Frankberger, 2007; Wiegand ve ark., 2007).

4.3. Giomer

Giomerler yeni geliştirilmiş hibrit restoratif materyallerdir. “Cam iyonomer” ve “kompozit” materyallerinin özelliklerinin birleşiminden meydana gelir. Hem cam iyonomer simanın florid salınım ve yeniden yüklenme özelliklerine, hem de rezin kompozitin estetik, biyouyumluluk ve cilalanabilme özelliklerine sahiptir. Resin matriks içerisine önceden reaksiyona girmiş cam doldurucular (Pre-Reacted Glass Ionomer Fillers –PRG) eklenmesi ile oluşturulur. Piyasada Reactmer (SHOFU, Ratingen, Almanya) ve Beautifil II (SHOFU, Ratingen, Almanya) isimli ürünler bulunmaktadır (Arora ve Bogra, 2002; Gordan ve ark. 2007; Abdul-Quader ve ark., 2012).

Kompomerlerin kısıtlı kullanımı ve kompozit restorasyonlarda görülen sekonder çürüklerden yola çıkarak önceden reaksiyona girmiş cam doldurucular geliştirilmiştir. PRG doldurucular su varlığında florid içeren cam ile poliakrilik asit arasında gerçekleşen asit-baz reaksiyonunun oluşturduğu ıslak silikalı bir hidrojel ile elde edilir. PRG doldurucuların iki tipi vardır (Tay ve ark, 2001; Sunico ve ark., 2005; Okuyama ve ark., 2006; Gordan ve ark., 2007):

- 1- F-PRG Doldurucular: Tam reaksiyona girmiş cam iyonomer (Fully Reacted Glass Ionomer). Reactmer olarak bilinmektedir
- 2- S-PRG Doldurucular: Yüzey reaksiyonuna girmiş cam iyonomer (Surface Reacted Glass Ionomer). Beautifil II olarak bilinmektedir.

PRG doldurucuların resin matriks ile birleştirilmesi sonucu giomerler elde edilmiştir. Giomer içerisinde Bis-GMA, TEDGMA, inorganik cam doldurucu,

alüminyum oksit, silika, PRG doldurucu ve DL-kamforokinon bulunmaktadır (Ikemura ve ark., 2008; Manuja ve ark., 2011).

Giomerler, kompomere benzer şekilde ışıkla polimerize olur ve diş yüzeyine bağlanmaları için bağlayıcı sistemler kullanılır. Giomerlerde fluoroalümina silikat cam, cam iyonomer matriks yapısını oluşturabilmek için poliasit ile önceden reaksiyona girer ve sonra rezin ile karışır. Asit-baz reaksiyonu bu materyalde rezin ile birleşme öncesinde gerçekleşir. PRG doldurucuların kullanımı, önceden reaksiyona girmiş hidrojel içerisinde iyon değişimi ile hızlı florid salınımının gerçekleşmesini sağlar. Bu durum giomeri florid salınımı yapan rezin esaslı restoratif materyallerden farklı kılar (Yap ve Mok, 2002; Ikemura ve ark., 2008).

Florid salınımı, suyun emilim oranı ve polimer zincirlerinin polimerize rezin matriksteki rezin fazı içerisinde oluşturduğu hareketliliğe bağlıdır. Diğer rezin içerikli restoratif materyallere benzer şekilde, PRG doldurucularına floridin yeniden yüklenmesi, dışarıdan devamlı bir florid kaynağına maruz kalmadıkça geçici olacaktır. Ortamda florid salınımı devam ettiği sürece PRG doldurucuların floridi geri alım özelliklerinin bulunduğu belirtilmektedir (Itota ve ark., 2004; Okuyama ve ark., 2006; Dhull ve Nandlal, 2011).

Giomerlerin kompomerlerden farkı, rezin matriks içerisinde değişen miktarlarda dehidrate polialkenoik asit olması ve asidin su ile etkileşime geçmeden cam partikülleriyle reaksiyona girmemesidir. Burada polialkenoik asit rezin matriksin bir parçasıdır, cam ve asit arasındaki reaksiyon materyal su alana kadar gerçekleşmez (Arora ve Bogra, 2002).

Giomerler, PRG kompozitler olarak da bilinir. Florid salınımı ve yeniden yüklenmesi, biyouyumluluk, yüksek klinik stabilite ve dayanıklılık, düşük mikrosızıntı, iyi estetik ve düzgün bitirme yüzeyi özellikleri giomerlerin avantajlarıdır (Arora ve Bogra, 2002; Dhull ve Nandlal, 2011; Abdul-Quader ve ark., 2012).

Mungara ve ark. 2013 yılında giomer ve nano-iyonomer simanın florid salınımı ve yeniden yüklenmelerini incelemişlerdir. Itota ve ark. (2004) giomer, kompomer ve florid içeren kompozit rezinin, Abdul-Quader ve ark. (2012) ise çalışmalarında yüksek viskoziteli CİS, kompomer ve giomerin florid salınımı ve yeniden yüklenme özelliklerini karşılaştırmışlardır.

Uzun dönem florid salınımları tartışmalı olmakla beraber çalışmalar cam iyonomere benzer şekilde olduğunu göstermektedir. Ayrıca giomerlerin diğer rezin materyallere göre iyi bir renk uyumuna sahip ve mikrosızıntıda da azalmaya neden olduğu savunulmaktadır (Matis ve ark., 2004).

Marjinal renkleşme, zayıf marjinal adaptasyon ve retansiyon kaybı gözlenmesi ise giomerlerin bilinen dezavantajlarıdır (Sunico ve ark., 2005).

Diş hekimliği pratiğinde giomerler, kök çürüğü restorasyonlarında, servikal lezyonlarda, sınıf I,II,III,IV ve V kavitelerde ve süt dişi restorasyonlarında kullanılmaktadır (Gonzales ve ark., 2004; Matis ve ark., 2004; Dhull ve Nandlal, 2011).

Çalışmamızda kullanılan Beautifil II, 2. jenerasyon S-PRG içeren bir giomerdir. S-PRG teknolojisinin özellikleri arasında, çok fonksiyonlu cam özelliklerini taşıması, yüksek radyoopasite, florid salınımı ve yeniden yüklenme kapasitesi, biyouyumluluk, antiplak etkisi ve yüksek aşınma direnci bulunur (Gordan ve ark., 2007; Abdul-Quader ve ark., 2012). S-PRG doldurucular alüminyum, bor, flor, sodyum, silisyum ve stronsiyum iyonlarının salınımını gerçekleştirir. Flor, hidroksiapatiti, floroapatite dönüştürerek dişin aside karşı dirençli olmasını sağlar. Beautifil II ağırlık olarak %83 S-PRG doldurucu içerir (Manuja ve ark., 2011; Wang ve ark., 2011).

4.4. Cam Karbomerler

Son dönemde piyasaya çıkan cam karbomerler karbomize nano partiküller içeren cam iyonomer yapıda simanlardır. Ancak nano boyutlu toz partikülleri ve fluoroapatit içermesi ile cam iyonomer simanlardan ayrılır. Nanopartikül teknolojisi ile mine benzeri yapı oluşturulmak istenmiştir. Bu partiküller çözünürlüğü düşürürken, baskı direncini ve bükülme kuvvetini artırır (Zainuddin ve ark., 2012).

Cam karbomerin reaktif tozu dialkil siloksanlar ile modifiye edilmiş ve likidi sulu poliakrilik asittir. Nano cam partikülleri, nano hidroksiapatit/fluoroapatit partikülleri, poliakrilik asit ve likit silica içerir. Sertleşme reaksiyonu kimyasaldır ve ısı veren ışık ile optimize edilir. Cam karbomerin sertleşme reaksiyonu cam iyonomer simanın sertleşme reaksiyonuna benzer. Kalsiyum fluoroapatit nano-kristalleri remineralizasyon sürecinin merkezi olarak davranır ve fluoroapatit oluşumunu başlatır. Cam karbomerdeki cam partikülleri cam iyonomer simanlara oranla oldukça ince partikül boyutuna sahiptir. Nano boyutlu partiküller temas yüzeyinin artmasını sağlayarak, cam karbomerin likiti (poliakrilik asit) ile temasa geçtiklerinde materyalin daha kolay sertleşmesine ve daha hızlı remineralizasyon etkisi göstermesine yardımcı olur. Bu partikül boyutunun çözünmede ve fluoroapatite dönüşümde etkili olduğu düşünülmektedir (Nagaraja Upadhy ve Kishore, 2005; Koenraadsa ve ark., 2009). Bununla birlikte Zainuddin ve arkadaşları (2012) yaptıkları çalışmada materyalin sertleşme sürecinde HAP'ın tüketildiğini ve bu nedenle biyomineralizasyonun azalabileceğini öne sürmüştür.

Üretici firma cam karbomer üzerine kaplayıcısının sürülmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Üzerine sürülen kaplayıcı (gloss), silikon bazlı bir kaplamadır ve yüzeyi ilk sertleme reaksiyonu tamamlanana kadar nemden ve tükürükten korur. İkinci aşamada ise dehidrasyonu önler (Menne-Happ ve Ilie, 2013). Materyalin yüksek ısı veren LED (Light Emitting Diode) cihaz ile sertleştirilmesi gerektiği bildirilmektedir. Isı uygulaması sertleşme sürecini kısaltmakta, diş dokusuna adezyonu ve materyalin mekanik özelliklerini arttırmaktadır (Zainuddin ve ark., 2012; Nicholson, 2014).

Nanopartiküllerin eklenmesi materyalin mekanik özelliklerini geliştirir. CİS ve RMCİS ile karşılaştırıldığında daha uzun çalışma zamanına sahiptir, daha hızlı sertleşir, estetik başarısı ve translusentliği daha iyidir, aşınma direnci ve kırılma kuvveti daha fazladır. Cam karbomer; rezin, monomer, metal ve Bisfenol-A içermez (Menne-Happ ve Ilie, 2013).

Klinik endikasyonları cam iyonomer simanlara benzer olup; daimi ve süt dişlerdeki sınıf I ve sınıf II kavitelerde restorasyon materyali olarak, fissür örtücü, kron ve köprü restorasyonlarının tamirinde, servikal dolgularda, sınıf V kavitelerde ve kron/köprü yapıştırma simanı olarak kullanılmaktadır (Nicholson, 2014).

Chen ve ark. (2012) cam karbomer bazlı, cam iyonomer bazlı ve rezin bazlı fissür örtücünün çürük önleyici etkilerini *in vivo* olarak 6 ay, 1 yıl ve 2 yıllık sürelerde incelemişlerdir. İki yılın sonunda cam karbomer bazlı fissür örtücü en düşük retansiyonu göstermiştir. Buna karşılık Gorseta ve ark. (2014) Helioseal F ve cam karbomer fissür örtücülerin retansiyonlarını bir yıllık takip sonrası değerlendirdiklerin çalışmalarında, iki materyal arasında anlamlı bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir. Ancak literatürde cam karbomer simanın florür salınımı ve yeniden yüklenmesinin diğer materyaller ile karşılaştırıldığı çalışma bulunmamaktadır.

4.5. Kompozit Rezinler

Diş hekimliğinde estetik giderek önemi artan bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Çiğneme fonksiyonu ve tutuculuğun yanı sıra, hastaların artan estetik eğilimleri karşılamak amacıyla ilk olarak 1962’de Rafeel Bowen tarafından kompozit rezinler geliştirildi (Jackson ve Morgan, 2000). Günümüzde yapılan restorasyonlarda; diş yapısından minimum doku uzaklaştırarak, maksimum fonksiyon, tutuculuk, dayanıklılık ve estetik sağlanmaya çalışılmaktadır. Bu nedenle kompozit rezinlerin gelişimi devam etmektedir (Altun, 2005).

Kompozit rezinler organik polimer faz (matriks), inorganik faz (doldurucu partikül içeren dağılan faz) ve iki fazı birbirine bağlayan ara faz (bağlayıcı ajan) olmak üzere üç ayrı fazdan oluşur (Diaz-Arnold ve ark., 1999; Kramer ve ark., 2000). Bisfenol glisil metakrilat (Bis-GMA), üretan di-metakrilat gibi büyük organik monomerler ve tri-etilen glikol di-metakrilat (TEGDMA) gibi düşük viskoziteli monomerler içerir. İçeriklerinde farklı partikül boyutlarındaki inert doldurucular bulunur. Bunlar organik matrikse bağlanır (Nicholson, 2014).

Günümüzde çoğu kompozit rezin materyali, modifiye silika camı kullanılarak üretilir. Matriks monomerin ve doldurucu karışımının akıcılığı, monomerin akışkanlığı ve katılan doldurucu miktarına bağlıdır. Doldurucu partiküllerin yüzeylerinin ve monomerin sürtünmesi akışkanlığı kontrol eden temel faktördür. Doldurucu yüzey alanı genişledikçe akışkanlık azalır. Doldurucu partikül boyutları, pürüzlülüğü ve restorasyonun cilalanabilirliğini de etkiler. Doldurucu partiküllerin küçük ve çok sayıda olması düzgün bir yüzey elde edilmesini sağlar (Dayangaç, 2011).

Doldurucu partikül boyutu, dağılımı, morfolojisi ve monomer teknolojisindeki ilerlemeler ile özel manipulasyon şekillerine sahip kompozit rezinler geliştirilmiştir. Uygulama kolaylığı, dayanıklılığı ve aşınma direnci yüksek olması amaçlanarak geliştirilen kompozit rezinler viskozitelerine göre üçe ayrılmaktadır (Altun, 2005; Flury ve ark., 2012):

- a) Kondanse Edilebilen Kompozit Resinler
- b) Akışkan Kompozit Resinler
- c) Bulk Fill Kompozit Resinler

Kompozit rezinler ışık ile polimerize olurlar. Estetik özellikleri, aşınma direnci ve baskı dayanımları yüksek olup diş dokularına kimyasal olarak bağlanmaz. Bu nedenle bağlayıcı ajanlar kullanmak gerekir. Kompozit rezinler florid salmazlar. Ancak son zamanlarda florid bileşikler eklenmiş kompozitler üretilmektedir (Nicholson, 2014). Resin kompozitler florürü inorganik tuzlar, salınabilen camlar

halinde veya organik florür olarak içerebilir. Doldurucu yapısına kalsiyum fuorid eklenen kompozitlerin yüksek oranda fluor salınımı gerçekleştirdiği ve mekanik özelliklerinin yeterli olduğu gösterilmiştir. (Wiegand ve ark., 2007; Xu ve ark. 2010). Uzun dönem çalışmalarda, kompozitlerin, GCİS'den, RMCİS'den ve PMKR'den daha düşük florür salınımı yaptıkları saptanmıştır (Wiegand ve ark., 2007; Asmussen ve Peutzfeldt, 2002;).

Bu estetik materyaller ilk olarak ön diş restorasyonlarında kullanılmak amacı ile tasarlanmıştır. Ancak gün geçtikçe popülariteleri artmış ve kullanım alanları da genişlemiştir. Amalgam ve altın alaşımlarına alternatif olarak, diş rengine uygun bu estetik dolgu materyallerini posterior dişlerde uygulama girişimleri, 1980'li yıllarda posterior kompozitlerin geliştirilmesine yol açmıştır. Kompozit rezinlerde aşınma direnci giderek arttırılmıştır (Kramer ve ark., 2000; ADA, 2003).

Rezin esaslı kompozitler, ön/arka bölgedeki süt ve daimi dişlerin restorasyonunda, koruyucu rezin restorasyonların uygun olduğu pit ve fissür çürüklerinin restorasyonunda kullanılır. Ancak tükürük izolasyonunun sağlanamadığı bölgelerde, geniş restorasyon ihtiyacı olan azı dişlerinde kullanımları uygun değildir (Powers, 2002).

4.6. Fluorid

Fluorid iyonu, fluorin elementinden kaynaklanmaktadır. Halojen grubunda olan bu madde oda sıcaklığında soluk, sarı-yeşil renkte bir gazdır. Kimyasal elementler içinde elektronegatifliği en fazla ve tüm elementlerle reaksiyona girme eğiliminde olan fluorid bu özellikleri nedeniyle doğada elementer formda serbest olarak bulunmaz, bileşiklerin yapısına girer (Murray ve ark., 1996).

Fluoridin vücuda alınması inhalasyon, yiyecek, içecek (özellikle su) ve çeşitli ilaçlar ile olur. Ağızdan alınan fluoridin %90'ı mideden emilir, kısa bir süre sonra 1/5 kadarı iyonize olarak kana geçer. İnsan vücuduna giren fluorid en fazla kemik, diş ve tırnaklarda birikir. Bir kısmı da yumuşak dokulara geçer. En fazla kalsifiye

dokularda biriken florid, 24 saat içinde ya depolanır ya da atılır. Gelişen bir çocukta alınan floridin %50'si kemiklerde depolanırken, yetişkinlerde bu oran %10'dur. Çünkü gelişmekte olan dokular florid alınımına daha duyarlıdır. Vücuda alınan florid başlıca idrar yoluyla atılır (Akyüz S, 1997; Chu ve ark., 2010).

Florid, vücuda alındıktan 30 dakika sonra tükürükte en yüksek düzeye ulaşır. Bu değer, bir saat sonra normal düzeye iner. Tükürükte bulunan florid ağız ortamında direkt temas ile diş minesindeki florid konsantrasyonunun devamlılığını sağlar (WHO, 2004).

Doğal ve çevresel kaynaklar dışında bir diğer florid alım yolu da florid destek yöntemlerinin kullanılmasıdır. Floridli su %40-60, tablet ve damlalar %40- 80, tuz %20-65, diş macunları %20-30 ve diş hekimliğinde uygulanan yüzeyel floridli bileşikler %23-33 oranlarında diş çürüklerinde azalma sağlamaktadır (Ripa, 1991; Xu ve Burgess, 2003).

Florid iyonunun diş hekimliği açısından önemi Avrupa'da ilk kez ondokuzuncu yüzyılın sonlarına doğru belirlenmiş ve daha sonra çeşitli çalışmalarla kanıtlanmıştır. Florid diş sağlığı açısından optimal düzeyde alınması gereken bir eser elementtir. Diş sağlığında önemi olan iki florid bileşiği sodyum florid ve sodyum monofluorofosfattır. Sodyum florid en önemli alkali floriddir. Beyaz renklidir. Suyun floridlenmesinde ABD'de 1950 yılında ilk kullanılan maddedir. Sodyum monofluorofosfat diş macunlarında bulunan, abraziv etkenlerle uyumlu olduğundan endüstride yaygın olarak kullanılan bir florid birleşimidir (Cerklewski, 1997; Kid ve Joyston-Bechal, 1997).

4.6.1. Floridin Çürük Oluşumunu Engellemedeki Etkisi

Diş çürüğü bakteriyal kaynaklı bir enfeksiyon hastalığıdır. Diş çürüğünden korunmak için çeşitli önleyici yöntemler uygulanmalıdır. Florid diş minesi, dentin ve kemik yapısına giren önemli bir eser elementtir. Bu nedenle florid uygulamaları, diş çürüklerinin önlenmesinde dünyada önemini koruyan en yaygın ve etkin

yöntemdir (Hamilton, 1990; Murray ve ark., 1996; Marwah, 2009).

Fluorid dişe hem yüzeyel hem de sistemik yolla etki eder. Fluoridin çürük önleyici etkisi üç yolla gerçekleşir (Robinson ve Kirkham, 1990; Marinelli ve ark, 1997; Dean ve ark.,2011):

- 1- Demineralizasyonu önleyici etki
- 2- Remineralizasyonu artırıcı etki
- 3- Antimikrobiyal etki

Ağız ortamının pH'sı düştüğünde mine yüzeyinden Ca^{2+} ve PO_4^{3-} uzaklaşarak dişte demineralizasyonu başlatır. Tükürükte ve diş sert dokuları çevresinde az miktarda ve sürekli olarak bulunan florid ortamın pH'sı azaldığında fluorapatit olarak minede birikir ve minenin çözünürlüğünü azaltır. Böylece demineralizasyon önlenir. Asitin etkisi ortadan kalkınca Ca^{2+} ve PO_4^{3-} tekrar diş yüzeyine geri döner, bu da remineralizasyondur. Fluorid, remineralizasyonu sağlamakta katalizör görevi görür. Fluorid minenin mineral yapısına katılarak hidroksiapatiti, çözünmeye daha dirençli olan fluoroapatite dönüştürür. Böylece minenin aside direnci artar ve remineralizasyon sağlanarak diş çürüğünün ilerlemesi durdurulur. Son olarak florid bakteriyel enzimleri inhibe eder. Bakteriyel asit oluşumunu önleyerek antimikrobiyal etki sağlar (Alexander ve Ripa, 2000; Øgaard ve ark., 2006; Dionysopoulou, 2014). Böylece bakterilerden kaynaklanan asitlerin neden olduğu erken dönem diş çürükleri önlenir (Hargreaves, 1992).

Remineralizasyon için gerekli florid sistemik ve topikal florid uygulamaları ile sağlanır (Hargreaves, 1992, Dean ve ark., 2011). Son yıllarda fluoridin diş sürme öncesi etkisinin sistemik yolla, diş sürme sonrası etkisinin ise daha çok topikal uygulama ile olduğu kabul edilmektedir. Diş sürmesi sonrasında, dental plak ile temas eden sıvıdaki florid konsantrasyonunun 0,1-2 ppm florid içermesi ile florid hidroksiapatit kristallerinin arttığı saptanmıştır (Margolis ve Moreno, 1990; Murray ve ark., 1996).

Ağız içinde yeterli miktarda serbest florid iyonları; sistemik olarak floridlenmiş içme suları, florid ilave edilmiş süt, tuz gibi besinler ya da topikal olarak uygulanan florid içeren tablet, diş macunu, gargaralar, jeller veya köpüklerin kullanılması ile sağlanabilir (Murray ve ark., 1996; AAPD, 2012).

Uzun yıllar sistemik yolla alınan floridin, gelişmekte olan mineyi kuvvetlendirerek, çürük inhibe edici etkiyi sağladığına inanılmaktaydı, ancak Thylstrup (1990) sistemik olarak alınan floridin diş çürüğünü önlemedeki etkisinin beklenenden çok daha az olduğunu göstermiştir. Bu nedenle topikal florid uygulamaları günümüzde daha fazla önem kazanmıştır.

4.6.2. Florid Uygulama Yöntemleri

Florürür kullanımının 20. yy'ın en etkin koruyucu sağlık uygulamalarından olduğu kabul edilir. Günümüzde florid diş sağlığını korumak amacıyla sistemik ya da topikal yöntemlerle uygulanmaktadır (Margolis ve Moreno, 1990).

4.6.2.1. Sistemik Florid Uygulama Yöntemleri

Sistemik florid uygulamalarında etki ağız ortamının günlük olarak düşük dozlarda floride maruz bırakılması ile oluşur. Bu nedenle ağız sağlığının düzenlenmesi için ağızda düşük ancak sabit bir florid seviyesi sağlanmalıdır. Sistemik florid uygulamaları şunlardır (Philips ve Woodward, 2000; Küçükeşmen ve Sönmez, 2008):

1- Suların floridlenmesi

Diş çürüğünün önlenmesi için içme sularındaki florid konsantrasyonunun yükseltilmesi amacıyla suya florid bileşikler eklenmektedir. Başarının sağlanabilmesi için uygulamanın devamlılığı, uzun süreli olması, halkın floridli suları içme suyu olarak kullanması ve yerel florid uygulamaları ile desteklenmesi gereklidir (Çakır ve Çakmakçı, 2004; Marwah, 2009). Günümüzde 39 ülkede yapay

yolla fluoridlenmiş içme suyu kullanılmaktadır (Browne ve ark., 2005). Bir çok devlet yönetimi giderek artan bir biçimde yol açtığı sağlık sorunlarından ötürü içme sularındaki florid oranlarının azaltılması yoluna gitmektedir. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA) ile Sağlık ve İnsan Hizmetleri Departmanının (HHS)'nin 2011 yılında yaptıkları ortak basın açıklamasına göre şimdiye kadar içme sularında maksimum florid miktarı 0,7 ile 1,2 ppm değer aralığında olmasına rağmen, bundan böyle maksimum florid değeri 0.7 ppm olarak düzenlenmiştir (Demirel ve ark., 2012; AAPD, 2014).

2- Tuzun fluoridlenmesi

İlk kez 1955'te tanıtılmış olan bu yöntem, üretim aşamasında tuzla sodyum veya potasyum floridin eklenmesi ile uygulanır (Marwah, 2009). Floridli tuzun kullanımı bireyin tercihinde olduğundan, floridli sudan daha avantajlı olduğu düşünülmektedir. Tek bir doz halinde değil, günlük küçük miktarlarda alınabilmekte ve maliyeti ucuzdur (Bergmann ve Bergmann, 1995; Marwah, 2009).

3- Sütte florid eklenmesi

Su kaynaklarının floridlenmesinin mümkün olmadığı alanlarda, sütte florid eklenmesi alternatif bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Şişe veya kutu sültere çocukların içmesi amacıyla belirlenen miktarda kalsiyum florid, sodyum florid, disodium monofluorofosfat veya disodium silikofluorid bileşiklerinin eklenmesi ile uygulanır (Philips ve Woodward, 2000; Marwah, 2009).

4- Florid tablet, pastil ve damlaları

Sudaki floridin 0,6 ppm'in altında olduğu ve suyun floridlenme imkanının olmadığı bölgelerde, floridli suya alternatif olarak farklı florid ürünleri geliştirilmiştir. Bebekler için damla şeklinde hazırlanan ürünler, çocuklar için tablet veya çiğnenebilir pastil formundadır. Bu ürünler genellikle 0,25 mg sodyum florid içerir. Tabletlerin ağızdan yutulması ile sistemik etkisinin yanında topikal etkisinden

de yararlanılmaktadır (Levy ve ark., 1995; Petersen ve Lennon, 2004).

4.6.2.2. Topikal Fluorid Uygulamaları

Topikal fluorid uygulama yöntemleri bireysel ve profesyonel olmak üzere ikiye ayrılır. Bireysel uygulamalar düşük dozda sık kullanılan ürünleri içerirken, profesyonel uygulamalar yüksek konsantrasyonda daha uzun zaman aralıklarında kullanılan ürünler ile yapılmaktadır.

Ev tipi uygulamalar floridli diş macunları, ağız gargaraları ve ev tipi jelleri, profesyonel uygulamalar ise florid jelleri, florid vernikleri ve ağız-içi florid salan cihazları içerir (Ercan ve ark., 2010).

Diş sürmesi sonrası, dişlere topikal florid uygulamaları yapıldığında, floridin apatit yapısına girişi farklıdır. Yüksek konsantrasyonlardaki florid bileşiği doğrudan temasta bulunduğu yüzeydeki hidroksiapatit kristalini iyonize eder ve açığa çıkan kalsiyum ile reaksiyona girerek yüzeyel bir CaF_2 tabakası oluşturur. Topikal uygulanan preparatların belirli bir süre diş yapışma özelliği nedeniyle yeni oluşan CaF_2 tuzu diş yüzeyinden uzaklaşmaz, alttaki apatit kristallerine florid iyonlarını yollayıp bunların fluorohidroksiapatite dönüşmelerini sağlar (Hellwig ve ark, 1985; Egemen ve Akşit, 1997).

Güncel olarak kullanılan topikal florid uygulamaları şunlardır (Ercan ve ark., 2010):

1- Floridli diş macunları

Günlük kullanılan floridli diş macunları, oral hijyen eğitiminin yanı sıra çürük ve periodontal hastalıklardan korunma programlarının temelini oluşturur. Floridli diş macunları kolay uygulanabilmeleri, ucuz olmaları ve toplumun tüm kesimleri tarafından kullanılmaları nedeniyle en ideal koruyucu ağız-diş sağlığı yöntemidir. Diş macunlarında sodyum florid (NaF), amin florid (AmF), kalay florid (SnF_2)

ve sodyum monofluorofosfat kullanılmaktadır (Marwah, 2009).

2- Fluoridli ağız gargaraları

Fluorid içeren gargaraların kullanımındaki amaç tükürükteki serbest florid seviyesini arttırmak ve belli bir seviyede tutabilmektir. %0,05'lik NaF içeren gargara günlük, %0,2'lik NaF içeren gargara haftalık kullanım için önerilmektedir. Bunların dışında %0,02 APF içeren ve %0,04 NaF (200 ppm) içeren günlük gargaralar da vardır (Amniabadi ve ark., 2007; Dean ve ark., 2011).

3- Fluorid jelleri

4- Fluorid vernikleri

4.6.2.2.1. Fluorid Jelleri

Fluorid jellerinin hem profesyonel olarak uygulanan hem de yüksek çürük riskli bireyler tarafından evde uygulanabilen tipleri vardır. Günümüzde hem jel hem köpük formları bulunmaktadır Fluorid jelleri; APF (12300 ppm F) , nötral NaF (9040 ppm F) ve %8-10 SnF₂ formlarında profesyonel olarak hekim tarafından uygulanabilir. Evde kullanılan tipleri ise nötral NaF (5000 ppm F), APF (5000 ppm F) ve SnF₂ (1000 ppm F) içermektedir (Pinkham ve ark., 2009).

Fluorid jelleri, diş yüzeyinde gevşek bağlı florid deposu oluşturarak, çürük gelişiminin engellenmesine yardımcı olur. Ucuz ve kolay uygulanan bir yöntemdir. APF jelleri en sık kullanılan profesyonel topikal fluorid ajanlarıdır. Sodyum florid, hidroflorik asit ve ortofosforik asitten oluşur. Asidik pH'ı olduğu için floridin diş yapısına daha iyi girdiği düşünülmektedir (Pinkham, 2009; Marwah, 2009). APF jellerinin tadı rahatsız edici değildir ve gingival iritasyon yapmaz. Fluorid jellerinin 6 ayda bir uygulanması önerilmektedir. Her kaşık içerisine konulan jel miktarı 2,5 ml'yi (iki çene için toplam için 5 ml) geçmemeli ve 4 dakika süre ile uygulanmaları gerekmektedir. Fluorid jelleri 6 yaş altındaki çocuklarda kontraendikedir (Pinkham ve ark., 2009; Buzalaf, 2011).

ADA 2013 kılavuzunda, 6 yaş altı çocuklarda sadece %2,26'lık florid verniğinin 3-6 ay arayla kullanılabileceği belirtilmiştir. 6 yaş üstü çocuklarda ise %2,26 florid verniğinin 3-6 ay arayla kullanılabileceği veya %1,23 APF jellerinin 4 dakika süreyle 3-6 ayda bir uygulanabileceği önerilmiştir (Valeria ve Marinho, 2013; Marinho, 2014). Bazı topikal florid jel ve köpüklerinin 1 dakika süre ile uygulanması önerilse de, florid jellerinin 4 dakikadan daha az uygulanmasının yararını gösteren bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle florid jellerinin 4 dakika kullanılması önerilmektedir. Florid köpüklerinin ise etkinliğini gösteren sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Dean ve ark., 2011; Valeria ve Marinho, 2013; AAPD, 2014).

Literatürdeki çalışmalar florid jelleri ile çürük oranın %30 azaltıldığını ortaya koymuştur (Pinkham ve ark., 2009). Özellikle okul çağındaki çocuklarda düzenli floridli jel uygulamalarının çürükleri önlemede başarılı bir yöntem olduğu bildirilmektedir. Çok sayıda yapılan klinik çalışma sonucunda profesyonel olarak yapılan topikal florid uygulamalarının (solüsyonlar, jeller, vernikler) çürük oluşumunu %50 ile %70 oranında azalttığı saptanmıştır (ten Cate ve van Loveren, 1999).

Evde bireyin kendisinin uygulayabileceği daha düşük konsantrasyonlu jeller de bulunmaktadır. Ancak yüzeysel jel uygulaması küçük çocukların bu jelleri yutabilme ve akut toksisite riski nedeniyle 6 yaş altı çocuklar için uygun değildir (Pinkham ve ark., 2009; Marinho, 2014).

4.6.2.2.2. Florid Vernikleri

Florid vernikleri ilk olarak 1964'te Avrupa'da Duraphat ticari adı ile tanıtılmıştır. Yapılan bir çok çalışma florid verniğinin çürük önlemedeki etkisini ortaya koymuştur. Klinik çalışmalar florid verniği kullanımının çürük oranını %25-75 oranında azalttığını göstermiştir (Pinkham ve ark., 2009).

Vernik, tükürük ile temasa geçtiğinde sertleşen sarı renkli yapışkan bazlı bir materyaldir. Bu materyal koruyucu bir örtü görevi görürken, diş minesinde floridin girişine izin vermektedir. Vernik uygulamalarında florid, mine yüzeyine tutunarak yavaş yavaş salındığından, ajanla minenin temas süresi ve dolayısı ile minenin aldığı florid miktarı artar. Yavaş salınım özelliği, dişlerle floridin temas süresini uzatarak çürük önleyici etki açısından ilave bir yarar sağlar (Beltrán-Aguilar ve ark., 2000).

Florid vernikleri orta ve yüksek risk grubundaki hastalarda, dentin hipersensitivitesi olan hastalarda, erken çocukluk dönemi çürüklerinde, kök çürüklerinde, ortodontik tedavi gören hastalarda, beyaz nokta lezyonlarının tedavisinde kullanılabilmektedir. Uygulama sonrası florid iyonlarının yavaş salınması nedeniyle toksisite riski düşüktür. Bu nedenle florid vernikleri 5 yaş altı çocuklara uygulanabilen tek topikal florid yöntemidir (Ercan ve ark., 2010; Dean ve ark., 2011).

Vernikler tek kullanımlık 0.25 ml ve 0.4 ml'lik ambalajlarda veya 10 ml'lik tüplerde üretilmektedir. Tek kullanımlık ambalajlarda, süt dişleri ve karışık dişlenme dönemi için genellikle 0.25 ml'lik vernik yeterli iken, yetişkinlerde 0.4 ml'lik vernik gerekmektedir (Marwah, 2009; Sağlık Bakanlığı, 2011).

Küçük yaşlardaki çocuklarda uygulanabilmesi ve uygulama kolaylığı avantajları arasındadır. Duraphat NaF (22600 ppm) içerir ve bir çok diğer florid ürününden daha konsantredir. Fluor Protector (İvoclar,Vivadent) ve Durafluor ise piyasada bulunan diğer florid vernikleridir. Ancak Duraphat'tan farklı olarak içinde ksilitol ve tatlandırıcı bulunmaktadır. Yüksek çürük riskli çocuklarda 3 ile 6 ay aralıklarla vernik uygulaması önerilmektedir (Pinkham ve ark., 2009; Newburn ve Brudevold, 2011). Todd ve arkadaşlarının (1999) çekilmiş dişler üzerinde yaptığı bir çalışmaya göre, bir kere vernik uygulanmış olan dişlerde kontrol grubundaki dişlere oranla lezyon derinliğinde %50 azalma görülmüştür.

4.6.3. Fluorid İçeren Dental Materyallerden Fluorid Salınım Özellikleri

Günümüzde kullanılan pek çok restoratif materyal çevre diş dokularına ve ağız ortamına florid salmaktadır. Bunlar arasında, GCİS, RMCİS, kompomer, cam karbomer, giomer ve floridli kompozitler sayılabilir. Tükürük, plak ve sert dental dokulardaki florid seviyesini arttırmak amacıyla bir florid rezervuarı gibi davranırlar ve sekonder çürük oluşumunu engeller. Florid içeren dental materyaller florid salınım ve yeniden yüklenmesinde farklı özellikler gösterir. Florid salınımı yapabilen bir materyalin çürük önleyici etkisi florid salınımı miktarına ve salınım süresine bağlıdır (Mungara ve ark., 2013).

Çocuk Diş Hekimliği'nde kullanılan güncel restoratif materyallerin florid salınımına etki eden bazı faktörler vardır. Bunlar, sırasıyla materyalin çeşidi, içerdiği florid miktarı, sertleşme mekanizması, yüzey porözitesi, materyali saklama ortamı, saklama solüsyonunun değiştirilme sıklığı, tükürüğün bileşenleri ve pH'sı, yüzey kaplaması, materyalin toz/likit oranı, materyalin yüzey alanı, karıştırma ve ışınlama süresidir (Wiegand ve ark, 2007; Khoroushi ve Keshani, 2013).

Florid salınımının üç ayrı mekanizma ile gerçekleştiği bildirilmektedir (Hatibovic-Kofman ve ark., 1997). Bunlar yüzeyden yıkanma, gözenek ve çatlaklardan difüzyon ve hacimden difüzyon olarak sıralanmaktadır. Materyalin sertleşmesinden bir gün sonra oluşan ve yeniden floridle yüklenmesinden bir gün sonra görülen en yüksek düzeydeki fluorid salınımının yüzeyden yıkanma şeklinde olduğu bildirilmektedir. Gözenek ve çatlaklardan difüzyon yolu ile oluşan salınımın ise, daha az ancak daha sabit düzeyde ve ilk günden sonraki günlerde gözlemlendiği belirtilmektedir. Yeniden floridle yüklenme ve salınımın yeniden başlamasının da bu şekilde gerçekleştiği düşünülmektedir. Hacimden difüzyonun ise, örneklerin olgunlaşması sürecinde gerçekleştiği ve uzun dönem sürekliliği olan bir salınım olduğu bildirilmektedir (Dionysopoulos ve ark, 1998; Forsten 1998; Dionysopoulos ve ark, 2003).

Ağız ortamındaki florid yakınındaki diş dokusu tarafından iyon değişimi yoluyla alınmaktadır. F^- iyonu, hidroksiapatit (HAP) yapısındaki OH^- iyonu ile yer değiştirerek fluoroapatiti (FAP) oluşturmaktadır. Bu yolla dentin yapısı sertleşmekte ve çürük oluşumu önlenmektedir. Birçok *in vitro* çalışma, florid salınımı yapan materyaller ile yapılan restorasyonların etrafında yeniden çürük oluşumunun sıklığı ve şiddetinde azalma olduğunu ortaya koymaktadır (Bek ve Gülmez, 2001; Itota ve ark., 2004). Ağız ortamında florid iyonu kaynakları geleneksel cam iyonomer simanlar, RMCİS ve kompomerler gibi florid içeren restoratif materyallerdir (Mickenausch ve ark., 2011).

Bazı araştırmacılar, dental materyallere rezin ilavesinin, florid salınımını olumsuz etkileyebileceğini ileri sürmelerine karşın yapılan birçok çalışmada rezin esaslı dental materyallerin de florid salınımı yaptıkları gösterilmiştir. Ancak her bir materyal kendi kimyasal özelliklerine göre farklı florid salınımı göstermektedir (Han ve ark., 2001; Williams ve ark., 2001; Hicks ve ark., 2002; Marwah, 2009) (Tablo 1).

Tablo 1. Dental materyallerin florid salınım ve yeniden yüklenme özellikleri (Marwah, 2009)

	GCİS (Sermet Siman, Yüksek Viskoziteli CİS)	RMCİS	Kompomer	Florid Salan Rezin	Kompozit Rezin
Piyasadaki Ürünler	Ketac-Fill, Fuji II, Fuji IX, Ketac-Silver, Miracle Mix	Fuji II LC, Photac-fil Quick, Vitremer	Dyract AP, Elan, F2000, Compoglass F	Geri Store, Variglass, Resinomer, Hytac	Heliomolar, Tetric Ceram, Filtek Z250, SureFil
Florid Salınımı	Yüksek (Ketac-Silver, orta)	Yüksek	Orta	Az	Çok az veya hiç
Florid ile Yeniden Yüklenme	Yüksek	Yüksek	Az	Çok az	Hiç

Cam iyonomer simanların florid salma yetenekleri en önemli özelliklerinden biridir. Uzun süreli florid salma özellikleri nedeniyle cam iyonomer simanların çürük önleyici etkileri olduğu kabul edilmiştir. İlk 24 saat içerisindeki yüksek florid salınımı, sertleşme reaksiyonu sırasında cam partiküllerinin polialkenoik asit ile tepkimeye girmesi sonucunda meydana gelen bir patlama etkisidir (“burst effect”). Başlangıçta görülen yüksek florid salınımı 24-72 saat sonra hızlıca azalır, 10-20 gün içinde sabit bir düzeye yaklaşır. Simanların içeriğindeki florid birkaç ay içinde oldukça hızlı bir şekilde tüketilir (Wiegand ve ark., 2007; Sidhu, 2011). Zamanla florid salınımında düşüş olması materyalin sekonder çürük oluşumunu önleme kabiliyetini azaltır, çünkü düşük dozlarda salınan florid, çürük önleyici etki için yeterli değildir (Arbabzadeh-Zavareh ve ark., 2012). Ancak cam iyonomer simanlar, konsantrasyon gradyanına bağlı olarak çevreden florid alabilme kapasitesine sahiptir. Bu nedenle cam iyonomer simanlar florid rezervuarı olarak kabul edilir. Yüksek çürük riski olan bireylerde florid salınım yeniden yüklenme özelliği avantaj sağlamaktadır (Sidhu, 2011).

Literatürdeki bazı çalışmalar en fazla florid salınımı rezin modifiye cam iyonomerlerde gözlenirken, en az florid salınımı ise kompomerlerde bulunmuştur (Khoroushi ve Keshani, 2013; Selimović-Dragaš ve ark., 2013). Başka bir çalışmada ise florid salan materyallerden en çok salınımı geleneksel cam iyonomer simanlar, en az salınımı ise floridli kompozitler yapmıştır (Fallahinejad-Ghajari ve ark., 2014). Bir çok araştırma florid salınımının büyük kısmının ilk 24 saatte gerçekleştiğini ve materyallerden salınan floridin hızlıca sabit bir seviyeye düştüğünü göstermiştir (Han ve ark., 2002). Uzun dönem takipte, kompozitler; GCİS, RMCİS ve kompomerlere oranla daha düşük florid salınımı yapmıştır (Vermeersch ve ark, 2001; Asmussen ve Peutzfeldt, 2002).

Metalle güçlendirilmiş cam iyonomer simanlarda florid salınımı geleneksel cam iyonomerlere oranla daha düşüktür (Williams ve ark, 2001; Wiegand ve ark., 2007). Bu durum materyale eklenen gümüşün veya gümüş floridin, florid iyonlarını bağlaması ve böylece florid salınımını engellemesi ile açıklanabilir. Buna karşılık biyoaktif cam veya kazein fosfopeptit-amorf kalsiyum fosfat içeren

cam iyonomerlerin florid salınımı geleneksel cam iyonomerlere kıyasla daha yüksek olduğu düşünülmektedir (Mazzaoui ve ark., 2003; Yli-Urpo ve ark., 2004).

Rezin modifiye cam iyonomer simanlar genellikle GCİS'ler kadar florid salınım potansiyeline sahiptirler. Ancak florid salınımları sadece florid bileşikleri ve onların poliakrilik asit ile olan etkileşiminden değil, aynı zamanda fotokimyasal polimerizasyon reaksiyonu için içerdikleri rezinin tipi ve miktarından da etkilenmektedir. Rezin modifiye cam iyonomer simanlardan florid salınımı ilk 24 saatte en yüksektir (Musa ve ark. 1996; Tjandrawinata ve ark., 2004).

Geleneksel ve rezin modifiye cam iyonomerler simanların aksine kompomerler başlangıç patlama etkisi göstermezler, ama florid salınım miktarları zaman içerisinde sabit kalır. Yapılan çalışmalarda, kompomerlerden salınan florid miktarı geleneksel ve rezin modifiye cam iyonomerlere oranla daha düşük bulunmuştur. Aradaki bu farkın kompomerler ışılandıktan sonra, su ile temas etmeden, kompomer içerisindeki floridin doldurucu partiküllere bağlanmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Yip ve Smales, 2000; Attar ve Turgut, 2003; Dionysopoulos ve ark., 2003; Wiegand ve ark., 2007).

Giomerlerde de kompomerler gibi başlangıç patlama etkisi görülmez. Yapılan bir çalışmada giomerlerden salınan florid miktarı kompozit ve kompomerden yüksek, ancak cam iyonomer simandan düşük bulunmuştur (Yap ve ark., 2002; Itota ve ark., 2004).

Rezin kompozitler florid salınımı yapmazlar. Ancak günümüzde rezin kompozitlere de florid eklenmektedir. Rezin kompozitler floridi inorganik tuzlar, salınabilen camlar halinde veya organik florid olarak içerebilirler. Bu nedenle florid salınımında sadece floridin miktarı değil aynı zamanda tipi, doldurucunun partikül boyutu, rezinin tipi de etkilidir. Bunlara ek olarak florid salınımı polimer matriksin asidik karakterde oluşu ve hidrofilitesi ile de artmaktadır. Uzun dönem çalışmalarda, kompozitlerin, GCİS, RMCİS ve PMKR'den daha düşük oranda florid salınımı yaptıkları saptanmıştır (Wiegand ve ark., 2007).

Cao ve ark. (1994) 13 farklı materyal üzerinde yaptıkları çalışmalarında, en fazla florid salınımının, geleneksel cam iyonomer simanlarından olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, florid salınımının, hibrid iyonomerlerde orta düzeyde; kompozit rezinlerde ise en düşük düzeyde olduğunu saptamışlardır. Ayrıca, bu materyallerden florid salınımının başlangıçtakine oranla giderek azaldığını ve haftalar boyunca yavaş düşüşle devam ettiğini bildirmişlerdir.

Mousavinasab ve Meyers (2009), GCİS, RMCİS, yüksek viskoziteli cam iyonomer siman, kompomer ve giomerin florid salınımlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, en yüksek salınımın GCİS'te olduğunu, giomerin ise kompomerden daha düşük florid salınımı gösterdiğini belirtmişlerdir.

Helvatjoglu-Antoniades ve ark. (2001), dört geleneksel cam iyonomer siman, bir kaide materyali, bir kompomer, iki fissür örtücü ve bir kompozit rezinin florid salınım değerlerini ölçmüşlerdir. Araştırmacılar, çalışma grubundaki tüm materyallerden florid salınımının gerçekleştiğini ve florid salınım sırasının yüksekten düşüğe doğru; geleneksel cam iyonomer simanlar, kompomer, fissür örtücüler ve kompozit rezin materyalleri şeklinde olduğunu bildirmişlerdir.

Literatürde materyallerin florid salınımı distile su, yapay tükürük, gerçek tükürük gibi ağız ortamını taklit eden ortamlarda ya da farklı pH değerindeki tampon solüsyonlarda değerlendirilmiştir. Saklama ortamları farklı olduğunda en fazla florid salınımının asidik ortamda, en az salınımın ise yapay tükürükte olduğu gözlenmiştir (Attin ve ark, 1999; Nicholson ve Czarnecka, 2004). Florid salınımının asidik ortamda artması, asidik ortamdaki düşük pH'ın materyalden iyon salınımının daha fazla olmasına neden olduğu şeklinde açıklanmıştır. Yapay tükürük, salınan florid miktarını sudakine oranla %17-25 azaltmaktadır. Yapay tükürükte florid salınımının az oluşu tükürükteki difüzyon gradiyeninin distile sudakinden daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır (Levallois ve ark., 1998; Williams ve ark., 2001). Buna karşın insan tükürüğünde florid salınımı, tükürük enzimlerinin aktivitesi ile artmaktadır. Ayrıca tükürük komponentlerinin materyal üzerinde bir

pelikül oluşturarak iyon salınımını engellediğini savunan çalışmalar da vardır (Behrend ve Geurtsen, 2001).

Geurtsen ve ark. (1999) farklı saklama ortamlarının 4 farklı kompomerlerin florid salınımına etkilerini inceledikleri çalışmalarında, en yüksek florid salınımının asidik ortamda olduğunu gözlemlemişlerdir. Asidik ortamı sırasıyla, distile su ve nötral tampon solüsyonundaki salınımlar takip etmiştir.

Naoum ve ark. (2011) florid içeren kompozit rezinlerin florid salınım, yeniden yüklenme ve mekanik özelliklerini inceledikleri çalışmalarında örnekleri laktik asit (pH=4) ve deiyonize su (pH=6,5) ortamlarında bekletmişlerdir. Tüm kompozitler laktik asit içerisinde deiyonize suya oranla daha fazla florid salınımı yapmıştır.

Madhyastha ve ark. (2013) yaptıkları çalışmalarında üç farklı cam iyonomer simanın farklı ortamlardaki florid salınımını değerlendirmişlerdir. Tüm materyallerin distile sudaki florid salınımları, yapay tükürükten daha fazla olmuştur.

Bunlara ek olarak, Hattab ve arkadaşları (2001) yaptıkları çalışmada materyalin yüzeyinin adeziv veya bonding ajanı ile kaplanmasının florid salınımını azalttığını belirtmişlerdir.

4.6.4. Florid Salınımı Yapan Dental Materyallerin Yeniden Yüklenebilme Özellikleri

Florid salan dental materyallerin karyostatik etkileri, devamlı bir florid salınımı olmasına bağlıdır. Bu materyallerden salınan florid zamanla azaldığından, materyalleri yeniden yükleyerek florid salınımını arttırmak amaçlanmıştır (Preston ve ark., 1999; Han ve ark, 2002;).

Restoratif materyallerin florid deposu gibi davranabilmesi, materyalin tipine ve geçirgenliğine, içeriğindeki florid miktarına, ortamın pH'sı ve sıcaklığına, topikal

fluorid uygulanma sıklığına ve fluorid ajanının çeşidi ve konsantrasyonuna bağlıdır (Wiegand ve ark., 2007; Dionysopoulos ve ark., 2013). Genel olarak bir materyalin başlangıç fluorid salınımı ne kadar yüksek ise yeniden yüklenme kapasitesi de o kadar yüksektir. Yeniden floridle yüklenebilme kapasitesi rezin esaslı olmayan restoratif materyallerde rezin esaslı olan mayteryalere göre daha yüksektir. Bu nedenle cam iyonomer simanlar, kompozit rezin bazlı materyallere göre daha iyi fluorid deposudur. Ancak yeniden yükleme sonrası salınan fluorid miktarı, çoğunlukla materyalin ilk fluorid salınım miktarından düşüktür (Gao ve Smales, 2001; Preston ve ark., 2003; Xu ve Burgess, 2003; Rao ve ark., 2011) .

