



T.C.  
YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
PEDODONTİ ANABİLİM DALI

**FLUORİD BİLEŞİKLERİ VE LİNOLEİK ASİTLE  
HAZIRLANAN GEÇİCİ SİMANIN BASMA DAYANIMI,  
ÇÖZÜNÜRLÜK, FLUORİD SALINIMI, pH,  
RADYO-OPASİTE VE ANTİMİKROBİYAL  
ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

DİŞ HEKİMİ  
KERİME GÖZDE IŞIKSAL

DANIŞMAN  
Prof. Dr. NÜKET SANDALLI

İSTANBUL – 2007

## ÖZET

Diş hekimi, doğru dental materyalin seçiminde, simanın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olduğu kadar, çürük önleyici özelliğinin olup olmadığını da göz önünde bulundurmalıdır.

Bu çalışmanın amacı, ideal özelliklere sahip bir siman materyali oluşturmak ve yeni bir formüle göre hazırlanmış ve içeriğinde linoleik asit, çinko oksit, zeolit, titanyum dioksit, kalsiyum hidroksit, sodyum florid, kalay florid, titanyum tetraflorid ve amonyum florid bileşikleri bulunan beş farklı simanın ve kontrol grubu olan çinko oksit öjenol simanın basma dayanımı, çözünürlük, florid salınımı, pH, radyoopasite ve antimikrobiyal özelliklerinin incelenmesidir.

Standart boyutlarda örnekler hazırlanmıştır. Örnekler etüvde 24 saat bekletildikten sonra basma kuvveti uygulanmıştır. Çözünürlük ölçümü için hazırlanan örnekler distile suyun içersinde etüvde 24 saat bekletilmiş, ardından desikatörde 24 saat bekletilmiştir. Örneklerin 1., 2., 3., 7., 14., 21., 28., 35. ve 42. günlerde florid salınımı ölçülmüştür. Örneklerin 5., 10., 30., 60. ve 120. dak.'larda ve 24. ve 48. saatlerin sonunda pH ölçümü yapılmıştır. Örneklerin radyoopasiteleri optik densitometre ile ölçülmüştür. Antimikrobiyal etkinin değerlendirilmesinde *S. mutans* ATCC 25175 ve *L. casei* ATCC 4646 kullanılmıştır.

Kontrol grubunun basma dayanımı ve çözünürlüğü diğer gruplardan anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. N grubunun florid salınımı tüm günlerde anlamlı derecede en yüksek bulunmuştur. Tüm grupların pH ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir. Kontrol grubu en yüksek radyoopasite değeri göstermiştir. *S. mutans* üzerinde N grubu; *L. casei* üzerinde kontrol grubu en fazla antimikrobiyal etki göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Florid bileşikleri, linoleik asit, basma dayanımı, çözünürlük, florid salınımı, pH, radyoopasite, antimikrobiyal.

## SUMMARY

In order to choose right dental material, dentist must realize physical, chemical and biological properties of cements and also caries preventive property.

The aim of this study is to formulate a cement having ideal properties and to investigate compressive strength, disintegration, fluoride release, pH, radiopacity and antimicrobial properties of formulated five different cements that contain linoleic acid, zinc oxide, zeolite, titanium dioxide, calcium hydroxide, sodium fluoride, stannous fluoride, titanium tetrafluoride and ammonium fluoride and zinc oxide eugenol as control group.

Standard disks were prepared. The specimens maintained in incubator for 24 hours, and then the compressive load was applied. The specimens prepared for disintegration were maintained in distilled water for 24 hours in incubator, afterwards they were stored in desiccator for 24 hours. The fluoride release of specimens were measured at 1., 2., 3., 7., 14., 21., 28., 35. and 42. days. The specimens were measured to determine pH at 5., 10., 30., 60., 120. minutes, and 24., 48. hours. The radiopacity of specimens measured with optic-densitometer. To determine antimicrobial effect *S.mutans* ATCC 25175 and *L.casei* ATCC 4646 were used.

Control group showed significantly higher compressive strength and disintegration than other groups. N group showed highest fluoride release at all days. pH values of all groups showed significant difference between each other. Control group showed significantly higher radiopacity than other groups. On *S.mutans* N group; on *L.casei* control group showed the most antimicrobial effect.

**Key words:** Fluoride compounds, linoleic acid, compressive strength, disintegration, fluoride release, pH, radiopacity, antimicrobial.

## TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince tüm bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşarak üzerimde büyük emeği olan, hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, sevgi, saygı ve hoşgörü ortamını sağlayarak başarımız için motive edici güç elde etmemizde büyük pay sahibi olan, insan ve eğitimci olarak her zaman örnek aldığım çok değerli danışman hocam Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Anabilim Dalı Başkanı Sayın **Prof. Dr. Nüket Sandallı**'ya,

Türkiye'nin en modern ve çağdaş eğitim ve sağlık kurumu olan fakültemizde sunmuş olduğu geniş olanaklarla, dünya standartlarına paralel bilimsel araştırmalar yapmamız için laboratuvarlarda bizlere her türlü çalışma koşulları sağlayan ve her türlü problemin giderilmesinde daima yardım ve desteğini biz doktora öğrencilerinden esirgemeyen değerli hocam, dekanımız Sayın **Prof. Dr. Türker Sandallı**'ya,

Tezimin formülasyon aşamasında bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen Marmara Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Diş Protez Bölümü öğretim üyelerinden değerli hocam Sayın **Dr. Sevgi Özyeğin**'e,

Tezimin antimikrobiyal çalışmaları aşamasında laboratuvar işlemlerimin gerçekleşmesinde desteğini esirgemeyen değerli hocam İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Başkanı Sayın **Prof. Dr. Güven Külekçi** ve laboratuvar işlemlerini birlikte gerçekleştirdiğim laborant Sayın **Emine Mutlu**'ya,

Tezimin radyoopasite ölçümlerinde optik densitometre cihazını kullanmamda yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, Endüstriyel Uygulama Bölümü Başkanı Sayın **Doç. Dr. Şinasi Ekinci**'ye,



Tezimin basma dayanımı ve florid salınımı ölçümleri sırasında bilgi ve tecrübesini benimle paylaşan ve yardımlarını esirgemeyen Sayın **Yrd. Doç. Dr. Şule Kavaloğlu Çıldır (MSc)**'a, tez çalışmalarım sırasında bana karşı her zaman anlayış gösteren, bilgi, tecrübe ve yardımlarını benden esirgemeyen Sayın **Yrd. Doç. Dr. Senem Selvi Kuvvetli, Yrd. Doç. Dr. Didem Özdemir Özenen, Yrd. Doç. Dr. Eşber Çağlar** ve **Yrd. Doç. Dr. Özgür Önder Kuşcu**'ya,

Tez çalışmalarım sırasında bana her zaman moral ve destek vererek yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, benim gibi doktora ve master eğitimi almakta olan arkadaşlarıma,

Tüm yaşamım boyunca her türlü konuda desteğini esirgemeyen, her zaman yanımda olduğunu bildiğim, bugünlere gelmemde büyük pay sahibi olan, varlığımı borçlu olduğum sevgili annem **Zühre Işıksal**'a ve rahmetli babam **Erkan Işıksal**'a,

Hayatımın her aşamasında sevgi, saygı, anlayış ve desteğiyle her zaman yanımda olan sevgili kardeşim **Fethi Eray Işıksal**'a

En içten teşekkürlerimi sunarım.

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
<b>İÇ KAPAK</b> .....	<b>I</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>II</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>IV</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>VI</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>VIII</b>
<b>KISALTMALARIN LİSTESİ</b> .....	<b>XII</b>
<b>TABLOLARIN LİSTESİ</b> .....	<b>XV</b>
<b>GRAFİKLERİN LİSTESİ</b> .....	<b>XVII</b>
<b>ŞEKİL VE RESİMLERİN LİSTESİ</b> .....	<b>XVIII</b>
<b>1. GİRİŞ VE AMAÇ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>4</b>
2.1 FLUORİD.....	4
2.1.1 Fluorid Bileşikleri.....	6
2.1.2 Fluorid Kaynakları.....	9
2.1.2.1 Litosferde Fluorid.....	9
2.1.2.2 Hidrosferde Fluorid.....	10
2.1.2.3 Atmosferde Fluorid.....	10
2.1.2.4 Biyosferde Fluorid.....	11
2.1.2.5 Besinlerde Fluorid.....	11
2.1.2.6 İçeceklerde Fluorid.....	11
2.1.3 Diş Çürüklerinin Önlenmesinde Fluorid Uygulamaları.....	12
2.2 SİMANLAR.....	14
2.2.1 Simanlar Hakkında Genel Bilgi.....	14
2.2.2 Simanların Sınıflandırılması.....	16
2.2.2.1 Fosfat Bazlı Simanlar.....	17

2.2.2.1.1	Çinko Fosfat Simanlar.....	17
2.2.2.1.1.1	Çinko Fosfat Simanı.....	17
2.2.2.1.1.2	Çinko Fosfat Fluorid Simanı.....	18
2.2.2.1.1.3	Çinko Fosfat Bakır Oksitli Simanlar....	19
2.2.2.1.1.4	Çinko Fosfat Gümüş Simanları.....	19
2.2.2.1.2	Çinko Siliko Fosfat Simanları.....	19
2.2.2.1.2.1	Çinko Siliko Fosfat Simanlar.....	19
2.2.2.2	Fenolat Bazlı Simanlar.....	20
2.2.2.2.1	Çinko Oksit Ojenol Simanları.....	20
2.2.2.2.1.1	Çinko Oksit Ojenol Simanları.....	20
2.2.2.2.1.2	Çinko Oksit Ojenol Polimer Simanları	21
2.2.2.2.1.3	Çinko Oksit Ojenol EBA/Alumina Siman	21
2.2.2.2.2	Kalsiyum Hidroksit Salisilat Simanlar.....	22
2.2.2.2.2.1	Kalsiyum Hidroksit Salisilat Simanlar.	22
2.2.2.3	Polikarboksilat Bazlı Simanlar.....	23
2.2.2.3.1	Çinko Polikarboksilat Simanlar.....	23
2.2.2.3.1.1	Çinko Polikarboksilat Simanlar.....	23
2.2.2.3.1.2	Çinko Polikarboksilat Fluorid Simanlar	24
2.2.2.3.2	Cam İyonomer Simanlar.....	24
2.2.2.4	Rezinler.....	26
2.2.2.4.1	Akrilik Resin Simanlar.....	26
2.2.2.4.1.1	Poli (metil metakrilat) Simanlar.....	27
2.2.2.4.2	Dimetakrilat Resinler.....	27
2.2.2.4.3	Adeziv Resin Simanlar.....	27
2.2.2.5	Resin Modifiye Cam İyonomer Simanlar.....	28
2.2.2.5.1	Hibrid İyonomerler.....	28
2.3	YAĞLAR VE YAĞ ASİTLERİ.....	29
2.3.1	Yağların (Lipidlerin) Sınıflandırılması.....	30
2.3.1.1	Basit Lipidler.....	30
2.3.1.2	Kompleks Lipidler.....	30
2.3.1.3	Prekürsör ve Türev Lipidler.....	30
2.3.2	Yağ Asitlerinin Sınıflandırılması.....	30

2.3.2.1 Doymuş Yağ Asitleri.....	31
2.3.2.2 Doymamış Yağ Asitleri.....	32
<b>2.4 FORMÜLASYONDA KULLANILAN MADDELER.....</b>	<b>34</b>
2.4.1 Linoleik Asit.....	34
2.4.2 Çinko Oksit.....	37
2.4.3 Zeolit.....	39
2.4.4 Titanyum Dioksit.....	42
2.4.5 Kalsiyum Hidroksit.....	44
2.4.6 Fluorid Bileşikleri .....	46
2.4.6.1 Sodyum Fluorid.....	46
2.4.6.2 Kalay Fluorid.....	50
2.4.6.3 Titanyum (IV) Fluorid.....	52
2.4.6.4 Amonyum Fluorid.....	54
<b>2.5 FİZİKSEL VE ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLER.....</b>	<b>56</b>
2.5.1 Fiziksel Özellikler.....	56
2.5.1.1 Basma Dayanımı.....	56
2.5.1.2 Çözünürlük.....	60
2.5.1.3 Fluorid Salınımı.....	64
2.5.1.4 pH.....	70
2.5.1.5 Radyoopasite.....	73
2.5.2 Antimikrobiyal Özellikler.....	75
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM.....</b>	<b>77</b>
3.1 KULLANILAN MATERYALLER.....	77
3.1.1 Çinkooksit.....	77
3.1.2 Kalsiyum Hidroksit.....	78
3.1.3 Titanyum Dioksit.....	78
3.1.4 Zeolit.....	79
3.1.5 Sodyum Fluorid.....	79
3.1.6 Kalay Fluorid.....	80
3.1.7 Titanyum (IV) Fluorid.....	80
3.1.8 Amonyum Fluorid.....	81

3.1.9 Linoleik Asit.....	81
3.1.10 Çinko Oksit Öjenol (Kontrol Grubu).....	82
3.2 ÇALIŞMADA KULLANILAN YÖNTEMLER.....	82
3.2.1 Fiziksel Testler.....	83
3.2.1.1 Basma Dayanımı Testi.....	83
3.2.1.1.1 Siman Örneklerinin Hazırlanması.....	83
3.2.1.1.2 Basma Dayanımının Ölçülmesi.....	85
3.2.1.2 Çözünürlük Testi.....	86
3.2.1.2.1 Siman Örneklerinin Hazırlanması.....	86
3.2.1.2.2 Çözünürlüğün Hesaplanması.....	88
3.2.1.3 Fluorid Salınımı Testi.....	89
3.2.1.3.1 Siman Örneklerinin Hazırlanması.....	89
3.2.1.3.2 Fluorid Salınımının Ölçülmesi.....	90
3.2.1.4 pH Testi.....	94
3.2.1.4.1 Siman Örneklerinin Hazırlanması.....	94
3.2.1.4.2 pH'nın Ölçülmesi .....	95
3.2.1.5 Radyoopasite Testi.....	96
3.2.1.5.1 Siman Örneklerinin Hazırlanması.....	96
3.2.1.5.2 Radyoopasitenin Ölçülmesi.....	97
3.2.2 Antimikrobiyal Test.....	101
3.2.2.1 Siman Örneklerinin Hazırlanması.....	101
3.2.2.2 Antimikrobiyal Etkinin Belirlenmesi.....	102
3.3 İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME.....	103
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>106</b>
4.1 Basma Dayanımı Testi Bulguları.....	106
4.2 Çözünürlük Testi Bulguları.....	107
4.3 Fluorid Salınımı Testi Bulguları.....	109
4.4 pH Testi Bulguları.....	115
4.5 Radyoopasite Testi Bulguları.....	119
4.6 Antimikrobiyal Test Bulguları.....	121