Ağız ortamındaki dental restorasyonların yeniden yüklenmesi için diş macunu, fluorid vernikleri, fluorid jelleri ve floridli gargaralar gibi farklı topikal uygulama yöntemleri ve farklı fluorid konsantrasyonları kullanılmaktadır. Topikal olarak uygulanan fluorid konsantrasyonu ve uygulama sıklığı ne kadar fazla ise materyalin yeniden yüklenme seviyesi de o kadar artmaktadır (De Witte ve ark., 2000; Mungara ve ark. 2013).

Han ve ark. (2001) yaptıkları çalışmada üç gruba böldükleri örneklerden ilkinе hiç fluorid uygulamazken, ikinci gruba 450 ppm, üçüncü gruba 900 ppm fluorid uygulamış ve 900 ppm fluorid uygulanan grupta yeniden yüklenme ve yüklenme sonrası salınımının daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Uzun dönemde fluorid salınımının oldukça azalması, materyallerin antimikrobiyal etkilerini sınırlandırmaktadır. Çünkü uzun dönemde salınan düşük miktardaki fluorid, terapötik etki için yeterli olmayabilir. Bununla birlikte geleneksel cam iyonomer simanlar, RMCİS, kompomerler ve giomerler yeniden yüklenerek çevreden fluorid alabilir, kaybettikleri floridi yerine koyabilirler (Dhull ve Nandlal, 2011). Yeniden yüklenme sonrası fluorid salınımında başlangıçta ani bir artış olur, bunun nedeni materyaldeki por ve çatlaklarda biriken floriddir. Bu salınımın yüzeyden yıkanma şeklinde olduğu bildirilmektedir. Uzun dönem fluorid salınımı ise siman ve eksternal çevre arasındaki iyon alış-verişine bağlı difüzyon ile sağlanır.

Bu alış veriş ekstrinsik florid konsantrasyonundan etkilenir (Gao ve Smales, 2001; Dionysopoulos ve ark., 2003).

Floridle yeniden yükleme işlemi ile ilgili yapılmış olan çalışmalarda, düşük konsantrasyonlu florid uygulamaları ile yapılan yeniden yüklemenin sonucunda materyalden salınan florid değerinin, başlangıçtaki florid salınım değerine ulaşamadığı; ayrıca yüklemeden bir hafta sonra da florid salınımının azaldığı bildirilmiştir (Rothwell ve ark., 1998). Yüksek konsantrasyonlu florid uygulamalarından sonra ise salınımın başlangıç değerinden de yüksek olabileceği gösterilmiştir. Ancak bu durumda da tüm restoratif dental materyallerin florid salınım düzeylerinin, yüklemeden 1 gün sonra artış gösterdiği; 2-3 gün sonrasında tekrar hızlı bir düşüş meydana geldiği gözlenmiştir. Bu durum yeniden yükleme sonrasında oluşan salınımın yüzeyden yıkanma şeklinde olması ile yorumlanmaktadır (ehreli ve ark., 2000; Xu ve Burgess, 2003; Kavaloglu Cildir ve Sandalli, 2005).

Rothwell ve ark. (1998) geleneksel cam iyonomer siman , rezin modifiye cam iyonomer siman ve kompomerin diş macunu uygulaması öncesi ve sonrasındaki florid salınımlarını incelemişlerdir. Çalışmanın sonucuna göre rezin modifiye cam iyonomer simanlar en fazla florid salınımını göstermiştir. Diş macunu uygulamasından sonra tüm materyallerin florid salınımları artmış ancak üç gün içerisinde tekrar bazal seviyeye inmiştir.

Dionysopoulos ve ark (2003), biri fissür örtücü olarak da kullanılabilen dört yeni florid salınımı yapan restoratif materyallerin (Vitremer, Ketac Molar, F2000, Hytac) başlangıç florid salınım değerleri ile floridle yeniden yüklenebilme özelliklerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, yeniden yükleme materyali olarak %0,02, %0,04 ve %0,2'lik NaF solüsyonları kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre tüm materyallerden ilk gün yüksek düzeyde florid salınımı gerçekleşmiş daha sonra keskin bir düşüş yaparak düşük düzeyde florid salınımı devam etmiştir. Tüm materyallerin floridle yeniden yüklenebildiği; en etkili solüsyonun %0,2'lik NaF solüsyonu olduğu g r lm ştir. Araştırmacılar test edilen tüm restoratif materyallerin

fluorid salınımı yapabildiğini ve fluoridle yeniden yüklenebildiklerini bildirmişlerdir. Fallahinejad-Ghajari ve ark. (2014) üç geleneksel cam iyonomer simanın (Fuji II, Fuji IX ve Chem Flex), APF (%1,23) ve sodyum fluorid jel (%2) ile yeniden yüklenmesi sonrası salınımlarını değerlendirdikleri çalışmalarında en yüksek salınımı Fuji IX materyalinin yaptığını ve yükleme sonrası en yüksek salınının tüm materyallerde APF grubunda görüldüğünü belirtmişlerdir.

4.6.5. Fluorid Salınım ve Geri Alım Testleri

Fluorid içeren dental materyallerden ağız ortamına salınan fluoridin miktarını belirlemek amacıyla çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. *In vitro* fluorid ölçüm yöntemleri şunlardır (Fejerskov ve ark., 1996):

- 1- Spektrofotometrik yöntemler
- 2- Gaz ve sıvı iyon kromatografi yöntemleri,
- 3- Alüminyum monoflorür absorpsiyon spektrometresi,
- 4- İkincil iyon kütle spektrometresi,
- 5- Proton akımı X ışını emisyonu,
- 6- Elektron probe mikroanalizi,
- 7- X ışını akım fotoelektron spektroskopisi
- 8- F^- iyon seçici elektrot yöntemi

Daha önceleri spektrofotometri, titrimetri ve kromatografi gibi zor ve zahmetli yöntemler kullanılmaktayken, 1966 yılında M.S Frant ve J.V.Ross'un fluorid iyonu seçici elektrotu geliştirmesi ile fluorid analizinde yeni bir dönem başlamıştır (Bek ve Gülmez, 2001).

4.6.5.1. Fluorid İyon Seçici Elektrot Yöntemi

Tek bir iyonun aktivitesine karşı duyarlı olan elektrotlara iyon seçici elektrotlar denir. 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. *İn vitro* çalışmalarda materyallerden salınan floridin belirlenmesi için sıklıkla florid seçici elektrot yöntemi kullanılmaktadır. Florid seçici elektrot yöntemi; kullanım kolaylığı, hassas ölçümler yaparak daha doğru sonuçlar vermesi ve tekrarlanabilmesi nedeni ile tercih edilmektedir (Bek ve Gülmez, 2001; Yap ve ark., 2002; Itota ve ark., 2004).

4.6.6. Floridin antimikrobiyal etkileri

Florid antikaryojenik bir ajan olarak bilinmektedir. Demineralizasyonu azaltması, remineralizasyonu hızlandırması, mikrobiyal üremeyi ve metabolizmayı engellemesi gibi bir çok mekanizma antikaryojenik özelliğinde etkilidir. Dental materyallerden salınan floridin bu mekanizmalar ile çürük önleyici etkisi olduğu düşünülmektedir (Wiegand ve ark., 2007).

Floridin antimikrobiyal etkisi, bakterilerin karbonhidrat metabolizmasını inhibe etmesiyle gerçekleşir. Bakterilerin karbonhidrat metabolizması için en çok kullandıkları yol glikolizdir. Florid bir glikolitik enzim olan Enolaz'ı ve proton salınımı yapan ATPaz'ı inhibe ederek bakteri metabolizmasına ve plak asiditesine etki eder. Ortamda florid varlığında; asidojenik ağız bakterilerinin inhibisyonu artar. Bunların dışında asit fosfataz, profosfataz, peroksidaz ve katalaz gibi intraselüler ve plakla ilişkili enzimler de floridden etkilenebilmektedir (Hamilton ve Bowden, 1996).

Mikrobiyal tutunma ve üreme, materyalden salınan floridin miktarı ve salınım süresinden etkilenir. Yüksek konsantrasyonlardaki florid (0,16-0,31 M) ağız bakterilerinin üremesini engelleyebilmektedir. Düşük konsantrasyonlardaki florid (1 mM) ise bakteriyel asit üretimine etki eder. Düşük konsantrasyonlar bakteri popülasyonunu elimine edemez, ancak bakteriyel asit yapımını azaltarak bakteri metabolizmasına etki eder (van Dijken ve ark., 1997).

4.6.6.1. Fluorid İçeren Dental Materyallerin Antimikrobiyal Etkileri

Günümüzdeki yeni yaklaşımlar çürüğü kaldırmada mümkün olduğunca konservatif davranmamız gerektiğini savunmaktadır. Bu doku koruyucu yaklaşım sayesinde, daha fazla enfekte doku ve mikroorganizma bırakılmaktadır. Bu durum bakteri kolonizasyonunu önleyen, florid salma özelliği ile antimikrobiyal etki gösteren materyallerin geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Bu materyaller ikincil çürük oluşumunu engelleyecek, çürüğü daha konservatif bir şekilde uzaklaştırmamızı sağlayacak ve mikrosızıntıyı azaltacak özellikte olmalıdır (Ozer ve ark., 2003; Farrugia ve Camilleri, 2015). İlerleyen gelişmelerle beraber materyallerin farklı mikroorganizmalar, farklı suşlar üzerine etkileri farklı yaşlandırma zamanlarında değerlendirilmiştir. Literatürde bir çok çalışma ile günümüzde kullanılan florid salan restoratif materyallerin antimikrobiyal etkinlikleri gösterilmiştir (da Silva ve ark. 2007; Hotwani ve ark., 2013).

Çürük riski yüksek hastalarda çürük önleyici restoratif materyallerin kullanılmaları gerekmektedir. Günümüzde Çocuk Diş Hekimliği'nde kullanılan çürük önleyici restoratif materyaller florid veya faydalı iyon salınımı yapabilen akıllı materyallerden RMCİS'ler, kompomerler, cam karbomerler ve GCİSlerdir (Christensen 2000). Yapılan bir çok çalışma florid salınımı ve *S.mutans* sayısında azalma arasında bir korelasyon olduğunu göstermiştir (Seppä ve ark., 1995).

Ağız ortamındaki florid seviyesini arttırmak için kullanılan topikal florid uygulamalarından birkaç saat sonra tükürükteki florid konsantrasyonu çok düşük seviyelere inmektedir. Bu nedenle florid salan dental materyaller ağız içerisine uzun dönem florid salınımı için alternatif sistemlerdir (Arısu ve ark., 2007).

Florid salan materyallerin antimikrobiyal etkisinde salınan florid miktarı ve süresi belirleyici bir rol oynamaktadır. Cam iyonomer simanların kullanıldığı çalışmalarda cam iyonomer simanların asit yapımını azaltıcı ve bakteri üremesini inhibe edici etkileri görülmüştür. Ancak florid salınımlarının 24-72 saat sonra hızla azalması sonucu antimikrobiyal etkileri azalmış ve topikal florid uygulaması

sonrası yeniden yüklenme ile tekrar antimikrobiyal etkileri artmıştır (Mayanagi ve ark., 2014).

Cam iyonomer simanların yüzeyinde bulunan *S. mutans* popülasyonunun kompozit materyaller yüzeyindekinden daha az olduğu bir çok çalışma ile gösterilmiştir. *S. mutans*'ın yaptığı sükröz fermentasyonu sonrası meydana gelen pH düşüşü de cam iyonomer siman yüzeyinde, kompozit rezindekine oranla daha azdır. Bu sonuçlar CİS'in *S. mutans* asit üretimini inhibe ettiğini ve bakteriyel popülasyonu azalttığını göstermektedir (Nakajo ve ark., 2009).

Cam iyonomer simanların sertleşme reaksiyonu sırasında pH değerinde düşüş gözlenir. Bazı çalışmalar CİS'lerin antimikrobiyal etkisinde pH değerindeki bu düşüşün, florid salınımından daha etkili olduğunu, sertleşmeden sonra ise bir antimikrobiyal etki görülmediğini belirtmiştir (Yesilyurt ve ark., 2009; Farrugia ve Camilleri, 2015). Materyalin asiditesi ve *S. mutans*'ın üremesinin engellenmesi arasında bir ilişki bulunmuştur (Baseren ve ark., 2005).

Da Silva ve ark. (2007) dört cam iyonomer simanın (Fuji IX, KetacMolar, Vidrion R, Vitromolar) *S. mutans*, *Streptococcus sabrinus*, *Lactobacillus acidophilus* üzerindeki antimikrobiyal etkisini agar difüzyon testi ile değerlendirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucuna göre; tüm cam iyonomer simanlarda antimikrobiyal etki görülmesine rağmen Fuji IX ve Ketac Molar daha iyi antimikrobiyal etki göstermiştir.

Rezin modifiye cam iyonomer simanların da antimikrobiyal aktivite gösterdiği bulunmuştur. Bu antimikrobiyal aktivite florid ve metalik iyonlar gibi bileşenlerinin salınımı ve sertleşme sırasındaki düşük pH değeri ile sağlanmaktadır (Herrare ve ark., 2000; Durque ve ark., 2005; Hotwani ve ark., 2013).

Kompomerler florid salınımı özelliği ve yüksek aşınma direnci ile Çocuk Diş Hekimliği'nde tercih edilirler. Ancak kompomerlerden salınan florid cam iyonomerlere oranla oldukça düşüktür ve bakteri üremesini belirgin bir şekilde

engelleyemez (Marczuk-Kolada ve ark., 2006; Farrugia ve Camilleri, 2015). Buna karşın, yapılan bir çalışmada Dyract AP, *S.salivarius* ve *S. sangius*'a karşı cam iyonomer simandan daha yüksek antimikrobiyal aktivite göstermiştir (Matalon ve ark., 2006).

Marczuk-Kolada ve ark. (2006) yüksek viskoziteli cam iyonomer siman ve kompomerin florid salınımı ve antimikrobiyal etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında, cam iyonomer simanın antimikrobiyal etki gösterdiğini, ancak kompomerde böyle bir etki görülmediğini bildirmişlerdir.

Yoneda ve ark (2012) S-PRG doldurucu içeren giomerin antimikrobiyal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, S-PRG doldurucuların *S.mutans* adezyonunu önlediğini belirtmişlerdir.

Kompozitler ise florid salınımı yapmadıkları için antimikrobiyal etki göstermezler. Ancak içeriğine florid eklenmiş kompozitler düşük miktarda da olsa florid salınımı yaparlar. Nakajo ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada CİS'ler ile yapılan dolguların üzerindeki *S.mutans* sayısının kompozit dolguların üzerindeki daha az olduğunu belirtmişlerdir.

Restoratif materyallerin antimikrobiyal özelliklerini arttırmak amacıyla içeriklerine çinko, gümüş iyonları, antibiyotikler, iyot ve klorheksidin eklenmektedir. Ayrıca günümüzde kuerterner amonyum bileşikler, nanopartiküller ve boron eklenmesi de ön plana çıkmıştır (Farrugia ve Camilleri, 2015). Demirci ve ark. (2015) kompozit rezinlere farklı yüzdelerde boron ekleyerek, baskı dayanımı, gerilme direnci ve antimikrobiyal etkilerini inceledikleri çalışmalarında %1 boron ilave edilmiş kompozitlerin baskı dayanımı ve gerilme direncini kontrol grubuna yakın bulmuşlardır. *S.mutans* üzerine antimikrobiyal etkileri ADT ile incelendiğinde hiçbir örnek inhibisyon zonu oluşturmazken, DKT ile incelendiğinde boron içeren kompozitlerin bakteri üremesini inhibe ettiği gözlenmiştir.

Sıklıkla ART restorasyonlarda kullanılan yüksek viskoziteli cam iyonomer simanların antimikrobiyal etkisi yapılan *in vitro* ve *in vivo* çalışmalar ile bildirilmiştir. Yüksek viskoziteli cam iyonomer simana klorheksidin eklendiğinde enfekte ve etkilenen dentin üzerinde antimikrobiyal etkisi önemli ölçüde artmıştır (Molina ve ark., 2009).

Prabhakar ve ark. (2013) antibiyotikle modifiye edilen ve edilmeyen cam iyonomer simanın (Fuji IX) antimikrobiyal etkisini araştırdıkları çalışmalarında, %1 oranda antibiyotik eklenmesinin florid salınımını arttırdığını gözlemlemişlerdir. Antibiyotik eklenmeyen cam iyonomer siman agar difüzyon testinde inhibisyon zonu oluşturmazken, antibiyotik eklenen örneklerde inhibisyon zonu meydana gelmiştir.

Benzer şekilde Hoszek ve ark. (2008) da klorheksidin glukonat eklenen ve eklenmeyen cam iyonomer simanın antimikrobiyal etkilerini ADT ile inceledikleri çalışmada, normal cam iyonomer siman örneklerinde inhibisyon zonu oluşmamıştır.

Floridin demineralizasyonu azaltıcı ve remineralizasyonu artırıcı etkisinin yanı sıra antimikrobiyal özellikleri nedeniyle çocuk diş hekimliğinde florid salan restoratif materyallerin kullanımı tercih edilmektedir. Ancak restoratif materyallerin farklı içerikleri ve geçirgenlikleri nedeniyle florid salınım ve yeniden yüklenme miktarları da değişiklik göstermektedir.

4.7. Diş Çürüğünde Rol Oynayan Mikroorganizmalar

Nötrale yakın pH'a sahip nemli ağız ortamı, çok çeşitli mikroorganizmaların üremesini desteklemektedir. 300'den fazla mikrop türü ağız boşluğunda karma bir şekilde yaşamaktadır. Mikropların büyük bir çoğunluğu ağız yüzeylerine kolonize olur. Bazı türler diş yüzeylerine öncelikli olarak tutunurken bazıları da döküntülü epitele tutunur. Çürüklü ağızlarda en sık rastlanılan mikroorganizmalar streptokoklar ve laktobasillerdir. Ancak candidalar ve veillonella gibi diğer mikroorganizmalar da (daha az olmakla beraber) gözlenmektedir (Koray, 1981).

Karyojenik bakterilerin diş çürüğüne neden olabilmesi için üç farklı özelliğe sahip olması gerekmektedir. Bu özellikler; asidojenik (organik asit üretebilen) ve asidürik (asidik ortamda yaşayabilen) olmaları ile ekstrasellüler ve intrasellüler polisakkarid sentezleme yetenekleridir. Yapılan çalışmalarda, *S.mutans* ve *S.sobrinus*'un deney hayvanlarında diş çürüğüne neden olan en güçlü karyojenik etkiye sahip bakteri olduğu saptanmıştır (Steinberg ve Friedman, 2000).

Mutans streptokokları (*Streptococcus mutans* ve *S. sobrinus*) ve laktobasiller dental plak içerisindeki asidojenik mikroorganizmalardır. Fermente olabilen karbonhidratların metabolize olması sonucunda bu mikroorganizmalar laktik, asetik, proponik ve formik asit gibi asitler üretmektedirler. Üretilen bu asitler diş mine ve dentin dokusundaki kalsiyum fosfat mineralini çözmektedir. Eğer bu süreç durdurulmaz veya geriye döndürülmez ise çürük lezyon ilerler ve kavite oluşumu ile sonuçlanır (Featherstone, 1999).

Diş yüzeyinde pH'ın daha asidik olması sonucu dişteki minerallerin mobilize olmasına bağlı olarak beyaz benekler görülür. Bu safhada bakteriyolojik örnek alındığında *S.mutans* 'ın sayısında diğer bakterilere göre oldukça önemli artış olduğu gözlenir. Lezyonlar ilerledikçe klinik çürük görülmeye başlandığında *S.mutans* azalmaya diğer bakteriler (özellikle Laktobasiller) artmaya başlar. Kısaca *S.mutans* minede çürük oluşumunun başlangıcından, laktobasiller ise dentin çürüklerinden sorumludur (Erganiş ve Öztürk, 2003).

Ağız ortamında mikroorganizmaların yaşamını sürdürmesi ise, onların yüzeye yapışma kapasitesine bağlıdır. Tutunamayan mikroorganizmalar, ağızdan tükürük akışıyla ve yutma refleksiyle hemen uzaklaştırılır. Sadece çok az sayıda özelleşmiş organizma (öncelikle streptokoklar) mukoza ve diş yüzeyi gibi ağız dokularına yapışabilir. Bu yapışan bakterilerin diş yüzeyine yapışmasını sağlayan özel alıcıları vardır ve birbirlerine bağlanmalarını (koherent) sağlayan yapışkan bir matriks üretirler. Böylece bakterilerin diş yüzeyine başarılı bir şekilde kolonize olmalarını sağlarlar. Yapışma sağlandığında bu öncü organizmalar çoğalır ve diş yüzeyinin üzerini örterek yayılırlar. Yüzeye yayılan streptokoklar, diş yüzeyine direk olarak

yapışamayan spiral ve filamentöz bakteriler gibi diğer organizmaların yapışmasına olanak sağlar (Çakır ve ark., 2010).

Bir çok çalışmada diş çürüğünün, minenin demineralizasyonuna neden olan *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus* ve *Laktobasil* gibi asidojenik bakterilerin oranındaki artışla ilişkili olduğu bildirilmektedir (Marsh, 2003). Diş çürüğü sıklığının azaltılabilmesi için bu hastalığa neden olan mikroorganizmaların ve rollerinin anlaşılması gerekmektedir. İnsanlarda diş çürüğü ile ilgili bulunan bakteri türleri şunlardır (Hardie, 1992):

Kuvvetle ilişkili olanlar : Mutans Streptokoklar (*S.mutans*, *S.sobrinus*)

Laktobasiller (*L.casei*, *L.acidophilus*, *L.fermentum*)

Olası ilişkil olanlar : Diğer streptokoklar (*S.mitis*)

Aktinomiçesler (*A.viscosus*)

Non-mutans streptokoklar

4.7.1. Oral Streptokoklar

Oral streptokoklar genellikle insan ve hayvanlarda oral kavitede ve üst solunum yolunda bulunurlar. Ağız mikroflorasının büyük bir kısmını oluşturur. Doğumdan sonra ağız boşluğu içinde ilk kolonize olan bakteriler streptokoklardır. Genel olarak da *Streptococcus salivarius*'tur. Ağız kavitesi içinde ve üst solunum yolunda yaygın olarak barınan oral streptokoklar, streptokok türünün normal insan florasını oluşturan ve bazen de vücudun diğer bölgelerinden izole edilebilen bir türüdür (Erganiş ve Öztürk, 2003; Bolgöl ve ark., 2004).

Tüm ağız streptokoklarının ortak özellikleri besinle alınan karbonhidratları fermente edebilme ve asit üretebilme yeteneğinde olmalarıdır. Streptokokların mutans grubunda, asit çok çeşitli karbonhidratlardan üretilmektedir. Streptokoklar ve gram-pozitif, küresel veya oval şekilli bakterilerdir. Genellikle hareketsizdir ve endosporları yoktur. Çoğu fakültatif anaerobtur. Çoğalmaları için en ideal sıcaklık 37° C'dir (Bolgöl ve ark., 2004; Ceyhan, 2008).

Oral streptokoklar dört ana grup altında toplanır (Marsh, 1992):

1. *S.mutans*
2. *S.salivarius*
3. *S.milleri*
4. *S.oralis*

Bu bakteri grupları arasında dental plaktan en çok izole edilen ve çürükle ilişkili olan bakteriler *S.mutans*'lardır.

4.7.1.1. Mutans Streptokok Grubu

Mutans streptokoklar (MS), insanlar ve deney hayvanlarında diş çürüklerinin asıl etkeni olarak kabul edilir. MS fakültatif anerobtur ve 7 alt grubu bulunur. Bunlardan en sık rastlanılanı ve virülan olanı *S.mutans*'tır (Berkowitz 2006).

4.7.1.1.1. *Streptococcus mutans*

S.mutans asidojenik ve asidüriktir ve bu yüzden asidik ortamı iyi tolere eder (Morunishi ve ark., 2004; Motegi ve ark., 2006). Hücrel döküntü üretmeyen dişler ve restoratif materyaller gibi retansiyon bölgelerine bağlanmaya ihtiyaç duyarlar (Berkowitz 2006). Bu nedenle *S.mutans*'a doğumu takiben süt dişlerinin çıkmasına kadar geçen süre içerisinde bebeklerin ağız florasında rastlanmamaktadır, ancak süt dişlerinin ağız içerisinde görülmesini takiben ağız florasından izole edilebilmektedir (Günyaktı ve ark., 1990; Whiley ve Beighton, 1998).

S.mutans diş çürüklerinden sorumlu ana patojenlerden biridir. Sükrozu glukotranferaz enzimiyle parçalayarak ekstraselüler polisakkaritler oluşturur. Bunlar ile diş yüzeyinde tutunur ve burada birikir. Bu durum dental biyofilm oluşumu ve karyojenite ile yakından ilgilidir. Ayrıca diyetdeki karbonhidratların uygun olmadığı dönemlerde karbonhidrat rezervi olarak görev yapan intrasellüler polisakkarid sentezi yaparlar. *S.mutans* diyetle bulunan mannitol, sorbitol gibi karbonhidratları

organik asitlere metabolize ederek ortamın pH'sında önemli değişikliklere yol açar. Bu nedenle diş çürüğünün başlangıcından ve ilerlemesinden önemli derecede sorumlu kabul edilir (Chau ve ark., 2015).

Diş çürüklerinin başlangıcında *S.mutans* minede fissürlere, hatta dentine invaze olabilir. Oral kavitedeki *S.mutans* sayısı ile yeni çürük lezyonları arasında bir ilişki bulunmuştur. Bu nedenle *S.mutans* sayısının azalması çürük riskinin de azalmasını sağlar. (Kreulen ve ark., 1997; Hoszek ve Ericson, 2008). *S.mutans*'ın dental plaktan düzenli olarak izole edilebildiği, sağlam mine yüzeyinde görülme sıklığının ise daha düşük olduğu belirtilmektedir (Peterson ve ark., 1991; van Houte, 1994).

Epidemiyolojik çalışmalara göre *S.mutans* çocuklarda ve gençlerde mine çürüğünün, yaşlılarda kök çürüğünün ve bebeklerde biberon çürüğünün etyolojisinde birincil patojendir (van Houte, 1994). *S.mutans*, lactobasil ve kandida sayısı çürük oluşum prevalansı ile doğrudan ilişkili bulunmuştur. Gelişmiş çürük lezyonlarında ise fazla miktarda laktobasillere rastlanmaktadır (Bjanarson ve ark., 1993).

S.mutans'ı, ağızda floridler ve bisguaninlerin inhibe ettiği belirtilmiştir. Ayrıca *S.mutans* penisiline, ampisiline, eritromisine, sefalosine, metisiline ve diğer antibiyotik ajanlara karşı duyarlıdır (Sneath ve ark 1986).

4.7.2. Laktobasiller

Laktobasiller gram pozitif ve sporsuzdur. Uzun silindir şeklinde, zincir yapabilen çomak şeklinde bakterilerdir. Büyük kısmı mikroaerofilik bazıları zorunlu anaeroptur. Süt ürünlerinde yaygın olarak bulunurlar ve sütte bulunan bir disakkarit olan laktozu fermente ederler (Öztürk, 2004, Madigan ve Martinko, 2012).

Hem üredikleri ortamda asit oluştururlar ve hem de asit ortamda daha kolay ve bol ürerler. Ortamdaki pH'yı 4,0'ın altına düşürebilir ve bu pH'da rahatlıkla ürer. Ağızda pH'nin uzun süre düşük kalabileceği yerlerde yerleşirler. Bu bölgeler tükürüğün en az ulaşabildiği dişli bölgelerdir (Marthaler ve Brunelle; 1996;

Svensater ve ark., 2003).

Sağlıklı insanların göz, bağırsak, ağız, deri ve vajina florasında daima bulunur. İnsanda hastalık yapabilmesi için bireyin duyarlılığı ve konak dokunun travmatize olması gerekir. Bu bakteriler bulundukları florada genellikle fırsatçı patojendir. Dişsiz ağızlarda besinlerin tutunmaları için retansiyon yerleri bulunmadığından bu ağızlarda laktobasil sayısı çok az veya sıfırdır. 6. ayda ilk diş sürmesini takiben ya da erişkin bireye protez uygulandıktan sonra diş eti oluşu ve interdental yüzeylere bolca kolonize olur (Marthaler ve Brunelle; 1996).

Laktobasiller dil, yanak gibi yumuşak dokuların mekanik sürtünmelerinden korunan dişlerin arayüzlerine ve fissür tabanına yerleşir. Sükrozdan ekstraselüler dekstran sentezler. Diş minesine tutunması ya kendi sentezlediği dekstran ile mümkün olur ya da sitofilik olup hücre gövdesi ile yapışır. Bulunduğu yerde başka bakterilerin de konağa tutunmasına aracılık eder (Chou ve Weimer, 1999; Bolgöl ve ark., 2004).

Laktobasiller, streptokoklar ile birlikte diş çürüğünden birinci derecede sorumludur. Bu iki genusun üyeleri, çürük oluşmasının hem bakteriyel kolonizasyon hem de asit üretimi safhalarından birebir sorumludur (Cabezas ve ark., 1999; Morinushi ve ark., 2004).

Derin dentin çürüğünde en yüksek sayıda bulunan bakteriler laktobasillerdir. Derin dentin çürüğünde %85 oranında yer aldıkları belirtilmektedir. Pulpaya ilk ulaşan bakteriler de bunlardır. Ağızda ve enfekte kök kanalında rastlanabilecek diğer laktobasiller şunlardır: *L.salivarius*, *L.acidophilus*, *L.amylophilus*, *L.brevis*, *L.cateniforme*, *L.coryniformis*, *L.curvatus*, *L.delbrueckii*, *L.fermentum*, *L.gasseri*, *L.halotolerans*, *L.helveticus*, *L.jensenii*, *L.plantarum*, *L. Minitus*, *L.viridescens*, *L.yamashiensis* (Boyar ve Bowden, 1985; Öztürk, 2004). Bunlardan *L.acidophilus* ve *L.casei*, karyojenik özellikleri nedeniyle dişhekimliği açısından önem taşımaktadır (Erganiş ve Öztürk, 2003).

4.7.2.1. *Lactobacillus acidophilus*

Lactobacillus acidophilus; ince, uzun, çomak şeklinde, sporsuz, gram-pozitif bakterilerdir. Anaerobik ya da mikroaerobik koşullarda canlılıklarını devam ettirirler. Diş çürüğü patolojisinde önemli rolleri vardır (Chou ve Weimer, 1999).

Lactobacillus acidophilus tükürükte en fazla izole edilen mikroorganizmadır. Çürüksüz ve çürüğe yatkın bireylerde yapılan bakteriyolojik çalışmalarda, aktif çürüklü bireylerde geniş oranlarda *L.acidophilus* varlığı tespit edilmiştir. *L.acidophilus* diş yüzeyine ilk kolonize olan bakteri değildir. Bu nedenle, tek başına çürük oluşturma kapasitesine sahip değildir. *S.mutans*'ın salgıladığı yapışkan bir tabaka temiz diş yüzeyine yapışmayı ve kolonizasyonu sağlar. *L.acidophilus* sonrasında bu sayede biyofilm tabakasına kolonize olabilir (Rooters ve ark., 1995; Öztürk, 2004).

4.8. Maddelerin İnhibitör Özelliklerini Belirleyen Yöntemler

Dental materyallerin antimikrobiyal özelliklerini belirlemek için literatürde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden en yaygın olarak kullanılanı agar difüzyon testidir (ADT). Bunun dışındaki kantitatif yöntemler; minimum inhibitor konsantrasyon ve besi yeri makrodilüsyon, mikrodilüsyon ve agar dilüsyon yöntemleridir. (Farrugia ve Camilleri, 2015).

Dental materyallerin antimikrobiyal aktiviteleri, daha yaygın olarak agar difüzyon ve direk kontak testi (DKT) ile test edilmektedir (Öztürk ve ark., 2014). En sık ADT'nin kullanılma nedeni basitliği ve maliyetinin ucuz olmasıdır. Ancak ADT'de sonuçların yanlış değerlendirilmemesi için inhibisyon zonu alanları ölçülmelidir (Beyth ve ark., 2007).

4.8.1. Agar Difüzyon Testi

Agar Difüzyon Testi materyallerin antimikrobiyal özelliklerini belirlemek için en sık kullanılan testlerden biridir. Agar difüzyon testinde, standart bakteri inokulumu, agarda, test maddelerinden hazırlanmış disklerle karşılaştırılır. Agar, besiyerinin katılaştırılması amacıyla kullanılan bir besiyeri bileşenidir (Matalon ve ark., 2005).

Dolgu materyallerin antimikrobiyal etkinlikleri genellikle standart suş mikroorganizmalar veya enfekte dişlerden izole edilen mikroorganizmalar üzerinde ve çoğunlukla ADT kullanılarak değerlendirilir. ADT’de hazırlanan materyaller katılaşmış agar tabağının üzerine açılan standart çukurlara doldurulur veya emici kağıt diskler agar üzerine yerleştirilir. Diğer bir şekilde ise dental materyallerden hazırlanan diskler agar üzerine oturtularak etrafında oluşan inhibisyon zonlarının çapı ölçülür (Schmidseder, 2000).

Agar üzerine yerleştirilen disklerin inhibisyon zonlarının karışmaması için, disklerin birbirinden en az 2,5 cm mesafede olmasına dikkat edilir. Maddenin moleküler büyüklüğü ve elektrik yükü, agar içindeki difüzyon derecesini etkilemektedir. Bu nedenle antimikrobiyal etkinliği ölçülen her maddenin farklı büyüklükte inhibisyon zonu oluşturabileceği bilinmektedir (Tobias, 1988).

Agar Difüzyon Testi’nin bazı limitasyonları vardır; bunlar: bakteri inokulumu, antimikrobiyal etkenin jel içinde difüzyon yeteneği, uygun besiyeri seçimi, agar viskozitesi, agar plakları saklama koşulları, petri başına düşen örnek boyut ve sayısı, agar ve örnek arasındaki temas ve inkübasyon süresi ve sıcaklıktır (Matalon ve ark., 2005).

Uygun besiyerinin seçimi, test edilen mikroorganizmaların üreme oranına olan etkisinden dolayı çok önemlidir. Test mikroorganizmalarının çok hızlı üremelerine imkân tanıyan agar besiyeri de en iyisi değildir. Çünkü bu besiyeri yanlışlıkla inhibisyon zon büyüklüğünü azaltabilir. Ayrıca test mikroorganizmalarının yavaş

oranda üremesini sağlayan besiyeri de uygun değildir. Mikroorganizmanın üremesi çok yavaş ise test maddesi tarafından çok geniş inhibisyon zonları oluşur, bu da test edilen maddenin antimikrobiyal özelliği ile ilgili yanlış bilgi verir. Her bir plağa dökülen besiyerinin hacmi standartlara uygun olmalıdır. Agar besiyerinin derinliğinin yaklaşık olarak 4 mm olması önerilmektedir (Schmidseder, 2000).

Agar disk difüzyon testi tercih edilen bir yöntem olmasına rağmen bazı dezavantajları da vardır (Tobias, 1988):

- 1) En önemli dezavantajı dış hekimliğinde kullanılan maddelerin bakteriyostatik ya da bakterisid olduğunu ayırt edememesidir.
- 2) Ayrıca test edilen mikroorganizmaların canlılığı hakkında da bir fikir veremez.

İnhibisyon zon çapı ölçümünü test maddesinin antimikrobiyal etkisinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. İnhibisyon zonu dairesel görünümde olmaktadır. Zon çapları mm olarak, diski ortalayacak şekilde zonun bir kenarından diğer kenarına olan uzaklık şeklinde ölçülür.

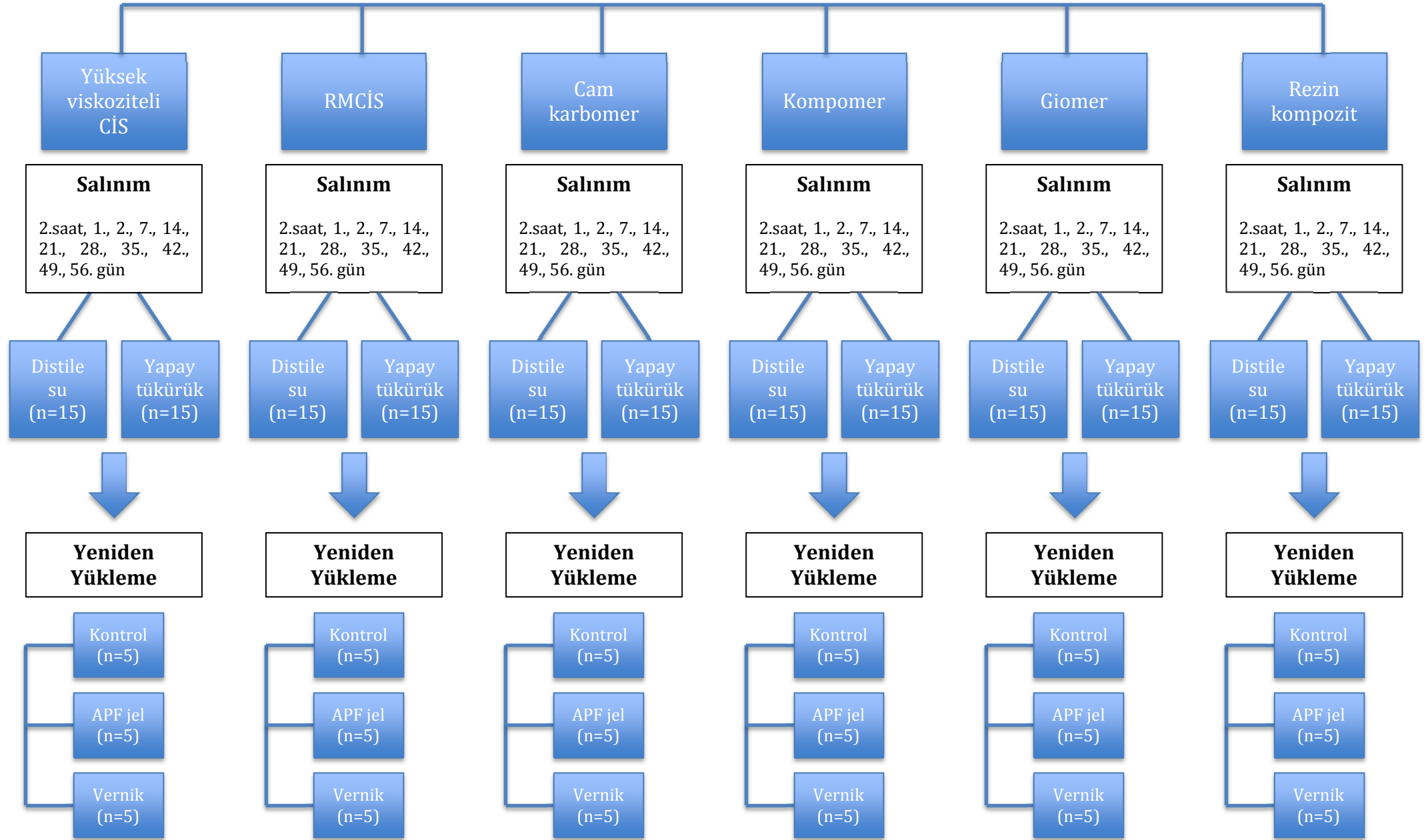
5. GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırmamız çocuk diş hekimliğinde restoratif amaçlı kullanılan altı materyalin florid salınım ve yeniden yüklenme kapasitelerini karşılaştırmak, farklı ortamların materyallerin florid salınım ve yeniden yüklenmesine etkisini incelemek ve agar difüzyon testi kullanılarak materyallerin antimikrobiyal etkilerini değerlendirmek amacı ile *in vitro* koşullarda yürütüldü (Şekil 2).

Çalışmamız için, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na başvuru yapılarak 27.02.2014 tarihinde onay (Karar no: 3) alındı (Ek 1).

Bu çalışmanın florid salınım ve yeniden yükleme deneyleri Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Temel Bilimler Anabilim Dalı Biyokimya Bölümü Laboratuvarı'nda, antimikrobiyal etki deneyleri ise Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Temel Bilimler Anabilim Dalı Mikrobiyoloji Bölümü Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi.

ÇALIŞMA ŞEMASI



Şekil 2. Fluorid salınım ve yeniden yükleme çalışma planı

5.1. Test Materyalleri

Araştırmada altı farklı restoratif materyal kullanıldı. Bu materyaller; yüksek viskoziteli cam iyonomer siman¹ (Resim 1), rezin modifiye cam iyonomer siman² (Resim 2), cam karbomer³ (Resim 3), poliasit modifiye kompozit rezin/kompomer⁴ (Resim 4), giomer⁵ (Resim 5) ve kompozit rezin⁶ (Resim 6)'dir. Çalışmamızda kullanılan materyaller ve içerikleri Tablo 2'te görülmektedir.



Resim 1. Çalışmada kullanılan Fuji IX GP Capsule materyali

¹ Fuji IX GP, GC Corporation, Tokyo, Japonya

² Fuji II LC, GC Corporation, Tokyo, Japonya

³ GCP Glass Fill, GCP, Leiden, Hollanda

⁴ Dyract Extra, Dentsply De Trey, GmbH, Almanya

⁵ Beautifil II, Shofu Inc., Kyoto, Japonya

⁶ Filtek Z250, 3M ESPE AG, Seefeld, Almanya





Resim 4. Çalışmada kullanılan Dyract XP materyali



Resim 5. Çalışmada kullanılan Beautifil II materyali



Resim 6. Çalışmada kullanılan Filtek Z 250 materyali

Tablo 2. Çalışmada kullanılan materyaller ve içerikleri

Materyal	Cinsi	İçeriği	Üretici Firma
Fuji IX GP Capsule	Yüksek viskoziteli cam iyonomer siman	Toz: Fluoroalüminosilikat cam, poliakrilik asit tozu Likit: Poliakrilik asit, polibazik karboksilik asit, distile su	GC, Japan
Fuji II LC Capsule	Rezin modifiye cam iyonomer siman	Fluoroalüminosilikat cam, polialkenoik asit, HEMA, alüminyum klorid, kamforokinon ve su	GC, Japan
GCP Glass Fill	Cam karbomer	Fluorosilikat cam, apatit, poliasit	GCP, Netherlands
Dyract XP	Kompomer	Sr-Al-N-Fluoroalüminosilikat cam, stronsiyum florid, UDMA, TEGDMA, TMPTMA, TCB rezin, dimetakrilat rezinler, dimetilamino benzoik asit etil ester, kamforokinon, BHT, UV stabilizatörü	Dentsply, Germany
Beautifil II	Giomer	Bis-GMA, TEGDMA, S-PRG doldurucu, alüminofluoroborosilikat cam, DL-kamforokinon	Shofu, Japan
Filtek Z 250	Rezin Kompozit	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, zirkonia/silika restoratif doldurucu, inorganik doldurucu (%60)	3M ESPE, Germany

5.2. Fluorid Salınım Deneyi İçin Örneklerin Hazırlanması

Örneklerin belli bir standartta oluşturulması için, üzerinde 5 mm çapında, 2 mm yüksekliğinde silindirik boşluklar hazırlanan teflon kalıp kullanıldı (Resim 7).



Resim 7. Örneklerin hazırlanmasında kullanılan teflon kalıp

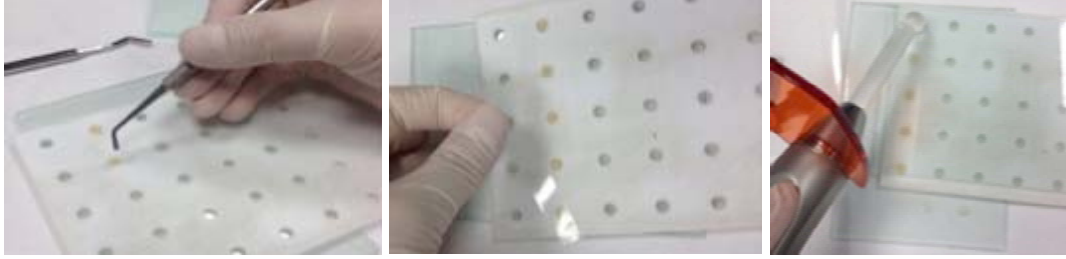
Kapsül formundaki materyallerin karıştırılmasında üretici firmaların talimatları doğrultusunda belirlenen sürelerde bir cam iyonomer karıştırıcı mikser kullanıldı⁷ (Resim 8).



Resim 8. Materyallerin karıştırılmasında kullanılan mikser

⁷ GCP CarboMix, GCP, Leiden, Hollanda

Örnekler, kontaminasyonu engellemek için steril teflon kalıp kullanılarak hazırlandı. Materyaller teflon kalıptaki boşluklara yerleştirildikten sonra, materyallerin alt ve üst yüzeyi plastik şeffaf matriks bandı ile kaplandı ve hava kabarcığı oluşumunu engellemek için teflon kalıp iki cam tabla arasında konumlandırılarak polimerize edildi (Resim 9).



Resim 9. Örneklerinin hazırlanması

Kimyasal olarak sertleşen Fuji IX materyali oda sıcaklığında 10 dakika sertleşmesi beklendi. Işık ile polimerize olan materyallerde üretici firmaların talimatları doğrultusunda ışık cihazı kullanılarak polimerizasyon sağlandı. Cam karbomer örnekleri dışındaki örneklerde polimerizasyon için LED teknolojisi ile üretilmiş, dalga boyu 430-480 nm arasında, gücü 1200 mW/cm² olan ışık cihazı⁸ kullanıldı (Resim 10). Cam karbomer örnekleri için ise üretici firmanın talimatları doğrultusunda yüksek ısı veren ışık cihazı⁹ kullanıldı (Resim 10).

⁸ Elipar S10, 3M ESPE Dental Products, Minnesota, Amerika

⁹ GCP CarboLED CL-01, GCP, Leiden, Hollanda



Elipar S10

Resim 10. Örneklerin polimerizasyonunda kullanılan ışık cihazları (Elipar S10 ve GCP CarboLED CL-01)

5.3. Fluorid Salınım Değerlerinin Ölçülmesi

Fluorid salım ve yeniden yükleme deneyleri için her mateyalden 60'ar adet disk (5 mm x 2 mm) hazırlandı. Hazırlanan örneklerden 30 tanesi yapay tükürük (pH=7.0) içerisindeki salınımı değerlendirmek için, diğer 30 tanesi ise distile su (pH=5.0) içerisindeki salınımı değerlendirmek için kullanıldı. Gruplardaki tüm örnekler sertleşmenin tamamlanması için %100 nemli ortamda 37 °C'deki etüvde¹⁰ 24 saat süreyle bekletildi (Resim 11).



Resim 11. Örneklerin 37 C°'de saklanması için kullanılan etüv

¹⁰ EN 400, Nüve, Ankara, Türkiye

Camın floridi tutma özelliğinden dolayı, florid tasyoninde plastik test tüpleri kullanıldı. İçerisine 2 ml distile su (pH=5.0) veya yapay tükürük (pH=7.0) konulan tüplere birer kod (AS1, AS2,...AS15, BS1, BS2,...BS15, AT1, AT2,...AT15, BT1, BT2,...BT15...vb.) verildi ve her deney tüpüne her materyalden 2'şer adet örnek konularak kapakları kapatıldı (Resim 12). Her materyalden her ortam için (distile su/yapay tükürük) 15'er tüp oluşturuldu. Tüpler ağız ortamını taklit etmesi için 37 °C'deki etüvde bekletildi.



Resim 12. Örneklerin konulduğu kodlanmış plastik tüpler

Çalışmada florid salınım değerlerinin ölçümü iyon seçici elektrod yöntemi ile yapıldı. İyonmetre¹¹ ve ona bağlı bulunan florid iyon seçici elektrot¹² kullanıldı (Resim 13).



Resim 13. Çalışmada kullanılan iyonmetre ve iyon seçici elektrot

¹¹ pH/ISE meter, model 710A, Orion Research, Inc., Beverly, ABD

¹² Thermo Orion Model 9609BN, Orion Research, Inc., Beverly, ABD

Deneyde Kullanılan Çözeltiler:

1. Distile su
2. Yapay Tükürük

In vitro çalışmalarda kullanılan yapay tükürük solüsyonları birbiri ile benzer özelliktedir. Örneklerin florid salınımlarını değerlendirmek için diğer salınım çalışmalarına benzer yapay tükürük oluşturuldu. Çalışmamızda kullanılan yapay tükürük florid içermemektedir. İçeriğinde 3.90 mM Na₃PO₄, 4.29 mM NaCl, 17.98 mM KCl, 1.10 mM CaCl₂, 0.08 mM MgCl₂, 0.50 mM H₂SO₄, 3.27 mM NaHCO₃ ve distile su bulunmaktadır (Sato ve ark. 2006).

3. Standart florid çözeltileri

Standart florid çözeltileri: 100 ppm'lik standart florid solüsyonundan¹³ distile su ile seyreltilerek hazırlanan: 10, 1, 0.1 ve 0.01 ppm'lik solüsyon çözeltileridir (Resim 14).

4. Total iyonik kuvveti ayarlayıcı tampon

TISAB III (Total Ionic Strength Adjustment Buffer) solüsyonu¹⁴ (Resim 14).

¹³ Orion 940907, Orion Research Inc., Beverly, ABD

¹⁴ Orion 940911, Orion Research Inc., Beverly, ABD



Resim 14. Standart florid çözeltileri ve iyonik kuvveti ayarlayıcı çözelti

5.3.1. Florid Salınım Deneyinin Yapılışı

Örneklerin florid salınım değerleri 2. saat, 1. gün, 2. gün ve 7. günde ölçüldü. Sonrasında 7 hafta boyunca haftada bir ölçüm yapıldı (14., 21., 28., 35., 42., 49., 56. günlerde). Ölçüm günlerinde örneklerin içerisinde bulunduğu ortamlardan 1 ml alınarak florid konsantrasyonunun belirlenmesi için analiz edildi. Örnekler kaplardan uzaklaştırılıp distile su ile yıkandıktan sonra yeni hazırlanmış 2 ml distile su/yapay tükürük içerisinde saklandı. Bu prosedür her ölçüm gününde tekrarlandı.