<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>126</b>
<b>6. SONUÇLAR.....</b>	<b>158</b>
<b>7. KAYNAKLAR.....</b>	<b>160</b>
<b>8. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>179</b>

## KISALTMALAR VE SİMGELER

<b>ABD</b>	: Amerika Birleşik Devletleri
<b>ADA</b>	: American Dental Association
<b>AlF<sub>2</sub></b>	: Alüminyum fluorid
<b>AlF<sub>6</sub><sup>3-</sup></b>	: Alüminyum hegzafuorid
<b>Al<sub>2</sub>O</b>	: Alüminyum oksit
<b>AlPO<sub>4</sub></b>	: Alüminyum fosfat
<b>ANSI</b>	: American National Standards Institute
<b>APF</b>	: Asidülo Fosfat Fluorid
<b>As</b>	: Arsenik
<b>Ba</b>	: Baryum
<b>Base Densite</b>	: Işığ <sub>ı</sub> absorbe eden plastik materyal ile buna ilave edilen mavi boyadan oluşur
<b>BHI</b>	: Brain Heart Infusion
<b>Bis-GMA</b>	: Bisphenol-A-glycidylidimethacrylate
<b>Ca<sup>+2</sup></b>	: Kalsiyum
<b>CaF<sub>2</sub></b>	: Kalsiyum fluorid
<b><i>C. albicans</i></b>	: <i>Candida Albicans</i>
<b>CaO</b>	: Kalsiyum oksit
<b>Ca(OH)<sub>2</sub></b>	: Kalsiyum hidroksit
<b>C<sub>18</sub>H<sub>32</sub>O<sub>2</sub></b>	: Linoleik asit
<b>cfu</b>	: Colony forming unit
<b>CLMS</b>	: Confocal laser scanning microscopy (Konfokal lazer taramalı mikroskop)
<b>CuO</b>	: Bakır oksit
<b>Cu<sub>2</sub>O</b>	: Bakır dioksit
<b>dak.</b>	: dakika
<b>DNA</b>	: Deoxyribonucleic acid
<b>EBA</b>	: Etoksi Benzoik Asit
<b><i>E. coli</i></b>	: <i>Escherichia Coli</i>
<b><i>E. faecalis</i></b>	: <i>Enterococcus faecalis</i>
<b>F<sup>-</sup></b>	: Fluorin elementi (Fluorid)

<b>FeF<sub>6</sub><sup>3-</sup></b>	: Demir fluorid
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	: Demir oksit
<b>Fog densite</b>	: Filmin üretilmesi sırasında emülsiyon tabakasındaki gümüş tuzlarına bağlıdır
<b>Fr</b>	: Friedman Testi
<b>Gpa</b>	: Cıgapaskal
<b>gr.</b>	: Gram
<b>HEMA</b>	: Hidroksilmetakrilat
<b>HF</b>	: Hidrofluorik asit
<b>Hg</b>	: Cıva
<b>H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub></b>	: Hegzafluorid asit
<b>IRM</b>	: Intermediate Restorative Material
<b>ISO</b>	: International Standards Organization
<b>KOH</b>	: Potasyum hidroksit
<b>KW</b>	: Kruskal Wallis
<b><i>L. casei</i></b>	: <i>Lactobacillus casei</i>
<b><i>m<sub>1</sub></i></b>	: Örneğin etüve konmadan önceki kütlesi
<b><i>m<sub>2</sub></i></b>	: Örneğin desikatörden çıkarıldıktan sonraki kütlesi
<b>Mc Farland</b>	: Mikrobiyolojide kullanılan bulanıklık testi
<b>META</b>	: methacryloyloxyethy trimellitate anhydride
<b>MFP</b>	: Mono-fluoro phosphate
<b>ml</b>	: Mililitre
<b>mm</b>	: Milimetre
<b>MnF<sub>5</sub><sup>2-</sup></b>	: Mangan pentafluorid
<b>M.Ö.</b>	: Milattan Önce
<b>MPa</b>	: Mega paskal
<b>M.T.A.</b>	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
<b>MTA</b>	: Mineral trioxide aggregate
<b>N</b>	: Nitrojen
<b>N</b>	: Newton
<b>N</b>	: Çalışmada hazırlanan 2. grup materyal (NaF)
<b>NaF</b>	: Sodyum fluorid
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	: Sodyum oksit



<b>NH</b>	: Çalışmada hazırlanan 5. grup materyal (NH <sub>4</sub> F)
<b>NH<sub>4</sub>F</b>	: Amonyum florid
<b>NH<sub>4</sub>HF<sub>2</sub></b>	: Amonyum biflorid
<b>ODU</b>	: Optic Density Unit
<b>OH<sup>-</sup></b>	: Hidroksit
<b>p</b>	: Anlamlılık değeri
<b>P</b>	: Fosfat
<b><i>P. aeruginosa</i></b>	: <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
<b>pH</b>	: Bir çözeltilinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimi
<b>ppm</b>	: Parts per million (1ppm=1mg/l)
<b>psi</b>	: per square inch (1 pound per square inch = 6 894.75729 pascals)
<b>RDA</b>	: Recommended Dietary Allowance
<b>S</b>	: Sülfür
<b>S</b>	: Çalışmada hazırlanan 3. grup materyal (SnF <sub>2</sub> içeren)
<b><i>S. aureus</i></b>	: <i>Staphylococcus aureus</i>
<b>SEM</b>	: Scanning electron microscope (Taramalı elektron mikroskobu)
<b>SiO<sub>2</sub></b>	: Silikon dioksit
<b><i>S. mutans</i></b>	: <i>Streptococcus mutans</i>
<b>SnF<sub>2</sub></b>	: Kalay florid
<b>SSCB</b>	: Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
<b><i>S. sobrinus</i></b>	: <i>Streptococcus sobrinus</i>
<b>T</b>	: Çalışmada hazırlanan 4. grup materyal (TiF <sub>4</sub> içeren)
<b>TEGMA</b>	: Triethylene glycol dimethacrylate
<b>ThF<sub>6</sub><sup>2-</sup></b>	: Toryum hegzafloRID
<b>TISAB</b>	: Total Ionic Strength Adjustment Buffer
<b>TiCl<sub>3</sub></b>	: Titanyum klorür
<b>TiF<sub>4</sub></b>	: Titanyum tetrafluRID
<b>TiO<sub>2</sub></b>	: Titanyum dioksit
<b>TMR</b>	: Quantitative microradiography (Kantitatif mikroradyografi)
<b>TSE</b>	: Türk Standartları Enstitüsü
<b>UEDMA</b>	: Urethanedimethacrylate
<b>UF<sub>6</sub></b>	: Uranyum hegzafloRID

<b>UV</b>	: Ultraviyole
<b>vb.</b>	: ve benzeri
<b>vs.</b>	: vesaire
<b>WHO</b>	: World Health Organization
<b>wt</b>	: Çözünürlük kütlesi (weight)
<b>Z</b>	: Çalışmada hazırlanan 1. grup materyal (Zeolit içeren)
<b>Zn<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub></b>	: Çinko fosfat
<b>ZnSO<sub>4</sub></b>	: Çinko sülfat
<b>ZrF<sub>6</sub><sup>2-</sup></b>	: Zirkonyum heksafluorid
<b>Å</b>	: Angstrom
<b>°C</b>	: Santigrad derece
<b>γ</b>	: Gama
<b>ω</b>	: Omega
<b>α</b>	: Alfa

## TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
<b>Tablo 1.</b> Matriks formuna göre dental simanların sınıflandırılması.....	17
<b>Tablo 2.</b> Çinko fosfat simanların bileşimi.....	18
<b>Tablo 3.</b> Çinko oksit öjenol simanlarının bileşimi.....	20
<b>Tablo 4.</b> Cam iyonomer simanların bileşimi.....	24
<b>Tablo 5.</b> Cam iyonomer ve hibrid iyonomer simanların mekanik özellikleri.....	28
<b>Tablo 6.</b> Doymuş yağ asitleri.....	31
<b>Tablo 7.</b> Fizyolojik ve besinsel önemi olan doymamış yağ asitleri.....	33
<b>Tablo 8.</b> Bazı restoratif dental materyallerin basma dayanımı.....	56
<b>Tablo 9.</b> Kaide materyallerinin basma dayanımları.....	57
<b>Tablo 10.</b> Çinko oksit öjenol ve çinko oksit non-öjenol simanların olması gereken maksimum ve minimum basma dayanımı değerleri.....	58
<b>Tablo 11.</b> Bazı yapıştırma simanlarının çözünürlük değerleri.....	61
<b>Tablo 12.</b> Çinko oksit öjenol ve çinko oksit non-öjenol simanların distile su içerisindeki kabul edilebilir maksimum çözünürlük değerleri.....	62
<b>Tablo 13.</b> Çalışmada kullanılan beş farklı geçici simanın formülasyonda yer alan yüzdeleri.....	77
<b>Tablo 14.</b> Materyallerin basma dayanımı ortalama değerlerinin karşılaştırılması (MPa).....	106
<b>Tablo 15.</b> Materyallerin basma dayanımı değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması (MPa).....	107
<b>Tablo 16.</b> Materyallerin çözünürlük ortalama değerlerinin karşılaştırılması (wt). 108	
<b>Tablo 17.</b> Materyallerin çözünürlük ortalama değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	109
<b>Tablo 18.</b> Materyallerin ölçüm günlerine göre flourid salınım değerlerinin karşılaştırılması (ppm F).....	110
<b>Tablo 19.</b> Materyallerin ölçüm günlerine göre flourid salınım değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	111
<b>Tablo 20.</b> Materyallerin ölçüm günlerine göre fluorid salınım değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	112
<b>Tablo 21.</b> Ölçüm günlerine göre materyallerin fluorid salınım değerlerinin karşılaştırılması.....	114
<b>Tablo 22.</b> Materyallerin ölçüm sürelerine göre pH ortalama değerlerinin karşılaştırılması.....	115
<b>Tablo 23.</b> Ölçüm sürelerine göre materyallerin pH ortalama değerlerinin karşılaştırılması.....	117
<b>Tablo 24.</b> Materyallerin ölçüm sürelerine göre gruplar arası pH ortalama değerlerinin karşılaştırılması.....	119