Her ölçüm gününde, ölçümlerden önce 100 ppm'lik standart florid solüsyonundan distile su ile seyreltilerek 100 ppm, 10 ppm, 1 ppm ve 0,1 ppm'lik solüsyonlar elde edildi. Hazırlanan 1 ml'lik florid solüsyonlarına 0,1 ml TISAB III solüsyonu eklenmiş ve plastik tüpler içerisinde bulunan bu sıvılar vorteks¹⁵ ile karıştırıldı (Resim 15). Daha sonra elektrodun kalibrasyon işlemi gerçekleştirildi.

¹⁵ Janke & Kunkel VF2, IKA, Çin



Resim 15. Çalışmada kullanılan vorteks

Örneklerin bekletildiği tüpler içerisindeki toplam 2 ml solüsyonun 1 ml'si alınarak 0,1 ml TISAB III tamponlama solüsyonu eklendi ve her bir tüp vorteks ile karıştırıldı. Fluorid elektrodu bu solüsyon içerisine daldırılarak florid konsantrasyonu, öncesinde kalibrasyonu gerçekleştirilmiş iyonmetre cihazında (pH/ISE meter, model 710A) ölçüldü ve okunan değerler yazılı olarak kaydedildi. Salınan florid miktarı “mV” cinsinden ölçüldü ve sonra “ppm” birimine çevrildi.

5.4. Yeniden Yükleme Sonrası Fluorid Salınım Değerlerinin Ölçülmesi

8 haftalık periyodun ardından, örnekler 3 gruba bölündü (n=5). İlk gruba oda sıcaklığında 4 dakika süreyle 5 ml, 12300 ppm F^- içeren APF jel¹⁶, ikinci gruba 4 dakika süreyle 0,4 ml, 22600 ppm F^- içeren florid verniği¹⁷ uygulandı (Resim 16). Son grup ise kontrol grubu olarak kabul edildi ve örnekler tüplerden çıkarılıp yıkandıktan sonra üzerlerine hiçbir şey uygulanmadan tekrar yeni hazırlanmış 2 ml distile su /yapay tükürük içerisine konuldu.

¹⁶ Gelato APF Fluoride Jel, Keystone Industries, Cherry Hill, ABD

¹⁷ Duraphat, Colgate-Palmolive Company, Çin



Resim 16. Yeniden yükleme materyali olarak kullanılan APF jel ve florid verniği

Fluorid uygulandıktan sonra örnekler yıkanarak tekrar 2 ml ortam (distile su/yapay tükürük) içerisine konuldu. Bu işlem sonrası yeniden aynı ölçüm zamanlarında (uygulama sonrası 2.saat, 1., 2., 7., 14., 21., 28., 35., 42., 49., 56. günlerde) florid salınımı değerlendirildi. Örnekler, ölçümler arasında plastik tüpler içinde ağız ortamını taklit edecek şekilde 37°C’de etüvde tutuldu.

Her ölçüm gününde, elektrot yeniden kalibre edildi. Salınım deneyinde olduğu gibi örneklerin bekletildiği tüpler içerisindeki toplam 2 ml solüsyonun 1 ml’si alınarak 0,1 ml TISAB III tamponlama solüsyonu eklendi ve her bir tüp vorteks ile karıştırıldı. Fluorid elektrodu bu solüsyon içerisine daldırılarak ölçülen florid konsantrasyonu kaydedildi.

5.5. Antimikrobiyal Etkinin Değerlendirilmesi

5.5.1. Antimikrobiyal Etkinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Mikroorganizmalar

Antimikrobiyal etkinin incelenmesinde kullanılan *Streptococcus mutans* (ATCC 25175) ve *Lactobacillus acidophilus* (ATCC 11975) suşları Refik Saydam Hıfızısıhha Enstitüsü Kültür Koleksiyon Merkezi’nden temin edildi.

5.5.2. Antimikrobiyal Etkinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Besiyerleri

Her iki bakteri türünün üretilmesinde ve antimikrobiyal etkinin incelenmesinde üremelerini kolaylaştıran seçici besiyerleri kullanıldı.

5.5.2.1. Besiyerlerinin Hazırlanması

5.5.2.1.1. *Mitis Salivarius Agar (MSA)*

Ticari olarak bulunan ve oda sıcaklığında saklanan toz halindeki MSA¹⁸ besiyerinden üretici firma önerileri doğrultusunda uygun miktarda tartıldı (15.0 g/L olacak şekilde), saf su içerisinde tümüyle çözülünceye kadar kaynar su banyosunda bekletildi ve pH değeri 7.2 – 7.4 olacak şekilde ayarlandı. Daha sonra otoklavda 121 °C’de 15 dakika steril edildi, aseptik koşullarda steril petri kutularına besiyerinin kalınlığı 4 mm olacak şekilde dağıtıldı.

5.5.2.1.2. *Todd Hewitt Broth (THB)*

Ticari olarak bulunan ve oda sıcaklığında saklanan toz halindeki THB¹⁹ besiyerinden üretici firma önerileri doğrultusunda uygun miktarda (36.4 g/L olacak şekilde) tartıldı, saf su içerisinde tümüyle çözülünceye kadar kaynar su banyosunda bekletildi ve pH değeri 7.2 – 7.4 olacak şekilde ayarlandı. Daha sonra, otoklavda 121°C’de 15 dakika steril edildi ve besiyerinin ısısı oda sıcaklığına getirildikten sonra aseptik koşullarda kapaklı steril cam tüplere dağıtılarak +4 °C ‘de muhafaza edildi (Resim 17).

¹⁸ Fluka AG, St. Gallen, İsviçre

¹⁹ Oxoid Ltd, Basingstoke, Hampshire, İngiltere



Resim 17. Todd Hewitt Broth Besiyeri

5.5.2.1.3. *Rogosa SL Agar (RSA)*

Ticari olarak bulunan ve oda sıcaklığında saklanan toz halindeki RSA²⁰ besiyerinden üretici firma önerileri doğrultusunda uygun miktarda tartıldı (74.5 g/L olacak şekilde), saf su içerisinde tümüyle çözülünceye kadar kaynar su banyosunda bekletildi ve pH değeri $5,5 \pm 0,2$ 'ye ayarlandı. Isısı 100°C 'de olan su banyosunda 2-3 dakika bekletilerek steril edildi, aseptik koşullarda steril petri kutularına besiyerinin kalınlığı 4 mm olacak şekilde dağıtıldı.

5.5.2.1.4. *Brain Heart Infusion Broth (BHI)*

Ticari olarak bulunan ve oda sıcaklığında saklanan toz halindeki BHI²¹ besiyerinden üretici firma önerileri doğrultusunda uygun miktarda (12,5 g/L olacak şekilde) tartıldı, saf su içerisinde tümüyle çözülünceye kadar sıcak su banyosunda bekletildi ve pH değeri 7.2 – 7.4 olacak şekilde ayarlandı. Daha sonra, otoklavda 121°C 'de 15 dakika steril edildi ve besiyerinin ısı oda sıcaklığına getirildikten sonra aseptik koşullarda kapaklı steril cam tüplere dağıtılarak $+4^{\circ}\text{C}$ muhafaza edildi.

²⁰ Merck Millipore, Billerica, MA, ABD

²¹ Oxoid Ltd, Basingstoke, Hampshire, İngiltere

5.5.3. İnokulumun (bakteri süspansiyonu) Hazırlanması

Liyofilize bakteri suşları steril şartlar altında, büyük bir dikkatle açılarak Hıfzıssıhha Refik Saydam Enstitüsü Kültür Koleksiyon Merkezi'nin talimatlarına uygun olarak üretildi. Stok kültürlerinden her bakteri türü seçici besiyerlerinde iki gece 37 °C'de anaerob ortamda²² inkübe edilerek elde edildi (Resim 18). *S.mutans* için Mitis Salivarius Agar ve *L.acidophilus* içinde seçici bir besiyeri olan Rogosa SL Agar kullanıldı (Resim 19). Üreyen *S.mutans* kolonilerinden tek düşmüş 3 - 5 adet koloni seçildi öze kullanarak 3 mL'lik THB gibi uygun sıvı ortamında süspansiyon hazırlandı (Hoszek ve Ericson, 2008). *L.acidophilus* süspansiyonun hazırlanmasında ise BHI sıvı ortamı kullanıldı.



Resim 18. Bakteri inokulumlarının konulduğu anaerob jar



Resim 19. Rogosa SL Agar ve Mitis Salivarius Agar

²² Gas Pak Jars, AnaerogenGen kit, Oxoid Ltd, Basingstoke, Hampshire, İngiltere

İnokulum yoğunluğunun (yaklaşık olarak ml'de 10^8 bakteri hücresi) standardizasyonunda 0.5 Mc Farland standardına eşdeğer baryum sülfat çözeltisi bulanıklık yoğunluğu kullanıldı. Bu basamağı doğru bir şekilde yapabilmek için yeterli ışık altında üzerinde siyah çizgiler bulunan beyaz bir kart önünde 0.5 Mc Farland tüpü ile inokulum tüpü gözle kıyaslandı. İnokulum süspansiyonunun bulanıklığı ayarlandıktan sonra 15-30 dakika içinde kullanıldı.

5.5.4. Antinbakteriyal Etkinin Değerlendirilmesi İçin Örneklerin Hazırlanması

Materyallerin antimikrobiyal etkilerinin değerlendirilmesi için her materyalden 40'ar adet disk şeklinde kesitler (5mm x 2mm) hazırlandı. Hazırlanan örneklerden 20 tanesi *S.mutans* üzerindeki etkiyi gözlemlemek, diğer 20 tanesi ise *Lactobacillus* üzerindeki etkiyi gözlemlemek için kullanıldı. Gruplardaki tüm örnekler sertleşmelerinin tamamlanması için %100 nemli ortamda 37°C'deki etüvde 24 saat süreyle bekletildi. Her bakteri için hazırlanan örnekler farklı sürelerde değerlendirilmek amacıyla (direkt, 2. saat, 7. gün, 2. ay olmak üzere) 4 gruba (n=5) ayrıldı ve 2 ml distile su içeren plastik tüplere konularak 37 °C'deki etüvde bekletildi.

5.5.5. Antimikrobiyal Aktivite Deneyi

Antimikrobiyal etkinin test edilmesinde agar disk difüzyon yöntemi kullanıldı. (Marczuk-Kolada ve ark., 2006; Yesilyurt ve ark., 2009; Farrugia ve Camilleri, 2015). Bu yöntemde *S.mutans* ve *L.acidophilus* suşlarının üremesini kolaylaştıran seçici besiyerleri sırasıyla MSA ve RSL agar plakları kullanıldı (Hoszek ve Ericson, 2008; El-Baky ve Hussien, 2013).

Steril bir eküvyon daha önce hazırlanan bakteri süspansiyonuna daldırıldı ve üzerindeki fazla sıvıyı atmak için süspansiyonun dışında tüpün iç duvarına bastırılarak birkaç kez döndürüldü.

S.mutans inokulumu ile ıslatılmış eküvyon, yüzeyi kurutulmuş MSA plağın; *L.acidophilus* inokulumu ile ıslatılmış eküvyon ise RSL plağın yüzeyine inoküle

edildi. Plaklar her defasında 60° döndürülerek agar yüzeyinde ekim yapılmamış yer kalmayacak şekilde işlem iki kez daha yinelendi. Son basamakta eküvyon, plağın kenarlarında çepeçevre gezdirilerek inokülasyon işlemi tamamlandı. Böylece bakteri inokülumların plaklar üzerinde homojen dağılımı sağlandı.

Hazırlanan disk şeklindeki örnekler çapı 150 mm olan plaklar üzerine aralarında 2- 2,5cm aralık ve plak kenarından 1,5cm uzak olacak şekilde yerleştirildi. Her petri kutusuna her materyallerden birer örnek konuldu.

Materyallerin sertleşme sırasındaki pH değişimlerinin de antimikrobiyal etkilerinden sorumlu olabileceği literatürdeki çalışmalarda belirtilmektedir (Vermeersch ve ark., 2005; Yeşilyurt ve ark., 2009). Bu nedenle materyaller hem önceden dışarıda sertleştirilerek, hem de agar içerisine konulduktan sonra sertleştirilerek agar difüzyon testleri tekrarlandı. Bu deney için plaklar üzerinde 7 adet kuyucuk açıldı. Bu kuyucukların 6'sına kuyucuk kenarına taşmayacak şekilde çalışmamızda kullanılan restoratif materyaller, 7'nci kuyucuğa ise pozitif kontrol olması amacıyla ticari olarak bulunan 1450 ppm florür içeren diş macunu²² konuldu.

Petri kutuları 37°C'de 48 saat süreyle anaerop jarlarda²³ inkübe edildi. İnkübasyon sonucunda diskler etrafında üremenin olmadığı alanın (inhibisyon zonu) oluşup oluşmadığına bakıldı. Tüm işlemler farklı süreler distile su içerisinde bekletilen (2 saat, 7 gün ve 2 ay), agar içerisinde sertleştirilen ve sertleştirildikten sonra agara yerleştirilen örnekler için tekrarlandı. Testler iki tekrar, beş paralel çalışılmış olup, sonuçlar inhibisyon alanının çapı olarak ifade edildi ve elde edilen bulgular değerlendirildi (Perez ve ark., 1990; Menon Preetha ve ark., 2007).

²² Colgate Total, Colgate-Pamolive Company, Çin

²³ AnaerogenGen kit, Oxoid Ltd, Basingstoke, Hampshire, İngiltere

5.6. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmadan elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için IBM SPSS Statistics 22 (IBM SPSS, Türkiye) programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilks testi ile değerlendirilmiş ve parametrelerin normal dağılıma uygun olmadığı saptanmıştır. Çalışma verileri değerlendirilirken parametrelerin iki grup arası karşılaştırmalarında Mann Whitney U test kullanıldı. Parametrelerin ikiden fazla grup arası karşılaştırmalarında Kruskal Wallis testi, post hoc değerlendirmelerinde Mann Whitney U testi kullanıldı. Parametrelerin grup içi karşılaştırmalarında ise Friedman testi ve post hoc değerlendirmelerinde Wilcoxon işaret testi kullanıldı. Anlamlılık $p<0.05$ düzeyinde değerlendirildi.

6. BULGULAR

6.1. Her Materyale Ait Distile Su ve Yapay Tükürük Ortamında Fluorid Salınımının Karşılaştırılması

Fuji IX, Fuji II LC, GCP Glass Fill, Dyract XP, Beautifil II ve Filtek Z250 materyallerinin distile su veya yapay tükürük içinde yaptıkları florid salınımı 2.saat, 1., 2., 7., 14., 21., 28., 35., 42., 49. ve 56.günlerde olmak üzere 11 kez ölçüldü ve bulunan değerler aşağıda sırası ile verildi.

6.1.1. Fuji IX Materyalinin Fluorid Salınımı

Fuji IX materyalinin distile su grubunda her zaman dilimindeki florid salınım miktarları, yapay tükürük grubundan anlamlı şekilde yüksekti ($p<0.01$) (Tablo 3).

Fuji IX materyalinin hem distile su hem de yapay tükürük grubunda; tüm ölçüm günlerindeki grup içi florid salınım miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0.01$) (Tablo 3, Şekil 3).

Tablo 3. Fuji IX materyalinin florid salınım miktarları (ppm)

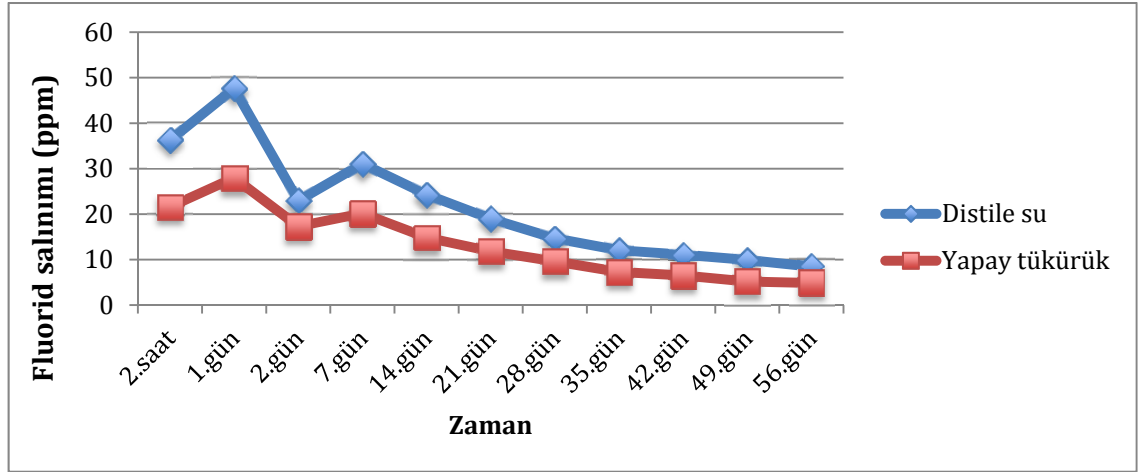
	Distile Su	Yapay Tükürük	¹ p
	Ort±SS (medyan) (n=15)	Ort±SS (medyan) (n=15)	
2.saat	36,27±1,77 (36,2)	21,6±2,27 (21,5)	0,009**
1.gün	47,63±2,62 (48)	28±2,95 (29,1)	0,009**
2.gün	22,96±1,49 (22,2)	17,31±3,39 (18,3)	0,009**
7.gün	31,09±2,29 (30,7)	20,17±2,96 (19,8)	0,009**
14.gün	24,31±2,7 (23,8)	14,85±3,06 (14,4)	0,009**
21.gün	18,97±2,23 (18,6)	11,82±1,82 (11,8)	0,009**
28.gün	14,67±2,09 (14,2)	9,63±1,83 (9,5)	0,009**
35.gün	12,04±0,82 (11,9)	7,29±1,78 (7,7)	0,009**
42.gün	11,1±0,63 (11)	6,53±1,64 (6,7)	0,009**
49.gün	9,92±0,45 (10,2)	5,17±1,51 (5,2)	0,009**
56.gün	8,46±0,59 (8,5)	4,88±1,26 (5)	0,009**
² p	0,001**	0,001**	

¹ Mann Whitney U test ²Friedman test ** $p<0.01$

Distile su grubunda anlamlılığın hangi zaman diliminden kaynaklandığının tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; 2.saat florid salınım miktarına göre 1.günde görülen artış ve diğer tüm zamanlarda görülen düşüşler; 1.gündeki

fluorid salınım miktarına göre diğer tüm zamanlarda görülen düşüşler ve 7.gündeki fluorid salınım miktarına göre sonraki ölçüm günlerinde görülen düşüşler istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.05$). Distile su grubunda 2.gün fluorid salınım miktarına göre 7.günde görülen artış anlamlı iken ($p<0.05$), 14.günde anlamlı bir değişim saptanmadı. Fluorid salınım miktarı diğer günlerde de azalarak devam etti ve günler arasındaki düşüşler anlamlı bulundu ($p<0,05$) (Şekil 3).

Yapay tükürük grubunda distile su grubuna benze sonuçlar elde edildi. 1. ve 7. gündeki fluorid salınım miktarına göre sonraki zamanlarda görülen düşüşler anlamlıydı ($p<0.05$). Fluorid salınım miktarı diğer günlerde azalarak devam etti (Şekil 3).



Şekil 3. Fuji IX materyalinin fluorid salınım miktarlarının değerlendirilmesi

6.1.2. Fuji II LC Materyalinin Fluorid Salınımı

Fuji II LC materyalinin distile su grubunun tüm ölçüm günlerindeki fluorid salınım miktarları, yapay tükürük grubundan anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.01$). Fuji II LC materyalinin distile su ve yapay tükürük grubunda, 2. saat, 1., 2., 7., 14., 21., 28., 35., 42., 49. ve 56.günlerdeki grup içi fluorid salınım miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p<0.01$) (Tablo 4, Şekil 4).

Tablo 4. Fuji II LC materyalinin florid salınım miktarları (ppm)

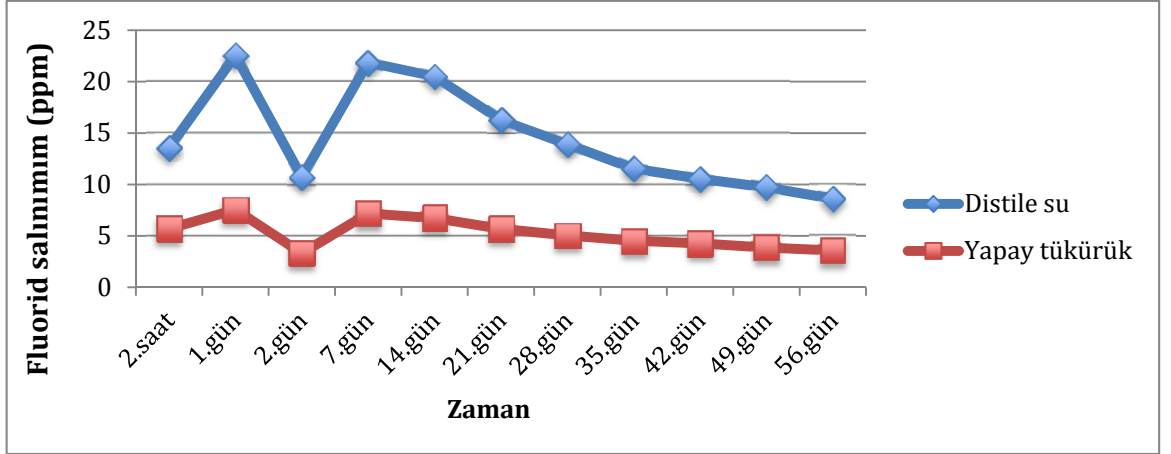
	Distile Su	Yapay Tükürük	¹ p
	Ort±SS (medyan) (n=15)	Ort±SS (medyan) (n=15)	
2.saat	13,57±1,01 (13,4)	5,7±0,71 (5,7)	0,009**
1.gün	22,55±1,6 (22,1)	7,55±0,46 (7,6)	0,009**
2.gün	10,71±0,69 (10,4)	3,32±0,54 (3,5)	0,009**
7.gün	21,87±2,43 (21,4)	7,18±0,62 (7,5)	0,009**
14.gün	20,51±0,28 (20,5)	6,73±0,52 (6,9)	0,009**
21.gün	16,26±0,28 (16,3)	5,69±0,45 (6)	0,009**
28.gün	13,92±0,5 (13,9)	5,05±0,28 (5)	0,009**
35.gün	11,53±0,27 (11,6)	4,53±1,17 (4,2)	0,009**
42.gün	10,55±0,45 (10,8)	4,26±0,33 (4,3)	0,009**
49.gün	9,72±0,35 (9,9)	3,86±0,26 (3,8)	0,009**
56.gün	8,61±0,18 (8,7)	3,58±0,29 (3,5)	0,009**
²p	0,001**	0,001**	

¹ Mann Whitney U test²Friedman test

** p<0.01

Distile su grubunda anlamlılığın hangi dönemlerden kaynaklandığının tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; 2.saat florid salınım miktarına göre 1., 7., 14. ve 21.günlerde görülen artışlar ve 2., 35., 42., 49. ve 56.günlerde görülen düşüşler anlamlı bulunurken ($p<0.05$), 28.günde anlamlı bir değişim görülmedi ($p>0.05$). 1.gündeki florid salınım miktarına göre diğer ölçümlerde görülen düşüşler ve 7.gündeki florid salınım miktarına göre 14., 21., 28., 35., 42., 49. ve 56.günlerde görülen düşüşler anlamlıydı ($p<0.05$). Sonraki ölçüm günlerinde florid salınımındaki düşüş anlamlı bulundu ($p<0.05$). (Şekil 4).

Yapay tükürük grubunda ise anlamlılığın hangi dönemlerden kaynaklandığının tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; 2.saat florid salınım miktarına göre 21.günde ve 35.günlerde anlamlı değişim görülmezken ($p>0.05$), 2., 28., 35., 42., 49. ve 56.günlerde görülen düşüşler ve 1., 7. ve 14.günlerde görülen artışlar anlamlı bulundu ($p<0.05$). 1.gündeki florid salınım miktarına göre diğer tüm zamanlarda görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). 7.gündeki florid salınım miktarına göre de sonraki günlerde görülen düşüşler anlamlı idi ($p<0.05$). 28.gündeki salınım miktarına göre 35.günde, 35.gündeki florid salınım miktarına göre de 42. ve 49.günlerde anlamlı bir değişim görülmedi ($p>0.05$) (Şekil 4).



Şekil 4. Fuji II LC materyalinin florid salınım miktarlarının değerlendirilmesi

6.1.3. GCP Glass Fill Materyalinin Florid Salınımı

GCP Glass Fill materyalinin distile su ortamında tüm zamanlardaki florid salınım miktarları, yapay tükürük grubundan anlamlı şekilde yüksekti ($p<0.01$). GCP Glass Fill materyalinin hem distile su hem de yapay tükürük grubunda; tüm ölçüm günlerindeki grup içi florid salınım miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.01$) (Tablo 5, Şekil 5).

Tablo 5. GCP Glass Fill materyalinin florid salınım miktarları (ppm)

	Distile Su	Yapay Tükürük	¹ p
	Ort±SS (medyan) (n=15)	Ort±SS (medyan) (n=15)	
2.saat	20,44±1,44 (20,9)	11,77±2,14 (12,4)	0,009**
1.gün	24,92±1,34 (24,6)	13,9±1,19 (14,5)	0,009**
2.gün	15,43±2,15 (14,7)	10,63±1,06 (10,5)	0,009**
7.gün	21,49±1,95 (20,4)	13,77±0,84 (14,1)	0,009**
14.gün	18,96±1,89 (18,2)	12,16±1,14 (12,2)	0,009**
21.gün	14,21±1,83 (13,7)	8,63±0,57 (8,5)	0,009**
28.gün	11±1,35 (10,4)	6,73±0,49 (6,5)	0,009**
35.gün	9,79±1,08 (9,4)	6,29±0,4 (6,4)	0,009**
42.gün	9,43±1,21 (9,1)	3,9±0,27 (3,8)	0,009**
49.gün	7,49±0,85 (7,2)	2,72±0,49 (2,5)	0,009**
56.gün	6,70±0,73 (6,3)	1,85±0,28 (1,8)	0,009**
² p	0,001**	0,001**	

¹ Mann Whitney U test

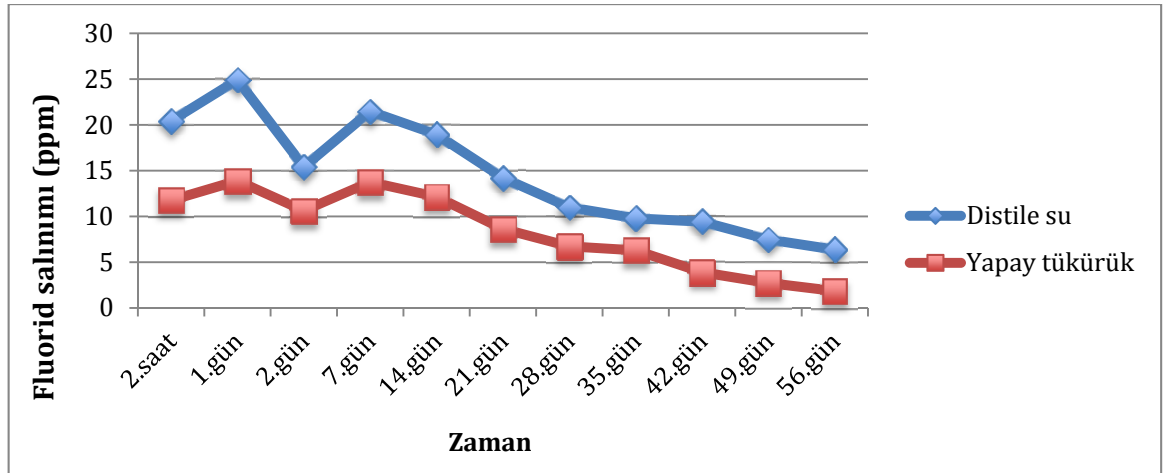
²Friedman test

** $p<0.01$

Distile su gurubunda anlamlılığın hangi zaman diliminden kaynaklandığının tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; 2.saat florid salınım miktarına

göre 7. ve 14.günde anlamlı bir değişim olmadı ($p>0.05$). 2.saat florid salınım miktarına göre 1.günde görülen artış ve diğer günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). 1.gündeki florid salınım miktarına göre diğer tüm zamanlarda görülen düşüşler; 2.gündeki florid salınım miktarına göre 7. ve 14. günlerde görülen artışlar ve sonraki günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). 7.gündeki florid salınım miktarına göre diğer tüm ölçüm günlerinde görülen düşüşler anlamlıydı ($p<0.05$). Florid salınımı düşüş göstererek devam etti ($p<0.05$) (Şekil 5).

Anlamlılığın yapay tükürük grubunda hangi zaman diliminden kaynaklandığının tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; 2.saat florid salınım miktarına göre 1. ve 7.günde görülen artışlar anlamlı iken ($p<0.05$), 2., 14. ve 21.günlerde anlamlı değişim görülmedi ($p>0.05$). 2.saat florid salınım miktarına göre 28., 35., 42., 49. ve 56.günlerde görülen düşüşler anlamlıydı ($p<0.05$). 1.gündeki florid salınım miktarına göre 7.günde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), diğer tüm zamanlarda görülen düşüşler ve 7.gündeki florid salınım miktarına göre sonraki günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$) (Şekil 5).



Şekil 5. GCP Glass Fill materyalinin florid salınım miktarlarının değerlendirilmesi

6.1.4. Dyract XP Materyalinin Florid Salınımı

Dyract XP materyalinin distile su grubunda 2.saat, 1., 2., 21. ve 42.günlerdeki florid salınım miktarları, yapay tükürük grubundan anlamlı şekilde yüksekti ($p<0.01$; $p<0.05$). Dyract XP materyali ortamlara göre incelendiğinde 7., 14., 28., 35., 49. ve 56.günlerdeki florid salınım miktarları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0.05$). Dyract XP materyalinin hem distile su hem yapay tükürük

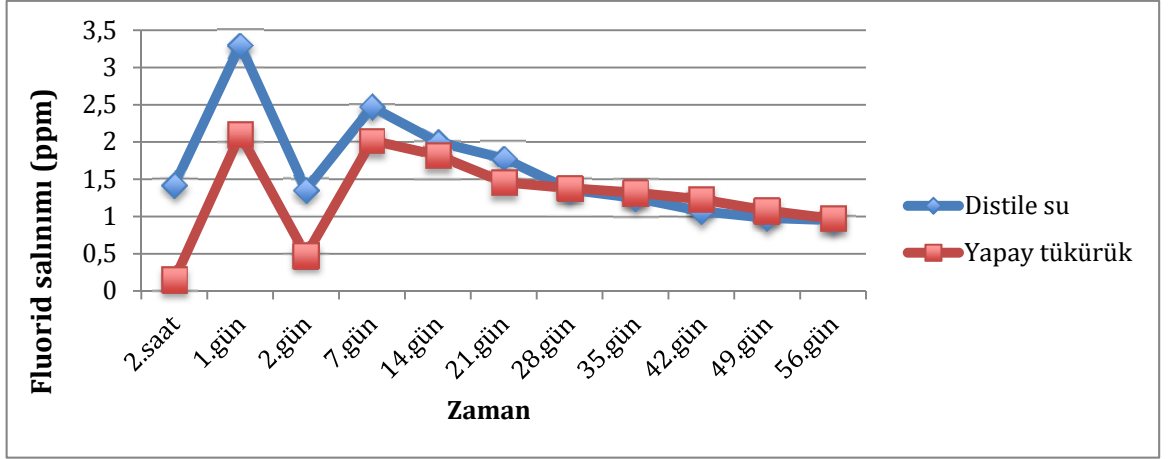
grubunda; tüm ölçüm zamanlarındaki grup içi florid salınım miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.01$) (Tablo 6, Şekil 6).

Tablo 6. Dyract XP materyalinin florid salınım miktarları (ppm)

	Distile Su	Yapay Tükürük	¹ p
	Ort±SS (medyan) (n=15)	Ort±SS (medyan) (n=15)	
2.saat	1,42±0,15 (1,4)	0,15±0,03 (0,1)	0,009**
1.gün	3,3±0,21 (3,3)	2,1±0,13 (2,3)	0,009**
2.gün	1,36±0,07 (1,4)	0,48±0,06 (0,5)	0,009**
7.gün	2,47±0,3 (2,4)	2,02±0,18 (2,0)	0,602
14.gün	2±0,14 (2,1)	1,82±0,13 (1,9)	0,116
21.gün	1,78±0,15 (1,8)	1,46±0,07 (1,5)	0,009**
28.gün	1,36±0,1 (1,4)	1,38±0,1 (1,4)	0,674
35.gün	1,25±0,07 (1,3)	1,32±0,04 (1,3)	0,072
42.gün	1,07±0,11 (1,1)	1,23±0,08 (1,3)	0,027*
49.gün	0,98±0,13 (1)	1,08±0,11 (1,1)	0,346
56.gün	0,95±0,13 (1)	0,97±0,1 (1)	0,834
²p	0,001**	0,001**	
¹ Mann Whitney U test		² Friedman test	* $p<0.05$ ** $p<0.01$

Distile su grubunda yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; 2.saat florid salınım miktarına göre 1., 7., 14. ve 21.günlerde görülen artış ve 42., 49. ve 56.günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). 2.saat florid salınım miktarına göre 2., 28. ve 35.günde anlamlı bir değişim saptanmadı ($p>0.05$). 1.gündeki florid salınım miktarına göre diğer tüm zamanlarda görülen düşüşler anlamlıydı ($p<0.05$). 2.gündeki florid salınım miktarına göre 28.günde anlamlı bir fark bulunmazken ($p>0.05$), 7.gündeki florid salınım miktarına göre 14., 21., 28., 35., 42., 49. ve 56.günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Sonraki tüm ölçümlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$) (Şekil 6).

Yapay tükürük grubunda yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; 2.saat florid salınım miktarına göre diğer tüm zamanlarda görülen artışlar ve 1.gündeki florid salınım miktarına göre diğer tüm zamanlarda görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). 7.gündeki florid salınım miktarına göre 14. günde anlamlı bir fark görülmezken ($p>0.05$), sonraki tüm ölçüm günlerinde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). 28.gündeki florid salınım miktarına göre 35.günde anlamlı bir değişim görülmedi ($p>0.05$) (Şekil 6).



Şekil 6. Dyract XP materyalinin florid salınım miktarlarının değerlendirilmesi

6.1.5. Beautifil II Materyalinin Florid Salınımı

Beautifil II materyalinin distile su grubunda 2.saat, 1., 2., 7. ve 14.günlerdeki florid salınım miktarları, yapay tükürük grubundan anlamlı şekilde yüksekti ($p<0.01$; $p<0.05$). Beautifil II materyalinin ortamlara göre 21., 28., 35., 42., 49. ve 56.günlerdeki florid salınım miktarları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0.05$). Beautifil II materyalinin hem distile su hem de yapay tükürük grubunun tüm zaman dilimlerindeki grup içi florid salınım miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p<0.01$) (Tablo 7, Şekil 7).

Tablo 7. Beautifil II materyalinin florid salınım miktarları (ppm)

	Distile Su	Yapay Tükürük	¹ p
	Ort±SS (medyan) (n=15)	Ort±SS (medyan) (n=15)	
2.saat	0,64±0,1 (0,6)	0,22±0,08 (0,2)	0,009**
1.gün	2,05±0,21 (2)	1,34±0,1 (1,3)	0,009**
2.gün	1,01±0,12 (1)	0,14±0,04 (0,2)	0,009**
7.gün	1,87±0,19 (1,8)	1,05±0,31 (1,1)	0,009**
14.gün	1,19±0,12 (1,1)	1,04±0,14 (1)	0,047*
21.gün	1,08±0,11 (1)	0,94±0,2 (1)	0,094
28.gün	0,93±0,13 (0,9)	0,87±0,17 (0,9)	0,602
35.gün	0,91±0,14 (0,9)	0,82±0,17 (0,9)	0,530
42.gün	0,78±0,11 (0,7)	0,74±0,14 (0,7)	0,833
49.gün	0,68±0,06 (0,7)	0,7±0,13 (0,7)	0,675
56.gün	0,62±0,07 (0,6)	0,66±0,18 (0,7)	0,249
² p	0,001**	0,001**	

¹ Mann Whitney U test

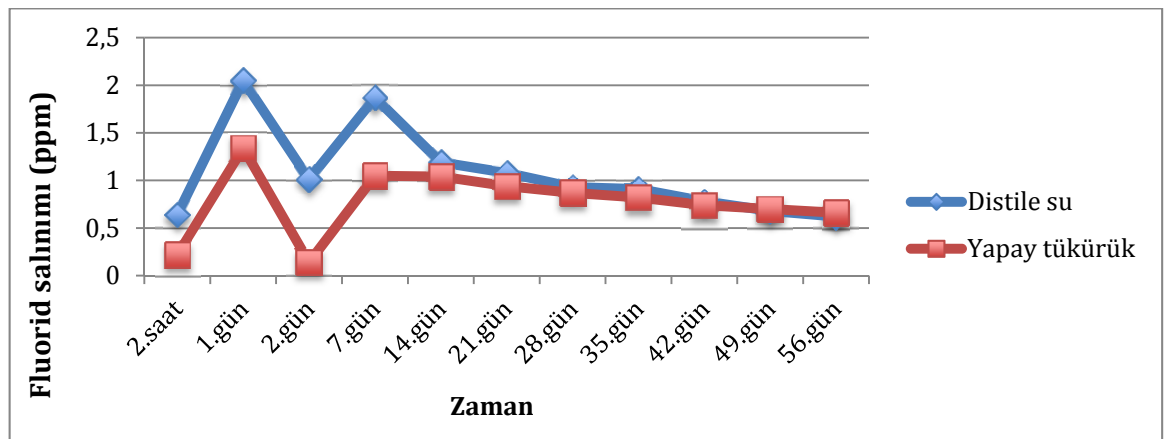
²Friedman test

* $p<0.05$

** $p<0.01$

Distile su grubunda anlamlılığın hangi zaman dilimiminden kaynaklandığının tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; 2.saat florid salınım miktarına göre 1., 2., 7., 14., 21., 28. ve 35.günlerde görülen artışlar anlamlı iken ($p<0.05$), diğer günlerde ise anlamlı bir değişim saptanmadı ($p>0.05$). 1.gündeki salınım miktarına göre diğer tüm zamanlarda görülen düşüşler anlamlıydı ($p<0.05$). 2.gündeki florid salınım miktarına göre 7. ve 14.günlerde görülen artışlar ve 42., 49. ve 56.günlerde görülen düşüşler anlamlıydı ($p<0.05$). 7.gündeki florid salınım miktarına göre sonraki günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Devam eden ölçüm günlerinde tüm zamanlardaki düşüşler anlamlı iken ($p<0.05$), 49.gündeki florid salınım miktarına göre 56.günde anlamlı bir değişim saptanmadı ($p>0.05$) (Şekil 7).

Yapay tükürük grubunda ise, 2.saat florid salınım miktarına göre 2.günde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$); diğer tüm zamanlarda görülen artışlar anlamlıydı ($p<0.05$). 1.gündeki florid salınım miktarına göre diğer günlerde görülen düşüşler anlamlı iken ($p<0.05$), 7.günde anlamlı değişim görülmedi ($p>0.05$). 2.gün florid salınım miktarına göre sonraki görülen artışlar anlamlıydı ($p<0.05$). 7.gündeki florid salınım miktarına göre 14., 21., 28., 35. ve 42.günlerdeki salınım anlamlı değilken ($p>0.05$); 49. ve 56.günlerde görülen düşüşler anlamlı olarak tespit edildi ($p<0.05$) (Şekil 7).



Şekil 7. Beautifil II materyalinin florid salınım miktarlarının değerlendirilmesi

6.1.6. Filtek Z250 Materyalinin Fluorid Salınımı

Filtek Z250 materyalinin distile su grubunun tüm ölçüm günlerindeki florid salınım miktarları, yapay tükürük grubundan anlamlı şekilde yüksekti ($p<0.01$; $p<0.05$). Filtek Z250 materyalinin distile su ve yapay tükürük grubunda grup içi; tüm ölçüm zamanlarındaki florid salınım miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0.05$) (Tablo 8).

Tablo 8. Filtek Z250 materyalinin florid salınım miktarları (ppm)

	Distile Su	Yapay Tükürük	¹ p
	Ort±SS (medyan) (n=15)	Ort±SS (medyan) (n=15)	
2.saat	0,05±0,01 (0,1)	0,03±0,01 (0)	0,008**
1.gün	0,06±0,01 (0,1)	0,02±0 (0)	0,007**
2.gün	0,05±0,01 (0,1)	0,02±0 (0)	0,007**
7.gün	0,06±0,01 (0,1)	0,03±0,01 (0)	0,008**
14.gün	0,05±0,01 (0,1)	0,03±0,01 (0)	0,007**
21.gün	0,05±0,01 (0,1)	0,03±0,01 (0)	0,008**
28.gün	0,05±0,01 (0,1)	0,03±0,01 (0)	0,013*
35.gün	0,05±0,01 (0,1)	0,03±0,01 (0)	0,013*
42.gün	0,04±0,01 (0)	0,02±0,01 (0)	0,020*
49.gün	0,04±0,01 (0)	0,02±0 (0)	0,012*
56.gün	0,04±0,01 (0)	0,02±0 (0)	0,005**
² p	0,094	0,072	

¹ Mann Whitney U test

²Friedman test

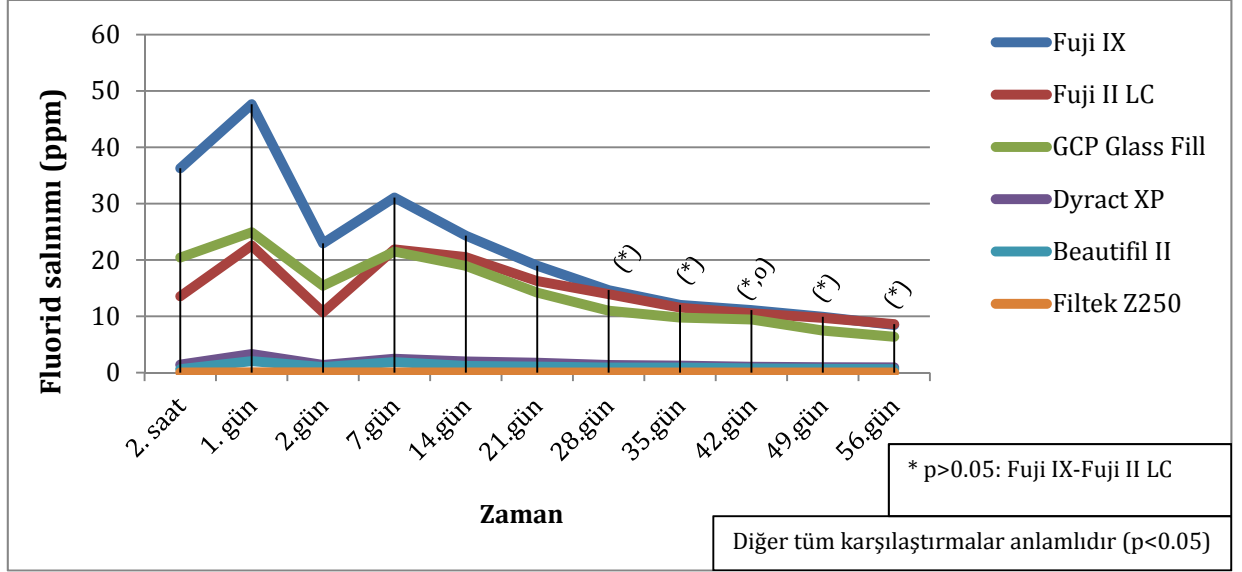
* $p<0.05$

** $p<0.01$

6.2. Tüm Materyallerin Fluorid Salınımının Karşılaştırılması

6.2.1. Tüm Materyallerin Distile Su Ortamında Zamana Göre Fluorid Salınımının Karşılaştırılması

Distile su ortamında materyallerin 2.saat, 1., 2., 7., 14., 21.gün, 28., 35., 42., 49. ve 56.günlerdeki fluorid salınım miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.01$) (Şekil 8).

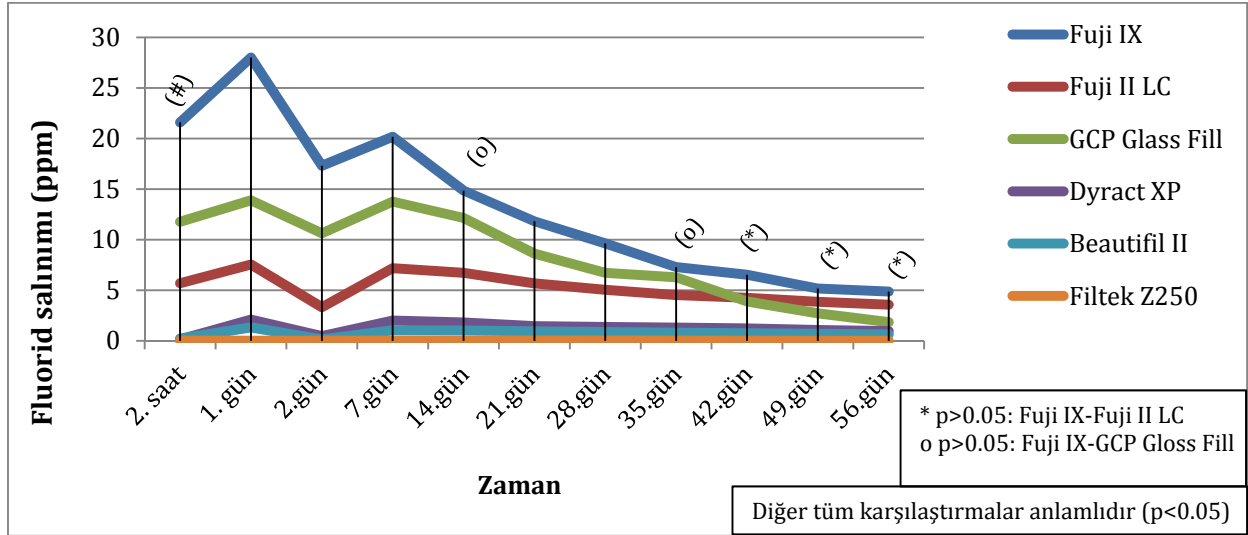


Şekil 8. Tüm materyallerin distile su ortamında zamana göre fluorid salınım miktarları

Farklılığın hangi materyalden kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Fuji IX ve Fuji II LC materyallerinin 28., 35., 42., 49. ve 56.günlerdeki fluorid salınım miktarları arasında anlamlı fark yoktu ($p>0.05$). GCP Glass Fill ve Fuji IX materyallerinin 42.gündeki fluorid salınım miktarları arasında da anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0.05$). Diğer tüm materyaller arasında tüm ölçümlerdeki fark anlamlıydı ($p<0.01$; $p<0.05$). Materyallerin 2. saat, 1. ve 2. gündeki fluorid salınımı en yüksek olandan düşük olana göre sıralandığında sıra Fuji IX, GCP Glass Fill, Fuji II LC, Dyract XP, Beautifil II ve Filtek Z250 şeklinde iken, sonraki günlerde bu sıralama Fuji IX, Fuji II LC, GCP Glass Fill, Dyract XP, Beautifil II ve Filtek Z250 olarak gözlemlendi (Şekil 8).

6.2.2. Tüm Materyallerin Yapay Tükürük Ortamında Zamana Göre Fluorid Salınımlarının Karşılaştırılması

Yapay tükürük ortamında materyallerin tüm ölçüm günlerindeki florid salınım miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.01$) (Şekil 9).



Şekil 9. Materyallerin yapay tükürük ortamında zamana göre florid salınım miktarları

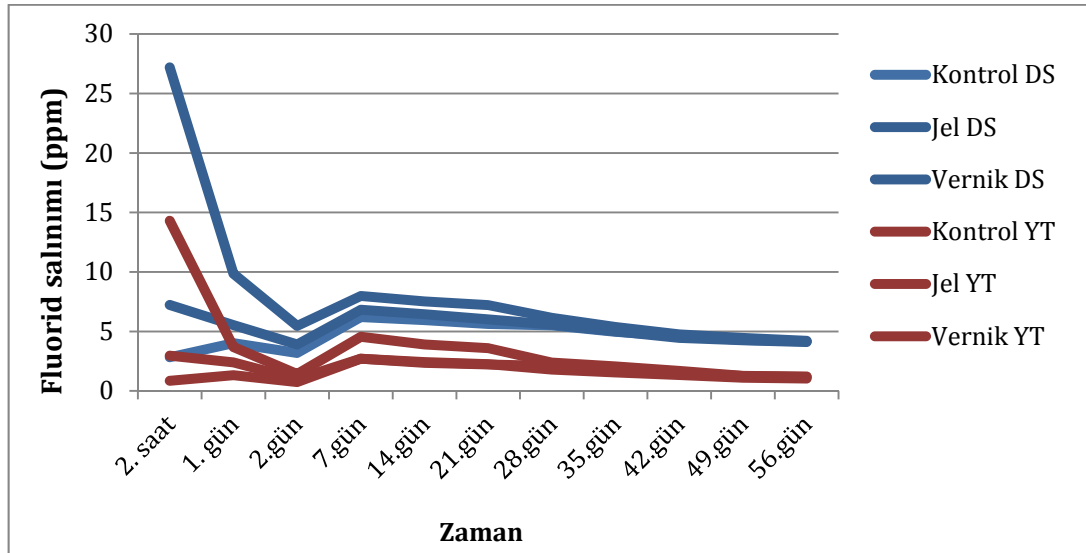
Farklılığın hangi materyalden kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Fuji IX ve Fuji II LC materyallerinin 42., 49. ve 56.günlerdeki florid salınım miktarları arasında anlamlı fark yoktu ($p>0.05$). Fuji IX ve GCP Glass Fill materyallerinin 14.gün ve 35.gündeki florid salınım miktarları arasında ve Dyract XP ve Beautifil II materyallerinin 2.saatteki florid salınım miktarları arasında da anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0.05$). Diğer materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0.01$; $p<0.05$). Materyallerin 42. güne kadar ölçülen florid salınım miktarı en yüksekten düşük olana göre sıralandığında Fuji IX, GCP Glass Fill, Fuji II LC, Beautifil II, Dyract XP ve Filtek Z250 sırasıyla gözlenirken, 42., 49. ve 56.günlerde bu sıralama Fuji IX, Fuji II LC, GCP Glass Fill, Dyract XP, Beautifil II ve Filtek Z250 olarak değişti (Şekil 9).