<b>Tablo 25.</b> Materyallere ait optik densite değerleri ve grupların karşılık geldiği step-wedge basamakları.....	119
<b>Tablo 26.</b> Materyallerin ODU ortalama değerlerinin gruplar arası karşılaştırması.....	121
<b>Tablo 27.</b> Materyallerin <i>S. mutans</i> üzerindeki antibakteriyal etkinliğini gösteren zon çapları ortalama değerlerinin karşılaştırılması (mm).....	122
<b>Tablo 28.</b> Materyallerin <i>S. mutans</i> üzerindeki antibakteriyal etkinliğini gösteren zon çapları ortalama değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması (mm)	123
<b>Tablo 29.</b> Materyallerin <i>L. casei</i> üzerindeki antibakteriyal etkinliğini gösteren zon çapları ortalama değerlerinin karşılaştırılması (mm).....	124
<b>Tablo 30.</b> Materyallerin <i>L. casei</i> üzerindeki antibakteriyal etkinliğini gösteren zon çapları ortalama değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması (mm). .....	125

## GRAFİK LİSTESİ

	Sayfa No
<b>Grafik 1.</b> Materyallerin basma dayanımı değerlerinin dağılımı.....	106
<b>Grafik 2.</b> Materyallerin çözünürlük ortalama değerlerinin dağılımı.....	108
<b>Grafik 3.</b> Materyallerden salınan floridin 1. günden 42. güne kadar olan florid salınım değerlerinin dağılımı.....	110
<b>Grafik 4.</b> Materyallerin ölçüm sürelerine göre pH ortalama değerlerinin karşılaştırılması.....	115
<b>Grafik 5.</b> Materyallere ait optik densite değerlerinin dağılımı.....	120
<b>Grafik 6.</b> Materyallere ait step-wedge değerlerinin dağılımı.....	120
<b>Grafik 7.</b> Materyallerin <i>S. mutans</i> üzerindeki antibakteriyal etkinliğini gösteren zon çapları ortalama değerlerinin dağılımı.....	122
<b>Grafik 8.</b> Grupların <i>L. casei</i> üzerindeki antibakteriyal etkinliğini gösteren zon çapları ortalama değerlerinin dağılımı.....	124