6.3. Materyallerin Fluorid Ajanı İle Yükleme Sonrası Fluorid Salınım Değerleri İle İlgili Bulgular

Çalışmada kullanılan materyallerin florid salınımları 56. güne kadar belirlenen günlerde ölçüldükten sonra örnekler 3 gruba (n=5) ayrıldı. Bu gruplardan ilkinde hiç bir işlem uygulanmazken (kontrol grubu), ikincisine APF jel, üçüncüsüne ise florid verniği uygulandı ve sonrasında yeniden florid salınımları yine aynı şekilde 11 kez ölçüldü.

6.3.1. Fuji IX Materyaline Ait Yükleme Sonrası Fluorid Salınımlarının Karşılaştırılması

Fuji IX materyalinin tüm gruplarında distile su içerisindeki yükleme sonrası 2.saat, 1., 2., 7., 14., 21., 28., 35., 42., 49. ve 56.günlerdeki florid salınım miktarları, yapay tükürük içerisindeki salınımdan anlamlı olarak yüksek (p<0.01) (Şekil 10). Fuji IX materyalinin tüm gruplarında hem distile su hem de yapay tükürük içerisinde; yükleme sonrası tüm ölçüm zamanlarındaki grup içi florid salınım miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı (p<0.01) (Tablo 9).



Şekil 10. Fuji IX materyalinin yükleme sonrası distile su ve yapay tükürük ortamındaki florid salınımları

Tablo 9. Fuji IX Materyaline Ait Yükleme Sonrası Fluorid Salınım Değerleri ve Karşılaştırılması

	Distile Su				Yapay Tükürük			
Yükleme Sonrası	Kontrol Ort±SS (medyan) (n=5)	APF Ort±SS (medyan) (n=5)	Vernik Ort±SS (medyan) (n=5)		Kontrol Ort±SS (medyan) (n=5)	APF Ort±SS (medyan) (n=5)	Vernik Ort±SS (medyan) (n=5)	
	¹ p				¹ p			
2. saat	2,83±0,52 (3,01)	7,23±0,26 (7,17)	27,19±1,08 (27,06)	0,002**	0,85±0,16 (0,83)	2,96±0,51 (2,87)	14,31±0,33 (14,42)	0,002**
1. gün	4,01±0,53 (3,85)	5,53±0,23 (5,66)	9,85±0,65 (9,98)	0,002**	1,32±0,21 (1,3)	2,4±0,23 (2,46)	3,69±0,33 (3,73)	0,002**
2.gün	3,19±0,34 (3,14)	3,91±0,27 (3,87)	5,47±0,42 (5,3)	0,003**	0,74±0,05 (0,75)	0,98±0,12 (0,98)	1,41±0,2 (1,43)	0,002**
7.gün	6,21±0,36 (6,01)	6,83±0,7 (6,61)	7,98±0,46 (7,88)	0,009**	2,71±0,28 (2,7)	2,7±0,24 (2,74)	4,55±0,64 (4,5)	0,008**
14.gün	5,95±0,27 (5,8)	6,44±0,71 (6,16)	7,52±0,79 (7,81)	0,024*	2,36±0,51 (2,49)	2,43±0,75 (2,41)	3,91±0,68 (3,9)	0,019*
21.gün	5,63±0,31 (5,66)	6,02±0,7 (5,75)	7,22±0,68 (7,2)	0,011*	2,22±0,53 (2,45)	2,25±0,67 (2,27)	3,59±0,45 (3,62)	0,019*
28.gün	5,5±0,35 (5,56)	5,57±0,55 (5,47)	6,15±0,51 (6,11)	0,185	2,1±0,55 (2,31)	1,79±0,4 (1,79)	2,38±0,43 (2,25)	0,137
35.gün	4,97±0,32 (4,9)	5,01±0,48 (4,86)	5,37±0,44 (5,32)	0,281	1,74±0,45 (1,92)	1,55±0,4 (1,5)	2,06±0,27 (1,99)	0,15
42.gün	4,61±0,29 (4,5)	4,46±0,4 (4,39)	4,75±0,43 (4,82)	0,578	1,54±0,33 (1,61)	1,33±0,32 (1,26)	1,69±0,15 (1,69)	0,15
49.gün	4,28±0,3 (4,3)	4,25±0,34 (4,2)	4,46±0,34 (4,39)	0,593	1,25±0,28 (1,3)	1,1±0,17 (1,02)	1,27±0,14 (1,23)	0,31
56.gün	4,16±0,3 (4,08)	4,11±0,36 (4,06)	4,21±0,29 (4,1)	0,887	1,17±0,32 (1,23)	1,04±0,18 (1,01)	1,21±0,17 (1,16)	0,445
² p	0,001**	0,001**	0,001**		0,001**	0,001**	0,001**	

¹ Kruskall Wallis test² Friedman test

*p<0.05

**p<0.01

Distile su ortamındaki kontrol grubunda anlamlılığın hangi dönemlerden kaynaklandığının tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre 2.günde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), diğer tüm zamanlarda görülen artışlar anlamlıydı ($p<0.05$). Yükleme sonrası 1.gün florid salınım miktarına göre 2.günde görülen düşüş ve 7., 14., 21. ve 28.günlerde görülen artışlar anlamlı bulundu ($p<0.05$). 1.gün florid salınım miktarına göre 35., 42., 49. ve 56.günlerde anlamlı bir değişim görülmedi ($p>0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre sonraki günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$) (Şekil 11).

Yapay tükürük ortamındaki kontrol grubunda ise; yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre 2.günde görülen düşüş ve diğer tüm zamanlarda görülen artışlar ve yükleme sonrası 1.gün florid salınım miktarına göre 2. ve 56.günlerde

görülen düşüşler anlamlı bulunurken ($p<0.05$), 35., 42. ve 49.günlerde anlamlı bir değişim görülmedi ($p>0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre 14., 21., 28., 35., 42., 49. ve 56.günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Sonraki ölçüm günlerinde salınım azalarak devam etti ($p<0.05$) (Şekil 12).

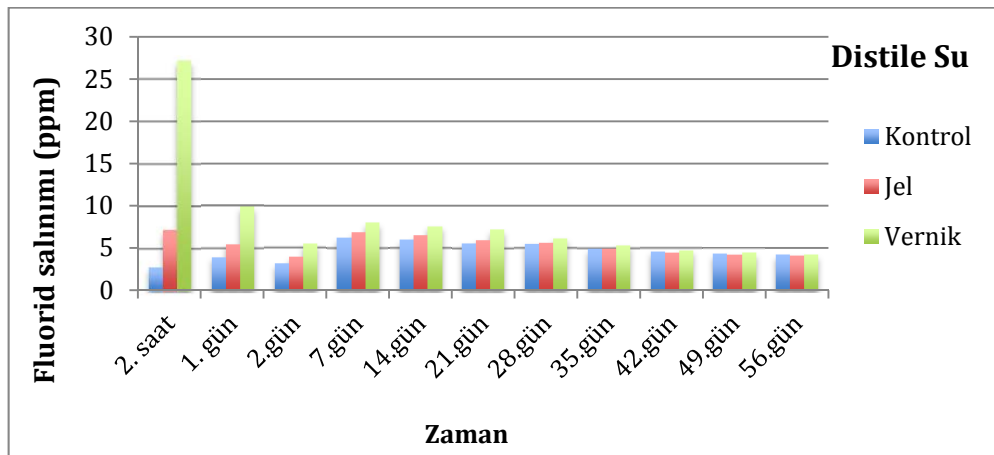
Distile su ortamındaki APF jel grubunda yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre 7.günde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), diğer tüm zamanlarda görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 1.gün florid salınım miktarına göre 28. ve 35.günlerde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), 2., 42., 49. ve 56.günlerde görülen düşüşler ve 7., 14. ve 21.günlerde görülen artışlar anlamlıydı ($p<0.05$). Yükleme sonrası 2.gün florid salınım miktarına göre 49. ve 56.günlerde anlamlı fark bulunmazken ($p>0.05$), 7., 14., 21., 28., 35. ve 42.günlerde görülen artışlar anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre diğer tüm günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$) (Şekil 11).

Yapay tükürük ortamındaki APF jel grubunda ise; yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre sonraki zamanlarda görülen düşüşler anlamlı iken ($p<0.05$), 7.günde anlamlı fark yoktu ($p>0.05$). Yükleme sonrası 1.gün florid salınım miktarına göre 14. ve 21.günlerde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), 7.günde görülen artış ve diğer günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 2.gün florid salınım miktarına göre 56.günde anlamlı bir değişim görülmedi ($p>0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre sonraki günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$) (Şekil 12).

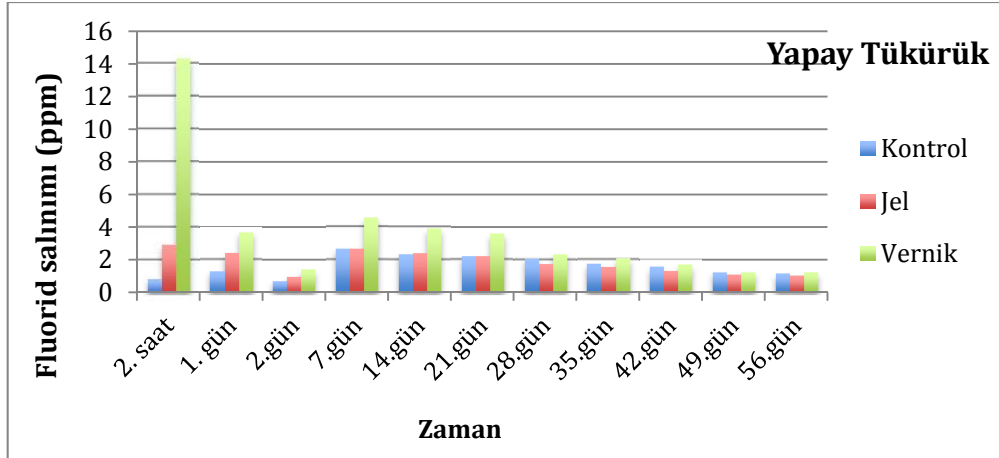
Vernik uygulanan distile su grubunda farklılığın hangi dönemlerden kaynaklandığının tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; yalnızca 2.gün florid salınım miktarına göre 35. ve 42.günlerde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), diğer tüm günler arasında anlamlı farklılık bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre diğer tüm zamanlarda görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Florid salınımı sonraki günlerde azalarak devam etti ($p<0.05$) (Şekil 11).

Yapay tükürük ortamındaki vernik grubunda da; yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre diğer tüm zamanlarda görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 1.gün florid salınım miktarına göre 7. ve 14.günlerde anlamlı fark görülmezken ($p>0.05$), diğer günlerde görülen düşüşler anlamlıydı ($p<0.05$). Yükleme sonrası 2.gün florid salınım miktarına göre 49. ve 56.günlerde anlamlı bir değişim görülmedi ($p>0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre sonraki günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$) (Şekil 12).

Fuji IX materyalinin hem distile su hem de yapay tükürük ortamındaki yükleme materyalleri arasında yükleme sonrası 2.saat, 1., 2., 7., 14. ve 21.gündeki florid salınım miktarları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunurken ($p<0.01$, $p<0.05$), sonraki ölçüm günlerindeki salınım miktarları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0.05$). Her iki ortamda da farklılığın hangi yükleme materyalinden kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; vernik ile yükleme sonrası 2.saat, 1., 2., 7., 14. ve 21.gündeki florid salınım miktarları, APF jel ve kontrol gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.05$). APF jel ile yükleme sonrası 2.saat, 1. ve 2.gündeki florid salınım miktarları ise, kontrol grubundan anlamlı düzeyde yüksek bulundu ($p<0.05$). APF jel ve kontrol gruplarının 7., 14. ve 21.gündeki florid salınım miktarları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0.05$) (Şekil 11,12).



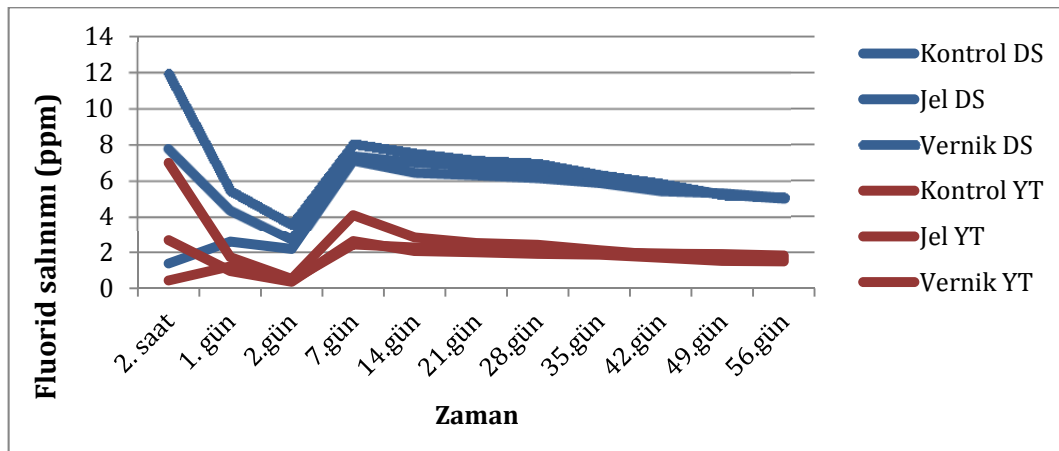
Şekil 11. Fuji IX materyalinin yükleme sonrası distile su içerisindeki zamana göre florid salınımı



Şekil 12. Fuji IX materyalinin yükleme sonrası yapay tükürük içerisindeki zamana göre florid salınımı

6.3.2. Fuji II LC Materyaline Ait Yükleme Sonrası Fluorid Salınımlarının Karşılaştırılması

Fuji II LC materyalinin tüm gruplarında distile su ortamındaki florid salınım miktarları yükleme sonrası tüm ölçüm zamanlarında, yapay tükürük ortamından anlamlı şekilde yüksekti ($p<0.01$) (Şekil 13). Bu materyalin tüm gruplarında hem distile su hem de yapay tükürük içerisinde; yükleme sonrası tüm ölçüm zamanlarındaki grup içi florid salınım miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.01$) (Tablo 10).



Şekil 13. Fuji II LC materyalinin yükleme sonrası distile su ve yapay tükürük ortamındaki florid salınımları

Tablo 10. Fuji II LC Materyaline Ait Yükleme Sonrası Fluorid Salınım Değerleri ve Karşılaştırılması

	Distile Su				Yapay Tükürük			
Yükleme Sonrası	Kontrol Ort±SS (medyan) (n=5)	APF Ort±SS (medyan) (n=5)	Vernik Ort±SS (medyan) (n=5)		Kontrol Ort±SS (medyan) (n=5)	APF Ort±SS (medyan) (n=5)	Vernik Ort±SS (medyan) (n=5)	
	¹ p				¹ p			
2. saat	1,38±0,11 (1,41)	7,79±0,36 (7,75)	11,95±0,5 (12,05)	0,002**	0,43±0,04 (0,42)	2,68±0,15 (2,62)	6,98±0,39 (7,23)	0,002**
1. gün	2,6±0,15 (2,59)	4,38±0,35 (4,27)	5,46±0,33 (5,43)	0,002**	1,22±0,02 (1,22)	0,96±0,11 (0,95)	1,73±0,14 (1,71)	0,002**
2.gün	2,19±0,1 (2,23)	2,71±0,22 (2,74)	3,58±0,19 (3,55)	0,002**	0,44±0,02 (0,44)	0,36±0,08 (0,34)	0,52±0,07 (0,55)	0,003**
7.gün	7,14±0,29 (7,05)	7,38±0,28 (7,5)	8,06±0,31 (8,24)	0,012*	2,44±0,3 (2,32)	2,62±0,22 (2,56)	4,07±0,41 (4,03)	0,006**
14.gün	6,46±0,11 (6,45)	7,03±0,18 (6,94)	7,54±0,22 (7,53)	0,002**	2,27±0,22 (2,25)	2,07±0,16 (1,98)	2,83±0,27 (2,82)	0,007**
21.gün	6,33±0,09 (6,37)	6,82±0,17 (6,77)	7,14±0,18 (7,17)	0,003**	2,17±0,2 (2,21)	2±0,1 (1,94)	2,52±0,34 (2,57)	0,027*
28.gün	6,17±0,21 (6,26)	6,65±0,16 (6,58)	6,98±0,3 (7,11)	0,006**	2,09±0,15 (2,14)	1,91±0,06 (1,89)	2,42±0,23 (2,43)	0,011*
35.gün	5,9±0,34 (5,96)	6,33±0,2 (6,39)	6,35±0,11 (6,34)	0,018*	2±0,12 (1,97)	1,87±0,07 (1,84)	2,12±0,23 (2,09)	0,064
42.gün	5,45±0,19 (5,34)	5,8±0,25 (5,82)	5,87±0,19 (5,92)	0,042*	1,93±0,11 (1,91)	1,7±0,11 (1,75)	1,85±0,11 (1,79)	0,023*
49.gün	5,33±0,16 (5,3)	5,26±0,08 (5,26)	5,24±0,13 (5,28)	0,644	1,9±0,12 (1,87)	1,52±0,07 (1,52)	1,7±0,06 (1,69)	0,002**
56.gün	5,07±0,16 (5,09)	5,04±0,09 (5,05)	5,11±0,16 (5,11)	0,715	1,82±0,1 (1,8)	1,49±0,06 (1,5)	1,65±0,07 (1,63)	0,003**
² p	0,001**	0,001**	0,001**		0,001**	0,001**	0,001**	

¹Kruskall Wallis test

²Friedman test

*p<0.05

** p<0.01

¹Kruskall Wallis test²Friedman test

*p<0.05

**p<0.01

Fuji II LC materyalinin distile su içerisindeki kontrol grubunda yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre diğer tüm zamanlarda görülen artışlar anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre 14., 21., 28., 35., 42., 49. ve 56.günlerde görülen düşüşler anlamlıydı ($p<0.05$). Sonraki ölçüm günleri arasındaki düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0.05$) (Şekil 14).

Fuji II LC materyalinin yapay tükürük içerisindeki kontrol grubunda distile su grubuna benzer sonuçlar elde edildi. Yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre diğer tüm zamanlarda görülen artışlar anlamlı bulundu ($p<0.05$) (Şekil 15).

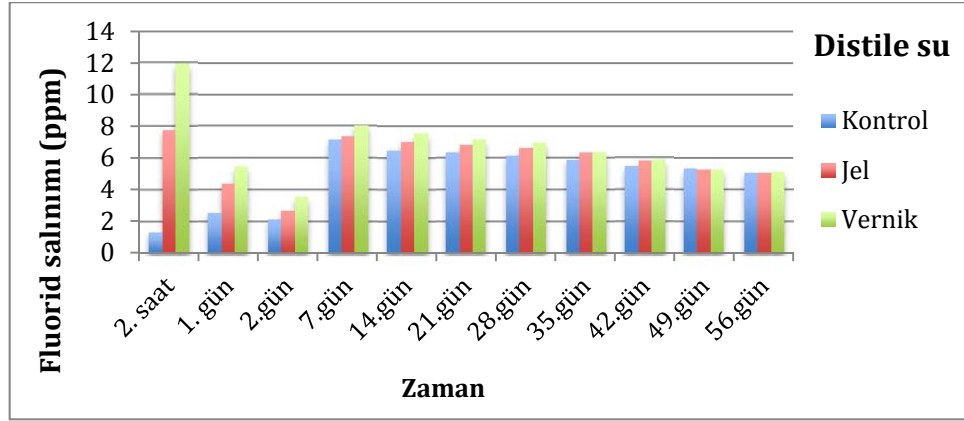
APF jel uygulanan distile su grubunda yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre 7.günde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), diğer tüm zamanlarda görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 1.gün florid salınım miktarına göre 2.günde görülen düşüş ve 7., 14., 21., 28., 35., 42., 49. ve 56.günlerde görülen artışlar anlamlıydı ($p<0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre ise sonraki günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$) (Şekil 14).

APF jel uygulanan yapay tükürük grubunda da yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre 7. günde anlamlı bir değişim görülmezken ($p<0.05$), diğer tüm günlerde görülen düşüşler anlamlıydı ($p<0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre 14., 21., 28., 35., 42., 49. ve 56.günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Sonraki tüm ölçüm günlerinde salınım azalarak devam etti. Yükleme sonrası 28.gündeki florid salınım miktarına göre 35.günde anlamlı bir fark yoktu ($p>0.05$) (Şekil 15).

Florid verniği uygulanan distile su grubunda yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre diğer tüm zamanlarda görülen düşüşler anlamlıydı ($p<0.05$). Yükleme sonrası 1.gün florid salınım miktarına göre 49. ve 56.günlerde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), 2.günde görülen düşüş ve diğer günlerde görülen artışlar anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 2.gün florid salınım miktarına göre sonraki tüm ölçüm zamanlarında görülen artışlar ve yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre 14, 21., 28., 35., 42., 49. ve 56.günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Sonraki tüm ölçüm günlerinde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$) (Şekil 14).

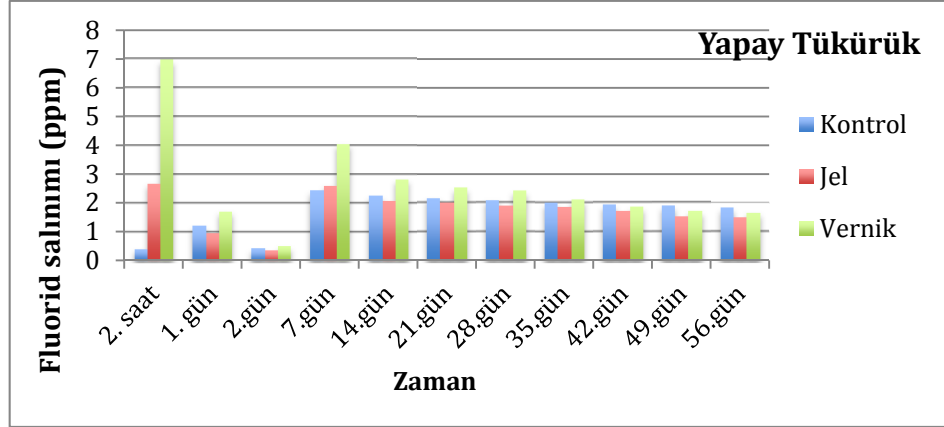
Florid verniği uygulanan yapay tükürük grubunda ise; yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre diğer tüm zamanlarda görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 1.gün florid salınım miktarına göre 42., 49. ve 56.günlerde anlamlı fark saptanmadı ($p>0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre sonraki günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$) (Şekil 15).

Fuji II LC materyalinin distile su ortamındaki yükleme materyalleri arasında yükleme sonrası 49. ve 56.gündeki florid salınım miktarları arasında anlamlı bir farklılık bulunmazken ($p>0.05$), diğer tüm ölçüm zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ($p<0.05$). Yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; vernik grubunun yükleme sonrası 2.saat, 1., 2, 14., 21. ve 28.gündeki florid salınım miktarları, kontrol ve APF jel gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.05$). Vernik grubunun yükleme sonrası 7., 28. ve 35.günlerdeki florid salınım miktarları, kontrol grubundan anlamlı şekilde yüksek bulunurken, bu günlerde vernik ve APF jel grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0.05$). APF jel ile yükleme sonrası 42.güne kadar ölçülen florid salınım miktarları, kontrol grubundan anlamlı düzeyde yüksek bulundu ($p<0.05$) (Şekil 14).



Şekil 14. Fuji II LC materyalinin yükleme sonrası distile su içerisindeki zamana göre florid salınımı

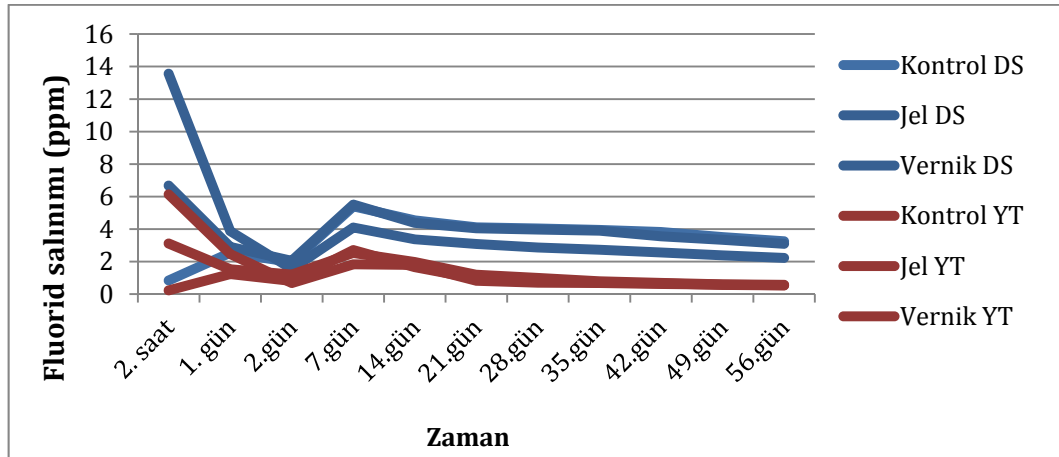
Fuji II LC materyalinin yapay tükürük ortamındaki yükleme materyalleri arasında yükleme sonrası 35.gündeki florid salınım miktarları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmazken ($p>0.05$), diğer ölçüm günlerindeki salınım miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.05$). Yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; vernik grubunun yükleme sonrası 2.saat, 1., 2., 7., 14. ve 28.gündeki florid salınım miktarları, kontrol ve APF jel gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.05$). APF jel ile yükleme sonrası 2.saat, 1. ve 2.gündeki florid salınım miktarları, kontrol grubundan anlamlı düzeyde yüksek bulundu ($p<0.05$). 49. ve 56.gündeki florid salınım miktarları yüksekten düşüğe kontrol, vernik ve APF jel grubu sırasıyla gözlemlendi ($p<0.05$). (Şekil 15).



Şekil 15. Fuji II LC materyalinin yükleme sonrası yapay tükürük içerisindeki zamana göre florid salınımı

6.3.3. GCP Glass Fill Materyaline Ait Yükleme Sonrası Fluorid Salınımlarının Karşılaştırılması

GCP Glass Fill materyalinin tüm gruplarında distile su içerisinde yükleme sonrası bütün ölçüm zamanlarındaki florid salınım miktarları, yapay tükürük içerisindeki salınımdan anlamlı şekilde yüksekti ($p<0.01$) (Şekil 16). GCP Glass Fill materyalinin tüm gruplarında hem distile su hem de yapay tükürük içerisinde; yükleme sonrası 2.saat ve tüm ölçüm günlerindeki grup içi florid salınım miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.01$) (Tablo 11).



Şekil 16. GCP Glass Fill materyalinin yükleme sonrası zamana göre florid salınımları

Tablo 11. GCP Glass Fill Materyaline Ait Yükleme Sonrası Fluorid Salınım Değerleri ve Karşılaştırılması

	Distile Su				Yapay Tükürük			
Yükleme Sonrası	Kontrol Ort±SS (medyan) (n=5)	APF Ort±SS (medyan) (n=5)	Vernik Ort±SS (medyan) (n=5)		Kontrol Ort±SS (medyan) (n=5)	APF Ort±SS (medyan) (n=5)	Vernik Ort±SS (medyan) (n=5)	
¹ p					¹ p			
2. saat	0,84±0,1 (0,8)	6,68±0,08 (6,66)	13,56±0,45 (13,62)	0,002**	0,23±0,03 (0,23)	3,11±0,12 (3,05)	6,14±0,22 (6,15)	0,002**
1. gün	2,54±0,32 (2,54)	2,91±0,23 (2,99)	3,87±0,19 (3,91)	0,004**	1,23±0,03 (1,23)	1,53±0,06 (1,52)	2,46±0,07 (2,46)	0,002**
2.gün	1,97±0,18 (1,86)	2,05±0,04 (2,04)	1,55±0,12 (1,55)	0,008**	0,81±0,04 (0,8)	1,2±0,06 (1,22)	0,68±0,04 (0,66)	0,002**
7.gün	5,4±0,38 (5,3)	5,51±0,31 (5,54)	4,1±0,37 (4,05)	0,009**	2,71±0,06 (2,7)	2,53±0,09 (2,51)	1,83±0,07 (1,83)	0,002**
14.gün	4,54±0,53 (4,34)	4,38±0,26 (4,35)	3,37±0,42 (3,37)	0,011*	1,66±0,03 (1,66)	1,97±0,09 (1,99)	1,79±0,08 (1,8)	0,003**
21.gün	4,11±0,48 (4,01)	4,05±0,25 (4,06)	3,08±0,38 (3,13)	0,013*	0,94±0,02 (0,94)	1,19±0,07 (1,17)	0,82±0,05 (0,8)	0,002**
28.gün	4,04±0,46 (3,87)	3,97±0,25 (4,01)	2,87±0,39 (2,82)	0,009**	0,81±0,02 (0,81)	1±0,07 (1,04)	0,7±0,07 (0,72)	0,002**
35.gün	3,95±0,51 (3,78)	3,9±0,27 (4)	2,73±0,38 (2,77)	0,009**	0,71±0,01 (0,71)	0,79±0,08 (0,78)	0,68±0,05 (0,69)	0,022*
42.gün	3,82±0,46 (3,65)	3,56±0,23 (3,51)	2,56±0,44 (2,46)	0,008**	0,66±0,02 (0,66)	0,69±0,04 (0,68)	0,62±0,04 (0,62)	0,053
49.gün	3,51±0,38 (3,44)	3,34±0,3 (3,37)	2,38±0,38 (2,33)	0,012*	0,56±0,02 (0,57)	0,6±0,05 (0,59)	0,58±0,04 (0,58)	0,479
56.gün	3,25±0,37 (3,14)	3,09±0,17 (3,04)	2,23±0,33 (2,28)	0,009**	0,53±0,02 (0,53)	0,57±0,06 (0,56)	0,54±0,05 (0,54)	0,400
² p	0,001**	0,001**	0,001**		0,001**	0,001**	0,001**	

¹ Kruskall Wallis test² Friedman test

*p<0.05

** p<0.01

Distile su içerisindeki kontrol grubunda yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre diğer tüm zamanlarda görülen artışlar anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 1.gün florid salınım miktarına göre 56.günde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), 2.günde görülen düşüş ve diğer günlerde görülen artışlar anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre sonraki günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). 21.gün florid salınım miktarına göre 28.günde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), 35., 42., 49. ve 56.günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$) (Şekil 17).

Yapay tükürük ortamındaki kontrol grubunda yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre diğer tüm zamanlarda görülen artışlar anlamlıdır ($p<0.05$). Yükleme sonrası 1.gün florid

salınım miktarına göre 7. ve 14.günde görülen artışlar ve 2., 21., 28., 35., 42., 49. ve 56.günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 2.gün florid salınım miktarına göre 28.günde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), 7., 14. ve 21.günlerde görülen artışlar anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre sonraki günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Florid salınımının sonraki günlerde azalarak devam ettiği görüldü ($p<0.05$) (Şekil 18).

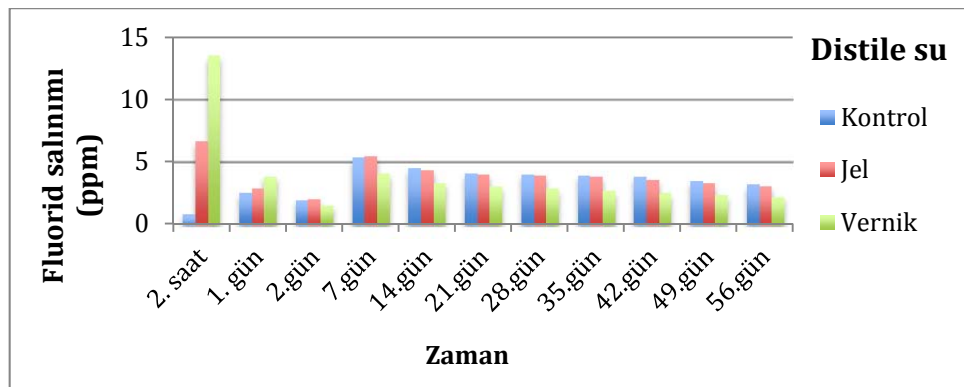
APF jel uygulaması sonrasında distile su grubunda yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre diğer tüm zamanlarda görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 1.gün florid salınım miktarına göre 56.günde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), 2.günde görülen düşüş ve diğer günlerde görülen artışlar anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre de sonraki ölçüm günlerinde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 28.gün florid salınım miktarına göre 35.günde anlamlı bir değişim görülmedi ($p>0.05$) (Şekil 17).

APF jel uygulanan yapay tükürük grubunda da; yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre tüm ölçüm günlerinde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 1.gün florid salınım miktarına göre 7. ve 14.günlerde görülen artışlar ve sonraki günlerde görülen düşüşler anlamlıydı ($p<0.05$). Yükleme sonrası 2.gün florid salınım miktarına göre 21.günde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), 7. ve 14.günlerde görülen artışlar ve diğer günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre sonraki günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$) ve diğer ölçüm günlerinde florid salınımı azalarak devam etti ($p<0.05$) (Şekil 18).

Distile su ortamında vernik uygulanan grupta yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; yükleme sonrası 2.saat ve 1. gün florid salınım miktarına göre sonraki tüm zamanlarda görülen düşüşler anlamlıydı ($p<0.05$). Yükleme sonrası 1.gün florid salınım miktarına göre yalnızca 7.günde anlamlı fark yoktu ($p>0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre sonraki günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$) (Şekil 17).

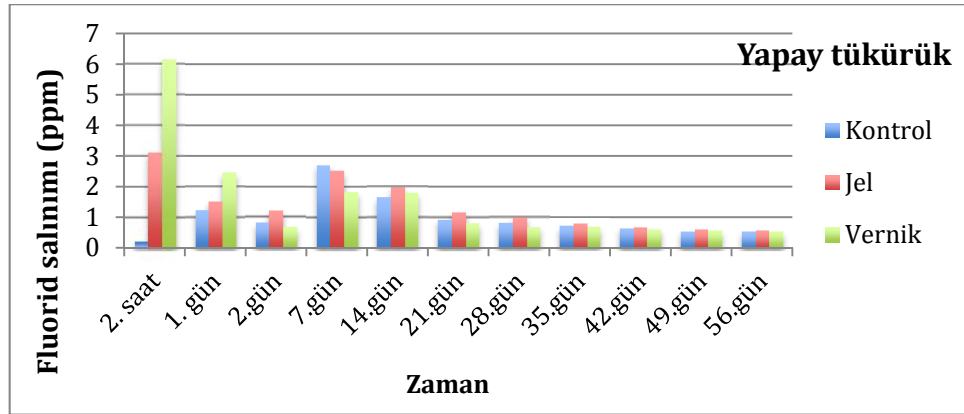
Yapay tükürük ortamındaki vernik grubunda da; yükleme sonrası 2.saat ve 1. gün florid salınım miktarına göre sonraki ölçüm zamanlarındada görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 2.gün florid salınım miktarına göre 28. ve 35.günlerde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), 7., 14. ve 21.günlerde görülen artışlar ve 42., 49. ve 56.günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre diğer ölçüm günlerinde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 28.gün florid salınım miktarına göre 35.günde anlamlı bir değişim görülmedi ($p>0.05$) (Şekil 18).

GCP Glass Fill materyalinin distile su ortamındaki yükleme materyalleri arasında yükleme sonrası tüm ölçüm zamanlarında florid salınım miktarları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p<0.05$). Farklılığın hangi yükleme materyalinden kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; vernik grubunun yükleme sonrası 2.saat ve 1.gündeki florid salınım miktarları, kontrol ve jel gruplarından anlamlı düzeyde yüksek bulundu ($p<0.01$). Vernik materyalinin yükleme sonrası diğer günlerdeki florid salınım miktarları, kontrol ve APF jel gruplarından anlamlı düzeyde düşüktü ($p<0.05$; $p<0.01$). APF jeli ile yükleme sonrası 2.saatteki florid salınım miktarı, kontrol grubundan anlamlı düzeyde yüksek bulunurken ($p<0.05$), diğer ölçüm günlerindeki florid salınım miktarları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0.05$) (Şekil 17).



Şekil 17. GCP Glass Fill materyalinin yükleme sonrası distile su içerisindeki zamana göre florid salınımı

Yapay tükürük ortamındaki yükleme materyalleri arasında yükleme sonrası 42., 49. ve 56.gündeki florid salınım miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değilken ($p>0.05$), diğer ölçüm zamanları arasında anlamlı fark vardır ($p<0.05$). Yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; vernik grubunun yükleme sonrası 2.saat ve 1.gündeki florid salınım miktarları, kontrol ve APF jel gruplarından anlamlı düzeyde yüksekti ($p<0.05$). APF jel grubunun yükleme sonrası 2., 14., 21., 28. ve 35.gündeki florid salınım miktarları, kontrol ve vernik gruplarından; kontrol grubunun ise yükleme sonrası 2., 14., 21. ve 28.gün florid salınım miktarları, vernik grubundan anlamlı düzeyde yüksek bulundu ($p<0.05$). Kontrol ve vernik gruplarının yükleme sonrası 35. gündeki salınım miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p<0.05$) (Şekil 18).



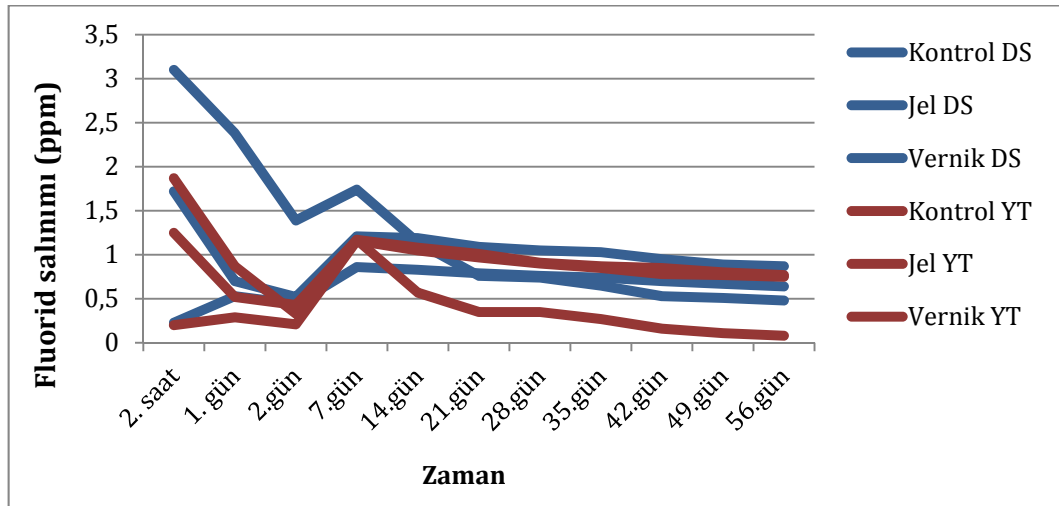
Şekil 18. GCP Glass Fill materyalinin yükleme sonrası yapay tükürük içerisindeki zamana göre florid salınımı

6.3.4. Dyract XP Materyaline Ait Yükleme Sonrası Florid Salınımının Karşılaştırılması

Dyract XP materyalinin kontrol grubunda distile su içerisindeki örneklerin yükleme sonrası 1. ve 2.gündeki florid salınım miktarları, yapay tükürük grubundan anlamlı şekilde yüksekti ($p<0.01$). Yapay tükürük grubunun ise yükleme sonrası 7., 14., 21., 28. ve 35.günlerdeki florid salınım miktarları, distile su grubundan anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.05$; $p<0.01$). Ortamlara göre 2.saat, 42., 49. ve 56.günlerdeki florid salınım miktarları arasında anlamlı bir fark yoktu ($p>0.05$) (Şekil 19).

Dyract XP materyaline APF jel yüklemesi yapıldığında distile su grubunun yükleme sonrası 2.saat, 1., 2., 28., 35. ve 56.günlerdeki florid salınım miktarları, yapay tükürük grubundan anlamlı şekilde yüksekti ($p<0.05$; $p<0.01$). Ortamlara göre 7., 14., 21., 42. ve 49.günlerdeki florid salınım miktarları arasında ise anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0.05$) (Şekil 19).

Dyract XP materyaline vernik yüklemesi yapıldığında distile su grubunun yükleme sonrası tüm ölçüm günlerindeki florid salınım miktarları, yapay tükürük grubundan anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.01$). Dyract XP materyaline vernik yüklemesi yapıldığında ortamlara göre 2.saatteki florid salınım miktarları arasında anlamlı bir fark yoktu ($p>0.05$) (Şekil 19).



Şekil 19. Dyract XP materyalinin yükleme sonrası zamana göre florid salınımları

Dyract XP materyalinin tüm gruplarında distile su ve yapay tükürük içerisindeki örneklerin; yükleme sonrası tüm ölçüm zamanlarındaki grup içi florid salınım miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.01$) (Tablo 12).

Anlamlılığın distile su ortamındaki kontrol grubunda hangi dönemlerden kaynaklandığının tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre diğer tüm zamanlarda görülen artışlar anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 1.gün florid salınım miktarına göre 2., 42., 49. ve 56.günlerde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), 7., 14., 21., 28. ve

35.günlerde görülen artışlar anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 2.gün florid salınım miktarına göre 56.günde anlamlı fark görülmezken ($p>0.05$), diğer günlerde görülen artışlar anlamlıydı ($p<0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre diğer tüm ölçüm günlerinde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$) (Şekil 20).

Yapay tükürük içerisindeki kontrol grubunda ise, yükleme sonrası 2.saat ve 1.gün florid salınım miktarına göre 2.günde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), diğer tüm zamanlarda görülen artışlar anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre ise sonraki günlerde görülen düşüşler anlamlıydı ($p<0.05$). Yükleme sonrası 42.gün florid salınım miktarına göre 49. ve 56.günlerde anlamlı fark saptanmadı ($p>0.05$) (Şekil 21).

Tablo 12. Dyract XP Materyaline Ait Yükleme Sonrası Florid Salınım Değerleri ve Karşılaştırılması

Yükleme Sonrası	Distile Su				Yapay Tükürük			
	Kontrol Ort±SS (medyan) (n=5)	APF Ort±SS (medyan) (n=5)	Vernik Ort±SS (medyan) (n=5)		Kontrol Ort±SS (medyan) (n=5)	APF Ort±SS (medyan) (n=5)	Vernik Ort±SS (medyan) (n=5)	
				¹ p				¹ p
2. saat	0,23±0,04 (0,22)	1,72±0,11 (1,74)	3,10±0,33 (3,03)	0,002**	0,2±0,04 (0,18)	1,25±0,13 (1,26)	1,87±0,58 (1,96)	0,002**
1. gün	0,53±0,08 (0,51)	0,7±0,06 (0,72)	2,38±0,18 (2,31)	0,002**	0,29±0,06 (0,31)	0,52±0,04 (0,53)	0,87±0,04 (0,88)	0,002**
2.gün	0,44±0,04 (0,45)	0,52±0,04 (0,52)	1,39±0,2 (1,34)	0,003**	0,21±0,04 (0,22)	0,43±0,04 (0,43)	0,33±0,04 (0,32)	0,002**
7.gün	0,86±0,06 (0,85)	1,21±0,06 (1,21)	1,74±0,09 (1,76)	0,002**	1,16±0,09 (1,13)	1,17±0,18 (1,08)	1,17±0,1 (1,12)	0,696
14.gün	0,83±0,07 (0,84)	1,19±0,2 (1,16)	1,14±0,2 (1,07)	0,009**	1,05±0,1 (1,03)	1,08±0,15 (1,08)	0,57±0,18 (0,52)	0,009**
21.gün	0,79±0,07 (0,82)	1,09±0,08 (1,1)	0,76±0,09 (0,75)	0,008**	0,97±0,08 (0,95)	1,01±0,09 (1)	0,35±0,1 (0,31)	0,007**
28.gün	0,76±0,1 (0,79)	1,05±0,1 (1,07)	0,74±0,09 (0,73)	0,008**	0,9±0,05 (0,89)	0,91±0,06 (0,89)	0,35±0,11 (0,35)	0,009**
35.gün	0,74±0,1 (0,75)	1,03±0,11 (1,09)	0,65±0,08 (0,63)	0,005**	0,85±0,04 (0,84)	0,87±0,06 (0,89)	0,27±0,11 (0,21)	0,008**
42.gün	0,7±0,11 (0,73)	0,95±0,1 (0,95)	0,53±0,07 (0,51)	0,003**	0,78±0,03 (0,77)	0,85±0,04 (0,86)	0,16±0,03 (0,15)	0,003**
49.gün	0,67±0,14 (0,72)	0,89±0,08 (0,9)	0,51±0,05 (0,49)	0,005**	0,77±0,08 (0,72)	0,8±0,04 (0,8)	0,11±0,02 (0,11)	0,008**
56.gün	0,64±0,15 (0,68)	0,87±0,07 (0,87)	0,48±0,04 (0,47)	0,005**	0,75±0,06 (0,72)	0,77±0,04 (0,78)	0,08±0,01 (0,07)	0,008**
² p	0,001**	0,001**	0,001**		0,001**	0,001**	0,001**	

¹ Kruskal Wallis test

² Friedman test

* $p<0.05$

** $p<0.01$

APF jel yüklemesi yapıldığında distile su grubunda anlamlılığın hangi dönemlerden kaynaklandığının tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre diğer tüm zamanlardaki düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 1.gün florid salınım miktarına göre 2.günde görülen düşüş ve sonraki günlerde görülen artışlar anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre 14.günde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), sonraki günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 21.gün florid salınım miktarına göre 28. ve 35.günlerde anlamlı bir fark yoktu ($p>0.05$) (Şekil 20).

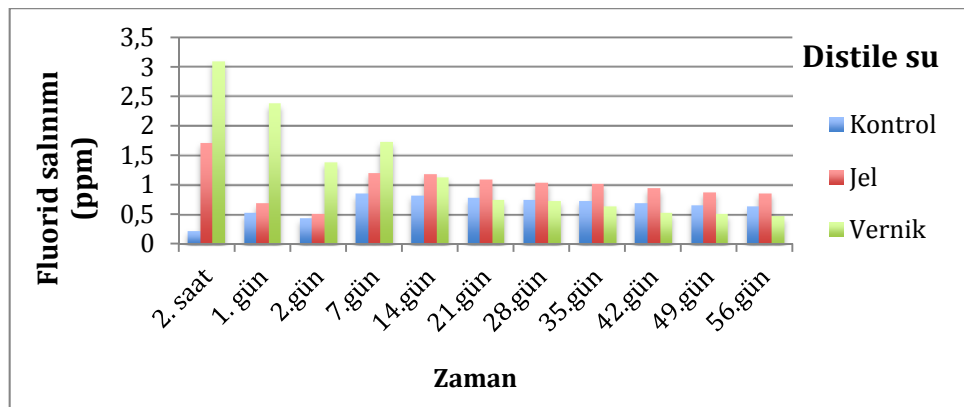
Yapay tükürük ortamında APF jel grubunda yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda ise; yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre 7.günde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), diğer tüm zamanlarda görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 1.gün florid salınım miktarına göre 2.günde görülen düşüş ve sonraki günlerde görülen artışlar anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre 14.günde anlamlı fark saptanmazken ($p>0.05$), sonraki günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 14.gün florid salınım miktarına göre 21.günde anlamlı fark yoktu ($p>0.05$) (Şekil 21).

Distile su ortamındaki vernik grubunda yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; yükleme sonrası 2.saat ve 1.gün florid salınım miktarına göre diğer tüm zamanlarda görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 2.gün florid salınım miktarına göre 14.günde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), 7.günde görülen artış ve diğer günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 21.gün florid salınım miktarına göre 28.günde anlamlı fark saptanmazken ($p>0.05$), ilerleyen günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 42.gün florid salınım miktarına göre de 49.günde anlamlı bir değişim görülmedi ($p>0.05$) (Şekil 20).

Yapay tükürük ortamındaki vernik grubunda da, yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre diğer tüm zamanlarda görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 1.gün florid salınım miktarına göre 7.günde görülen artış ve diğer günlerde görülen düşüşler anlamlıydı ($p<0.05$). Yükleme sonrası 2.gün

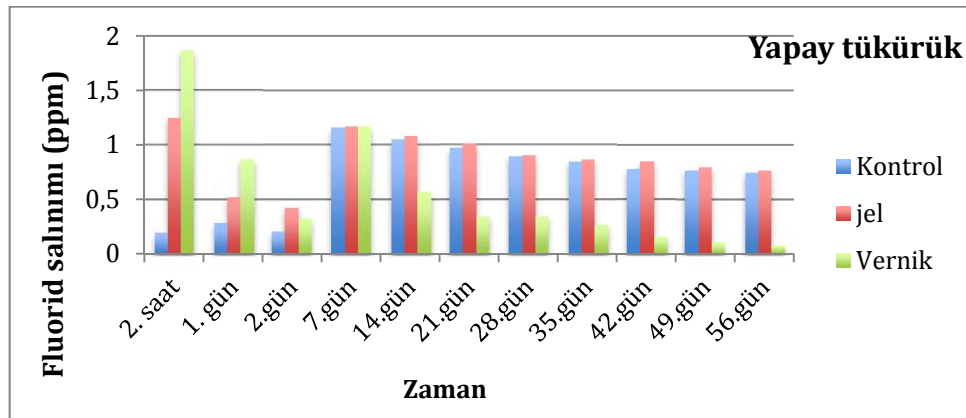
fluorid salınım miktarına göre 21., 28. ve 35.günlerde anlamlı fark görülmezken ($p>0.05$), 7.günde görülen artış ve 14., 42., 49. ve 56.günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 7.gün fluorid salınım miktarına göre sonraki günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 21.gün fluorid salınım miktarına göre 28.günde anlamlı bir değişim görülmedi ($p>0.05$) (Şekil 21).

Dyract XP materyalinin distile su ortamındaki yükleme materyalleri arasında yükleme sonrası tüm ölçüm zamanlarındaki fluorid salınım miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.05$). Farklılığın hangi yükleme materyalinden kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; vernik grubunun yükleme sonrası 2.saat, 1., 2. ve 7.gündeki fluorid salınım miktarları, kontrol ve APF jel gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.05$). APF jel grubunun bu günlerdeki fluorid salınım miktarları da, kontrol grubundan anlamlı düzeyde yüksekti ($p<0.05$). APF jel ve vernik gruplarının yükleme sonrası 14.gündeki fluorid salınım miktarları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0.05$). APF jel grubunun 21., 28., 35., 49. ve 56.gündeki fluorid salınım miktarları, kontrol ve vernik gruplarında anlamlı düzeyde yüksek bulunurken ($p<0.05$), bu günlerde kontrol ve vernik grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0.05$). Diğer tüm günlerde gruplar arasında anlamlı farklılık saptandı ($p<0.05$) (Şekil 20).



Şekil 20. Dyract XP materyalinin yükleme sonrası distile su içerisindeki zamana göre fluorid salınımı

Dyract XP materyalinin yapay tükürük ortamındaki yükleme materyalleri arasında yükleme sonrası 7.gün hariç tüm ölçüm günlerindeki florid salınım miktarları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p<0.05$). Farklılığın hangi yükleme materyalinden kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; vernik grubunun yükleme sonrası 2.saat ve 1.gündeki florid salınım miktarları, kontrol ve APF jel gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.01$). APF jel grubunun yükleme sonrası 2.saat ve 1.gündeki florid salınım miktarları, kontrol grubundan anlamlı düzeyde yüksek bulundu ($p<0.01$). Vernik grubunun yükleme sonrası 14., 21., 28., 35., 42., 49. ve 56.gündeki florid salınım miktarları, kontrol ve APF jel gruplarında anlamlı şekilde düşük bulunurken ($p<0.05$), kontrol ve APF jel gruplarının bu günlerdeki florid salınım miktarları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0.05$) (Şekil 21).



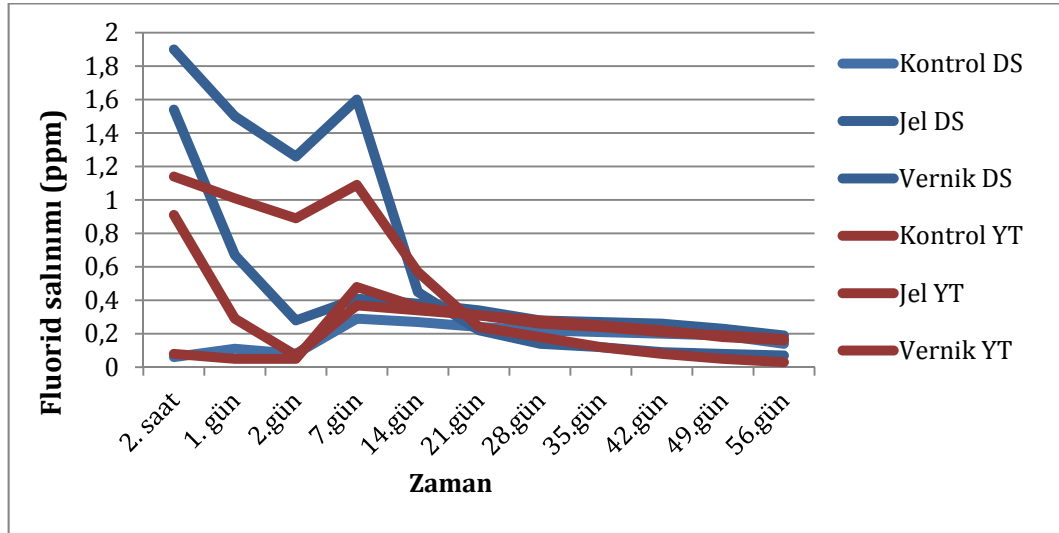
Şekil 21. Dyract XP materyalinin yükleme sonrası yapay tükürük içerisindeki zamana göre florid salınımı

6.3.5. Beautifil II Materyaline Ait Yükleme Sonrası Florid Salınımlarının Karşılaştırılması

Beautifil II materyalinin kontrol grubunda distile su içerisinde yükleme sonrası 1. ve 2.gündeki florid salınım miktarları, yapay tükürük grubundan anlamlı şekilde yüksekti ($p<0.01$). Yapay tükürük grubunun yükleme sonrası 7., 14., 21., 28., 35. ve 56.günlerdeki florid salınım miktarları, distile su grubundan anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.05$; $p<0.01$). Ortamlara göre 2.saat, 42. ve 49.günlerdeki florid salınım miktarları arasında ise anlamlı bir fark yoktu ($p>0.05$) (Şekil 22).

Beautifil II materyaline APF jel yüklemesi yapıldığında distile su grubunun yükleme sonrası 2.saat, 1., 2. ve 49.günlerdeki florid salınım miktarları, yapay tükürük grubundan anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.05$; $p<0.01$). Ortamlara göre 7., 14., 21., 28., 35., 42. ve 56.günlerdeki florid salınım miktarları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0.05$) (Şekil 22).

Beautifil II materyaline vernik yüklemesi yapıldığında distile su grubunun yükleme sonrası 2.saat, 1., 2., 7., 49. ve 56.günlerdeki florid salınım miktarları, yapay tükürük grubundan anlamlı şekilde yüksekti ($p<0.05$; $p<0.01$). Ortamlara göre 14., 21. ve 28., 35.günlerdeki florid salınım miktarları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0.05$) (Şekil 22).



Şekil 22. Beautifil II materyalinin yükleme sonrası zamana göre florid salınımları

Beautifil II materyalinin tüm gruplarında hem distile su hem de yapay tükürük içerisinde; yükleme sonrası tüm ölçüm zamanlarında grup içi florid salınım miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.01$) (Tablo 13).

Distile su ortamındaki kontrol grubunda yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre diğer tüm zamanlarda görülen artışlar anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 1.gün florid salınım miktarına göre 56.günde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), 2.günde görülen düşüş ve diğer günlerde görülen artışlar anlamlıydı ($p<0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid

salınım miktarına göre sonraki günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 28.gün florid salınım miktarına göre 35. ve 42.günlerde anlamlı fark saptanmadı ($p>0.05$). Yükleme sonrası 35.gün florid salınım miktarına göre de 42.günde anlamlı bir değişim görülmedi ($p>0.05$) (Şekil 23).

Yapay tükürük ortamındaki kontrol grubunda ise; yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre 1. ve 2.günlerde görülen düşüşler ve diğer tüm zamanlardaki artışlar anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 1.gün florid salınım miktarına göre 2.günde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), diğer günlerde görülen artışlar anlamlıydı ($p<0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre 14., 21., 28., 35., 42., 49. ve 56.günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Sonraki tüm günlerde salınım azalarak devam etti ($p<0.05$) (Şekil 24).

Tablo 13. Beautifil II Materyaline Ait Yükleme Sonrası Florid Salınım Değerleri ve Karşılaştırılması

Yükleme Sonrası	Distile Su				Yapay Tükürük			
	Kontrol Ort±SS (medyan) (n=5)	APF Ort±SS (medyan) (n=5)	Vernik Ort±SS (medyan) (n=5)		Kontrol Ort±SS (medyan) (n=5)	APF Ort±SS (medyan) (n=5)	Vernik Ort±SS (medyan) (n=5)	
				¹ p				¹ p
2. saat	0,06±0 (0,06)	1,54±0,07 (1,54)	1,90±0,26 (1,92)	0,002**	0,08±0,02 (0,07)	0,91±0,05 (0,9)	1,14±0,15 (1,12)	0,002**
1. gün	0,11±0,02 (0,11)	0,67±0,02 (0,67)	1,5±0,24 (1,48)	0,002**	0,05±0,01 (0,05)	0,29±0,04 (0,29)	1,01±0,07 (1,05)	0,002**
2.gün	0,08±0,01 (0,08)	0,28±0,03 (0,27)	1,26±0,17 (1,24)	0,002**	0,05±0,01 (0,05)	0,07±0,01 (0,07)	0,89±0,07 (0,9)	0,002**
7.gün	0,29±0,02 (0,28)	0,41±0,04 (0,4)	1,6±0,08 (1,62)	0,002**	0,48±0,09 (0,48)	0,37±0,08 (0,33)	1,09±0,14 (1,08)	0,004**
14.gün	0,27±0,02 (0,25)	0,38±0,03 (0,39)	0,45±0,12 (0,43)	0,008**	0,36±0,02 (0,37)	0,34±0,07 (0,33)	0,57±0,23 (0,45)	0,035*
21.gün	0,24±0,02 (0,24)	0,34±0,04 (0,32)	0,22±0,03 (0,23)	0,007**	0,31±0,03 (0,32)	0,31±0,07 (0,3)	0,24±0,02 (0,24)	0,026*
28.gün	0,22±0,01 (0,22)	0,28±0,06 (0,25)	0,14±0,03 (0,14)	0,003**	0,26±0,02 (0,26)	0,28±0,06 (0,24)	0,18±0,03 (0,19)	0,008**
35.gün	0,21±0,01 (0,21)	0,27±0,06 (0,25)	0,12±0,02 (0,11)	0,002**	0,24±0,01 (0,24)	0,25±0,04 (0,23)	0,12±0,03 (0,12)	0,008**
42.gün	0,2±0,01 (0,2)	0,26±0,05 (0,24)	0,09±0,02 (0,09)	0,002**	0,21±0,01 (0,21)	0,22±0,04 (0,21)	0,08±0,02 (0,09)	0,009**
49.gün	0,19±0,02 (0,19)	0,23±0,05 (0,22)	0,08±0,01 (0,08)	0,003**	0,19±0,01 (0,19)	0,18±0,03 (0,18)	0,05±0,02 (0,06)	0,007**
56.gün	0,14±0,02 (0,14)	0,19±0,03 (0,2)	0,07±0,01 (0,07)	0,003**	0,17±0,02 (0,18)	0,16±0,02 (0,16)	0,03±0,01 (0,03)	0,008**
² p	0,001**	0,001**	0,001**		0,001**	0,001**	0,001**	

¹ Kruskal Wallis test

² Friedman test

* $p<0.05$

** $p<0.01$

Distile su ortamındaki kontrol grubunda yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre diğer tüm zamanlarda görülen artışlar anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 1.gün florid salınım miktarına göre 56.günde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), 2.günde görülen düşüş ve diğer günlerde görülen artışlar anlamlıydı ($p<0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre sonraki günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 28.gün florid salınım miktarına göre 35. ve 42.günlerde anlamlı fark saptanmadı ($p>0.05$). Yükleme sonrası 35.gün florid salınım miktarına göre de 42.günde anlamlı bir değişim görülmedi ($p>0.05$) (Şekil 23).

Yapay tükürük ortamındaki kontrol grubunda ise; yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre 1. ve 2.günlerde görülen düşüşler ve diğer tüm zamanlardaki artışlar anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 1.gün florid salınım miktarına göre 2.günde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), diğer günlerde görülen artışlar anlamlıydı ($p<0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre 14., 21., 28., 35., 42., 49. ve 56.günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Sonraki tüm günlerde salınım azalarak devam etti ($p<0.05$) (Şekil 24).

APF jel uygulanan grupta distile su içerisindeki ikili karşılaştırmalar sonucunda; yükleme sonrası 2.saat ve 1.gün florid salınım miktarına göre sonraki tüm zamanlarda görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 2.gün florid salınım miktarına göre 28., 35., 42. ve 49.günlerde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), 7., 14. ve 21.günde görülen artışlar ve 56.günde görülen düşüş anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre 14.günde anlamlı bir fark saptanmazken ($p>0.05$), sonraki günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 28.gün florid salınım miktarına göre 35. ve 42.günlerde anlamlı bir değişim görülmedi ($p>0.05$). Yükleme sonrası 35.gün florid salınım miktarına göre ise 42.günde anlamlı fark yoktu ($p>0.05$) (Şekil 23).

APF jel uygulanan yapay tükürük grubunda anlamlılığın hangi dönemlerden kaynaklandığının tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; yükleme

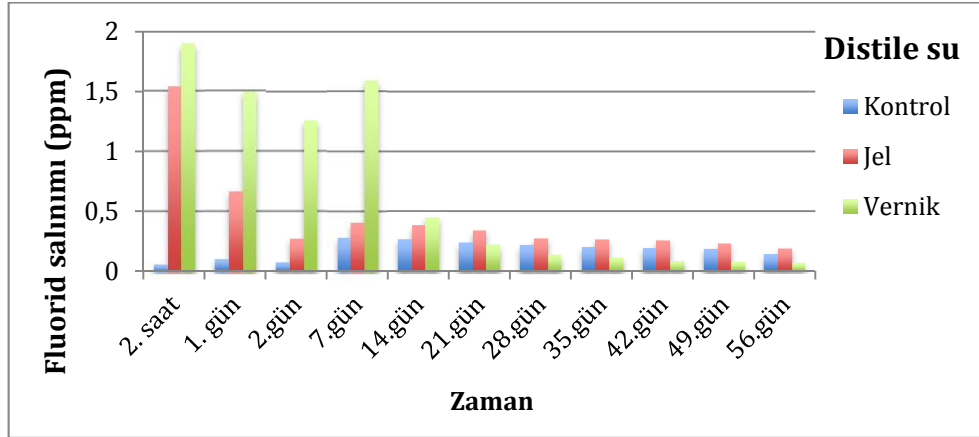
sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre diğ er tüm zamanlarda görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 1.gün florid salınım miktarına göre 7. ve 14.günde görülen artışlar anlamlı bulunurken ($p<0.05$), 21. ve 28.günlerde anlamlı bir değişim görülmedi ($p>0.05$). 1.gün florid salınım miktarına göre diğ er günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 21.gün florid salınım miktarına göre 28.günde anlamlı bir değişim görülmezken ($p>0.05$), sonraki günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$) (şekil 24).

Distile su ortamındaki vernik grubunda yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; yükleme sonrası 2.saat ve 1.gün florid salınım miktarına göre diğ er tüm zamanlarda görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 2.gün florid salınım miktarına göre 7.günde görülen artış ve diğ er günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre sonraki ölçümlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 28. ve 35. gün florid salınım miktarı arasında anlamlı fark saptanmadı ($p>0.05$) (şekil 23).

Yapay tükürük ortamındaki vernik grubunda da; yükleme sonrası 2.saat ve 1.gün florid salınım miktarına göre diğ er tüm zamanlarda görülen düşüşler anlamlıydı ($p<0.05$). Yükleme sonrası 2.gün florid salınım miktarına göre 7.günde görülen artış ve 14., 21., 28., 35., 42., 49. ve 56.günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Yükleme sonrası 7.gün florid salınım miktarına göre ilerleyen günlerde görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Sonraki  l  m günlerinde florid salınımı azalarak devam etti ($p<0.05$) (şekil 24).

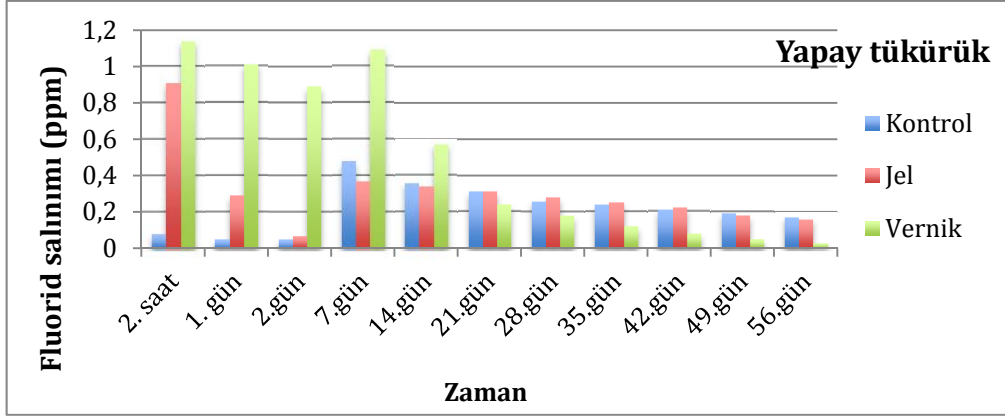
Beautifil II materyalinin distile su ortamındaki yükleme materyalleri arasında yükleme sonrası tüm ölçüm günlerindeki florid salınım miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.05$). Yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; vernik grubunun yükleme sonrası 2.saat, 1., 2. ve 7.gündeki florid salınım miktarları, kontrol ve APF jel gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.05$). APF jel grubunun yükleme sonrası 2.saat, 1., 2., 7. ve 14.gündeki florid salınım miktarları, kontrol grubundan anlamlı şekilde yüksekti ($p<0.05$). APF jel grubunun yükleme sonrası 21.gün ve sonraki günlerdeki florid salınım miktarları, kontrol ve vernik gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.05$). Kontrol grubunun ise

yükleme sonrası 28.gün ve sonrasındaki florid salınım miktarları, vernik grubundan anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.05$) (Şekil 23).



Şekil 23. Beautifil II materyalinin yüklem sonrası distile su içerisindeki zamana göre florid salınımı

Beautifil II materyalinin yapay tükürük ortamındaki yüklem materyalleri arasında yüklem sonrası tüm ölçüm günlerindeki florid salınım miktarları arasındaki fark da istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.05$). Yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; vernik grubunun yüklem sonrası 2.saat, 1., 2., 7. ve 14.gündeki florid salınım miktarları, kontrol ve APF jel gruplarından anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.05$). APF jel grubunun yüklem sonrası 2.saat, 1. ve 2.gündeki florid salınım miktarları da, kontrol grubundan anlamlı şekilde yüksekti ($p<0.01$). Vernik grubunun yüklem sonrası 21.gün ve sonrasındaki günlerde florid salınım miktarları, kontrol ve APF jel gruplarından anlamlı şekilde düşük bulunurken ($p<0.05$), bu günlerde kontrol ve APF jel gruplarının florid salınım miktarları arasında anlamlı fark saptanmadı ($p>0.05$) (Şekil 24).



Şekil 24. Beautifil II materyalinin yükleme sonrası yapay tükürük içerisindeki zamana göre florid salınımı

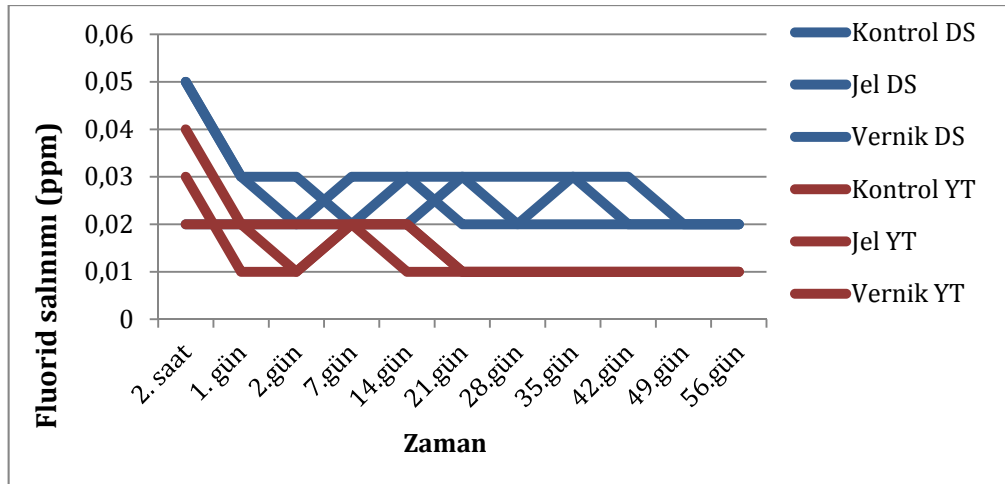
6.3.6. Filtek Z250 Materyaline Ait Yükleme Sonrası Florid Salınımının Karşılaştırılması

Filtek Z250 materyalinin kontrol grubunda distile su içerisindeki örneklerin yükleme sonrası 2., 7., 14., 21., 28., 35., 42., 49. ve 56.günlerdeki florid salınım miktarları, yapay tükürük grubundan anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.01$; $p<0.05$). Ortamlara göre 2.saat ve 1.gündeki florid salınım miktarları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0.05$). Filtek Z250 materyalinin kontrol grubunda hem distile su hem de yapay tükürük içerisinde; yükleme sonrası tüm ölçüm günlerindeki grup içi florid salınım miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0.05$) (Tablo 14).

Filtek Z250 materyaline APF jel yüklemesi yapıldığında distile su grubunun yükleme sonrası 7.gündeki florid salınım miktarları arasında anlamlı fark bulunmazken ($p>0.05$), diğer ölçüm günlerindeki salınım miktarları, yapay tükürük grubundan anlamlı şekilde yüksekti ($p<0.01$; $p<0.05$). Filtek Z250 materyaline APF jel yüklemesi yapıldığında distile su ve yapay tükürük grubunun grup içi; yükleme sonrası tüm ölçüm zamanlarındaki florid salınım miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p<0.01$) (Tablo 14). Anlamlılığın hangi dönemlerden kaynaklandığının tespiti için yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; her iki grupta da yalnızca yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre diğer

tüm zamanlarda görülen düşüşler anlamlı bulundu ($p<0.05$). Diğer ölçüm günleri arasında anlamlı bir değişim görülmedi ($p>0.05$) (Şekil 25).

Filtek Z250 materyaline vernik yüklemesi yapıldığında distile su grubunun yükleme sonrası 2.saat, 1., 21., 28., 35., 42., 49. ve 56.günlerdeki florid salınım miktarları, yapay tükürük grubundan anlamlı şekilde yüksekti ($p<0.01$; $p<0.05$). Ortamlara göre 2., 7. ve 14.günlerdeki florid salınım miktarlarına arasında anlamlı fark saptanmadı ($p>0.05$). Filtek Z250 materyaline vernik yüklemesi yapıldığında hem distile su hem de yapay tükürük grubunun; yükleme sonrası 2.saat ve tüm ölçüm günlerindeki florid salınım miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p<0.01$) (Tablo 14). Yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; her iki grupta da yalnızca yükleme sonrası 2.saat florid salınım miktarına göre diğer tüm zamanlarda görülen düşüşler anlamlıydı ($p<0.05$). Diğer ölçüm günleri arasında anlamlı fark görülmedi ($p>0.05$) (Şekil 25).



Şekil 25. Filtek Z250 materyalinin yükleme sonrası zamana göre florid salınımları

Tablo 14. Filtek Z250 Materyaline Ait Yükleme Sonrası Fluorid Salınım Değerleri ve Karşılaştırılması

Yükleme Sonrası	Distile Su			Yapay Tükürük				
	Kontrol	APF	Vernik	Kontrol	APF	Vernik		
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS		
	(medyan)	(medyan)	(medyan)	(medyan)	(medyan)	(medyan)		
	(n=5)	(n=5)	(n=5)	(n=5)	(n=5)	(n=5)		
¹ p				¹ p				
2. saat	0,02±0	0,05±0,01	0,07±0,01	0,002**	0,02±0,01	0,03±0,01	0,04±0,01	0,006**
	(0,02)	(0,05)	(0,07)		(0,02)	(0,03)	(0,04)	
1. gün	0,02±0	0,03±0	0,03±0,01	0,174	0,02±0,01	0,01±0	0,02±0	0,174
	(0,02)	(0,03)	(0,03)		(0,02)	(0,01)	(0,02)	
2.gün	0,02±0,01	0,03±0,01	0,02±0,01	0,779	0,01±0,01	0,01±0	0,02±0	0,174
	(0,02)	(0,03)	(0,02)		(0,01)	(0,01)	(0,02)	
7.gün	0,03±0,01	0,02±0,01	0,02±0	0,141	0,02±0	0,02±0,01	0,02±0	0,416
	(0,03)	(0,02)	(0,02)		(0,02)	(0,01)	(0,02)	
14.gün	0,03±0,01	0,03±0,01	0,02±0,01	0,217	0,02±0	0,01±0,01	0,02±0	0,108
	(0,03)	(0,03)	(0,02)		(0,02)	(0,01)	(0,02)	
21.gün	0,03±0,01	0,02±0	0,03±0	0,194	0,01±0	0,01±0	0,01±0	0,368
	(0,03)	(0,02)	(0,03)		(0,01)	(0,01)	(0,01)	
28.gün	0,03±0,01	0,02±0	0,02±0,01	0,459	0,01±0	0,01±0	0,01±0	1,000
	(0,03)	(0,02)	(0,02)		(0,01)	(0,01)	(0,01)	
35.gün	0,03±0,01	0,02±0	0,03±0	0,174	0,01±0	0,01±0	0,01±0	0,368
	(0,03)	(0,02)	(0,03)		(0,01)	(0,01)	(0,01)	
42.gün	0,03±0,01	0,02±0	0,02±0	0,326	0,01±0	0,01±0	0,01±0	0,368
	(0,03)	(0,02)	(0,02)		(0,01)	(0,01)	(0,01)	
49.gün	0,02±0,01	0,02±0	0,02±0	0,727	0,01±0	0,01±0	0,01±0	0,368
	(0,02)	(0,02)	(0,02)		(0,01)	(0,01)	(0,01)	
56.gün	0,02±0,01	0,02±0	0,02±0	0,727	0,01±0	0,01±0	0,01±0	1,000
	(0,02)	(0,02)	(0,02)		(0,01)	(0,01)	(0,01)	
² p	0,223	0,007**	0,003**		0,223	0,001**	0,001**	

¹ Kruskal Wallis test² Friedman test

*p<0.05

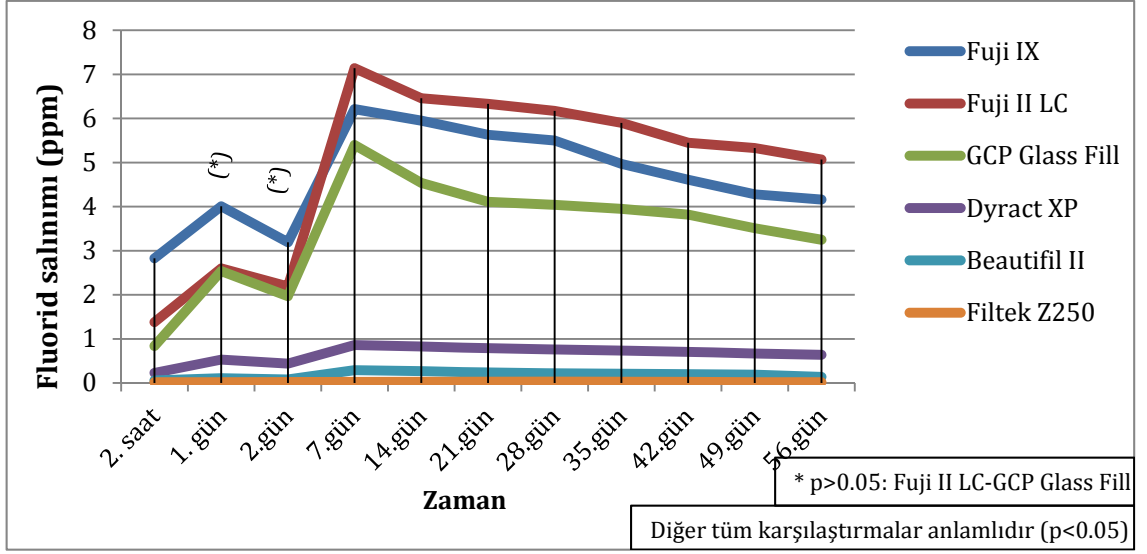
**p<0.01

6.4. Tüm Materyallerin Yükleme Sonrası Fluorid Salınımlarının Karşılaştırılması

6.4.1. Distile Su Ortamındaki Materyallerin Fluorid Salınımının Karşılaştırılması

6.4.1.1. Kontrol Grubundaki Materyallerin Fluorid Salınımının Karşılaştırılması

Distile su ortamında materyallerin kontrol grupları arasında yükleme sonrası tüm ölçüm zamanlarında florid salınım miktarları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p<0.01$) (Şekil 26).

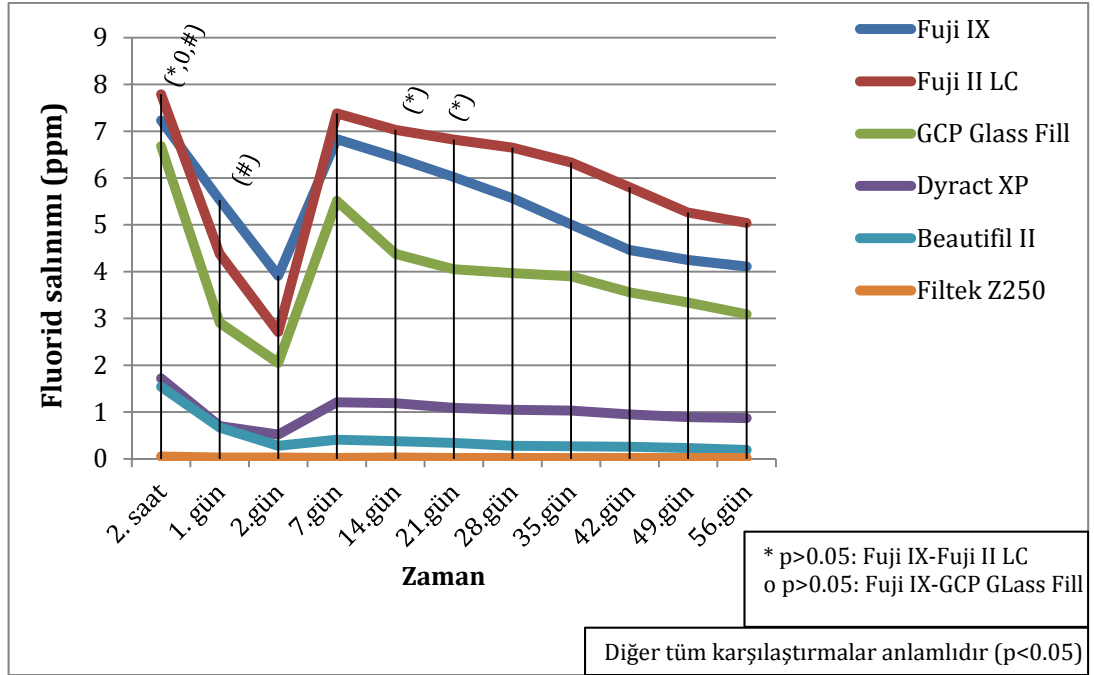


Şekil 26. Kontrol grubundaki materyallerin florid salınım miktarlarının karşılaştırılması

Materyallerin 2. saat, 1. ve 2. gündeki florid salınımı yüksekten düşüğe sırasıyla Fuji IX, Fuji II LC, GCP Glass Fill, Dyract XP, Beautifil II ve Filtek Z250 şeklinde oldu. Fuji II LC ve GCP Glass Fill materyallerinin yükleme sonrası 1. ve 2.gündeki florid salınım miktarları arasında anlamlı fark bulunmazken ($p>0.05$), diğer günlerde tüm materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p<0.01$). Materyallerin 7.gün ve sonrasındaki florid salınımları ise yüksekten düşüğe sırasıyla Fuji II LC, Fuji IX, GCP Glass Fill, Dyract XP, Beautifil II ve Filtek Z250 şeklinde gözlemlendi. (Şekil 26).

6.4.1.2. APF Jel Yükleme Sonrası Materyallerin Florid Salınımının Karşılaştırılması

Distile su ortamında materyallerin APF jel grupları arasında da yükleme sonrası tüm ölçüm zamanlarında florid salınım miktarları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p<0.01$) (Şekil 27).

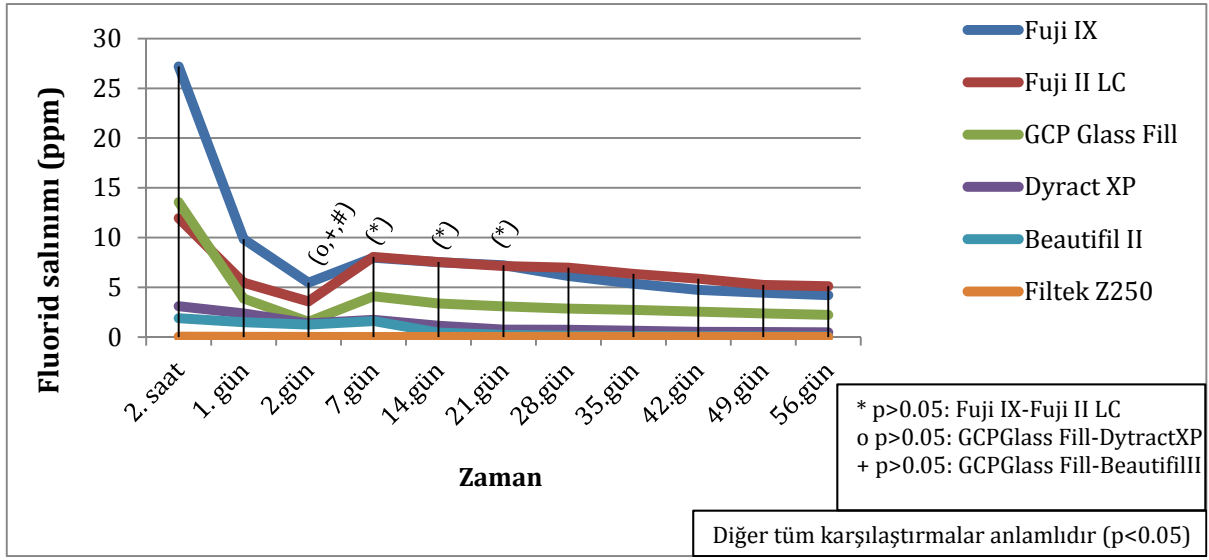


Şekil 27. Jel ile yüklenen materyallerin florid salınım miktarlarının karşılaştırılması

Farklılığın hangi materyalden kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Fuji IX - Fuji II LC ve Fuji IX - GCP Glass Fill materyallerinin yükleme sonrası 2.saatteki florid salınım miktarları arasında anlamlı fark bulunmazken ($p>0.05$), diğer materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p<0.01$). Materyallerin 2. saatteki florid salınımı yüksekten düşüğe sırasıyla Fuji II LC, Fuji IX, GCP Glass Fill, Dyract XP, Beautifil II ve Filtek Z250 şeklinde görüldü. Dyract XP – Beautifil II materyalleri arasında 2.saat ve 1. gündeki florid salınım miktarları arasında anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$). Materyallerin 2. gündeki florid salınımı en yüksekten düşük olana göre sırandığında sıralama Fuji IX, Fuji II LC, GCP Glass Fill, Dyract XP, Beautifil II ve Filtek Z250 olarak görüldü. Tüm materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0.01$). Fuji II LC materyalinin yükleme sonrası 7.gün ve sonraki günlerdeki florid salınım miktarları, GCP Glass Fill, Dyract XP, Beautifil II ve Filtek Z250 materyallerinden anlamlı şekilde yüksekti ($p<0.01$). Materyallerin bu günlerdeki florid salınımı yüksekten düşüğe Fuji II LC, Fuji IX, GCP Glass Fill, Dyract XP, Beautifil II ve Filtek Z250 olarak sıralandı. Fuji IX ve Fuji II LC materyallerinin yükleme sonrası 14. ve 21.gündeki florid salınım miktarları arasında anlamlı fark saptanmadı ($p>0.05$) (Şekil 27).

6.4.1.3. Vernik Yükleme Sonrası Materyallerin Fluorid Salınımının Karşılaştırılması

Distile su ortamında materyallerin vernik grupları arasında da yükleme sonrası tüm ölçüm günlerinde florid salınım miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.01$) (Şekil 28).



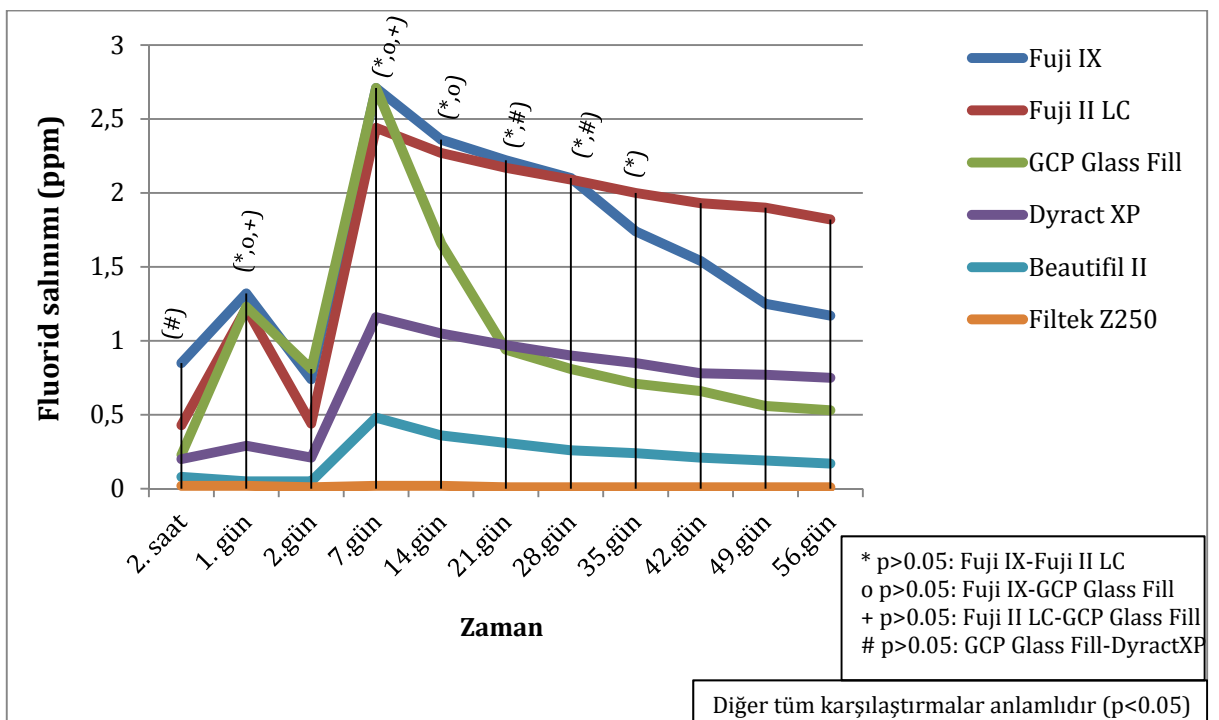
Şekil 28. Vernik ile yüklenen materyallerin florid salınım miktarlarının karşılaştırılması

Materyallerin 2. saatteki florid salınımı yüksekten düşüğe sırasıyla Fuji IX, GCP Glass Fill, Fuji II LC, Dyract XP, Beautifil II ve Filtek Z250 şeklinde oldu. Tüm materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0.01$). GCP Glass Fill, Dyract XP ve Beautifil II materyallerinin 2. gündeki florid salınım miktarları arasında anlamlı bir fark bulunmadı ($p>0.05$). Fuji IX ve Fuji II LC materyallerinin yükleme sonrası 7., 14. ve 21.gündeki florid salınım miktarları arasında anlamlı farklılık saptanmazken ($p>0.05$); diğer tüm günlerde bütün materyaller arasında anlamlı fark bulundu ($p<0.05$). 7., 14. ve 21. günlerdeki florid salınım sıralaması Fuji IX = Fuji II LC, GCP Glass Fill, Dyract XP, Beautifil II ve Filtek Z250 olarak izlenirken, materyallerin 35.gün ve sonraki günlerdeki florid salınımı en yüksekten düşüğe Fuji II LC, Fuji IX, GCP Glass Fill, Dyract XP, Beautifil II ve Filtek Z250 şeklinde değişiklik gösterdi. (Şekil 28).

6.4.2. Yapay Tükürük Ortamındaki Materyallerin Fluorid Salınımının Karşılaştırılması

6.4.2.1. Kontrol Grubundaki Materyallerin Fluorid Salınımının Karşılaştırılması

Yapay tükürük ortamında materyallerin kontrol grupları arasında yükleme sonrası tüm ölçüm zamanlarında florid salınım miktarları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0.01$) (Şekil 29).



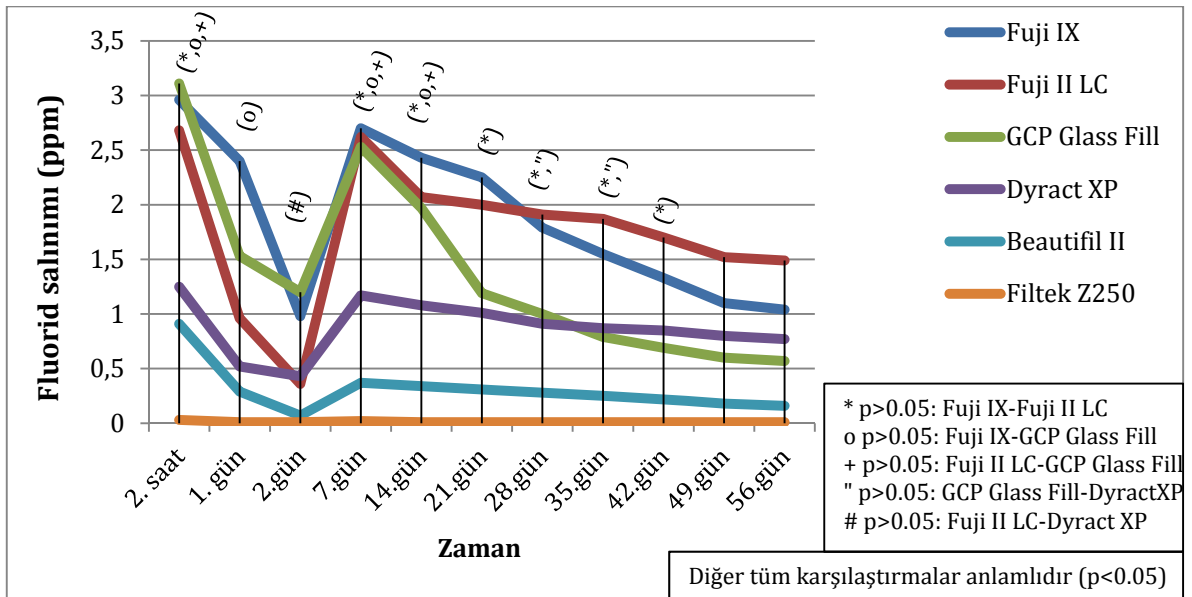
Şekil 29. Kontrol grubundaki materyallerin florid salınım miktarlarının karşılaştırılması

Farklılığın hangi materyalden kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Fuji IX materyalinin yükleme sonrası 2.saatteki florid salınım miktarları, Fuji II LC, GCP Glass Fill, Dyract XP, Beautifil II ve Filtek Z250 materyallerinden anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.01$). Bunu sırasıyla Fuji II LC, GCP Glass Fill, Dyract XP, Beautifil II ve Filtek Z250 takip etti. Bu sıralamanın yalnızca 2. günde GCP Glass Fill, Fuji IX, Fuji II LC, Dyract XP, Beautifil II ve Filtek Z250 şeklinde değiştiği görüldü. Fuji IX ve Fuji II LC materyallerinin 1., 7.,

14.,21.,28. ve 35. günlerdeki, Fuji IX ve GCP Glass Fill materyallerinin 1.,7. ve 14. günde, Fuji II LC ve GCP Glass Fill materyallerinin 1.,7. günde ve GCP Glass Fill ve Dyract XP materyallerinin 2.saat, 21. ve 28. gündeki florid salınım miktarları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0.05$). Diğer tüm materyaller arasında florid salınım miktarları açısından anlamlı bir farklılık bulundu ($p<0.05$) (Şekil 29).

6.4.2.2. APF Jel Yükleme Sonrası Materyallerin Florid Salınımının Karşılaştırılması

Yapay tükürük ortamında APF jel yükleme yapıldığında materyaller arasında yükleme sonrası tüm ölçümlerde florid salınım miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.01$) (Şekil 30).



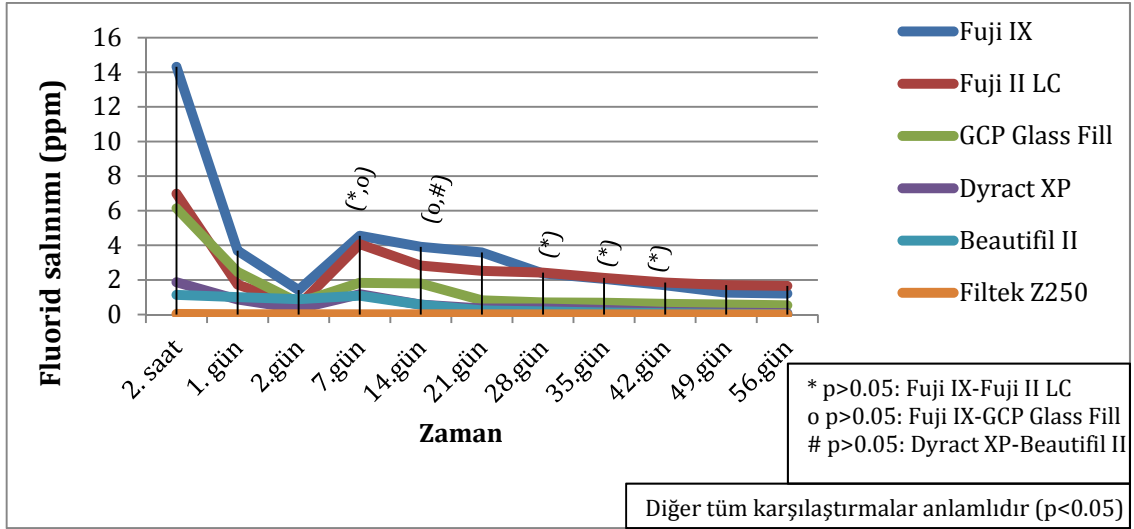
Şekil 30. Jel ile yüklenen materyallerin florid salınım miktarlarının karşılaştırılması

Farklılığın hangi materyalden kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Fuji IX, Fuji II LC ve GCP Glass Fill materyallerinin yükleme sonrası 2.saatteki florid salınım miktarları, Dyract XP, Beautifil II ve Filtek Z250 materyallerinden anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.01$). Bunu sırasıyla Dyract XP, Beautifil II ve Filtek Z250 izledi. Fuji IX, Fuji II LC ve GCP Glass Fill materyallerinin arasında yükleme sonrası 2.saat, 7. ve 14. günlerdeki florid salınım miktarları açısından anlamlı fark saptanmadı ($p>0.05$). Fuji IX ve

Fuji II LC materyallerinin 21., 28., 35. ve 42. günlerdeki florid salınım miktarları arasında da anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0.05$). Fuji IX ve GCP Glass Fill materyallerinin yükleme sonrası 1.gündeki florid salınım miktarları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı ($p>0.05$). Bu materyallerin florid salınımını sırasıyla Fuji II LC, Dyract XP, Beautifil II ve Filtek Z250 izledi. Fuji II LC ve Dyract XP materyallerinin yükleme sonrası 2.gündeki florid salınım miktarları arasında anlamlı bir farklılık bulunmazken ($p>0.05$), diğer tüm materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0.01$). Materyallerin 21. gündeki florid salınım miktarları en yüksekten düşük olana göre sıralandığında sıralama Fuji IX = Fuji II LC, GCP Glass Fill, Dyract XP, Beautifil II ve Filtek Z250 şeklinde oldu. GCP Glass Fill ve Dyract XP materyallerinin yükleme sonrası 28. ve 35.gündeki florid salınım miktarları arasında anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$) ve bu materyallerin florid salınımı Beautifil II ve Filtek Z250 materyallerinden anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.01$). Materyallerin 42., 49. ve 56.gündeki florid salınım miktarları yüksekten düşüğe Fuji II LC, Fuji IX, Dyract XP, GCP Glass Fill, Beautifil II ve Filtek Z250 sırasıyla gözlendi. Bu günlerde tüm materyaller arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p<0.01$) (Şekil 30).

6.4.2.3. Vernik Yükleme Sonrası Materyallerin Florid Salınımının Karşılaştırılması

Yapay tükürük ortamında vernik yükleme yapıldığında materyaller arasında yükleme sonrası tüm ölçüm günlerinde florid salınım miktarları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p<0.01$) (Şekil 31).