## ŞEKİL VE RESİMLER LİSTESİ

	Sayfa No
<b>Şekil 1.</b> Basma kuvvetine maruz kalan silindirik bir yapıda meydana gelen karışık streslerin çizimi.....	59
<b>Resim 1.</b> Çinko oksit tozu.....	78
<b>Resim 2.</b> Kalsiyum hidroksit.....	78
<b>Resim 3.</b> Titanyum dioksit.....	79
<b>Resim 4.</b> Zeolit.....	79
<b>Resim 5.</b> Sodyum florid.....	80
<b>Resim 6.</b> Kalay florid.....	80
<b>Resim 7.</b> Titanyum (IV) florid.....	81
<b>Resim 8.</b> Amonyum florid.....	81
<b>Resim 9.</b> Linoleik asit.....	82
<b>Resim 10.</b> Kalzinol ( <i>Dentsply DeTrey</i> ).....	82
<b>Resim 11.</b> Basma dayanımı testinde siman örneklerinin hazırlanmasında kullanılan paslanmaz çelik kalıp.....	83
<b>Resim 12.</b> <i>Dentsply-De Trey</i> marka lak.....	84
<b>Resim 13.</b> Çalışmada kullanılan etüv.....	84
<b>Resim 14.</b> Basma dayanımı testi için elde edilen örnekler.....	85
<b>Resim 15.</b> Basma dayanımı testi için kullanılan İNSTRON 3345 cihazı.....	85
<b>Resim 16.</b> Siman örneklerinin uzun eksenleri boyunca basma kuvvetinin uygulanması.....	86
<b>Resim 17.</b> Çözünürlük testi için kullanılan paslanmaz çelik halka ve plakası.....	86
<b>Resim 18.</b> Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yumuşak Doku Laboratuvarı.....	87
<b>Resim 19.</b> Çözünürlük testi için hazırlanan örnekler.....	87
<b>Resim 20.</b> Çözünürlük testi için hazırlanan örneklerin <i>Scaltec</i> marka hassas terazide tartılması.....	88
<b>Resim 21.</b> Çözünürlük testi için hazırlanan örneklerin distile su içerisine yerleştirilmesi.....	88
<b>Resim 22.</b> Çözünürlük testi için kullanılan silika jel içeren desikatör.....	89
<b>Resim 23.</b> Florid salınımı testinde kullanılan paslanmaz çelik kalıp.....	89
<b>Resim 24.</b> Florid salınım testi için hazırlanan örnekler.....	90
<b>Resim 25.</b> Çalışmada kullanılan <i>Orion 720A+</i> iyon analizörü ve <i>Orion Fluorid</i> elektrodu ( <i>Thermo Orion Model 9609BN, combination fluoride electrode with BNC connector</i> ).....	90
<b>Resim 26.</b> Hazırlanan örneklerin deiyonize su içerisinde saklandığı test tüpleri..	91
<b>Resim 27.</b> Örneklerin deney süresince saklandığı (37±1) °C'lik etüv.....	91
<b>Resim 28.</b> Standart florid solüsyonundan deiyonize su ile seyreltilerek elde edilmiş 100 ppm, 10 ppm, 1 ppm ve 0.1 ppm'lik solüsyonlar.....	92

<b>Resim 29.</b>	Çalışmada kullanılan Orion marka 100 ppm'lik florid standardı (Orion Research, Inc. 500, Cummings Center, Beverly, MA, 01915-6199 USA, 940907) ve TISAB III (Orion Research; Inc. 500, Cummings Center, Beverly, MA, 01915-6199 USA, 940911).....	92
<b>Resim 30.</b>	Çalışmada kullanılan IKA marka magnetik karıştırıcı.....	93
<b>Resim 31.</b>	Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Sert Doku Laboratuvarı.....	93
<b>Resim 32.</b>	pH testinde kullanılan paslanmaz çelik kalıp.....	94
<b>Resim 33.</b>	pH testi için hazırlanan siman örnekleri.....	94
<b>Resim 34.</b>	Hazırlanan örneklerin distile su içerisinde saklandığı test tüpleri.....	95
<b>Resim 35.</b>	Çalışmada kullanılan pH 320 SET-WTW marka pH metre, SenTix 97 T marka elektrod ucu ve 4.01, 7.00 ve 10.00 olan WTW marka buffer solüsyonları.....	96
<b>Resim 36.</b>	Radyoopasite testinde örneklerin hazırlanmasında kullanılan alüminyum kalıp.....	96
<b>Resim 37.</b>	Radyoopasite testi için hazırlanmış örnekler.....	97
<b>Resim 38.</b>	0.25 sn, 0.32 sn, 0.40 sn, 0.50 sn, 0.60 sn ve 0.80 saniyelerde altı adet boş 57x76 mm boyutlarında, Kodak marka D-hızında oklüzal filmlerin radyografileri.....	97
<b>Resim 39.</b>	Çalışmada kullanılan 1-8 mm kalınlığında ve 8 basamaklı olan alüminyum step-wedge.....	98
<b>Resim 40.</b>	Kodak marka D-hızında oklüzal film üzerine yerleştirilmiş siman örnekleri ve alüminyum step-wedge.....	98
<b>Resim 41.</b>	Oklüzal film üzerindeki örneklerin ve step-wedge'in Trophy marka röntgen cihazı ile 40 cm film-ışın kaynağı mesafesinden radyografisinin alınması.....	99
<b>Resim 42.</b>	Oklüzal film ile radyografisi alınmış siman örnekleri ve alüminyum step-wedge.....	99
<b>Resim 43.</b>	Oklüzal filmlerin banyo edilmesi için kullanılan Velopex Extra-X (Medivance Instrument Limited, London, UK) marka otomatik film banyosu.....	100
<b>Resim 44.</b>	Çalışmada kullanılan optik densitometre cihazı (Macbeth Transmission Dentitometre TD-902, Newsburg, NY, USA).....	100
<b>Resim 45.</b>	Örneklerin hazırlanmasında kullanılan paslanmaz çelik kalıp.....	101
<b>Resim 46.</b>	Çalışmada kullanılan Steris marka otoklav.....	101
<b>Resim 47.</b>	Antimikrobiyal özelliklerin belirlenmesinde hazırlanan örnekler.....	102
<b>Resim 48.</b>	Çalışmada kullanılan steril edilip paketlenmiş aletler.....	102
<b>Resim 49.</b>	Çalışmada kullanılan petrielerde 6 mm çapında kuyuların açılması ve örneklerin yerleştirilmesi.....	103
<b>Resim 50.</b>	Beyin Kalp İnfüzyon Agar içerisine yerleştirilen örneklerin etüvde bekletilmesi.....	104
<b>Resim 51.</b>	Hazırlanan örneklerin antibakteriyal etkinliğini gösteren inhibisyon zonları.....	104