Şekil 31. Vernik ile yüklenen materyallerin florid salınım miktarlarının karşılaştırılması

Farklılığın hangi materyalden kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; Fuji IX materyalinin yükleme sonrası 2.saatteki florid salınım miktarları, Fuji II LC, GCP Glass Fill, Dyract XP, Beautifil II ve Filtek Z250 materyallerinden anlamlı şekilde yüksek bulundu ($p<0.01$). Bunu sırasıyla Fuji II LC, GCP Glass Fill, Dyract XP, Beautifil II ve Filtek Z250 takip etti. Tüm materyaller arasında anlamlı farklılık bulundu ($p<0.01$). Materyallerin 1. gündeki salınımlarının yüksekten düşüğe sıralaması ise, Fuji IX, GCP Glass Fill, Fuji II LC, Beautifil II, Dyract XP ve Filtek Z250 şeklinde oldu. Fuji IX ve Fuji II LC materyallerinin 7., 28., 35. ve 42.günlerdeki; Fuji IX ve GCP Glass Fill materyalinin 7. ve 14. günlerdeki ve Dyract XP ve Beautifil II materyallerinin 14. gündeki florid salınım miktarları arasında anlamlı bir fark bulunmazken ($p>0.05$), diğer günlerdeki tüm materyaller arasında anlamlı farklılık bulundu ($p<0.05$). Materyallerin 28., 35., 42., 49. ve 56.gündeki salınımları da Fuji II LC, Fuji IX, GCP Glass Fill, Dyract XP Beautifil II, ve Filtek Z250 şeklinde sıralandı (Şekil 31).

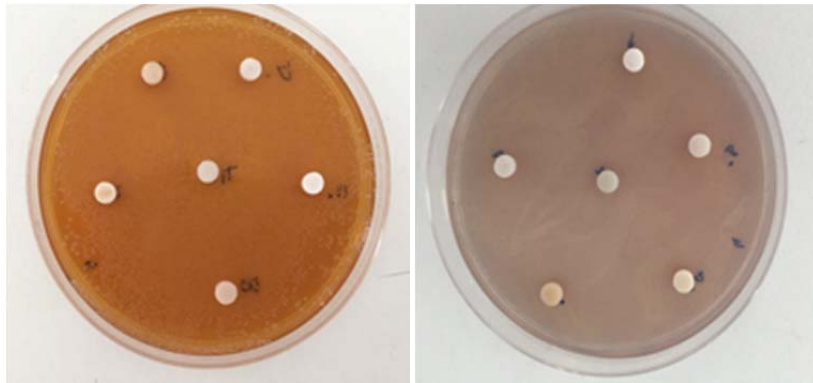
6.5. Materyallerin Yükleme Öncesi ve Sonrası Florid Salınım Değerlerinin Karşılaştırılması İle İlgili Bulgular

Hem distile su hem yapay tükürük içerisinde Filtek Z250 hariç tüm materyallerin kontrol gruplarında, materyallerin yükleme öncesi 2.saat, 1.gün, 2.gün, 7.gün,

14.gün, 21.gün, 28.gün, 35.gün, 42.gün, 49.gün ve 56.günlerdeki florid salınım miktarları, yükleme sonrasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir ($p<0.05$). Hem distile su hem yapay tükürük içerisinde Filtek Z250 hariç tüm materyallerin APF jel gruplarında, materyallerin yükleme öncesi tüm ölçümlerdeki florid salınım miktarları, yükleme sonrasında anlamlı düzeyde yüksektir ($p<0.05$). Materyallerin florid salınımları APF jeli ile yükleme sonrası 2.saatte yükselme gösterse de yükleme öncesi salınım miktarlarını aşamamıştır. Hem distile su hem yapay tükürük içerisinde Filtek Z250 hariç tüm materyallerin vernik gruplarında, materyallerin yükleme öncesi tüm ölçümlerdeki florid salınım miktarları, yükleme sonrası aynı ölçüm günlerinden anlamlı düzeyde yüksektir ($p<0.05$). Materyallerin yükleme sonrası 2. saatteki florid salınım miktarları yükleme öncesi 56. güne göre anlamlı bir artış gösterse de, yükleme öncesi en yüksek salınım miktarını aşamamıştır.

6.6. Materyallerin Antimikrobiyal Etkileri İle İlgili Bulgular

Çalışmada kullanılan materyallerin belirlenen günlerde yapılan agar difüzyon testleri sonucunda, sertleştirilerek agara yerleştirilen hiçbir materyalin inhibisyon zonu oluşturmadığı gözlemlendi (Resim 20).



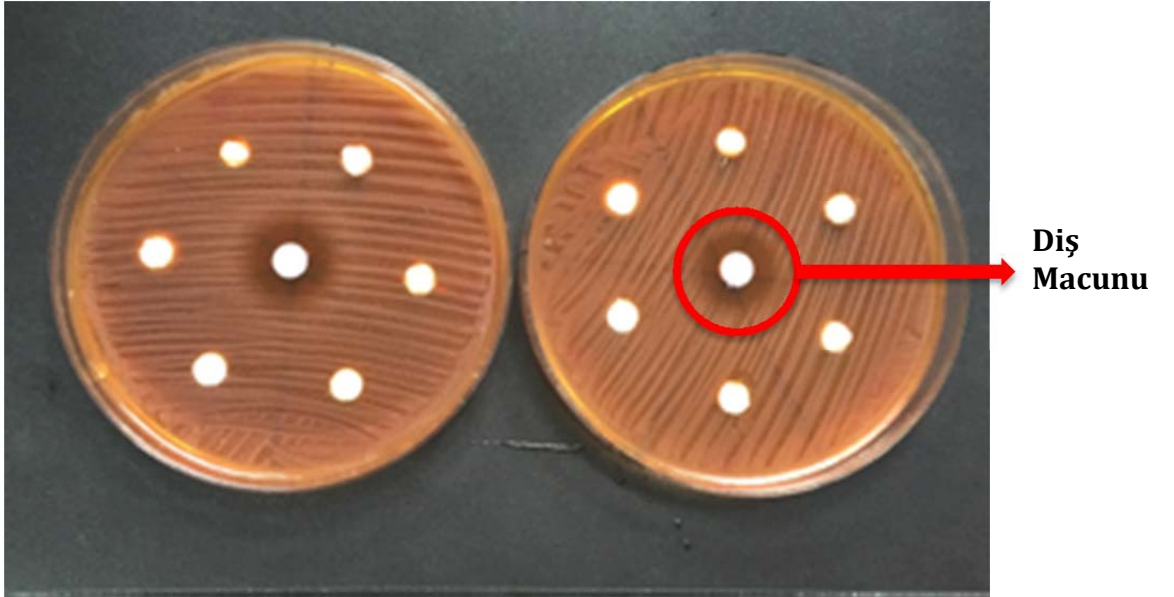
Resim 20. Rogosa SL ve MS Agara sertleştirilerek yerleştirilen örnekler

Agar içerisinde sertleştirilen örnekler değerlendirildiğinde ise tüm besi yerlerinde dış macunu çevresinde geniş bir inhibisyon zonu oluşurken, denenen materyallerden yalnızca Fuji II LC materyalinin *S.mutans* üzerinde inhibisyon zonu oluşturduğu

(3 mm) görüldü (Resim 21). *L.acidophilus* üzerinde ise yine hiçbir materyalde inhibisyon zonu gözlenmedi (Resim 22).



Resim 21. *S.mutans* üzerine oluşan inhibisyon zonu



Resim 22. *L.acidophilus* üzerine oluşan inhibisyon zonu

7. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çocuk diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri ve bu özelliklerin hekim tarafından iyi bilinmesi yapılan restorasyonların uzun ömürlü olabilmesi ve hasta memnuniyeti için büyük önem taşımaktadır. İdeal bir restoratif materyal diş dokularının fiziksel özelliklerine benzer olmalı, mine ve dentine iyi bağlanmalı ve ağız ortamında yapısal değişikliğe uğramamalıdır (Erdem ve Gençay, 2013). Başarısız restorasyonların yenilenmesini gerektiren nedenlerden biri sekonder çürüklerin oluşmasıdır. Sekonder çürük oluşumunu önlemek amacıyla florid salan restoratif materyallerin kullanımı tercih edilmektedir (Arısu ve Bala, 2007). Diş sert dokularının çevresinde bulunan florid remineralizasyonu güçlendirir, demineralizasyonu önler ve bakteri üremesini inhibe ederek sekonder çürük oluşumunu engeller. Ancak sekonder çürük oluşumunu engellemesi için gerekli olan florid konsantrasyonu, minenin çözünürlüğünü azaltmada gerekli olan konsantrasyondan daha fazladır (Burke ve ark., 2006).

Cam iyonomer simanlar florid salma özellikleri, antimikrobiyal etkileri ve kolay uygulanabilmeleri ile çocuk diş hekimliğinde yaygın olarak kullanılan materyallerdir. Çocuk diş hekimliğinde yapılan restorasyonlarda sıklıkla CİS'ler kullanılmaktadır. CİS'ler piyasaya çıktığı günden bu yana değişime uğramıştır (Khourishi ve Keshani, 2013). Yüksek viskoziteli cam iyonomer simanlar, RM-CİS'ler ve kompomerler; GCİS'ler özelliklerinin geliştirilmesi ile üretilmiştir. Daha sonraları önceden reaksiyona girmiş cam partikülleri (PRG) içeren, rezin bazlı giomerler piyasaya çıkmıştır. Son yıllarda kullanıma sürülen cam karbomer ise CİS'lere kalsiyum fluoroapatit nanokristalleri eklenerek üretilmiştir (Nagaraja Upadhy ve Kishore, 2005; Zauniddin ve ark., 2012). Bu çalışmada yüksek viskoziteli CİS olarak Fuji IX GP, RMCİS olarak Fuji II LC, kompomer olarak Dyract XP, cam karbomer olarak GCP Glass Fill, giomer olarak Beautifil II ve rezin kompozit olarak Filtek Z250 materyalleri florid salınımları, yeniden yüklenme kapasiteleri ve antimikrobiyal etkileri açısından karşılaştırılmıştır. Yapılan literatür taramasında bu materyallerin hepsinin belirtilen özelliklerinin birlikte değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır.

7.1. Gereç ve Yöntemin Tartışması

7.1.1. Örneklerin hazırlanması

Dental materyallerin florid salınım özelliklerinin *in vitro* koşullarda incelendiği çalışmalarda, gruplar arası farklılıkların sağlıklı bir şekilde değerlendirilebilmesi için materyallerin standart boyutlarda diskler şeklinde hazırlanmasının gerektiği bildirilmektedir. Bu amaçla yapılan bir çok çalışmada farklı boyutlarda standart kalıplar kullanılmıştır. En yaygın kullanılan kalıplar teflon kalıplar olmasına rağmen standart fluorokarbon rezin, polietilen, plastik ve metal kalıplar da kullanılmaktadır. (Helvatjoglu-Antoniades ve ark., 2001; Cohen ve ark., 2003; Itota ve ark., 2004; Hoszek ve Ericson, 2008; Rao ve ark., 2011; Dionysopoulos ve ark., 2013). Çalışmamızda Xu ve Burgess (2003), Dionysopoulos ve ark. (2013) ve Mungara ve ark. (2013)'ın çalışmalarına benzer şekilde, örneklerin belli bir standartta oluşturulması amacıyla teflon kalıp kullanıldı.

Yapılan çalışmalarda, florid salınım değerlerini belirlemek için herhangi bir ISO standardı bulunmadığı için siman örnekleri farklı boyutlarda hazırlanmıştır (Helvatjoglu-Antoniades ve ark., 2001; Cohen ve ark., 2003; Furtos ve ark., 2005). Bu nedenle çalışmamızda florid salınımı değerlerini belirlemek için Behrend ve Geurtsen (2001), Mungara ve ark. (2013), Neelakantan ve ark. (2011) ve Dhull ve Nandlal'ın (2011) çalışmalarına benzer şekilde 5 mm çapında, 2 mm yüksekliğinde örnekler hazırlandı.

Cam iyonomer esaslı materyallerin içeriğinde bulunan florid bileşiğinin camla reaksiyona girmesinin önlenmesi amacıyla, örneklerin hazırlanması aşamasında camdan oluşan gereçler kullanılmadı. Teflon kalıplar içerisindeki materyal fazlalıklarının giderilmesi ve hava kabarcığının kalmaması için kullanılan iki siman camının materyalle temasını önlemek için araya selüloid bant yerleştirildi (Cohen ve ark., 2003; Itota ve ark., 2004; Furtos ve ark., 2005, Fallahinejad-Ghajari ve ark., 2014). Ayrıca aynı nedenle örnekler etüvde plastik tüpler içerisinde saklandı.

Materyallerin polimerizasyonları firmaların önerileri doğrultusunda gerçekleştirildi. Çalışmamızdaki materyallerin beş tanesi ışıqla polimerize olurken, bir tanesi ise kimyasal yolla sertleşmektedir. Kimyasal yolla sertleşen materyalin sertleşme süresi, üretici firma tarafından 37⁰C’de 2 dk. 20 sn. olarak belirtilmiştir. Ancak oda sıcaklığında yapılan çalışmalarda kimyasal yolla sertleşen materyallerin ilk sertleşme reaksiyonlarının tamamlanabilmesi için 8-15 dk. arasında değişen sürelerde beklenilmesi gerektiğini bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Lucas ve ark., 2003; Silva ve ark., 2007, Dionysopoulos ve ark., 2013) Bu nedenle çalışmamızda kimyasal yolla sertleşen bir CİS olan Fuji IX GP materyali kalıplardan çıkarılmadan önce 10 dk. süreyle sertleşmeye bırakıldı.

7.1.2. Fluorid Salınım Deneyinin Yapılması

Cam iyonomer siman, kompomer, fissür örtücü ve rezin kompozit gibi restoratif materyallerinin fluorid salınımı ile ilgili bir çok çalışma bulunmaktadır (Vermeersch ve ark., 2001; Markovic ve ark., 2008; Shiozawa ve ark., 2014). Bu materyallerden fluorid salınımı bir çok ara faz içeren kompleks bir olgu olup, materyal içerisine su difüzyonu, katı faz içerisindeki fluoridin değişim sırasında çözünmesi ve materyal dışına fluorid salınımını içermektedir. Ayrıca fiziksel özellikleri de içeriklerine göre farklılık göstermektedir (Yap ve ark., 1999; Wiegand ve ark., 2007).

Materyallerden fluorid salınımı ısı, mekanik çalkalama gibi etkenlerle değişkenlik göstermektedir. Yapılan birçok *in vitro* çalışmada hazırlanan örnekler 37⁰C’deki etüvde bekletilmiştir (Vermeersch ve ark., 2001; Xu ve Burgess, 2003; Marczuk-Kolada ve ark., 2006; Neelekantan ve ark., 2011; Selimovic-Dragas ve ark., 2013). Bu etkenlerin bizim sonuçlarımızı etkilememesi için örnekler, ölçüm saatleri dışında 37⁰C’deki etüvde bekletildi ve deney süresince her gün çalkalandı.

Fluorid salınım değerlerinin belirlenmesinde iyon analizörü ve spesifik fluorid elektrodu kullanılmaktadır (Vermeersch ve ark., 2001; Behrend ve Geurtsen, 2001). Biz de çalışmamızda Naoum ve ark. (2011) ve Munoz ve ark. (2014) çalışmalarına benzer şekilde Orion 720A+ cihazı, ve Orion Fluorid elektrodu kullandık.

Solüsyonun pH'sının düzenlenmesi için TISAB solüsyonunun belirli konsantrasyonlarda ilave edilmesi gerektiği bildirilmektedir (Dionysopoulos ve ark., 2003; Neelekantan ve ark., 2011; Twari ve Nandlal, 2012). Çalışmamızda da distile su ve yapay tükürüğe ölçümlerden hemen önce 1/10 konsantrasyonunda TISAB III solüsyonu ilave edildi.

Fluorid salınım değerlerinin ölçümünden önce, standart fluorid solüsyonlarından farklı konsantrasyonlarda solüsyonlar hazırlayarak elektrodun kalibrasyonunun yapılması gerekmektedir (Dionysopoulos ve ark., 2003; Rodrigues ve ark., 2008). Çalışmamızda kalibrasyon işlemi için hazırlanan standart fluorid solüsyonları her ölçüm günü yeniden hazırlandı ve kalibrasyon işlemi her ölçüm günü başında ve gün içerisinde belirli aralıklarla tekrarlandı.

Karantakis ve ark. (2000) ve Gao ve Smales (2001)'in çalışmalarında olduğu gibi bu çalışmada da kalibrasyon solüsyonlarında ve fluorid ölçümü yapılacak olan solüsyonlarda homojen bir karışım elde edebilmek için ölçümden önce beş saniye süreyle vorteks ile solüsyonlar karıştırıldı.

Fluorid içeren restoratif materyallerin fluorid salınım özelliklerinin incelendiği çalışmalarda salınımın ilk hafta özellikle ilk 24 saatte çok yüksek olduğu görülmüştür (Itota ve ark., 2004; Gjorgievska ve ark., 2008; Neelekantan ve ark., 2011). Bu etkiye fluoridin patlama etkisi “bursting effect” denilmekte ve en çok rezin esaslı olmayan materyallerde görülmektedir. Salınımın ilerleyen günlerde azaldığı ve sabit bir düzeye yaklaştığı belirtilmiştir (Attar ve ark., 2003; Wiegand ve ark. 2007; Gjorgievska ve ark., 2008). Literatürdeki çalışmalarda, fluorid ölçümleri çalışma süresi içerisinde belirlenen bazı saat ve günlerde yapılmıştır. Ölçüm zamanının genellikle iki ve dördüncü saatlerde, ilk hafta her gün ya da ilk iki ve ya üç gün ve daha sonra haftada bir kez şeklinde olduğu görülmüştür (Gao ve Smales, 2001; Kavaloglu Cildir ve Sandalli, 2005; Hoszek ve Ericson, 2008; Bayrak ve ark., 2010). Bizim çalışmamızda da literatüre uyumlu olarak fluorid salınım ölçümleri 2. saat, 1., 2. 7., 14., 21., 28., 35., 42., 49. ve 56. günler olarak belirlendi.

Materyallerden salınan florid değerlerinin konsantrasyonunu ifade etmek için birim olarak ppm, µg/ml veya µg/cm²/gün kullanılmaktadır (Yap ve ark., 2002; Delbem ve ark., 2005). Bu çalışmada literatürdeki florid salınımı çalışmalarıyla karşılaştırmanın yapılabilmesi için “ppm” birimi tercih edildi.

Restoratif materyallerin florid salınımları distile su, yapay tükürük ve asidik solüsyonlar içerisinde incelenmiştir (Can ve ark., 2009; Neelekantan ve ark., 2011; Bahadure ve ark., 2012). Markovic ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada farklı ortamlarda restoratif materyallerin florid salınımını incelemişler ve en fazla salınımın asidik ortamda olduğunu; ortamın pH’sı arttıkça salınımın azaldığını belirtmişlerdir.

Ağız ortamını tam olarak yansıtmadığı halde bir çok çalışmada distile su kullanılmıştır (Itota ve ark., 2004; Tiwari ve Nandlal, 2012; Fallahinejad-Ghajari ve ark., 2014). Silva ve ark. (2007) ve Kavaloglu Cildir ve Sandalli (2005) da çalışmalarında örnekleri distile su içerisinde bekletmişlerdir. El- Mallakh BF ve Sarkar NK (1990), distile suyun ağız ortamının karmaşık kimyasını tam olarak yansıtmadığını ve buna bağlı olarak gerçek salınım miktarını gösteremeyeceğini belirtmişlerdir. Tükürükte bulunan protein, florid içeriği ve pH gibi pek çok faktörün salınım üzerinde etkili olması nedeniyle yapay tükürük kullanımı önerilmektedir (Peng ve ark., 2000). Gao ve Smales (2001) ve Preston ve ark. (2003) materyallerin florid salınımlarını değerlendirdikleri çalışmalarında yapay tükürük kullanmışlardır.

Ancak yapay tükürük her ne kadar kliniğe daha yakın sonuçlar verse de, alınan sonuçların tam olarak kliniğe uygun olduğunu söylemek zordur. Çünkü ağız ortamındaki pelikül ve plak birikimi de floridin difüzyonunu etkileyen faktörlerdir (Hattab ve Amin, 2001; Wiegand ve ark., 2007). Ayrıca yapay tükürüğün ağız ortamını daha iyi temsil etmesine karşılık, içerisindeki organik komponentlerin florid elektrodunun lanthanyum florid (LaF) membranı ile etkileşmesi ve tükürüğün pH’sının düşmesiyle salınımlar arasında anlamlı bir farklılık olmaması bu solüsyonun dezavantajı olarak bildirilmektedir (Wiltshire ve Rensburg, 1995).

Williams ve ark. (2001), Nigam ve ark (2009) ve Naoum ve ark. (2011) çalışmalarında farklı ortamların materyallerin florid salınımına etkilerini değerlendirmişlerdir. Bu çalışmalara benzer şekilde, bizim çalışmamızda da hazırlanan örneklerin florid salınım değerleri, ortamların florid salınımına etkisini görmek ve ağız ortamını daha iyi taklit edebilmek amacıyla hem distile su, hem florid içermeyen yapay tükürük içerisinde ölçüldü.

7.1.3. Yeniden Yükleme Deneyinin Yapılması

Florid salınımı ölçüldükten sonra araştırmamızın ikinci kısmı olan yeniden yükleme aşamasına geçildi. Günümüzde CİS'ler, kompomerler, cam karbomerler ve giomerler florid salınımı yapabilen materyallerdir. Bu materyallerin florid salınım kapasiteleri içerdikleri florid iyon miktarı, içerikleri, sertleşme reaksiyonu ve bulundukları ortamın pH'sı gibi faktörler nedeni ile değişkenlik göstermektedir (Yap ve ark., 2002; Attar ve Turgut, 2003; Itota ve ark., 2004; Wiegand ve ark., 2007). Dhull ve Nadhal (2009) restoratif materyallerin çürük önleyici etkinliğinin uzun süre devam edebilmesi için florid salınımlarının yanı sıra ağız ortamından yeniden yüklenme kapasitelerinin de olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Materyallerin florid salınımlarını inceleyen çalışmalar kısa (28 gün) ve uzun (1 yıl) olmak üzere çeşitli sürelerdedir (Basso ve ark., 2011; Shiozawa ve ark., 2014). Materyallerin florid salınımı en sık 56. güne kadar takip edilmiş ve sonrasında topikal florid ajanları ile yeniden yükleme yapılmıştır (Peng ve ark., 2000; Gao ve Smales, 2001; Arbabzadeh-Zavareh ve ark., 2012). Biz de çalışmamızda litertürdeki diğer çalışmalara benzer şekilde materyallerin florid salınım değerlerini 56. güne kadar ölçtükten sonra materyalleri topikal florid ajanları ile yeniden yükledik.

Restoratif materyallerin topikal florid ajanları ile yeniden yüklenmesinde, ağız gargaraları, diş macunları ve florid jelleri kullanılmıştır (Han ve ark., 2002; Dhull ve Nandlal, 2011; Dionysopoulos ve ark., 2013). Floridin çeşitli konsantrasyonları topikal olarak kullanılabilir. Örneğin; evde kullanılan floridli diş macunlarının 1000 ppm ve 1450 ppm florid içeren çeşitleri olduğu gibi, floridli

ağız gargaralarının günlük kullanım için 100-500 ppm'lik ya da haftada bir kez kullanım için 1000-3000 ppm'lik florid içeren çeşitleri bulunmaktadır (Avcı ve ark., 2009; Dean ve ark., 2011). Mungara ve ark. (2013) ve Arbabzadeh-Zavareh ve ark. (2012) çalışmalarında yeniden yükleme materyali olarak ağız gargarası ve diş macunu kullanmışlar ve dolgu materyallerini bu ajanlar ile 1 hafta boyunca yeniden yükledikten sonra florid salınımlarına bakmışlardır. Profesyonel uygulamalar ise daha yüksek konsantrasyonlarda florid içerir. Örneğin APF jel 12300 ppm florid içerirken, topikal vernikler 22600 ppm florid içermektedir (Okuyama ve ark., 2006). Daha düşük konsantrasyonlu, evde uygulanabilen topikal florid ajanları günlük ya da haftalık olarak kullanılabilirken, profesyonel olarak kullanılan ajanların 4-6 ayda bir kullanılmaları önerilmektedir (AAPD, 2014). Günümüz çocuk diş hekimliği kliniğinde en sık kullanılan topikal florid ajanları APF jel ve florid vernikleridir. Fallahinejad-Ghajari ve ark. (2014) ve Gao ve Smales (2001) çalışmalarında yeniden yükleme materyali olarak APF jel kullanmışlar ve bu jeli 4 dakika süreyle 1 kez olmak üzere uygulamışlardır. Benzer şekilde bu çalışmada da yeniden yükleme ajanı olarak APF jel ve florid verniği kullanıldı ve AAPD'nin 2014 kılavuzunda önerildiği gibi 4 dakika süreyle 1 kez uygulandı.

Restoratif materyallerden florid salınımı sonrası yeniden yükleme yaparak tekrar salınımını değerlendiren bir çok çalışma vardır (Han ve ark., 2002; Naoum ve ark., 2011; Arbabzadeh-Zavareh ve ark., 2012; Fallahinejad-Ghajari ve ark., 2014). Bu çalışmaların çoğu yeniden yükleme öncesi ve sonrası florid salınım değerlerini karşılaştırmak amacıyla yükleme öncesi belirlenen ölçüm günleri ile aynı sürelerde yükleme sonrası da florid salınımını ölçmüşlerdir (Peng ve ark., 2000; Gao ve Smales, 2001; Fallahinejad-Ghajari ve ark., 2014). Bizim çalışmamızda da yeniden yükleme öncesi belirlenen günler ile aynı sürelerde (2. saat, 1., 2., 7., 14., 21., 28., 35., 42., 49. ve 56. günler) yeniden yükleme sonrası ölçümler yapıldı.

7.1.4. Antimikrobiyal Etkinin Belirlenmesi

Restoratif dental materyallerden salınan florid, bakterilerdeki enolaz ve ATP'az enzimini inhibe ederek bakterilerin üremesini engeller (Wiegand ve ark., 2007).

CİS'lerin, yüksek miktarlarda florid salınımı yapmaları nedeniyle antimikrobiyal etki gösterdikleri bir çok çalışma ile gösterilmiştir (Burke ve ark., 2006, Luczaj-Cepowicz ve ark., 2014). Ancak, floridin diş çürüğünü önlemedeki antimikrobiyal etkisinin sınırlı olduğu bildirilmektedir (Farrugia ve Camilleri, 2015). CİS'lerin antimikrobiyal etkilerinin sertleşme sırasındaki pH düşüşü ve toz kısmının içerisinde bulunan diğer kimyasal içeriklerinden de kaynaklanabileceğini bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Marczuc-Kolada ve ark., 2006).

Restoratif dental materyallerin antimikrobiyal özelliklerinin *in vitro* koşullarda belirlenebilmesi için materyallerin standart boyutlarda diskler halinde hazırlanması gerekir. Bu amaçla birçok çalışmada farklı boyutlarda teflon, plastik veya metal standart kalıplar kullanılmıştır (Lewinstein ve ark., 2005; Cassanho ve ark., 2005; Eldeniz ve ark., 2006). Literatürdeki çalışmalarda, antimikrobiyal özellikleri belirlemek için herhangi bir ISO standardı bulunmadığından, siman örnekleri farklı boyutlarda hazırlanmıştır (Lewinstein ve ark., 2005; Hoszek ve Ericson, 2008; Yeşilyurt ve ark., 2009). Bayındır ve ark. (2003) ve Caldeira ve ark. (2013) çalışmalarında olduğu gibi bu çalışmada da, test materyallerinin antimikrobiyal özelliklerini belirlemek ve standart boyutlar olması için teflon kalıplar kullanılarak 5 mm çapında, 2 mm yüksekliğinde örnekler hazırlandı.

Örneklerin antimikrobiyal özellikleri, bazı çalışmalarda örnekler agar içerisinde sertleştirilerek (Cassanho ve ark., 2005; Eldeniz ve ark., 2006), bazılarında ise sertleşmenin tamamlanması için 24 saat beklendikten sonra incelenmiştir (Wassell ve ark., 2002; Hoszek ve Ericson, 2008). Bizim çalışmamızda, örnekler antimikrobiyal incelemeden 24 saat önce kimyasal olarak sertleştirildi. Sertleştirilen örneklerden sonuç alınmadığı için daha sonra materyaller agar içerisinde sertleştirilerek deney tekrarlandı.

Yapılan antimikrobiyal çalışmalarda, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Actinomyces viscosus*, *Actinomyces naeslundii*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Enterococcus faecalis* gibi bakteri suşları kullanılmıştır (Gür ve ark., 2002; Turkun ve ark., 2008;

Prabhakar ve ark., 2013; Lucaj-Lepowicz ve ark., 2014). *S.mutans* çürük oluşumundan sorumlu başlıca bakteri olarak kabul edilmekte, *L.acidophilus* ise çürüğün ilerlemesinde önemli rol oynamaktadır (Türkün ve ark., 2008; El-Baky ve ark., 2011). Bu nedenle çalışmamızda, da Silva ve ark. (2007), Naorungroj ve ark. (2010) ve Evans ve ark. (2015)'ın çalışmalarındaki gibi restoratif materyallerin antimikrobiyal etkisinin değerlendirilmesinde *S.mutans* ve *L.acidophilus* suşları kullanıldı.

Literatürdeki çalışmalarda bakterilerin üretilmesi için genel ve daha seçici olmak üzere farklı besiyerleri kullanılmıştır. Todd Hewitt Broth, Tryptic Soy Broth ve BHI Broth gibi ortamlarda süspansiyonlar hazırlanmış ve bakteriler BHI Agar, Müller-Hinton Agar, Mitis Salivarius Agar, Rogosa SL Agar gibi ortamlarda 37 °C etüvde farklı sürelerde bekletilerek üremeleri sağlanmıştır (Matalon ve ark., 2005; Lewinstein ve ark., 2005; Yesilyut ve ark., 2009, Tüzüner ve ark., 2011). Matalon ve ark. (2005); Menon Preetha ve ark. (2007) ve Hoszek ve Ericson (2008)'un çalışmalarına benzer şekilde çalışmamızda bakteri suşları için spesifik besiyerleri seçildi. *S.mutans* süspansiyonu Todd Hewitt Broth içerisinde hazırlanarak, Mitis Salivarius Agar'a ekim yapıldı. *L.acidophilus* süspansiyonu ise BHI Broth içerisinde hazırlanarak, Rogosa SL Agar'a ekim yapıldı ve 37 °C'de anaerobik ortamda 48 saat inkübe edildi.

Dental materyallerin antimikrobiyal etkilerinin incelendiği çalışmalarda antimikrobiyal özellikler ve florid salınımı arasındaki ilişkileri değerlendirmek için bir çok yöntemden yararlanılmıştır. Bu yöntemlerden en sık kullanılanlar ADT ve DKT'dir (Matalon ve ark., 2005; Eldeniz ve ark., 2006). Agar Difüzyon Testinde (ADT) bakteri üremesi veya bakteriyel aktivitenin azalması rahatlıkla belirlenebilmektedir. ADT, uygun şartlarda yapıldığı takdirde sağlıklı sonuçlar elde edilebilmesine karşın bu yöntemin en büyük dezavantajı, bakterisid ve bakteriyostatik etkilerin ayırt edilememesi ve canlı bakteri sayısı hakkında bir bilgi verememesidir (Yap ve ark., 1999). ADT, ekim büyüklükleri ve besiyeri farklılıklarını elimine etmesi ve maddeler arasında etkili bir karşılaştırma yapmaya olanak sağlaması nedeniyle materyallerin antimikrobiyal etkilerini karşılaştırmada

tercih edilen bir yöntemdir (Fraga ve ark., 1996). ADT'nin diğer yöntemlere göre daha ucuz ve fazla sayıda örnekle tekrarlanabilir olması bu yöntemin sıklıkla tercih edilmesinde etkilidir (Farrugia ve Camilleri, 2015). Maczuk-Kolada ve ark. (2006), Tüzüner ve ark. (2011), El-Baky ve ark. (2011) ve Prabhakar ve ark. (2013) çalışmalarında olduğu gibi bizim çalışmamızda da materyallerin antimikrobiyal etkilerinin değerlendirilmesinde ADT yöntemi kullanıldı.

Literatürdeki çalışmalarda dental materyaller farklı sürelerde distile su içerisinde yaşlandırılmış ve agar difüzyon testi her grup için tekrarlanmıştır (Friedl ve ark., 1997; Tüzüner ve ark., 2011; Mayanagi ve ark., 2013). Çalışmamızda da, Hoszek ve Ericson (2008), Matalon ve ark. (2005) ve Türkün ve ark. (2008)'nin çalışmalarına benzer şekilde örnekler sertleştirildikten sonra direkt olarak; 2 saat, 7 gün ve 8 hafta distile su içerisinde yaşlandırıldıktan sonra agar difüzyon testi tekrarlandı.

7.2. Bulguların Tartışması

7.2.1. Fluorid Salınım Deneyi Sonuçları

Fluorid salınımı yapabilen materyallerin çürük önleyici etkileri, fluorid salınım miktarı ile orantılıdır (Moreau ve Xu, 2010). Restoratif materyaller; fluorid salınım özelliklerine göre yüksek fluorid (geleneksel cam iyonomer simanlar, rezin esaslı olmayan fissür örtücüler) orta derecede fluorid salan (rezin modifiye cam iyonomerler) az fluorid salınımı yapan (kompomer, fluorid salınımı yapan kompozit rezin, rezin esaslı olan fissür örtücüler) ve fluorid salınımı yapmayan (geleneksel kompozit) olarak sınıflandırılmaktadır (Yap ve ark., 1999; Wiegand ve ark., 2007). Restoratif materyallerin fluorid salınım değerlerinin incelendiği çalışmalarda sıklıkla GCİS'ler, RMCİS'ler, kompomerler ve kompozit rezinler kullanılmaktadır (Grobler ve ark., 1998; Arısu ve ark., 2007).

Restoratif dental materyallerin fluorid salınımı ile ilgili yapılan çalışmalar fluorid salınımının bir çok faktöre bağlı kompleks bir süreç olduğunu bildirmiştir. Materyalin içeriği, çözünürlüğü, porözitesi gibi iç faktörler ve ortamın pH değeri,

sıcaklığı, materyalin doğru şekilde hazırlanması ve sertleştirilmesi gibi dış faktörlerin etkili olduğu belirtilmiştir (Upadhyay ve ark., 2013). Cam iyonomer simanlar ile ilgili çalışmalar fluorid salınımı sırasında temel olarak iki süreç bulunduğunu; bunlardan ilkinin erken dönemde hızlı bir fluorid salınımı gerçekleştiğini; bunu uzun dönemde difüzyon yolu ile daha yavaş bir salınımın takip ettiğini bildirmektedirler (Itota ve ark., 2004; Dhull ve Nandlal, 2009; Nicholson, 2014).

Dionysopoulos ve ark. (2013) yüksek viskoziteli CİS, nano-iyonomer, kompomer, giomer, fluorid içeren kompozit ve normal kompozitin distile su içerisindeki fluorid salınım miktarlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında en yüksek salınımı yüksek viskoziteli CİS'in yaptığını, bunu sırasıyla nano-iyonomer, kompomer, giomer ve fluorid içeren kompozitin izlediğini bildirmişlerdir. Tüm materyaller en yüksek salınımlarını 1. günde yapmış ve salınım giderek azalmıştır. Benzer şekilde Asmussen ve Peutzfeld (2002) cam iyonomer, kompomer ve rezin kompozitlerin uzun dönem fluorid salınımlarını (2 yıl) değerlendirdikleri çalışmalarında en yüksek salınımın cam iyonomer simanda gözleendiğini ve kompomerin, kompozit rezinden daha fazla fluorid salınımı yaptığını belirtmişlerdir. Literatürdeki bir çok çalışmada distile su içerisinde bekletilen restoratif materyaller arasında en yüksek fluorid salınımının GCİS (yüksek viskoziteli CİS) simanlarda olduğu yönündedir (Diaz-Arnold ve ark, 1995; Yap ve ark., 2002; Neelekantan ve ark., 2011). Mousavinasab ve Meyers (2009) ise GCİS, yüksek viskoziteli CİS, RMCİS, kompomer ve giomerin distile su içerisindeki fluorid salınım miktarlarını karşılaştırmışlardır. Fluorid salınımı ilk hafta her gün, sonrasında 14. ve 21. günlerde ölçülmüştür. Materyallerin fluorid salınımı sırasıyla CİS, kompomer ve giomer şeklinde bulunmuştur.

Bizim çalışmamızda da distile su içerisindeki fluorid salınımları değerlendirilen materyallerden en yüksek salınımı yüksek viskoziteli CİS yaparken, bunu sırasıyla cam karbomer, RMCİS, kompomer ve giomer takip etti. Tüm materyallerde en yüksek fluorid salınımı 1. günde gözleendi ve salınım azalarak devam etti. RMCİS'de fluorid iyonlarının rezin matriks tarafından çevrelenmesi nedeniyle daha düşük fluorid salınımı yaptığını düşünmekteyiz. Çalışmamızın sonuçları, Dionysopoulos

ve ark. (2013), Mousavinasab ve Meyers (2009) ve Neelekantan ve ark. (2011) çalışmaları ile uyumlu bulunmuştur.

Arısu ve ark (2007), GCİS, yüksek viskoziteli CİS, RMCİS, metalle güçlendirilmiş CİS ve üç kompomerin yapay tükürük içerisindeki florid salınım özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda materyallerden salınan florid miktarı değerlendirildiğinde kimyasal olarak sertleşen cam iyonomer simanların en yüksek florid salınım değerlerine sahip olduğu ve bunu sırasıyla RMCİS, metalle güçlendirilmiş CİS ve kompomer materyallerinin izlediği bildirilmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan tüm materyallerin en yüksek florid salınımını 1. günde gerçekleştirdikleri ve bu salınımın sonraki günlerde giderek azaldığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Can-Karabulut ve ark. (2007) da GCİS, RMCİS, kompomer ve florid içeren kompozitin yapay tükürükteki florid salınımlarını inceledikleri çalışmalarında salınım sıralamasının yüksekten düşüğe GCİS, RMCİS, kompomer ve florid içeren kompozit şeklinde olduğunu göstermişlerdir.

Çalışmamızda da materyallerin yapay tükürük içerisindeki florid salınımları değerlendirildiğinde yüksekten düşüğe florid salınım sıralaması yüksek viskoziteli CİS, cam karbomer, RMCİS, kompomer ve giomer şeklinde olduğu ve bu sıralamanın distile su içerisindeki örneklerle aynı olduğu görüldü. Materyallerin saklandığı ortamın materyallerin sıralamasını değiştirmediği ancak florid salınım miktarlarını etkilediği saptandı. Bu nedenle materyallerin florid salınımlarında içeriklerinin önemli bir rol oynadığı olduğu düşünüldü.

GCİS'in florid salınımının RMCİS'ten daha yüksek (Vermeersch ve ark., 2001) daha düşük (Dionysopoulos ve ark., 2003) veya benzer (Robertello ve ark., 1999) olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Paschoal ve ark. (2011) GCİS, RMCİS, nano-iyonomer ve rezin kompozitin distile su içerisindeki florid salınımlarını 15 gün süre ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, en yüksek salınımı RMCİS'in yaptığını bunu sırasıyla nono-iyonomer, GCİS ve rezin kompozitin izlediğini belirtmiştir. Başka bir çalışmada ise RMCİS'in GCİS'ten yüksek salınım yaptığı belirtilmiş ve bunun nedeninin çalışmada kullanılan GCİS'in düşük çözünürlüğü ve yüksek

toz/likit oranı ile açıklanabileceğini bildirmişlerdir (Dionysopoulos ve ark., 2003). Selimovic Dragas ve ark. (2013) da GCİS, yüksek viskoziteli CİS ve RMCİS'lerin distile sudaki florid salınımlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, bir RMCİS olan Vitrebond'un en yüksek salınım yaptığı bunu yüksek viskoziteli CİS'in izlediğini belirtmişlerdir. Upadhyay ve ark. (2013) ise GCİS, RMCİS ve nano-iyonomerin distile su içerisindeki florid salınımlarını incelemişlerdir. Başlangıçta en yüksek salınım GCİS'de olurken, 15. ve 30. günlerdeki ölçümlerde RMCİS'in daha yüksek florid salınımı yaptığını göstermişlerdir.

Çalışmamızda yüksek viskoziteli CİS ve RMCİS'nin florid salınımları arasında distile su içerisinde 28. günden itibaren, yapay tükürük içerisinde de 42. günden itibaren anlamlı bir fark bulunmadı. Benzer şekilde Cabral ve ark. (2015), GCİS ve RMCİS lerin asidik ve nötral ortamdaki florid salınımını karşılaştırdıkları çalışmalarında materyallerin florid salınımının çok çeşitli olduğunu ve içeriklerinden etkilendiğini belirtmişlerdir. GCİS ve RMCİS'in salınım miktarlarının birbirine yakın ve aralarında anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda kullanılan giomerin; hem yapay tükürük hem de distile su içerisinde kompozit rezin hariç olmak üzere diğer tüm materyallerden daha düşük florid salınımı yaptığı saptandı. Kompomer ise giomer ve kompozitten daha yüksek, diğer materyallerden daha düşük salınım gösterdi. Çalışmamızla uyumlu olarak literatürde Bala ve ark. (1997) kompomerlerin distile su içerisinde yapmış olduğu florid salınımının kompozit rezinden daha fazla, rezin modifiye cam iyonomerlerden ise daha az olduğunu ve aralarındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı bulunduğunu, ayrıca salınan florid miktarının zaman içinde azaldığını saptamıştır.

Abdul-Quader ve ark. (2012) ise çalışmalarında yüksek viskoziteli CİS, kompomer ve giomerin basınç dayanımı ve distile sudaki florid salınımını karşılaştırmışlardır. Giomerin basınç dayanımı GCİS ve kompomerden daha yüksek bulunurken, florid salınım miktarı daha düşük olmuştur. Benzer şekilde Jingawar ve ark. (2014) da distile su, yapay tükürük ve laktik asit içerisindeki GCİS, nano-iyonomer ve giomer materyallerinden en düşük florid salınımının her ortamda

giomerde gözlemlendiğini belirtmiştir. Giomerin cam iyonomer simanlardan daha düşük florid salınım yapması, florid komponenti olarak S-PRG doldurucular içermesi ile açıklanmaktadır. Giomer içindeki cam partiküller belirgin bir asit-baz reaksiyonu geçirmediği için, çok az cam iyonomer matriks fazı içerir (Moisbabe 2009; Jingawar, 2014). Ancak giomerin kompozitlerden daha fazla salınım yaptığını bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Itota ve ark., 2004; Dhull ve Nandlal, 2011).

Thanjal ve ark. (2010) yaptıkları *in vitro* çalışmada cam karbomere ultrasonik dalga uygulandığında su içerisindeki florid salınımının arttığı, ancak üretici firmanın önerileri doğrultusunda ısı uygulandığında salınımın azaldığını belirtmişlerdir. Bayrak (2015) yüksek viskoziteli CİS, seramikle güçlendirilmiş CİS, cam karbomer, kompozit ve giomer materyallerinin 28 günlük florid salınımlarını incelediği çalışmada en yüksek florid salınımının cam karbomerde, en düşük salınımın giomerde gözlemlendiğini bildirmiştir. Bizim çalışmamızda ise cam karbomerin distile su ve yapay tükürük içerisindeki 56 günlük florid salınımı diğer materyaller ile karşılaştırıldı. Cam karbomerin florid salınımı her iki ortamda da RMCİS'e yakın bulunurken, yüksek viskoziteli CİS'ten düşük, kompozit, giomer ve rezin kompozitten yüksek oldu.

Cam iyonomer simanların kısa ve uzun süreli florid salınımı üzerine yapılan birçok çalışmada, maksimum florid salınımının ilk 24 saatte olduğu, sonra hızla düşerek iki yıl süre ile salınımın devam ettiği bildirilmiştir (Creanor ve ark., 1994; Bek ve Gülmez, 2001; Upadhyay ve ark., 2013). Carvalho ve Cury (1999) ve Paschoal ve ark. (2011) farklı cam iyonomer simanların zamana bağlı florid salınım değerlerinin benzer olduğunu belirtmişlerdir. En yüksek salınımın ilk haftada ve özellikle 1. günde olduğu ve sabit bir seviyeye ulaşana kadar azalarak devam ettiği gösterilmiştir.

Basso ve ark. (2011), GCİS ve 2 RMCİS'in florid salınımlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında kontrol materyali olarak rezin kompozit (Filtek Z250) kullanmışlardır. Florid salınımının 28 gün boyunca ölçüldüğü çalışmada tüm materyaller 1. günde en yüksek salınım değerlerini göstermiş ve salınım azalarak

devam etmiştir. Yapılan başka bir çalışmada da 4 cam iyonomer simanın 1 yıllık florid salınımını incelenmiş, en yüksek florid salınımının tüm materyallerde 1. günde gözleendiği ve 3 hafta içerisinde azalarak sabit bir seviyede uzun süre devam ettiğini bildirilmiştir (Perrin ve ark.,1994). Shiozawa ve ark. (2014), çalışmalarında beş yüksek viskoziteli CİS'in (Fuji IX GP Extra, Fuji IX GP, Glaslonomer FX-II, Ketac Molar Easymix ve Riva Self Cure) 1 yıllık florid salınımları ve mekanik özelliklerini karşılaştırmıştır. Tüm materyallerden en yüksek florid salınımı 1. günde gözlenmiş ve sonra salınım hızlıca düşerek bir yıl boyunca devam etmiştir. Materyallerin 1 yıl boyunca florid salınımlarının devam etmesinin ikincil çürük oluşumunun engellenmesinde önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmacıların bulgularına benzer şekilde bizim çalışmamızda da tüm materyaller en yüksek florid salınımını 1. günde yaptı ve sonrasında salınımın azalarak 56 gün boyunca devam ettiği saptandı. Yüksek viskoziteli CİS, RMCİS ve cam karbomer 1. günde, kompomer, giomer ve kompozite oranla çok daha yüksek florid salınımı gösterdi. Cam iyonomer içerikli materyallerin 1. gündeki yüksek florid salınımı, florid içeren cam partiküllerinin likit ile temasa geçmesi sonucu oluşan başlangıç patlama etkisi ile açıklanmaktadır (Dionysopoulos ve ark., 2013, Munoz ve ark., 2014). Sonrasında florid salınımı hızlıca düşüş göstermekte ve küçük miktarlarda 2-2,5 yıl boyunca salınmaya devam etmektedir (Vermeersch ve ark. 2001;. Helvatjoglu-Antoniades ve ark., 2001). Salınım değerleri karşılaştırıldığında çalışmanın sonuçları Arisu ve ark. (2007) ve Shiozawa ve ark. (2014) çalışmaları ile uyumlu bulundu.

İn vitro çalışmalarda kompomerlerin GCİS ve RMCİS lerden düşük florid salınımı yaptığı (Yip ve Smales, 2000; Kavaloglu Cildir ve Sandalli, 2005) ve başlangıç patlama etkisi göstermediği belirtilmiştir (Yip ve Smales, 2000; Markovic ve ark., 2008). Çalışmamızda kompomer, giomer ve kompozitte diğer çalışmalarla uyumlu şekilde başlangıç patlama etkisi görülmedi (Yap ve ark. 2002; Mousavinasab ve Meyers, 2009). Neelekantan ve ark. (2011) da nano-ionomer, GCİS, RMCİS, kompomer ve florid içeren kompozitin florid salınımlarını 28 gün süre ile takip ettikleri çalışmalarında yalnızca kompozit ve kompomerin patlama etkisi

göstermediğini belirtmiştir. Tüm materyaller en yüksek salınımı 1. günde yapmıştır. GCİS, RMCİS ve nano-iyonomerin salınım eğrileri birbirine paralelken, kompomer ve kompozit rezin ise daha düşük florid salınımı göstermiştir. Benzer sonuç literatürde Itota ve ark. (2004) tarafından da saptanmıştır.

Gao ve Smales (2001), Arbabzadeh-Zavareh ve ark. (2012) ve Upadhyay ve ark. (2013) çalışmalarında kümülatif salınımı değerlendirmişlerdir. En yüksek salınım tüm materyallerde 1. günde gözlenirken, 2. günde düşmüş ve 7. günde kümülatif salınım nedeniyle bir atış gözlenmiştir. Daha sonraki haftalarda materyallerin florid salınımı azalarak devam etmiştir. Bizim çalışmamızda da benzer sonuçlar bulundu.

Restoratif materyallerin farklı pH değerine sahip ortamlarda florid salınımlarını değerlendiren çalışmalar bulunmaktadır (Karantakis ve ark., 2000; Moreau ve Xu, 2010; Bahadure ve ark. 2012). Florid dahil olmak üzere tüm iyonlar, asidik ortamda nötral koşullardan daha büyük miktarlarda salınır. Bu durum restoratif materyallerin düşük pH içerisinde çözünmesi ve yüzey pürüzlülüğünün artması ile daha fazla iyonun açığa çıkmasıyla açıklanmaktadır. (Wiegand ve ark., 2007; Pawluk ve ark., 2008; Nicholson, 2014)

Yusoff ve ark. (2013), GCİS, RMCİS, kompomer ve kompozitin (Fuji VII, Fuji II LC, Dyract, Z350) florid salınımlarını deiyonize su ve yapay tükürük içerisinde değerlendirmişlerdir. Florid salınımı her iki ortamda da yüksekten düşüğe Fuji VII, Fuji II LC, Dyract, Z350 şeklinde sıralanmış ve kompozit hariç tüm materyaller deiyonize su içerisinde yapay tükürükten daha fazla salınım yapmıştır. Williams ve ark. (2001) ise sermet siman, RMCİS ve kompomerin distile su ve yapay tükürük içerisindeki florid salınımlarını 2 yıl 7 ay süreyle değerlendikleri çalışmalarında materyallerin yapay tükürük içerisindeki florid salınımlarının distile sudakinden %17-25 daha düşük bulunmuşlardır. Levallois ve ark. (1998), RMCİS ve kompomerlerin tükürük ve distile su içerisindeki florid salınımı inceledikleri çalışmalarında tüm materyallerin distile su içerisinde yapay tükürükten daha fazla florid salınım yaptığını göstermişlerdir.

Bu çalışmalara benzer şekilde çalışmamızda materyallerin florid salınımları distile su (pH=5,0) ve yapay tükürük (pH=7,0) içerisinde karşılaştırmalı olarak değerlendirildi. Tüm materyaller tüm ölçüm zamanlarında yapay tükürük içerisinde distile sudakinden anlamlı düzeyde daha düşük florid salınımı gösterdi ($p<0.05$).

Literatürde restoratif materyallerin florid salınımlarını farklı pH ortamlarında değerlendiren diğer çalışmaların bulguları da çalışmamız ile uyumludur (Attin ve ark.,1999; Gandolfi ve ark., 2006). Behrend ve Geurtsen (2001), dört farklı saklama ortamının kompomer ve RMCİS lerin florid salınım üzerinde uzun dönem etkisini araştırmışlardır. Distile su, asidik ortam (pH=4,2), nötral ortam (pH=7) ve nötral tampona enzim eklemiş tampon içerisinde materyalleri incelemişler ve tüm materyallerden en yüksek salınımın asidik ortamda olduğunu, ancak uzun dönemde (1 yıl) ortamlar arasında bir fark bulunmadığını gözlemlemişlerdir. Moreau ve Xu (2010) RMCİS, kompomer ve kompozitin farklı pH değerindeki ortamlarda görülen florid salınımı, bükülme kuvveti ve elastik modülünü inceledikleri çalışmalarında, ortamın pH değeri ne kadar düşükse florid salınımının o kadar yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Kiran ve ark. (2010) da iki GCİS (Fuji II,Fuji VII) ve bir yüksek viskoziteli CİS'in (Fuji IX) distile su (pH=7) ve laktik asit içerisindeki (pH=5,2) 28 günlük florid salınımlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, tüm materyallerin ilk günde en yüksek salınımı yaptığını ve laktik asit içerisindeki salınımlarının distile sudan daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Hattab ve Amin (2001), yaptıkları *in vitro* çalışmada iki GCİS ve bir metalle güçlendirilmiş CİS materyallerinin distile su ve yapay tükürük içerisindeki florid salınımlarını karşılaştırmışlardır. Tüm materyaller 1. günde en yüksek salınımı gösterirken, zamanla salınımları azalmış ve iki hafta sonra sabit bir düzeye ulaşmıştır. Tüm materyaller yapay tükürük içerisinde distile sudakinden daha düşük miktarlarda florid salmışlardır. Ancak yapay tükürük içerisindeki sonuçların direkt olarak klinik sonuçlar ile karşılaştırılamayacağını; pelikül, plak ve tükürükteki proteinlerin florid konsantrasyonuna etkili olabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Nicholson ve Czarnecka (2004) ise asidik ortam (pH=2,7) ve distile su (pH=5,9) içerisinde kompomerlerden salınan iyonları araştırdıkları çalışmalarında, asidik

ortamdaki florid salınımının daha fazla olduğunu, ancak serbest florid miktarının nötral ortamdan daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Bunun nedenini floridin ortama salınan alüminyum ile AlF^{2+} bileşikleri oluşturması ile açıklamışlardır. Çalışmalarında materyallerden salınan florid bulunduğu ortamın pH'sını arttırmıştır. Nicholson, 2014'te yaptığı çalışmasında aktif çürük tipik olarak yaklaşık 4,9 civarında bir pH değerine sahip olduğu için, floridin asit içerisinde salınımının artmasının avantajlı olabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Restoratif materyallerden daha fazla miktarda florid salınmasının *in vivo* ortamda daha fazla koruyucu etki oluşturacağı düşünülmüştür.

7.2.2. Yeniden Yükleme Sonrası Florid Salınımı Sonuçları

Restoratif materyallerin iki veya üç hafta sonunda yalnızca düşük miktarlarda florid salınımı yaptığı yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (Hattab ve Amin, 2001, Dionysopoulos ve ark, 2003). Bu materyallerin ikincil çürük oluşumunu önleyici etkilerinin devamı için belirli aralıklarla florid ajanları ile yeniden yüklenmeleri gerektiği, böylece ağız ortamında florid salınımının devamlılığının sağlanabileceği bildirilmiştir (Han ve ark., 2002; Wiegand ve ark., 2007). Florid salınımı materyallere göre değişiklik gösterdiği gibi, yeniden yüklenme sonrası salınım da materyalin tipine ve uygulanan ajanın çeşidine bağlıdır (Mousavinasab ve Meyers, 2009; Rao ve ark., 2015).

Genel olarak başlangıç salınımları yüksek olan materyallerin yükleme sonrası salınımlarının da yüksek olduğu belirtilmektedir (Gao ve Smales, 2000; Xu ve Burgess 2003; Mungara ve ark., 2013). Dhull ve Nandlal (2011), giomer ve kompomerin florid ile yeniden yükleme sonrası salınımlarını inceledikleri çalışmalarında, yükleme öncesi florid salınımı yüksek olan materyalin yükleme sonrasında da daha fazla salınım yaptığını bildirmiştir. Abdul-Quader ve ark. (2012) da çalışmalarında yüksek viskoziteli CİS, kompomer ve giomerin basınç dayanımı, distile su içerisindeki florid salınımı ve yeniden yüklenme özelliklerini karşılaştırmışlardır. Tüm materyaller florid ile yeniden yüklenme özelliği göstermiş ve yükleme öncesinde de sonrasında da en yüksek florid salınımı yüksek

viskoziteli CİS’de görülmüştür. Rao ve ark. (2015) ise GCİS, RMCİS, kompomer ve florid içeren kompozitin yapay tükürük içerisindeki florid salınımı ve yeniden yüklenme kapasitesini değerlendirmiş ve florid salınım sıralaması yüksekten düşüğe GCİS, RMCİS, kompomer ve kompozit şeklinde olmuştur. Gargara ve diş macunu ile yükleme yapıldıktan sonra, tüm cam iyonomer simanların florid salınımı artarken, kompomer ve kompozitte bir değişiklik görülmemiştir.

Çalışmamızda kullanılan materyaller 56. günden sonra APF jel ve florid verniği ile yeniden yüklenerek 56 gün daha salınımları izlendi. Yeniden yükleme sonrası materyallerin florid salınımı yükleme öncesi sıralamaya benzer şekilde gerçekleşti. Yükleme sonrası en yüksek salınım yine yüksek viskoziteli cam iyonomer simanda gözlenirken, en düşük salınım ise giomerde bulundu. Yapay tükürük içerisindeki örneklerden kontrol ve APF gruplarında ve distile su içerisindeki örneklerden vernik grubunda 2. saatte cam karbomer RMCİS’ten yüksek salınım gösterirken, diğer ölçüm zamanlarında tüm gruplarda RMCİS, cam karbomerden anlamlı düzeyde yüksek salınım yaptı ($p<0.05$). Ancak literatürde cam karbomer simanın yeniden yükleme sonrası florid salınımının diğer materyaller ile karşılaştırıldığı bir çalışmaya henüz rastlanmadığı için sonuçlarımızı karşılaştıramamaktayız.

Çalışmamıza benzer şekilde Preston ve ark. (2003), GCİS; RMCİS, kompomer ve kompozit materyallerinin yapay tükürük içerisindeki iki yıllık florid salınımlarını ve yeniden yüklenme kapasitelerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, cam iyonomer bazlı materyallerin yeniden yüklenme kapasitelerinin rezin bazlı materyallerden daha yüksek olduğunu ve materyallerin en yüksek salınımı ilk 24 saatte yaptığını bildirmişlerdir. Itota ve ark. (2004) ise giomer, kompomer ve florid içeren kompozit rezinin florid salınımı ve NaF solüsyonu ile yeniden yükleme sonrası salınımlarını incelemişlerdir. Florid salınımı yüksekten düşüğe giomer, kompomer ve kompozit sırasıyla olmuştur. Yeniden yükleme sonrası salınım yine aynı sırayı izlemiştir.

Xu ve Burgess (2003), CİS ve RMCİS gibi materyallerin daha fazla porozitesi olduğunu ve bu nedenle florid ile daha fazla yeniden yüklendiklerini bildirmişlerdir. Porozitesi fazla olan materyallerin yükleme materyalinin daha derin difüzyonuna izin

verdiği böylece materyalin daha fazla florid depolayıp; daha fazla salınım yapmasına olanak sağladığı gösterilmiştir. Ayrıca cam iyonomer ile kıyaslandığında rezin içerikli materyaller daha kompakt bir yapıya sahip olduğundan, su ve fluor iyonlarının geçişine izin vermeyen bir bariyer oluşturmaktadır (Xu ve Burgess, 2003). Bu nedenle rezin bazlı materyallerden salınan florid miktarı, cam iyonomer simanlara göre çok daha düşük kalmaktadır (Preston ve ark., 1999; Mungara ve ark., 2013). Giomerlerin yeniden yüklenme özellikleri ise içeriğindeki cam iyonomer matrikse bağlanmaktadır (Wiegand ve ark., 2007).

Naoum ve ark. (2011), yüksek viskoziteli CİS (Fuji IX), giomer (Beautifil II) ve iki florid içeren kompozit rezinin mekanik özellikleri, florid salınımı ve yeniden yüklenmesini distile su ve laktik asit içerisinde değerlendirmişlerdir. Yüksek viskoziteli CİS en yüksek florid salınım ve yeniden yüklenme özellikleri gösterirken, bunu giomer takip etmiştir. Floridli rezin kompozitler tüm ölçümlerde en düşük değerleri göstermiştir. Tüm materyallerin laktik asit içerisinde salınımları, distile su gruplarından yüksek bulunmuştur. Gandolfi ve ark. (2006) da iki cam iyonomer simanın farklı pH ortamlarında (pH=2,5 / pH=7,0) NaF solüsyonu uygulanmasından önce ve sonraki florid salınımlarını değerlendirdikleri çalışmalarında, materyallerin tüm ölçüm zamanlarında düşük pH ortamında daha fazla florid salıdığını göstermiştir. Jingawar ve ark. (2014) ise yaptıkları çalışmada GCİS, nano-iyonomer ve giomer'in yeniden yükleme öncesi ve sonrası florid salınımlarını laktik asit, distile su ve yapay tükürük içerisinde incelemişlerdir. Yeniden yükleme öncesi florid salınımları 1., 7. ve 15. günlerde değerlendirmiştir. Bütün ortamlarda 1. ve 7. günde en yüksek salınım GCİS'de gözlenirken, 15. günde en yüksek salınım nano-iyonomerde kaydedilmiştir. Tüm zamanlarda en düşük florid salınımı giomerde görülmüştür. Daha sonra materyalleri APF jel ile yeniden yüklemişler ve en yüksek salınım yükleme sonrası 1. günde gözlenirken 7. günde ani bir düşüş olmuştur. Materyallerin yükleme öncesi ve sonrası florid salınımı en fazla laktik asit içerisinde saptanırken, bunu sırasıyla distile su ve yapay tükürük takip etmiştir.

Bizim çalışmamızda da örnekler distile su (pH=5,0) ve yapay tükürük içerisinde (pH=7,0) bekletilmiş ve yeniden yükleme sonrası florid salınımları ölçülmüştür. Kullanılan materyallerin hepsi tüm ölçüm zamanlarında distile su içerisinde daha fazla florid salınımı göstermiştir. Yapay tükürük içerisindeki florid salınımının distile sudan farklı oluşu, iyonik bileşenlerin materyallerin florid salınımı üzerine etkili olması ile açıklanmaktadır (Levallois ve ark., 1998). Kanımızca, materyallerin asidik ortamda prozitesinin artması da iyonların salınım miktarını arttırmaktadır.

Dhull ve Nandlal (2011) çalışmalarında giomer ve kompomer örneklerini dört gruba bölmüşlerdir. Birinci gruba günde 1 kere 500 ppm floridli diş macunu, ikinci gruba günde 2 kere 500 ppm floridli diş macunu, üçüncü gruba günde 1 kere 500 ppm floridli diş macunu ve 250 ppm gargara uygularken dördüncü gruba hiç bir ajan uygulamamışlardır. Örneklerin florid salınımının en fazla günde iki kez diş macunu uygulanan grupta arttığını bildirdikleri çalışmada, uygulanan florid ajanının konsantrasyonu ne kadar yüksekse yeniden yüklenme sonrası salınımın da o kadar yüksek olduğunu göstermişlerdir. Mungara ve ark. (2013) ise giomer ve nano-iyonomerin florid salınım ve yeniden yüklenme kapasitelerini karşılaştırmak amacıyla örnekleri üç gruba ayırmışlardır. Birinci gruba hiç bir işlem uygulanmazken, ikinci gruba 1000 ppm diş macunu, üçüncü gruba ise 1000 ppm diş macunu ve 225 ppm gargara uygulamışlardır. Nano-iyonomerin giomerden daha fazla salınım ve yeniden yüklenme özelliği gösterdiğini saptamışlardır. Her iki materyalde de uygulanan florid konsantrasyonu artıkça, yeniden yüklenme sonrası florid salınım miktarı da artmıştır.

Rothwell ve ark. (1998) yüksek viskoziteli CİS, iki RMCİS ve kompomer materyallerinin florid salınımı ve yeniden yüklenme özelliklerini incelenmişlerdir. Materyaller floridli diş macunu ile bir kere veya iki kere yeniden yüklenmiştir. Tüm materyaller yeniden yükleme sonrası ilk ölçümde en yüksek salınımı göstermiş ve 3 gün içerisinde yükleme öncesi seviyelere inmiştir. İki kere diş macunu uygulanan örneklerde florid salınımı daha yüksek bulunmuştur. Fallahinejad-Ghajari ve ark. (2014) da, NaF ve APF jeli ile yeniden yükleme yapılan iki yüksek viskoziteli CİS ve bir GCİS'in florid salınımlarını değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda en

yüksek salınım 1. günde görülmüş ve yüksek viskoziteli CİS'ler GCİS'ten yüksek salınım yapmıştır. Tüm materyallerin yeniden yükleme sonrası florid salınımları artarken, en çok artış APF grubunda gözlenmiştir. Yeniden yükleme sonrası en yüksek salınım yine ilk 24 saat içinde gözlenirken, sonrasında ani bir düşüş saptanmıştır.

Çalışmamızda da benzer şekilde 56. günden sonra materyaller 3 gruba ayrıldı. Birinci gruba hiç bir ajan uygulanmazken, ikinci gruba APF jeli, üçüncü gruba ise florid verniği uygulandı. Kontrol materyali olarak kullanılan kompozit yeniden yüklenme özelliği göstermedi. Diğer tüm materyallerin APF jel ve vernik gruplarında yeniden yükleme sonrası florid salınımı artarken, en yüksek artış florid verniği grubunda görüldü.

Çalışmamızla uyumlu olarak Arbabzadeh-Zavareh ve ark. (2012) GCİS, yüksek viskoziteli CİS ve RMCİS'in diş macunu (500 ppm) ve gargara (220 ppm) ile yeniden yüklenme öncesi ve sonrası florid salınımlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, diş macunu ile yüklenen materyallerin daha fazla yeniden yüklenme özelliği gösterdiklerini belirtmişlerdir. Yip ve ark. (1999) ise bir kompomer ve üç RMCİS simanı NaF, APF ve SnF₂ jelleri ile yeniden yükledikten sonraki florid salınımlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, en yüksek salınımın APF jel ile yükleme sonrası oluştuğunu ve bunu sırasıyla SnF₂ ve NaF jellerinin izlediğini bildirmiştir. Yeniden yükleme sonrası ulaşılan en yüksek değerler 2. ve 4. saatte kaydedilmiştir. RMCİS simanlar, kompomerden daha fazla salınım yapmıştır. Bu çalışmanın sonuçları bizim çalışmamızın sonuçları ile uyumludur.

Materyallerin yeniden yüklenme sonrası florid salınımını inceleyen *in vitro* çalışmalar, yeniden yükleme sonrası en yüksek salınımın ilk 24 saat içerisinde görüldüğünü ve sonrasında hızlıca yükleme öncesi değerlere düştüğünü belirtmiştir (De Witte ve ark., 2000; Yap ve ark. 2002; Itota ve ark., 2004, Dionysopoulos ve ark., 2013). Attar ve Turgut (2003) aralarında fissür örtücü olarak da kullanılabilen materyallerin olduğu florid salınımı yapabilen ve rezin esaslı olan 7 farklı restoratif materyalin florid salınımları ve floridle yeniden yüklenebilme özelliklerini

inceledikleri çalışmalarında, %1,23'lük APF jel uygulamasından sonra tüm materyallerde ilk gün yüksek düzeyde florid salınımı olduğunu ancak daha sonra keskin bir düşüş gösterdiklerini bildirmişlerdir. Xu ve Burgess (2003) ise cam iyonomer simanların yeniden yükleme sonrası ilk 24 saat içinde yüksek florid salınımı yaptığını, ancak bu salınımın 3. günden sonra hızlıca düştüğünü ve uzun süre bu düşük seviyede salınımına devam ettiğini göstermiştir. Kompomerin ise yükleme sonrası salınımının düşük olduğunu ve salınımın aynı seviyede sürdüğünü belirtmişlerdir. Benzer şekilde Bansal ve Bansal (2015) GCİS, RMCİS, giomer ve kompomer materyallerinin %2 lik NaF (9000 ppm) solüsyonu ve 1000 ppm florid içeren diş macunu ile yeniden yüklenme öncesi ve sonrası florid salınımlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, NaF solüsyonu ile yüklenen örnekler diğer gruplardan daha yüksek salınım yapmıştır. Yükleme öncesi tüm zamanlarda en yüksek salınım GCİS'de gözlenirken, bunu sırasıyla, RMCİS, kompomer ve giomer takip etmiştir. Giomer ve kompomerde başlangıç patlama etkisi görülmemiştir. Yükleme sonrası ise tüm materyallerde en yüksek salınım 24 saat içinde gözlenirken, sonrasında ani bir düşüş olmuştur. Florid salınımı daha yüksek olan materyal daha fazla yüklenebilme özelliği göstermiştir.

Bu araştırmacılar ile uyumlu olarak çalışmamızda tüm materyaller yükleme sonrası 2.saatte en yüksek florid salınımını gösterdi. Sonraki ölçüm olan 1.günde ise ani bir düşüş saptandı ve bu düşüş devam ederek bir hafta içerisinde yükleme öncesi salınım değerlerine indi. Florid ajanları uygulamasından sonra ilk 24 saatte görülen yüksek florid salınımı, restoratif materyallerin porlarına tutunan yada yüzeyde kalan florid iyonlarının yüzeyden yıkanması ile açıklanmaktadır (Gao ve Smales, 2000; Wiegand ve ark. 2007; Mungara ve ark., 2013).

Sonuçlarımıza benzer şekilde Gao ve Smales (2001) de GCİS, RMCİS, kompomer ve kompozitin (kontrol) florid salınımlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında materyallerin florid salınımının ilk iki günde en yüksek olduğunu, sonrasında hızlıca düştüğünü belirtmişlerdir. APF ile yeniden yükleme sonrası tüm materyallerden (kontrol hariç) florid salınımı artmış ve en yüksek salınım ilk 24 saat içerisinde görülmüş, ancak yine hızlıca yükleme öncesi değerlere düşmüştür. 12

hafta sonunda florid salınımı yükleme öncesi değerlerden de düşük bulunmuştur. APF jel, cam iyonmer simanlar başta olmak üzere tüm materyallerin yüzeyine zarar vermiştir. Çalışmamızın bulguları Peng ve ark. (2000), Gao ve Smales (2001) ve Rao ve ark. (2015) ile uyumlu bulunmuştur.

Alvarez ve ark. (1994) yeniden yükleme sonrası salınan floridin başlangıç seviyesine kadar yükselmediğini bildirmiştir. Kavaloglu Cildir ve Sandalli (2005) iki GCİS ve iki kompomerin gargara ve diş macunu ile yüklenme öncesi ve sonrası salınımlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, tüm materyallerin 1. günde en yüksek salınım yaptığını belirtmişlerdir. GCİS'ler, kompomerlerden yüksek salınım yapmıştır. Tüm materyaller yeniden yüklenme özelliği gösterse de, GCİS'ler florid ajanları ile daha fazla yeniden yüklenme özelliği göstermiştir. Bu çalışma yeniden yüklenen materyallerin florid salınımının, yeni hazırlanan materyallerden daha düşük olduğunu göstermiştir. Yani materyallere farklı konsantrasyonlarda florid ajanlarının uygulanması başlangıç florid salınım oranlarını tam olarak telafi edememektedir (Hatibovic-Kofman ve ark., 1997; Kavaloglu Cildir ve Sandalli, 2005). Bizim çalışmamızda da APF jel ve florid verniği ile yüklenen materyallerin florid salınım değerleri arttı, ancak hiçbirisi 1. gündeki florid salınım değerlerine ulaşamadı. Reşarj materyallerinin uygulanmasıyla başlangıç düzeyine ulaşılması materyallerin zamanla birlikte yıpranması ile açıklanmaktadır (Ahn ve ark., 2011).

7.2.3. Antimikrobiyal Etki Deneyi Sonuçları

Florid salınımı, dental materyallerin çürüklere karşı antikaryojenik etki göstermesi bakımından önemli bir özelliktir (Friedl ve ark., 1997). Dental materyalin florid seviyesindeki artış ile tükürükteki kalsiyum ve fosfat iyonları minede remineralizasyonu arttırır. Bu nedenle çeşitli materyallerdeki florid salınım miktarları o materyalin antimikrobiyal kapasitesini gösterir (Matalon ve ark., 2003).

Cam iyonmer simanların en büyük avantajının florid salınımı ve diş sert dokularına kimyasal olarak yapışma özellikleri olduğu bilinmektedir (Takahashi ve ark., 2006). Antimikrobiyal aktivitesinin çoğunlukla florid salınımlarından

kaynaklandığı düşünülmektedir (Duque ve ark., 2005; Hotwani ve ark., 2013). Bazı araştırmacılar, CİS'lerin antimikrobiyal etkilerinde, sertleşme reaksiyonları sırasında oluşan düşük pH değerinin florid salınımlarından daha etkili olduğunu ve sertleşme tamamlandıktan sonra hiçbir anitbakteriyal aktivite göstermediklerini bildirmektedir (Türkün ve ark., 2008; Yeşilyurt ve ark., 2009). Yapılan bir çalışmada *S.mutans* inhibisyonu ve materyal asiditesi arasında anlamlı ilişki bulunmuştur (Baseren ve ark., 2005).

Luczaj-Cepowitz ve ark. (2014), GCİS, iki yüksek viskoziteli CİS ve metalle güçlendirilmiş CİS'in *Streptococcus* ve *Lactobacillus* üzerine etkilerini agar difüzyon testi ile inceledikleri çalışmalarında, materyallerin etkilerini 1., 2. 3. ve 7. günlerde ölçmüşlerdir. GCİS tüm bakteriler üzerine tüm ölçümlerde etkili iken, yüksek viskoziteli CİS ve metalle güçlendirilmiş CİS *Lactobacillus* üzerine etki göstermemiştir. Yüksek viskoziteli CİS'ler 1.günde *Streptokoklar* üzerine etkiliyken, 7.günde etki göstermemiştir. Hengtrakool ve ark. (2006) florid içeren ve içermeyen cam iyonomer simanların *S.sanguis* üzerindeki antimikrobiyal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, florid içeren cam iyonomer simanda belirgin olarak daha fazla antimikrobiyal aktivite olduğu bildirilmiştir. El-Baky ve ark. (2013) ise iki yüksek viskoziteli CİS ve bir RMCİS'in klorheksidin eklenmiş ve eklenmemiş örneklerinin *S.mutans* ve *L.acidophilus* üzerine etkilerini değerlendirdikleri çalışmalarında, içeriğine hiçbir ek yapılmamış materyaller her iki bakteri üzerinde de 28.güne kadar inhibisyon zonu oluşturmuşlardır. Materyallere klorheksidin eklenmesi antimikrobiyal aktivitenin süresini uzatmış ve inhibisyon zonunun üremesini sağlamıştır. Gür ve ark. (2002) da florid içeren kompozit rezinler ve bir GCİS'in *S.mutans*, *S.aureus*, *L.casei*, *E.facealis* ve *B.subtilis* üzerine etkilerini ADT ile inceledikleri çalışmalarında, yalnızca GCİS simanın tüm bakteriler üzerine antimikrobiyal etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Restoratif materyallerin antimikrobiyal etkileri farklı yöntemlerle test edildiğinde farklı sonuçlar elde edilebilmektedir. Öztürk ve ark. (2011) florid salınımı yapan kompozitlerin antimikrobiyal etkilerini DKT testi ile inceledikleri çalışmalarında tüm kompozitlerin bakteri üremesini engellediğini gözlemlemişlerdir.

Davidovich ve ark. (2007) ise cam iyonmer içerikli simanların antimikrobiyal etkilerini DKT ile değerlendirdikleri çalışmalarında GCİS'lerin antimikrobiyal etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Matalon ve ark. (2005) GCİS, RMCİS ve kompozitlerin *S.mutans* üzerine antimikrobiyal etkilerini ADT ve DKT ile karşılaştırdıkları çalışmalarında ADT testinde yalnız GCİS'in, DKT testinde ise yalnız RMCİS'in bakteri üremesini engellediğini, iki testin sonuçlarının farklı olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmaların aksine Donly ve ark (1999), floridin remineralize edici etkisinden yararlanmak amacıyla yapısına florid ilave edilen rezin materyallerden salınan miktarın, bakteri inhibisyonu için yeterli olmadığını bildirmiştir. Vermeersch ve ark. (2005) GCİS, RMCİS, kompomer ve kompozitlerin *S.mutans* üzerine antimikrobiyal etkilerini ADT ile araştırdıkları çalışmalarında, materyalleri sertleştirdikten sonra ve sertleşme sırasında agar üzerine yerleştirerek etkilerini karşılaştırmıştır. Sertleştirilen örneklerden hiç biri antimikrobiyal etki göstermezken, sertleştirilmeyen örneklerden sadece GCİS ve RMCİS'ler antimikrobiyal etki göstermiştir. Materyalin asiditesi ve inhibiyon zonu arasında anlamlı bir ilişki olduğu belirtilmiştir. Türkün ve ark. (2008) da farklı konsantrasyonlarda klorheksidin (CHX) içeren geleneksel cam iyonmer simanların uzun dönem fiziksel özellikleri ve *S. mutans*, *L. acidophilus* ve *C. albicans* üzerine antimikrobiyal etkilerini incelemişlerdir. Kontrol materyali olarak kullanılan GCİS örneklerinde hiçbir inhibisyon zonu oluşmamıştır. %2,5 CHX içeren GCİS'in diğer bakterileri inhibe ettiği, ancak basınç dayanımının kontrol materyalinden daha düşük olduğu bulunmuştur.

Tüzüner ve ark. (2011) CHX içeren ve içermeyen iki yüksek viskoziteli CİS'in antimikrobiyal etkilerini inceledikleri çalışmalarında, CHX içermeyen materyallerin *Lactobacillus* ve *S.mutans* ekilen agarlarda inhibisyon zonu oluşturmadığını göstermişlerdir. Bir başka çalışmada ise benzer şekilde sertleştirilerek agara yerleştirilen GCİS ve RMCİS'lerin hiç bir antimikrobiyal etki göstermediği bildirmiştir (Botelho, 2003). Ölmez ve ark. (1996) da GCİS, kompomer ve %2 CHX katkılı çinkofosfat simanın antimikrobiyal etkilerini 48.saat ve 7.günde

değerlendirdikleri çalışmalarında, GCİS ve kompomerin *S.mutans*, *S.epidermidis*, *S.pyogenes*, *E.coli* ve *S.aureus* üzerine hiçbir antimikrobiyal etki göstermediğini bildirmişlerdir.

Bizim çalışmamızda ise kullanılan materyaller dört gruba ayrıldı. Materyaller sertleştirildikten sonra ilk grup direkt agar üzerine yerleştirilirken, diğer üç grupta örnekler 2 saat, 7 gün ve 56 gün distile su içerisinde bekletildikten sonra agar üzerine yerleştirildi. Sertleştirilmiş örnekler ile yapılan agar difüzyon testlerinde hiç bir grupta inhibisyon zonu oluşmadı. Çalışmamızda materyallerin sertleştirilerek kullanılmasının amacı pH değişikliği ile oluşan antimikrobiyal etkinin sonuçlarımızı etkilememesidir. Vermeersh ve ark. (2005) çalışmalarında agar içerisinde sertleştirilen örneklerin antimikrobiyal etki sergiledikleri belirtmiştir. Bu çalışmadan yola çıkarak sertleştirilmemiş materyallerin antimikrobiyal etkisi olup olmadığını gözlemlemek amacıyla çalışmamızda materyaller bir de agar içerisinde sertleştirilerek ADT testleri tekrarlandı. Agarlara kontrol materyali olarak 1450 ppm F içeren diş macunu yerleştirildi. Tüm petri kutularında diş macunu çevresinde geniş bir inhibisyon zonu oluşurken, agar içerisinde sertleştirilen örneklerden yalnızca RMCİS’de bir inhibisyon zonu olduğu gözlemlendi. RMCİS’lerin antimikrobiyal aktivite gösterdiğini bildiren çalışmalar, bu aktiviteyi, florid ve metal iyonları da dahil olmak üzere kimyasal bileşenlerin salınması ve sertleşme sırasındaki pH değerinin düşük olması ile açıklamaktadır (Duque ve ark., 2005; Hotwani ve ark., 2013). Kompomerlerin ise florid salınımının CİS’lerden düşük olduğu ve bakteri üremesini anlamlı miktarda engelleyemediği gösterilmiştir (Imazato, 2003). Bir çok çalışma kompomerler ve kompozitlerin antimikrobiyal etki göstermediğini bildirmiştir (Matalon ve ark., 2003; Imazato ve ark., 2003; Matalon ve ark., 2004).

Çalışmamızla uyumlu şekilde Yeşilyurt ve ark. (2009) CİS’lere anitibiyotik eklenmesinin antimikrobiyal aktivite ve fiziksel özellikleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında Fuji IX materyaline farklı konsantrasyonlarda antibiyotik ekleyerek örneklerin *S.mutans* ve *L.casei* üzerine etkilerine bakmışlardır. Çalışmalarında örnekleri sertleştirilmiş ve sertleştirilmemiş olmak üzere iki gruba ayırmışlardır. Antibiyotik ilave edilmemiş CİS’ler, sertleştirildikten sonra inhibisyon

zonu oluşturmazken, sertleştirilmeden agara yerleştirilen grupta her iki bakteri agarında da küçük bir inhibisyon zonu oluşmuştur. Sertleştirilmeyen materyallerin antimikrobiyal etkisinin sertleşme sırasındaki pH düşüşünden kaynaklandığı, CİS'lerin antimikrobiyal aktivitesinde floridin etkisinin, özellikle de sertleşme reaksiyonu tamamlandıktan sonra, sınırlı olduğu düşünülmüştür. Yap ve ark (1999) ise florid salan kompozit, kompomer, rezin modifiye cam iyonomer, geleneksel cam iyonomer ve çinko oksit öjenol (IRM) materyallerinin florid salınımı ve antimikrobiyal özelliklerini incelemişlerdir. GCİS, diğer materyallere nazaran belirgin bir şekilde daha yüksek florid salınımı gösterirken, hiçbir antimikrobiyal özellik göstermemiştir. IRM hariç hiçbir materyalde inhibisyon zonu görülmemiştir. IRM'nin *S.mutans*, *S.sobrinus* ve *L.casei* üzerinde antimikrobiyal özellik göstermesinin, içeriğindeki çinko oksitten kaynaklandığı şeklinde yorumlanmıştır. Çalışmada, florid salınımı ile antimikrobiyal özellikler arasında hiçbir korelasyonun bulunmadığı bildirilmiştir.

Imazato (2009) ise yüksek viskoziteli CİS'e farklı oranlarda CHX eklenmesinin antimikrobiyal aktiviteye olan etkisini araştırmış, kontrol materyali olarak kullandığı yüksek viskoziteli CİS'in sertleştirilmiş ve sertleştirilmemiş örneklerinde inhibisyon zonu oluşmadığını bildirmiştir. CHX eklenmesi ile her iki grupta da inhibisyon zonu oluşmuştur. Takahashi ve ark. (2006) da CHX içeren ve içermeyen CİS'lerin *S.mutans*, *L.casei* ve *A.naesslundii* üzerine antimikrobiyal etkilerini ADT ile inceledikleri çalışmalarında, materyalleri sertleştirerek ve sertleştirmeden agara yerleştirmek üzere iki gruba bölmüşlerdir. CHX içermeyen CİS ler her iki grupta da inhibisyon zonu oluşturmazken, CHX içeren tüm örnekelerde inhibisyon zonu oluşmuştur. CHX içermeyen materyallerden salınan floridin inhibisyon zonu oluşturmak için yeterli olmadığı düşünülmüştür.

Yapılan çalışmalar çürüğün önlenmesi için gerekli florid miktarının henüz tespit edilmediğini belirtmektedir. İdeal florid konsantrasyonu belirlenene kadar, özellikle orta-yüksek çürük riski olan hastalarda, uzun süreli florid salınımı yapan dental materyallerin kullanımı tercih edilmelidir (Helvaçoğlu-Antniades ve ark., 2001; Farrugia ve Camilleri, 2015).

7.3. Sonuçlar

7.3.1. Fluorid Salınımı Sonuçları

- Çalışmada kullanılan materyallerin hem yapay tükürük hem de distile su içerisinde belirlenen tüm ölçüm günlerinde fluorid salınımı gerçekleştirdikleri saptandı.
- Fluoridin her iki ortamda da (distile su / yapay tükürük) tüm materyallerden (kontrol materyali hariç) en yüksek birinci günde salındığı ve salınımın çalışma süresince azalarak devam ettiğı gözlemlendi.
- Cam iyonomer içerikli materyallerin 1. günde patlama etkisi göstererek yüksek miktarda fluorid salınım yaptığı görüldü.
- Tüm alışma süresince en yüksek salınım yüksek viskoziteli cam iyonomer simanda gözlenirken, bunu ilk haftada cam karbomerin izlediğı görüldü. Daha sonraki ölçümlerde rezin modifiye cam iyonomer simanın, cam karbomerden daha yüksek fluorid salınımı yaptığı saptandı.
- Tüm ölçümlerde (kontrol materyali hariç) en düşük fluorid salınımı yapan materyalin giomer olduğı belirlendi.
- Tüm materyallerin çalışma süresince distile su içerisinde yapay tükürükten daha fazla fluorid salınımı yaptığı görüldü.

7.3.2. Yeniden Yükleme Sonrası Fluorid Salınım Sonuçları

- Çalışmamızda kullanılan materyallerin APF jel ve vernik gruplarında hem yapay tükürük hem de distile su içerisinde fluorid salınımlarında artış olduğı, bu artışın her iki ortamda da vernik grubunda APF jel grubundan daha fazla olduğı saptandı.

- Tüm materyallerin yükleme sonrası 2. saatte florid salınımlarında anlamlı bir artış saptanırken, bu artışın sonraki ölçümde hızlıca yükleme öncesi değerlere düştüğü ve tüm materyallerin çalışma boyunca florid salınımına devam ettiğı gözlemlendi.
- Yeniden yükleme öncesi florid salınımı yüksek olan materyallerin, daha fazla yeniden yüklenme kapasitesi gösterdiği bulundu.
- Yeniden yükleme sonrası tüm ölçümlerde en yüksek salınımı yüksek viskoziteli cam iyonomer simanın yaptığı; bunu rezin modifiye cam iyonomer siman ve cam karbomerin izlediğı görüldü. Yeniden yükleme sonrasında da en düşük florid salınımı yapan materyalin giomer olduğu belirlendi.
- Yeniden yükleme sonrasında tüm materyallerin belirlenen ölçüm günlerinde distile su içerisinde yapay tükürükten daha fazla florid salınımı yaptığı görüldü.

7.3.3. Antimikrobiyal Etki Sonuçları

- Antimikrobiyal etkinin değerlendirildiğı bu bölümde çalışmamızda sertleştirilerek kullanılan materyallerden hiçbirinin belirlenen günlerde yapılan agar difüzyon testleri sonucunda antimikrobiyal etkisinin olmadığı görüldü.
- Agar içerisinde sertleştirilen materyallerden yalnızca rezin modifiye cam iyonomer siman *S.mutans* üzerine hafif derece antimikrobiyal etki gösterirken, kontrol amaçlı kullanılan diş macununun ise yaygın bir inhibisyon zonu oluşturduğu saptandı.

Çocuk diş hekimliğinde kullanılan güncel restoratif materyallerin bir çoğu florid içermektedir. Ancak bu materyallerin topikal florid uygulamaları ile yeniden yüklenme miktarları farklıdır. Özellikle de yeni piyasaya giren güncel materyallerden giomer ve cam karbomer ile ilgili bu alanda sınırlı çalışma bulunmaktadır. Literatürde giomerlerin florid salınım ve yeniden yüklenmesi ile ilgili çalışmalar bulunurken, cam karbomerin florid salınımını, yeniden yüklenme kapasitesini inceleyen ve bu materyallerin antimikrobiyal etkinliğini değerlendiren çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışmamız, piyasaya yeni sürülen cam karbomerin florid salınımı, yeniden yüklenmesi ve antimikrobiyal etkisini inceleyen ilk çalışma olması açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın sonunda, rezin esaslı materyallerin florid salınımı ve yeniden yüklenme kapasitelerinin cam iyonomer esaslı materyallere oranla daha az olduğu; yapay tükürük içerisinde materyallerin florid salınımının azaldığı ve cam karbomer simanın, florid salınımı açısından cam iyonomer simanlara alternatif olarak kullanılabileceği sonucuna varıldı. Çalışmada kullanılan materyallerin polimerizasyon sonrası antimikrobiyal etki göstermediği görüldü ve materyallerden salınan floridin bakterilerin üremesini engellemede yetersiz kaldığı saptandı. Çocuk diş hekimliğinde kullanılan restoratif materyallerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin yanı sıra florid salınım ve yeniden yüklenme özelliklerinin bilinmesi bu materyallerin seçiminde önem taşımaktadır.

8. KAYNAKLAR

Abdul Quader SM, Shamsul Alam M, Bashar AKM, Gafur A, Al Mansur MA. Compressive Strength, Fluoride Release and Recharge of Giomer. Updat Dent Coll J. 2012;2(2): 28-37.

ADA Council on Scientific Affairs. Direct and indirect restorative materials. J Am Dent Assoc. 2003;134(4): 463-472.

Ahn SJ, Lee SJ, Lee DY, Lim BS. Effects of different fluoride recharging protocols on fluoride ion release from various orthodontic adhesives. J Dent. 2011;39: 196–201.

Akyüz S. Dünden bugüne fluor. İstanbul, Cem Ofset, 1997, s: 15-18.

Alexander SA, Ripa LW. Effects of Self-Applied Topical Fluoride Preparations in Orthodontic Patients. Angle Orthod. 2000;70(6): 424-430.

Altun C. Kompozit dolgu materyallerinde son gelişmeler. Gülhane Tıp Derg. 2005;47(1): 77- 82.

Alvarez AN, Burgess JO, Chan DC. Short-term fluoride release of six ionomers: recharged, coated, and abraded. J Dent Res. 1994;73(1)Suppl:134.

American Academy of Pediatric Dentistry, Guideline on pediatric restorative dentistry. 2012; reference manual 34(6): 214-221.

American Academy Of Pediatric Dentistry. Guideline on Fluoride Therapy. 2014; reference manual 37(6): 176-179.

Aminabadi NA, Balaei E, Pouralibaba F. The effect of 0,2% sodium fluoride mouthwash in prevention of dental caries according to the DMFT index. J Dent

Res Dent Clin Dent Prospects. 2007;1: 71-76.

Arbabzadeh-Zavareh F, Gibbs T, Meyers IA, Bouzari M, Mortazavi S, Laurence J, Walsh LJ. Recharge pattern of contemporary glass ionomer restoratives. Dent Res J (Isfahan). 2012;9(2): 139–145.

Arısu HC, Bala O, Üçtaşlı MB, KAlaycı Ş. Cam iyonomer siman ve poliasit modifiye kompozit rezinlerin florid salma özellikleri. GÜ Diş Hek. Fak. Derg. 2007;24(3) : 157-161.

Arora V, Bogra P. Giomer – A new hybrid aesthetic restorative material. J Cons Dent. 2002;5(4): 149-155.

Asmussen E, Peutzfeldt A. Long-term fluoride release from a glass ionomer cement, a compomer, and from experimental resin composites. Acta Odontol Scand. 2002;60:93–97.

Attar N, Tam LE, McComb D. Flow, strength, stiffness and radiopacity of flowable resin composites. J Can Dent Assoc. 2003;69(8):516-521.

Attar N, Turgut MD. Fluoride release and uptake capacities of fluoride-releasing restorative materials. Oper Dent. 2003;28: 395–402.

Attin T, Buchalla W, Siewert C, Hellwig E. Fluoride release/uptake of polyacid-modified resin composites (compomers) in neutral and acidic buffer solutions. J Oral Rehabil. 1999;26(5):388-393.

Avcı B, Uğur-Baysal S, Gökçay G. Çocuklarda Flor Kullanımının Yarar ve Zararlarının Değerlendirilmesi. Çocuk Dergisi. 2009;9(1): 8-15.

Ayad NM, Elnogoly SA, Badie OM. An in-vitro study of the physic-mechanical properties of a new esthetic restorative versus dental amalgam. *Rev Clin Pesq Odontol.* 2008;4(3): 137-144.

Badry IA, Kamel FM. Clinical use of glass ionomer cement: a literature review. *Saudi Dent J.* 1994;6(2): 107-116.

Bahadure RN, Pandey RK, Kumar R, Gopal K, Singh RK. A estimation of fluoride release from various dental restorative materials at different pH: In vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2012;30(2): 122-126.

Bala O, Üçtaşlı MB, Can H, Türköz E, Can M: Fluorid release from various restorative materials. *J Nihon Univ Sch Dent.* 1997;39:123- 127.

Bala O. Poliasit-modifiye kompozit rezinler (kompomerler) literatür taraması. *Cumhuriyet Uni. Diş Hek. Fak. Derg.* 1998;1(2): 113-118.

Bansal R, Bansal T. 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.* 2015;9(8): 11-14.

Baseren M, Yazici AR, Ozalp M, Dayangac ,B. Antibacterial activity of different generation dentin-bonding systems. *Quintessence Int.* 2005;36: 339–344.

Basso GR, Della Bona A, Gobbi DL, Cecchetti D. Fluoride release from restorative materials. *Braz Dent J.* 2011;22(5): 355-358.

Bayındır F ,Bayındır YZ, Çolak KM, Yiğit N. Diş hekimliğinde kullanılan altı farklı simanın antimikrobiyal etkilerinin incelenmesi. *Atatürk Ün Diş Hek Fak Derg.* 2003;13(2): 7-12.

Bayrak GD. Farklı cila yöntemlerinin yeni geliştirilmiş restoratif materyaller üzerinde florid salınımı, yüzey pürüzlülüğü ve bakteri adezyonuna olan etkisinin karşılaştırılması. Doktora Tezi, 2015, İstanbul (Danışman: Prof. Dr. N Sandallı).

Bayrak S, Tunc ES, Aksoy A, Ertas E, Guvenc D, Ozer S. Fluoride release and recharge from different materials used as fissure sealants. *Eur J Dent.* 2010;4(3):245-250.

Behrend B, Geurtsen W. Long-term effects of four extraction media on the fluoride release from four polyacid-modified composite resins (compomers) and one resin-modified glass-ionomer cement. *J Biomed Mater Res.* 2001;58(6):631-637.

Bek B, Gülmez A. Konvansiyonel ve rezin modifiye cam iyonomer simanlarda florid salınımı. *G.Ü. Diş Hek. Fak. Derg.* 2001;18: 45- 51.

Beltrán-Aguilar ED, Goldstein JW, Lockwood SA. Fluoride Varnishes: A Review of Their Clinical Use, Cariostatic Mechanism, Efficacy and Safety. *J Am Dent Assoc.* 2000;131: 589-596.

Bergmann KE, Bergmann RL. Salt fluoridation and general health. *Adv Dent Res.* 1995;9: 138-143.

Berkowitz RJ. Mutans streptococci: acquisition and transmission. *Pediatr. Dent.* 2006;28: 106-109.

Beyth N, Domb AJ, Weiss EI. An in vitro quantitative antibacterial analysis of amalgam and composite resins. *J Dent.* 2007;35: 201–206.

Bjarnason S, Kohler B, Wagner K. A longitudinal study of dental caries and cariogenic microflora in a group of young adults from Goteborg. *Swed Dent J.*

1993;17: 191- 199.

Bolgül B, Çelenk S, Ayna B ve ark. Türkiye-Diyarbakır'ın kırsalında 7-9 yaşındaki çocuklarda tükürük Mutans streptokok/laktobasil ve plak pH'sı ile diş çürüğü arasındaki ilişkiler. Türkiye Klinikleri. 2004;510(2): 176-181.

Bonifacio CC, Kleverlaan CJ, Raggio DP, Werner A, de Carvalho RC, van Amerongen WE. Physical-mechanical properties of glass ionomer cements indicated for atraumatic restorative treatment. Aust Dent J. 2009;54: 233-237.

Botelho MG. Inhibitory effects on selected oral bacteria of antibacterial agents incorporated in a glass ionomer cement. Caries Res 2003;37:108–14.

Boyar RM, Bowden GH. The microflora associated with the progressin of incipient carious lesions in teeth of children living in a water fluoridated area. Caries Res. 1985;9: 258-306.

Browne D, Whelton H, O'Mullane D. Fluoride metabolism and fluorosis. J Dent. 2005;33: 177-186.

Burke FM, Ray NJ, McConnell RJ. Fluoride-containing restorative materials. Int Dent J. 2006;56(1): 33-43.

Buzalaf MAR. Fluoride and the Oral Environment. Monogr Oral Sci. Basel: KARGER, 2011, vol.22, p: 66-80.

Cabezas GC, Gregory RL, Stookey G.K. Distrubition of three cariogenic bacteria in secondary carious lesions around amalgam restorations. Caries Res. 1999;33: 357–365.

Cabral MFC, Martinho RLM, Guedes-Neto MV, Rebelo MAB, Pontes DG. Cohen-Carneiro F. Do conventional glass ionomer cements release more

fluoride than resin-modified glass ionomer cements? Restor Dent Endod. 2015;40(3): 209–215.

Caldeira EM, Osorio A, Oberosler ELC, Vaitsman DS, Alviano DS, Nojima MCG. Antimicrobial and fluoride release capacity of orthodontic bonding materials. J App Oral Sci. 2013;21(4): 327-334.

Can G, Kaplan R, Kalaycı S. Fluoride release from polyacid modified composites (compomers) in artificial saliva and lactic acid. Rev Clin Pesq Odontol. 2009;5(2): 121-126.

Can-Karabulut DC, Batmaz I, Solak H, Taştekin M. Linear regression modeling to compare fluoride release profiles of various restorative materials. Dent Mater. 2007;23(9): 1057-1065.

Cao DS, Hollis RA, Hicken CB, Christensen RP. Fluoride release from glass ionomers, glass ionomer/resins and composites. J Dent Res. 1994;73:184-186.

Carvalho AS, Cury JA. Fluoride release from some dental materials in different solutions. Oper Dent. 1999;24: 14-19.

Cassanho ACA, Fernades AM, Oliveira LD, Carvalho CAT, Jorge AOC, Koga-Ito CY. *In vitro* activity of zinc oxide-eugenol and glass ionomer cements on *Candida albicans*. Braz Oral Res. 2005;19(2): 134-138.

Caughman WF, Caughman GB, Dominy WT, Schuster GS. Glass ionomer and composite resin cements: effects on oral cells. J Prosthet Dent. 1990;63: 513-521.

Cerklewski FL. Fluoride bioavailability – Nutritional and clinical aspects. Nutr Res. 1997;17: 907-929.

Ceyhan N. Klinikte Biyofilmlerin Önlenmesi İçin Antibiyofilm Stratejileri. Turkish J. Infection. 2008;22(4): 227-240.

Chau NPT, Pandit S, Cai J, Lee M, Jeon J. Relationship between fluoride release rate and anti-cariogenic biofilm activity of glass ionomer cements. Dent Mater. 2015;31(5): 100-108.

Chen MH. Update on dental nanocomposites. J Dent Res. 2010;89(6): 549-560.

Cho SY, Cheng AC. A review of glass ionomer restorations in the primary dentition. J Can Dent Assoc. 1999;65: 491-495.

Chou L, Weimer B. Isolation and characterization of acid- and bile-tolerant isolates from strains of *Lactobacillus acidophilus*. J Dairy Sci. 1999;82: 23-31.

Christensen GJ. The need for caries-preventive restorative materials. J Am Dent Assoc. 2000; 31: 1347-1349.

Chu CH, Mei ML, Lo EC. Use of fluorides in dental caries management. Gen Dent. 2010;9(1): 8-15.

Cohen WJ, Wiltshire WA, Dawes C, Lavelle CLB. Long-term in vitro fluoride release and rerelease from orthodontic bonding materials containing fluoride. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2003;124: 571-576.

Coutinho E, Cardoso MV, De Munck J, Neves AA, Van Landuyt KL, Poitevin A, Peumans M, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding effectiveness and interfacial characterization of a nano-filled resin-modified glass-ionomer. Dent Mater. 2009;25(11): 1347-1357.

Creanor SL, Carruthers LMC, Saunders WP, Strang R, Foye RH. Fluoride uptake and release characteristics of glass ionomer cements. Caries Res. 1994;28:322-

328.

Croll TP, Nicholson JW. Glass ionomer cements in pediatric dentistry: review of the literature. *Pediatr Dent*. 2002;24:423-429.

Crowley CM, Doyle J, Towler MR, Hill RG, Hampshire S. The influence of capsule geometry and cement formulation on the apparent viscosity of dental cements. *J Dent*. 2006;34: 566-573.

Cugati N, Begat SS, Hedge SK. Comparison of anticariogenic effect of Amalgomer CR, Fuji VII and Heliomolar Refill in the cavosurface margin - An in-vitro study. *Int. J Contemp Dent*. 2011;2(3): 20-27.

Çakır FY, Gürkan S, Attar N. Çürük mikrobiyolojisi. *Hacettepe Diş Hek Fak Derg*. 2010;34(3-4): 78-91.

Çakır İ, Çakmakçı ML. Probiyotikler: Tanımı, etki mekanizması, seçi ve güvenilirlik kriterleri. *GIDA*. 2004;29(6): 427-434.

Çehreli ZC, Yazıcı R, Garcia-Godoy F. Effect of 1,23 percent APF gel on fluoride- releasing restorative materials. *J Dent Child*. 2000;65(5): 330-337.

da Silva RC, Zuanon AC, Spolidorio DM, Campos JA. Antibacterial activity of four glass ionomer cements used in atraumatic restorative treatment. *J Mater Sci Mater Med*. 2007;18:1859–1862.

Dağ C, Özalp N. Ağız-diş sağlığının vazgeçilmezi: diş macunları. *Acta Odontol Turc*. 2013;30(3):149-156.

Davidovich E, Weiss E, Fuks AB, Beyth N. Surface antibacterial properties of glass ionomer cements used in atraumatic restorative treatment. *J Am Dent Assoc* 2007;138:1347–52.

Dayangaç GB. Kompozit restorasyonlar, İstanbul, Quintessence Yayıncılık, 2011; s: 100-118.

De Witte AM, De Maeyer EA, Verbeeck RM, Martens LC. Fluoride release profiles of mature restorative glass ionomer cements after fluoride application. *Biomaterials*. 2000;21(5): 475-482.

Dean JA, Avery DR, McDonald RE. McDonald and Avery's Dentistry for the Child and Adolescent. Ninth edit., Missouri: MOSBY Elsevier Inc., 2011, p: 192-201.

Delbem AC, Pedrini D, França JG, Machado TM. Fluoride release/recharge from restorative materials-effect of fluoride gels and time. *Oper Dent*. 2005;30(6):690-695.

Demirci S, Kaya MS, Doğan A, Kalay Ş, Altın NÖ, Yarat A, Akyüz S, Şahin F. Antibacterial and cytotoxic properties of boron-containing dental composite. *Turk J Biol*. 2015;39: 417-426.

Demirel Ü, Delibaşı T, Aren G. Sulardaki yüksek florid içeriğinin farklı vücut bölümlerine etkisi. *İÜ Diş Hek Fak Derg*. 2012;46(3): 79-90.

Dhull KS, Nandlal B. Comparative evaluation of fluoride release from PRG-composites and compomer on application of topical fluoride: an in-vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2009;27: 27-32.

Dhull KS, Nandlal B. Effect of low-concentration daily topical fluoride application on fluoride release of giomer and compomer: An in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2011; 29: 39-45.

Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Haselton DR. Current status of luting agents for fixed prothodontics. J Prothet Dent, 1999;81: 135-141.

Diaz-Arnold AM., Homes DC., Wistrom DW., Swift ED., Shortterm fluoride release/uptake of glass-ionomer restoratives. Dent Mater. 1995;11: 96-101.

Dionysopoulos D, Koliniotou-Koumpia E, Helvatzoglou-Antoniades M, Kotsanos N., Fluoride release and recharge abilities of contemporary fluoride-containing restorative materials and dental adhesives. Dent Mater J. 2013;32(2): 296-304.

Dionysopoulos P, Kotsanos N, Papadogiannis Y , Konstantinidis A. Artificial secondary caries around two new F-containing restoratives. Oper Dent 1998;23:86.

Dionysopoulos P, Kotsanos N, Pataridou A. Fluoride release and uptake by four new fluoride releasing restorative materials. J Oral Rehabil. 2003;30(9): 866-872.

Dionysopoulos D. The effect of fluoride-releasing restorative materials on inhibition of secondary caries formation. Fluoride. 2014;47(3): 258-265.

Donly KJ., Segure A., Wefel JS., Hogan MM. Evaluating the effects of fluoride releasing dental materials of adjacent interproximal caries. J Am Dent Assoc. 1999;130: 817–825.

Duque C, Negrini Tde C, Hebling J, Spolidorio DM. Inhibitory activity of glass-ionomer cements on cariogenic bacteria. Oper Dent. 2005;30: 636–640.

Egemen A, Akşit S. Flor ve çocuk sağlığındaki yeri. Ege Pediatr Bul. 1997;4(3-4): 65-84.

El Mallakh BF, Sarkar NK. Fluoride release from glass-ionomer cement in deionized water and artificial saliva. *Dent Mater.* 1990;6(2): 118-122.

El-Askary FS, Nassif MS. The effect of the pre-conditioning step on the shear bond strength of nano-filled resin-modified glass-ionomer to dentin. *Eur J Dent.* 2011;5(2): 150-156.

El-Baky RMA, Hussien SM. Comparative Antimicrobial Activity and Durability of Different Glass Ionomer Restorative Materials with and without Chlorohexidine. *Biotechnol Bioeng.* 2013;1(1): 14-21.

Eldeniz AU, Erdemir A, Hadimli HH, Belli S, Erganis O. Assessment of antibacterial activity of EndoREZ. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006;102: 119-126.

Ercan E, Bağlar S, Çolak H. Diş Hekimliğinde Topikal Florür Uygulama Metotları. *Cumhuriyet Dent J.* 2010;13:27-33.

Erdem AP, Gençay K. Kanita dayali diş hekimliği kapsamında cam iyonomer simanların önerilen klinik kullanım alanları. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg.* 2013;23(1): 123-130.

Erganiş O, Öztürk A. Oral mikrobiyoloji ve immünoloji. 2003, Ankara, Nobel Matbaacılık, 91-131.

Evans A, Leishman SJ, Walsh LJ, Seow WK. Inhibitory effects of antiseptic mouthrinses on *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguinis* and *Lactobacillus acidophilus*. *Aust Dent J.* 2011;60: 247-254.

Fallahinejad-Ghajari M, Torabzadeh H, Safavi N, Sohrabi A, Ardakani FF. Fluoride release from three glass ionomers after exposure to sodium fluoride and acidulated phosphate fluoride gels. *Dent Res J (Isfahan).* 2014; 11(5): 604–609.

Farrugia C, Camilleri J. Antimicrobial properties of conventional restorative filling materials and advances in antimicrobial properties of composite resins and glass ionomer cements—A literature review. *Dent Mater*. 2015;31: 89–99.

Featherstone JD. Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. *Commun Dent Oral Epidemiol*. 1999;27: 31-40.

Fejerskov O, Ekstrand J, Burt BA. Fluoride in dentistry. 2nd ed. Copenhagen: Munksgaard, 1996, p:275-355.

Fluorides. *Environmental Health Criteria*, World Health Organization, Geneva. 2002;121.

Flury S, Hayoz S, Peutzfeldt A, Hüsler J, Lussi A. Depth of cure of resin composites: Is the ISO 4049 method suitable for bulk fill materials? *Dent Mater*. 2012;28: 521-528.

Forsten L. Fluoride release and uptake by glass-ionomers and related materials and its clinical effect. *Biomaterials*. 1998;19:503-508.

Fraga RC, Siqueira JS, Uzeda M. In vitro evaluation of antibacterial effects of photo-cured glass ionomer liners and dentin bonding agents during setting. *J Prosthet Dent* 1996;76: 483–486.

Friedl KH, Schmalz G, Hiller KA, Shams M. Resin-modified glass ionomer cements: fluoride release and *Streptococcus mutans* growth. *Eur J Oral Sci*. 1997;105: 81-85.

Furtos G, Cosma V, Prejmorean C, Moldovan M, Brie M, Colceriu A, Vezsenyi L, Silaghi-Dumitrescu L, Sirbu C. Fluoride release from dental resin composites. *Materials Science and Engineering*. 2005;25: 231-236.

Gandolfi MG, Chersoni S, Acquaviva GL, Piana G, Prati C, Mongiorgi R. Fluoride release and absorption at different pH from glass-ionomer cements. *Dent Mater.* 2006;22(5):441-449.

Gao W, Smales RJ, Gale MS. Fluoride release/uptake from new glass ionomer cements used with the ART approach. *Am J Dent,* 2000;13:201-204.

Gao W, Smales RJ. Fluoride release/uptake of conventional and resin-modified glass ionomers, and compomers. *J Dent.* 2001;29(4): 301-306.

Geurtsen W, Leyhausen G, Garcia-Godoy F. Effect of storage media on the fluoride release and surface microhardness of four polyacid-modified composite resins (“compomers”). *Dent Mater.* 1999;15:196-201.

Gjorgievska E, Nicholson JW, Gjorgovski I, Iljovska S. Aluminium and fluoride release into artificial saliva from dental restoratives placed in teeth. *J Mater Sci Mater Med.* 2008;19: 3163-3167.

Gonzalez EH, Yap AU, Hsu SC. Demineralization inhibition of direct tooth-colored restorative materials. *Oper Dent.* 2004;29: 578-585.

Gordan VV, Mondragon E, Watson RE, Garvan C, Mjor IA. A clinical evaluation of a self-etching primer and a giomer restorative material: Results at eight years. *J Am Dent Assoc.* 2007;138: 621-627.

Grobler SR, Rossouw RJ, Van Wyk Kotze TJ. A comparison of fluoride release from various dental materials. *J Dent.* Mar. 1998;26(3): 259-265.

Günyaktı N, Gür G, Mısırlıgil A. Amalgam ve kompozit restorasyonların üzerinde streptococcus mutans birikiminin in vivo araştırılması. *Ankara Üniv Diş Hek Fak Derg.* 1990;17(1): 83- 86.

Gür G, Aktürk H, Mısırlıgil A. Fluorid içeren kompozit rezinlerin antimikrobiyal etkilerinin incelenmesi. GÜ. Dişhek. Fak. Derg. 2002;19(1): 35-39.

Hamilton IR, Bowden GHW. Fluoride effects on oral bacteria. In: Fejerskov O, Ekstrand J, Burt BA. *Fluoride In Dentistry*, 2nd ed., Copenhagen: Munksgard, 1996; p: 230-251.

Hamilton IR. Biomechanical effect of fluoride on oral bacteria. J Dent Res. 1990; 69: 660-667.

Han L, Abu-Bakr N, Okamoto A, Iwaku M. Study of the fluoridated adhesive resin cement, fluoride release, fluoride up-take and acid resistance of tooth structures. Dent Mater J. 2001;20(1): 114-22.

Han L, Cv E, Li M, Niwano K, Ab N, Okamoto A, Honda N, Iwaku M. Effect of fluoride mouth rinse on fluoride releasing and recharging from aesthetic dental materials. Dent Mater J. 2002;21(4): 285-295.

Hardie JM. Oral microbiology: current concepts in the microbiology of dental caries and periodontal disease. Br Dent J. 1992;172: 271-278.

Hargreaves JA. The level and timing of systemic exposure to fluoride with respect to caries resistance. J Dent Res. 1992;71(5): 1244-1248.

Hatibovic-Kofman S, Koch G, Ekstrand J. Glass ionomer materials as a rechargeable fluoride-release system. Int J Ped Dent. 1997;7: 65-73.

Hattab FN, Amin WM. Fluoride release from glass ionomer restorative materials and the effects of surface coating. Biomaterials. 2001;22(12): 1449-1458.

Hellwig E, Klimek J, Schmidt HFM, Egerer R. Fluoride uptake in plaque-covered enamel after treatment with the fluoride lacquer Duraphat. J Dent Res.

1985; 64(8): 1080- 1083.

Helvatjoglu-Antoniades M, Karantakis P, Papadogiannis Y, Kapetanios H. Fluoride release from restorative materials and a luting cement. J Prost Dent. 2001;86(2): 156-164.

Hengtrakool C, Pearson GJ, Wilson M. Interaction between GIC and *S.sanguis* biofilms: Antibacterial properties and changes of surface hardness. J Dent. 2006;34(8): 588-597.

Herrera M, Castillo A, Bravo M, Liébana J, Carrión P. Antibacterial activity of resin adhesives, glass ionomer and resin-modified glass ionomer cements and a compomer in contact with dentin caries samples. Oper Dent. 2000;25: 265–269.

Hicks J, Garcia-Godoy F, Donly K, Flaitz C: Fluoride–relasing restorative materials and secondary caries. Dent Clin N Am. 2002;46: 247-276.

Hoszek A, Ericson D. In vitro fluoride release and the antibacterial effect of glass ionomers containing chlorhexidine-gluconate. Oper Dent. 2008;33(6): 696-701.

Hotwani K, Thosar N, Baliga S, Bundale S, Sharma K. Antibacterial effects of hybrid tooth colored restorative materials against *Streptococcus mutans*: an in vitro analysis. J Conserv Dent. 2013;16:319–322.

Ikemura K, Tay FR, Endo T, Pashley DH. A review of chemical-approach and ultramorphological studies on the development of fluoride-releasing dental adhesives comprising new pre-reacted glass ionomer (PRG) fillers. Dent Mater J. 2008;27(3): 315-339.

Imazato S. Antibacterial properties of resin composites and dentine bonding systems. Dent Mater. 2003;19: 449–457.

Imazato S. Bio-active restorative materials with antibacterial effects: new dimension of innovation in restorative dentistry. *Dent Mater J.* 2009;28(1): 11-19.

Itota T, Carrick TE, Yoshiyama M, McCabe JF. Fluoride release and recharge in giomer, compomer and resin composite. *Dent Mater.* 2004;20: 789-95.

Jackson RD, Morgan M. The new posterior resins and simplified placement technique. *J Am Dent Assos.* 2000;131: 375-383.

Jingawar MM, Pathak A, Bajwa NK, Sidhu HS. Quantitative assessment of fluoride release and recharge ability of different restorative materials in different media: An in vitro study. *J Cli Diagn Res.* 2014;8(12): 31-34.

Karantakis P, Helvatjoglou-Antoniades M, Theodoridou-Pahini S, Papadogiannis Y. Fluoride release from three glass ionomers, a compomer, and a composite resin in water, artificial saliva, and lactic acid. *Oper Dent.* 2000;25(1):20-25.

Kavaloglu Cildir SK, Sandalli N. Fluoride release/uptake of glass-ionomer cements and polyacid-modified composite resins. *Dent Mater J.* 2005;24(1):92-97.

Kaya T, Tirali RE. Cam iyonomer simanlardaki gelişmeler. *Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg.* 2013;Suppl. 7:71-77.

Khoroushi M, Keshani F. A review of glass-ionomers: From conventional glass-ionomer to bioactive glass-ionomer. *Dent Res J (Isfahan).* 2013;10(4):411-420.

Kid EAM, Joyston-Bechal S. Fluoride supplementation in dental practise. In: Kid EAM, Joyston-Bechal S (eds). *Essential of dental caries.* 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 1997, p:108-122.

Kim MJ, Lee HS, Lee NY, Lee HI. Evaluation of the effect of PVA tape supplemented with 2.26% fluoride on enamel demineralization using microhardness assesment and scanning electron microscopy: *In vitro* study. Arch Oral Biol. 2013;58(2): 160-166.

Kiran A, Hedge V. A short term comparitive analysis of fluoride release from a newly introduced glass ionomer cement in deionised water and lactic acid. J Int Oral Health. 2010;2(2): 71-78.

Kleverlaan CJ, Van Duinen RNB, Feilzer AJ. Mechanical properties of glass ionomer cements effected by curing methods. Dent Mater. 2004;20: 45-50.

Koenraadsa H, Van der Kroona G, Frencken JE. Compressive strength of two newly developed glass-ionomer materials for use with the Atraumatic Restorative Treatment (ART) approach in class II cavities. Dent Mater 2009;25: 551–556.

Koray F. Diş çürükleri. Ankara, Altın matbaacılık, 1981, s: 29-58.

Köroğlu A, Ekren O, Kurtoğlu C. Geleneksel ve adeziv dental simanlar hakkında bir derleme çalışması. Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg. 2012;22(2): 205-216.

Koruyucu diş hekimliğinde yerel florür uygulamaları. T.C. Sağlık Bakanlığı Tedavi Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ağız Ve Diş Sağlığı Daire Başkanlığı, 2011.

Kramer N, Frankenberger R. Compomers in restorative therapy of children: a literature review. Int J Paediatr Dent. 2007;17: 2-9.

Kramer N, Lohbauer U, Frankenberger R. Adhesive luting of indirect restorations. Am J Dent, 2000;13: 60-76.

Kreulen CM, de Soet HJ, Hogeveen R, Veerkamp JSJ. Streptococcus mutans in children using nursing bottles. ASDC. 1997;2: 107-111.

Küçükeşmen Ç, Sönmez H. Diş Hekimliğinde fluorun, insan vücudu ve dişler üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi. S.D.Ü. Tıp Fak. Derg. 2008;15(3): 43-53.

Levallois B, Fovet Y, Lapeyre L, Gal JY. In vitro fluoride release from restorative materials in water versus artificial saliva medium (SAGF). Dent Mater. 1998;14(6): 441-447.

Levy SM, Kristy MC, Warren JJ. Sources of fluoride intake in children. J Public Health Dent. 1995;55: 39-52.

Lewinstein I, Matalon S, Slutzkey S, Weiss EI. Antibacterial properties of aged dental cements evaluated by direct-contact and agar diffusion tests. J Prosthet Dent. 2005;93: 364-71.

Lohbauer U. Dental glass ionomer cements a permanent filling materials ? Properties, limitations and future trends. Materials. 2010;3: 76-96.

Lucas ME, Arita K, Nishino M. Toughness, bonding and fluoride-release properties of hydroxyapatite-added glass ionomer cement. Biomaterials. 2003;24(21): 3787-3794.

Łuczaj-Cepowicz E, Marczuk-Kolada G, Zalewska A, Pawińska M, Leszczyńska K. Antibacterial activity of selected glass ionomer cements. Postepy Hig Med Dosw. 2014;68: 23-28.

Madhyastha P, Kotian R, Pai V, Khader A. Fluoride release from glass ionomer cements: effect of temperature, time interval and storage condition. J Contemp Dent. 2013;3(2): 68-73.

Madigan MT, Martinko JM. Brock Biology of Microorganisms. Çeviren: Çökmüş C. Brock Mikroorganizmaların Biyolojisi. 11. Basım, Palme Yayıncılık, Ankara; 2012, s: 378.

Manuja N, Pandit IK, Srivastava N, Gugnani N, Nagpal R. Comparative evaluation of shear bond strength of various esthetic restorative materials to dentin: an in vitro study. J Indian Soc Pedod Prev Dent. 2011;29: 7-13.

Marczuk-Kolada G, Jakoniuk P, Mystkowska J, Łuczaj-Cepowicz E, Waszkiel D, Dabrowski JR, et al. Fluoride release and antibacterial activity of selected dental materials. Postepy Hig Med Dosw. 2006;9: 416–420.

Margolis HC, Moreno EC. Physicochemical perspectives on the cariostatic mechanisms of systemic and topical fluorides. J Dent Res. 1990;69: 606-613.

Marinelli CB, Donly KJ, Wefel JS, Jakobsen JR, Denehy GE. An in vitro comparison of three fluoride regimens on enamel remineralization. Caries Res. 1997; 31: 418- 422.

Marinho VCC. Applying Prescription-strength Home-use and Professionally Applied Topical Fluoride Products May Benefit People at High Risk for Caries-The American Dental Association (ADA) 2013 Clinical Practice Guideline Recommendations. J Evid Based Dent Pract. 2014;14: 120-123.

Markovic DL, Petrovic BB, Peric TO. Fluoride content and recharge ability of five glass-ionomer dental materials. BMC Oral Health. 2008;8: 21.

Marquezan M, Fagundes TC, Toledano M, Navarro MF, Osorio R. Differential bonds degradation of two resin-modified glass ionomer cements in primary and permanent teeth. J Dent. 2009;37: 857-864.

Marsh PD. Are dental diseases examples of ecological catastrophes? *Microbiology*. 2003;149: 279-294.

Marsh PD. Microbiological aspects of the chemical control of plaque and gingivitis. *J Dent Res*. 1992;71: 1431-1438.

Marthaler TM, Brunelle J. The prevalence of dental caries in Europe 1990-1995. *Caries Res*. 1996;30: 237- 255.

Marwah N. Textbook of Pediatric Dentistry. 2nd ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd., 2009, p: 257-278.

Matalon S, Slutzky H, Weiss EI. Antibacterial properties of 4 orthodontic cements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005;127: 56-63.

Matalon S, Slutzky H, Weiss EI. Surface antibacterial properties of packable resin composites: Part I. *Quintessence Int*. 2004; 35: 189-193.

Matalon S, Weiss EI, Gozaly N, Slutzky H. Surface antibacterial properties of compomers. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2006;7: 136–141.

Matalon S, Slutzky H, Mazor Y, Weis IE. Surface antibacterial properties of fissure sealants. *Pediatr Dent*. 2003;25: 43-48.

Matis BA, Cochran MJ, Carlson TJ, Guba C, Eckert GJ. A three-year clinical evaluation of two dentin bonding agents. *J Am Dent Assoc*. 2004;135: 451-457.

Mayanagi G, Igarashi K, Washio J, Domon-Tawaraya H, Takahashi N. Effect of fluoride-releasing restorative materials on bacteria-induced pH fall at the bacteria-material interface: An in vitro model study. *J Dent*. 2014;42(1): 15-20.

Mazzaoui SA, Burrow MF, Tyas MJ, Dashper SG, Eakins D, Reynolds EC. Incorporation of casein phosphopeptide–amorphous calcium phosphate into a glass-ionomer cement. *J Dent Res*. 2003;82: 914–918.

Mazzaoui SA, Burrow MF, Tyas MJ. Fluoride release from glass ionomer cements and resin composites coated with a dentin adhesive. *Dent Mater*. 2000;16: 166-171.

Mc Donald RE, Avery DR, Dean JA. *Dentistry For The Child and Adolescent*. 8th ed. St Louis-USA: Mosby, 2004, p: 213-244.

McLean JW, Nicholson JW, Wilson AD. Proposed nomenclature for glass-ionomer dental cements and related materials. *Quintessence Int*. 1994;25: 587-589.

Megit FYA, Salama FS. Shear bond strenght of Dyract compomer material to dentin of primary molars. *J Clin Pediatr Dent*. 1997;21: 305-310.

Menne-Happ U, Ilie N. Effect of gloss and heat on the mechanical behaviour of a glass carbomer cement. *J Dent*. 2013;41: 223–230.

Menon Preetha V., Shashikiran Nd., Reddy Vvs. Comparison Of Antibacterial Properties Of Two Fluoride-Releasing And A Nonfluoride-Releasing Pit And Fissure Sealants. *J Indian Soc Pedod Prevent Dent*. 2007;25(3):133-136.

Mickenautsch S, Mount G, Yengopal V. Therapeutic effect of glass-ionomers: an overview of evidence. *Aust Dent J*. 2011;56: 10–15.

Molina GF, Cabral RJ, Frencken JE. The ART Approach: Clinical Aspects Reviewed. *Appl Oral Sci*. 2009; 17(sp. issue): 89-98.

Moreau JL, Xu HH. Fluoride releasing restorative materials: Effects of pH on mechanical properties and ion release. *Dent Mater*. 2010;26(11): 227-235.

Morinushi T, Murayama M, Kinjyo S. Mutans streptococci, lactobacilli in saliva and acidity from organisms in dental plaque: changes after restorative treatment. *J Clin Pediatr Dent*. 2004;28(4): 327–332.

Motegi M, Takagi Y, Yonezawa H, Hanada N, Terajima J, Watanabe H, Senpuku H. Assessment of Genes Associated with *Streptococcus mutans* Biofilm Morphology. *Appl Environ Microbiol*. 2006;72(9): 6277–6287.

Mousavinasab SM, Meyers I. Fluoride release by glass ionomer cements, compomer and giomer. *Dent Res J (Isfahan)*. 2009;6(2): 75-81.

Mungara J, Philip J, Joseph E, Rajendran S, Elangovan A, Selvaraju G. Comparative evaluation of fluoride release and recharge of pre-reacted glass ionomer composite and nano-ionomeric glass ionomer with daily fluoride exposure: An *in vitro* study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2013;31: 234-239.

Munoz CRD., Ortega JPR., Nagano AY. Fluoride release of two glass-ionomer cements: in vitro study. *Rev Odontol Mexicana*. 2014;18(2): 84-88.

Murray JJ, Nunn JH, Steele JG. *Prevention of Oral Disease*. 4th ed. New York: Oxford University Press, 1996, p:37-60.

Musa A, Pearson GJ, Gelbier M. In vitro investigation of fluoride ion release from four resin-modified glass polyalkenoate cements. *Biomaterials*. 1996;17: 1019–1023.

Nagaraja Upadhya P, Kishore G. Glass Ionomer Cement – The Different Generations. *Trends Biomater Artif Organs*. 2005;18 (2):158-165.

Nakajo K, Imazato S, Takahashi Y, Kiba W, Ebisu S, Takahashi N. Fluoride released from glass-ionomer cement is responsible to inhibit the acid production of caries-related oral streptococci. *Dent Mater.* 2009;25(6): 703-708.

Naorungroj S., Wei H., Arnold RR., Swift EJ., Walter R. Antibacterial surface properties of fluoride-containing resin-based sealants. *J Dent.* 2010;38: 387–391.

Naoum S, Ellakwa A, Martin F, Swain M. Fluoride release, recharge and mechanical property stability of various fluoride-containing resin composites. *Oper Dent.* 2011;36(4): 422-432.

Neelakantan P, John S, Anand S, Sureshababu N, and Subbarao C. Fluoride release from a new glass-ionomer cement. *Oper Dent.* 2011;36(1): 80-85.

Newburn E, Brudevold F. Discovery of acidulated phosphate fluoride in caries prevention. *J Dent Res.* 2011;90: 977-980.

Nicholson JW, Czarnecka B. The release of ions by compomers under neutral and acidic conditions. *J Oral Rehabil.* 2004;31(7):665-670.

Nicholson JW. Fluoride-Releasing Dental Restorative Materials: An Update. *Balk J Dent Med,* 2014;18: 60-69.

Nicholson JW. Polyacid-modified composite resins (“compomers”) and their use in clinical dentistry. *Dent Mater.* 2007;23(5): 615-622.

Nigam AG, Jaiswal J, Murthy R, Pandey R. Estimation of fluoride release from various dental materials in different media – An in vitro study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2009;2(1): 1-8.

Noum S, Ellakwa A, Martin F, Swain M. Fluoride release, recharge and mechanical property stability of various fluoride-containing resin composites.

Oper Dent. 2011;36(4): 422-432.

O'Brien WJ. Dental Materials and Their Selection. 3rd ed. Canada: Quintessence books, 2002, p: 417-422.

Øgaard B, Alm AA, Larsson E, Adolfsson U. A prospective, randomized clinical study on the effects of an amine fluoride/stannous fluoride toothpaste/mouthrinse on plaque, gingivitis and initial caries lesion development in orthodontic patients. Eur J Orthod. 2006;28: 8-12.

Okuyama K, Murata Y, Pereira PN, Miguez PA, Komatsu H, Sano H. Fluoride release and uptake by various dental materials after fluoride application. Am J Dent. 2006;19: 123-127.

Ölmez A, Ayhan H, Alaçam A, Kutlar S, Ruhi MZ. Farklı yapıştırma materyallerinin antibakteriyel etkileri. GÜ Dişhek Fak Derg. 1996;13(2): 93-97.

Ozer F, Karakaya S, Unlü N, Erganis, O, Kav K, Imazato S. Comparison of antibacterial activity of two dentin bonding systems using agar well technique and tooth cavity model. J Dent. 2003;31:111–116.

Öztürk C. Lactobacillus. içinde: Cengiz AT. Tıp ve Diş Hekimliğinde Genel ve Özel Mikrobiyoloji. 1.Baskı, 2004, Ankara, Güneş Kitabevi, s. 599–604.

Öztürk F, Yalçın M, Arslan U, Ersöz M Self-Etching Adesiv Sistemlerin Anti-Bakteriyel Özellikleri . İnönü Üni Sağ Bilim Derg 2014;3(1): 16-21.

Öztürk F, Toy E, Arslan U, Hatunoğlu E. Flor salınımı yapan ortodontik kompozitlerin antimikrobiyal etkileri: pilot çalışma. Turk Ortodonti Derg. 2011;24: 3-12.

Paschoal MAB, Gurgel CV, Rios D, Magalhaes AC, Buzalaf MAR, Machaldo MAAM. Fluoride release profile of a nanofilled resin-modified glass ionomer cement. *Braz Dent J.* 2011 22(4): 275-279.

Pawluk K, Booth SE, Coleman NJ, Nicholson JW. The kinetics of fluoride uptake from aqueous solutions of immature glass-ionomer dental cements. *Dental Forum.* 2008;36:11-14.

Peng D, Smales RJ, Yip H, Shu M. In vitro fluoride release from aesthetic restorative materials following recharging with APF gel. *Aust Dent J.* 2000;45(3): 198-203.

Perrin C, Persin M, Sarrazin J. A comparison of fluoride release from four glass ionomer cements. *Quintessence Int.* 1994;25(9): 603-608.

Petersen PE, Lennon MA. Effective use of fluorides for the prevention of dental caries in the 21st century: the WHO approach. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2004;32:319-321.

Petersson LG, Maki Y, Twetman S, Edwardsan S. Mutans streptococci in saliva and interdental spaces after topical applications of an antibacterial varnish in schoolchildren. *Oral Microbiol Immunol.* 1991;6: 284-287.

Philips PT, Woodward SM. Fluorided milk as a dental caries preventive measure. *Nutr Bull.* 2000;25: 287-293.

Pinkham JR, Casamassimo PS, Fields HW, Tigue DJ, Nowak AJ. *Pediatric Dentistry.* Çeviren: Tortop T, Tulunoğlu Ö. Çocuk Diş Hekimliği. 4. Baskı, Atlas Kitapçılık Tic. Ltd. Şti., Ankara, 2009; s: 314-316.

Powers JM. Composite restorative materials. In: Craig RG, Powers JM, eds. *Restorative Dental Materials.* 11th ed. St. Louis: Mosby Inc; 2002, p: 231-257.

Prabhakar AR, Prahlad D, Kumar Sr. Antibacterial activity, fluoride release and physical properties of an antibiotic-modified glass ionomer cement. *Ped Dent*. 2013;35(5): 411-415.

Preston AJ, Agalamanyi EA, Higham SM, Mair LH. The recharge of esthetic dental restorative materials with fluoride in vitro-two years results. *Dent Mater*. 2003;19(1): 32-37.

Preston AJ, Higham SM, Agalamanyi EA, Mair LH. Fluoride recharge of aesthetic dental materials. *J Oral Rehabil*. 1999;26: 936–40.

Rao A, Rao A, Sudha P. Fluoride rechargability of a non-resin auto-cured glass ionomer cement from a fluoridated dentifrice: an in vitro study *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2011;29(3): 202-204.

Rao BSR., Moosani GKR., Shanmugaraj M., Kannapan B., Shankar BS., Ismail PMS. Fluoride Release and Uptake of Five Dental Restoratives from Mouthwashes and Dentifrices *J Int Oral Health*. 2015;7(1): 1–5.

Ripa LW. A critique of topical fluoride methods (dentifrices, mouthrinses, operator and self-applied gels) in an era of decreased caries and increased fluorosis prevalence. *J Pub Health Dent*. 1991;51(1): 23-41.

Roberson TM, Heymann HO, Swift EJ. *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*. 5th ed. Missouri: Mosby Elsevier, 2011, p:217-220.

Robertello FJ., Coffey JP., Lynde TA., King P. Fluoride release of glass ionomer-based luting cements *in vitro*. *J Prosthet Dent*. 1999;82: 172-176.

Robinson C, Kirkham C. The effect of fluoride on the developing mineralized tissues. *J Dent Res*. 1990;69: 685-691.

Rodrigues E, Delbem AC, Pedrini D, de Oliveira MS. pH-cycling model to verify the efficacy of fluoride-releasing materials in enamel demineralization. *Oper Dent*. 2008;33(6): 658-665.

Rooters FJ, van der Hoeven JS, Burgersdijk RC, Schaeken MJ. Lactobacilli, mutans streptococci and dental caries: a longitudinal study in 2 year old children up to the age of years. *Caries Res*. 1995;29: 272-279.

Rothwell M, Anstice HM, Pearson GJ. The fluoride uptake and release of fluoride by ion-leaching cements after exposure to toothpaste. *J Dent*. 1998; 26: 591- 597.

Sato Y., Sato T., Niwa M., Aoki H. Precipitation of octacalcium phosphates on artificial enamel in artificial saliva. *J Mater Sci: Mater Med*. 2006;17: 1173–1177.

Schmidseder J. *Color Atlas of Dental Medicine, Aesthetic Dentistry*. 1st ed. 2000, Stuttgart-New York, Thime, pp.103–124.

Selimović-Dragaš M, Hasić-Branković L, Korać F, Đapo N, Huseinbegović A, Kobašlija S, Lekić M, Hatibović-Kofman Š. In vitro fluoride release from a different kind of conventional and resin modified glass-ionomer cements. *Bosn J Basic Med Sci*. 2013;13(3): 197-202.

Seppä L, Korhonen A, Nuutinen A. Inhibitory effect on *S. mutans* by fluoride-treated conventional and resin-reinforced glass ionomer cements. *Eur J Oral Sci*. 1995;103(3): 182-185.

Shiozawa M., Takahashi H., Iwasaki N. Fluoride release and mechanical properties after 1-year water storage of recent restorative glass ionomer cements. *Clin Oral Invest*. 2014;18: 1053-1060.

Sidhu SK. Glass-ionomer cement restorative materials: a sticky subject. Aust Dent J. 2011;56 Suppl 1: 23-30.

Silva KG, Pedrini D, Delbem AC, Cannon M. Microhardness and fluoride release of restorative materials in different storage media. Braz Dent J. 2007;18(4): 309-313.

Sneath PHA, Mair NS, Sharpe ME, Holt JG. Berdey's Manual of Systematic Bacteriology, USA:Williams&Wilkins; 1986; p:23-31.

Steinberg D, Friedman M. Development of sustained-release devices for modulation of dental plaque biofilm and treatment of oral infectious diseases. Drug Dev Res. 2000;50: 555-565.

Sunico MC, Shinkai K, Katoh Y. Two-year clinical performance of occlusal and cervical giomer restorations Oper Dent. 2005;30: 282-289.

Svensater G, Borgstrom M, Bowden GHW, Edwardsson S. The Acid-Tolerant Microbiota Associated with Plaque from Initial Caries and Healthy Tooth Surfaces. Caries Res. 2003;37: 395–403.

Takahashi Y, Imazato S, Kaneshiro AV, et al. Antibacterial effects and physical properties of glass-ionomer cements containing chlorhexidine for the ART approach. Dent Mater. 2006;22: 647–52.

Tamilselvam S, Divyanand MJ, Neelakantan P. Biocompatibility of a Conventional Glass Ionomer, Ceramic Reinforced Glass Ionomer, Giomer and Resin Composite to Fibroblasts: *In vitro* Study. J Clinic Ped Dent. 2013;37(4): 403-406.

Tay FR, Pashley EL, Huang C, Hashimoto M, Sano H, Smales RJ, Pashley DH. The glass-ionomer phase in resin-based restorative materials. J Dent Res.

2001;80: 1808-1812.

ten Cate JM, van Loveren C. Fluoride mechanisms. *Dent Clin North Am.* 1999;43(4): 713-42.

Thanjal NK, Billington RW, Shadid S, Luo J, Hill RG, Pearson GJ. Kinetics of fluoride ion release from dental restorative glass ionomer cements: the influence and radiant heat and glass composition. *J Mater Sci Mater Med.* 2010;21(2): 589-595.

Thylstrup A. Clinical evidence of the role of pre-eruptive fluoride in caries prevention. *J Dent Res.* 1990;69: 742-750.

Tiwari S, Nandlal B. Comparative evaluation of fluoride release from hydroxyapatite incorporated and conventional glass ionomer cement: An in vitro study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2012;30(4): 284-287.

Tjandrawinata R, Irie M, Suzuki K. Marginal gap formation and fluoride release of resin-modified glass-ionomer cement: effect of silanized spherical silica filler addition. *Dent Mater J.* 2004;23:305–313.

Tobias RS. Antibacterial properties of dental restorative materials: a review. *Int Endod J.* 1988;21: 155–160.

Todd MA, Staley RN, Kanellis MJ, Donly KJ, Wefel JS. Effect of a fluoride varnish on demineralization adjacent to orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1999;116(2): 159-67.

Türkün LS, Türkün M, Ertuğrul F, Ates M, Brugger S. Long-term antibacterial effects and physical properties of a chlorhexidine-containing glass ionomer cement. *J Esthet Restor Dent.* 2008;20(1): 29-44.

Tüzüner T, Kuşgöz A, Er K, Taşdemir T, Buruk K, Kemer B. Antibacterial Containing Chlorhexidine Diacetate/Cetrimide Mixtures. *J Esthet Restor Dent*. 2011;23(1): 46–56.

Upadhyay S, Rao A, Shenoy R. Comparison of the amount of fluoride release from nanofilled resin modified glass ionomer, conventional and resin modified glass ionomer cements. *J Dent (Tehran)*. 2013;10(2): 134–140.

Uysal T, Yagci A, Uysal B, Akdogan G. Are nano-composites and nano-ionomers suitable for orthodontic bracket bonding? *Eur J Orthod*. 2010;32(1): 78- 82.

Vaikuntam J. Resin-modified glass ionomer cements. Implications for use in pediatric dentistry. *J Dent Child*. 1997;13: 131-134.

van Dijken JWV, Kalfas S, Litra V, Oliveby A. Fluoride and Mutans Streptococci Levels in Plaque on Aged Restorations of Resin-Modified Glass Ionomer Cement, Compomer and Resin Composite. *Caries Res*. 1997;31: 379–383.

Van Houte J. Role of microorganisms in caries etiology. *J Dent Res*. 1994;73: 672-681.

Vermeersch G, Leloup G, Delmee M., Vreven J. Antibacterial activity of glass-ionomer cements, compomers and resin composites: relationship between acidity and material setting phase. *J Oral Rehabil*. 2005;32: 368–374.

Vermeersch G, Leloup G, Vreven J. Fluoride release from glass-ionomer cements, compomers and resin composites. *J Oral Rehabil*. 2001;28(1):26-32.

Wang Y, Kaga M, Kajiwarra D, Minamikawa H, Kakuda S, Hashimoto M, Yawaka Y. Ion release and buffering capacity of S-PRG filler containing pit and fissure sealant in lactic acid. *Nanobiomedicine*. 2011;3(2): 275-281.

Wassell RW, Barker D, Steele JG. Crowns and other extra-coronal restorations: Try-in and cementations of crowns. *Br Dent J*. 2002;193(1): 17-28.

Whiley RA, Beighton D. Current classification of the oral streptococci. *Oral Microbiol Immunol*. 1998;13: 195-216.

Whitford GM. The Physiological and Toxicological Characteristics of Fluoride. *J Dent Res*. 1990;69: 539-549.

Wiegand A, Buchalla W, Attin T. Review on fluoride-releasing restorative materials - fluoride release and uptake characteristics, antibacterial activity and influence on caries formation. *Dent Mater*. 2007;23(3): 343-362.

Williams JA., Billington RW., Pearson GJ. A long term study of fluoride release from metal-containing conventional and resin modified glass-ionomer cements. *J Oral Rehabil*. 2001;28: 41-47.

Wilson AD, Kent BE. A new translucent cement for dentistry. *Br Dent J*. 1972;132:133.

Wiltshire WA, Rensburg SDJ. Fluoride release from four visible light cured adhesive resins. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1995;108: 278-283.

World Health Organization. Fluorides and oral health, WHO Technical Report series. 2004; No:846. Switzerland.

Xu X, Burgess JO. Compressive strength fluoride release and recharge of fluoride-releasing materials. *Biomaterials*. 2003;24: 2451-2461.

Yap AU, Khor E, Foo SH. Fluoride release and antibacterial properties of new-generation tooth-colored restoratives. *Oper Dent*. 1999;24(5):297-305.

Yap AU, Mok BY. Effects of professionally applied topical fluorides on surface hardness of composite-based restoratives. *Oper Dent*. 2002;27: 576-81.

Yap AU, Tham SY, Zhu LY, Lee HK. Short-term fluoride release from various aesthetic restorative materials. *Oper Dent*. 2002;27: 259–265.

Yesilyurt C, Er K, Tasdemir T, Buruk K, Celik D. Antibacterial activity and physical properties of glass-ionomer cements containing antibiotics. *Oper Dent*. 2009;34: 18–23.

Yip HK, Smales RJ. Fluoride release from a polyacid-modified resin composite and 3 resin-modified glass-ionomer materials. *Quintessence Int*. 2000;31: 261–266.

Yli-Urpo H, Vallittu PK, Narhi TO, Forsback AP, Vakiaparta M. Release of silica, calcium, phosphorus, and fluoride from glass ionomer cement containing bioactive glass. *J Biomater Appl*. 2004;19: 5–20.

Yoneda M, Suzuki N, Masuo Y, Fujimoto A, Iha K, Yamada K, Iwamoto T, Hirofuji T. Effect of S-PRG eluate on biofilm formation and enzyme activity of oral bacteria. *Int J Dent*. 2012. Article ID 814913, doi:10.1155/2012/814913.

Yusoff N, Ariffin Z, Hassan A, Alam MK. Fluoride Release from Dental Restorations in De-Ionized Water and Artificial Saliva. *J Int Med*. 2013;20(5): 635-638.

Zainuddin N, Karpukhinab N, Law R, Hill R. Characterisation of a remineralising Glass Carbomer® ionomer cement by MAS-NMR Spectroscopy. *Dent Mater*. 2012;28: 1051-1058.

9. EKLER

Ek 1. Etik Kurul Onayı

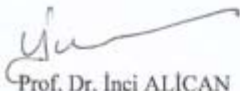


T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

PROJENİN ADI: Çocuk Diş Hekimliğinde Kullanılan Güncel Restoratif Materyallerden Fluorid Salınımı, Yeniden Yüklenmesi ve Atimikrobiyal Etkilerinin İn Vitro Olarak İncelenmesi
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ: Prof.Dr. Serap AKYÜZ
PROJEDEKİ ARAŞTIRICILAR: Belen Şirinoğlu ÇAPAN
ONAY TARİHİ VE ONAY SAYISI: 27.02.2014-3

Sayın Prof.Dr. Serap AKYÜZ

24 protokol nolu "Çocuk Diş Hekimliğinde Kullanılan Güncel Restoratif Materyallerden Fluorid Salınımı, Yeniden Yüklenmesi ve Atimikrobiyal Etkilerinin İn Vitro Olarak İncelenmesi" isimli projeniz Enstitümüzün Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından incelenmiş ve etik yönden uygunluğuna karar verilmiştir.

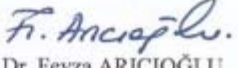

Prof. Dr. İnci ALİCAN

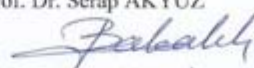

Prof. Dr. Levent KABASAKAL

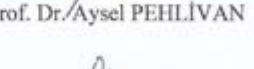

Doç. Dr. Nerife BAHÇECİK


Doç. Dr. Asım CİNGİ


Yrd. Doç. Dr. Mürat ÇEKİN

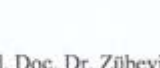

Prof. Dr. Feyza ARICIOĞLU
Komisyon Başkanı


Prof. Dr. Serap AKYÜZ


Prof. Dr. Aysel PEHLİVAN


Doç. Dr. Hakkı ARIKAN


Prof. Dr. Pınar AY


Yrd. Doç. Dr. Zübeyir SARI

Yrd. Doç. Dr. Tolga GÜVEN



Marmara Üniversitesi Gönönce
Kuşpözü Sağlık Bilimleri
Enstitüsü 34688 Kağıtöy /
İSTANBUL

0 (216) 414 44 23/12 (Faks)
0 (216) 414 44 23
Ayrıntılı bilgi için:

saglik.gorencesi@marmara.edu.tr
<http://saglik.marmara.edu.tr>

Ek 2. Çalışma İzin Yazısı 1

14.02.2014

MARMARA ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti ABD doktora öğrencisi Belen ŞİRİNOĞLU ÇAPAN'nın ''Çocuk Diş Hekimliğinde Kullanılan Güncel Restoratif Materyallerden Fluorid Salınımı, Yeniden Yüklmesi ve Antimikrobiyal Etkilerinin *In Vitro* Olarak İncelenmesi '' başlıklı doktora tez çalışması için Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Temel Tıp Bilimleri Biyokimya laboratuvarımızın imkanlarından faydalanması uygun görülmüştür.



Prof.Dr. Ayşen Yarat
Temel Tıp Anabilim Dalı
Biyokimya Bölümü

Ek 3. Çalışma İzin Yazısı 2

14.02.2014

MARMARA ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti ABD doktora öğrencisi Belen ŞİRİNOĞLU ÇAPAN'nın "Çocuk Diş Hekimliğinde Kullanılan Güncel Restoratif Materyallerden Fluorid Salınımı, Yeniden Yüklmesi ve Antimikrobiyal Etkilerinin *In Vitro* Olarak İncelenmesi " başlıklı doktora tez çalışması için Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Temel Tıp Bilimleri Mikrobiyoloji laboratuvarımızın imkanlarından faydalanması uygun görülmüştür.



Prof.Dr. Tanju Kadir
Temel Tıp Anabilim Dalı
Mikrobiyoloji Bölümü

10. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Belen	Soyadı	ŞİRİNOĞLU ÇAPAN
Doğum Yeri	Şişli / İSTANBUL	Doğum Tarihi	03/03/1987
Uyruğu	T.C.	TC Kimlik No	41194368286
E-mail	belens90@hotmail.com	Tel	+90 533 417 3789

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Doktora/Uzmanlık	Marmara Üniv. Dış Hekimliği Fak. Pedodonti Anabilim Dalı	2015
Yüksek Lisans		
Lisans	Marmara Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi	2011
Lise	İstanbul Özel Alman Lisesi	2006

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama	Konuşma	Yazma
İngilizce	İyi	İyi	İyi
Almanca	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi

Yabancı Dil Sınav Notu

KPDS	ÜDS	IELTS	TOEFL IBT	TOEFL PBT	TOEFL CBT	FCE	CAE	CPE
	86.250							

KPDS: Kamu Personeli Yabancı Dil Sınavı; ÜDS: Üniversitelerarası Kurul Yabancı Dil Sınavı; IELTS:

International English Language Testing System; TOEFL IBT: Test of English as a Foreign Language-Internet-Based Test TOEFL PBT: Test of English as a Foreign Language-Paper-Based Test; TOEFL CBT: Test of English as a Foreign Language-Computer-Based Test; FCE: First Certificate in English; CAE: Certificate in Advanced English; CPE: Certificate of Proficiency in English

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
ALES Puanı	95.099	94.572	73.199

Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
Microsoft Word	İyi
Microsoft Excel	İyi

EK : Diğer Bilimsel faaliyetler (yayın, kongre bildirisi vs.)

A. Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

1. Sirinoglu Capan B., Gocmen G., Garip H., Akyuz S., Goker K. Recovery of dentigerous cysts in two pediatric patients following decompression by a modified spacemaintener. International Journal of Paediatric Dentistry. 2015; 25(Suppl 1): 212.
2. Ulucan K., Sirinoglu Capan B., Akyuz S. Cathepsi K mutation is responsible for pycnodysostosis in a Turkish family. European Journal of Human Genetics. 2015; 23(Suppl 1): 393-394.

B. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında (Proceedings) basılan bildiriler

1. Sirinoglu Capan B., Ulucan K., Akyuz S. The clinical and genetical investigation of siblings with pycnodysostosis. 8th International Congress of Mediterranean Societies of Pediatric Dentistry & 21st Congress of Turkish Society of Pediatric Dentistry. November 13-15, 2014; Harbiye Military Museum and Cultural Centre, Istanbul Turkey.
2. Sirinoglu Capan B., Gocmen G., Garip H., Akyuz S., Goker K. Recovery of dentigerous cysts in two pediatric patients following decompression by a modified spacemaintener. 25th Congress of the International Association of Paediatric Dentistry (IADP). 1-4 July, 2015; Scottish Exhibition and Conference Centre, Glasgow, UK.
3. Sirinoglu Capan B., Akyuz S., Bahcecik N., Yarat A., Girgin F. Factors influencing career choices of students in Marmara University Faculty of Dentistry. 20th European Association of Dental Public Health (EADPH) Conference. 17-19 September 2015; Istanbul, Turkey.

C. Yazılan uluslararası kitaplar veya kitaplarda bölümler

D. Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

1. Peker MS., Türker BŞ., Çapan B., Akyüz S., Biren S. İzole çoklu diş eksikliği olgusuna multidisipliner yaklaşım (Bir yıllık takip). Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg. **(Yayına kabul edildi).**

E. Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

1. Hüroğlu N., Sirinoglu B., Menteş A., Tanboğa İ. Çocuk hastalarda dental travma sonrası teşhis ve tedavide dental volümetrik tomografinin kullanımı. 19. Türk Pedodonti Derneği Kongresi. 4-8 ekim 2012, Gloria Otel ve Kongre Merkezi, Belek, Antalya, Türkiye.
2. Peker MS., Türker BŞ., Çapan B., Akyüz S., Biren S. İzole çoklu diş eksikliği olgusuna multidisipliner yaklaşım. 20. Türk Pedodonti Derneği Kongresi. 7-10 Kasım 2013, Kayseri, Türkiye.
3. Şirinoğlu Çapan B., Akyüz S., Alev Tüzüner B., Yarat A. Çocuk diş hekimliğinde kullanılan güncel restoratif materyallerden florür salınımının iki farklı ortamda in vitro olarak incelenmesi. 22. Türk Pedodonti Derneği Kongresi. 2-5 Kasım 2015, Cratos Otel, KKTC. (Sözlü Bildiri)