# 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Simanlar restoratif diş hekimliğinde kaide maddesi, geçici restorasyon materyali ve yapıştırıcı siman olarak kullanılırlar. Kaide maddeleri, pulpayı fiziksel ve kimyasal etkilerden korurlar. Ayrıca kavite tabanında düz bir yüzey oluşturup kaviteye retansiyon formu verilmesinde yardımcı olurlar. Geçici dolgu maddeleri, kaviteyi sızdırmaz bir şekilde kapatıp bir sonraki tedavi seansına kadar dış etkenlerden korurlar. Ayrıca daimi restorasyona kadar dişin çiğneme fonksiyonunu yerine getirmesini sağlarlar. Yapıştırıcı simanlarla ise, ortodontik braketler, kuronlar ve ağız dışında indirekt olarak hazırlanan restorasyonlar dişe adapte edilirler (1).

Diş hekimliğinde kullanılan simanların her birinin kendine özgü özellikleri bulunmaktadır. Diş hekiminin siman seçiminde, materyalin biyolojik, fiziksel, kimyasal ve estetik özelliklerini göz önünde bulundurması gerekir; çünkü simanların bu özellikleri klinik başarıyı etkilemektedir.

Diş hekimliğinde, uygulama alanlarındaki farklılık nedeniyle simanların yeterli derecede fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler göstermeleri gerekmektedir. İdeal bir simanın öncelikle biyo-uyumlu olması ve pulpayı irrite etmemesi istenmektedir. Dentin ve pulpanın bütünlük gösteren bir canlı doku olduğu düşünülürse, çürük nedeni ile çıkarılan bir kısım dentinin yerine konulacak olan simanın da aynı biyouyumluluğa sahip olması gerekecektir. Araştırmamızda doğada bulunan ve yiyeceklerle vücuda alınan pek çok yağların bileşiminde ve bu arada beyinde ve anne sütünde de bulunan ve biyouyumluluğu kanıtlanmış linoleik asidi bu özelliğinden dolayı formülasyonumuzda kullanmayı kararlaştırdık (2,3,4).

Bu çalışmada, hazırlanan geçici simanın toz kısmında ise çinko oksit, zeolit, titanyum dioksit, kalsiyum hidroksit ve florid bileşikler ( $\text{NaF}$ ,  $\text{SnF}_2$ ,  $\text{TiF}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{F}$ ) kullanılmıştır. Çinko oksit diğer dental simanlarda olduğu gibi bu çalışmada da hazırlanan geçici simanın ana komponentidir. Yapılan birçok çalışmada, çinko oksitin anti-septik, anti-toksik ve anti-bakteriyal özelliklerinin bulunduğu bildirilmiştir



(2,5,6,7). Bu çalışmada, hazırlanan geçici simanın antibakteriyal özellikler göstermesi amaçlanmıştır ve bu nedenle çinko oksit kullanılmıştır.

Bu çalışmada hazırlanan geçici simanın toz kısmında kullanılan bir diğer materyal zeolittir. Zeolit, içeriğinde alüminyum, silikon ve oksijen içeren doğal veya sentetik mikroporöz, kristalize ve biyo-uyumlu olan, tıp ve diş hekimliğinde kullanımı araştırmacılara umut vaad eden katı yapıda bir mineraldir (8,9). Bu çalışmada hazırlanan geçici simanın biyo-uyumlu olması amaçlanmıştır ve bu nedenle zeolit kullanılmıştır.

Bu çalışmada hazırlanan geçici simanın toz kısmında kullanılan bir diğer materyal titanyum dioksittir. Titanyum dioksit, suda, organik ve inorganik asitlerde çözünmeyen beyaz renkli bir tozdur. Yapılan çalışmalarda titanyum dioksitin biyo-uyumlu ve radyopak özellikler gösterdiği bildirilmiştir (10,11,12). Bu çalışmada radyopak özellikler gösterdiği için hazırlanan geçici simanın toz kısmında titanyum dioksit kullanılması amaçlanmıştır.

Bu çalışmada hazırlanan geçici simanın toz kısmında kullanılan bir diğer materyal kalsiyum hidroksittir. Kalsiyum hidroksit, renksiz, kokusuz, kristal veya beyaz toz halinde bir maddedir. Dentin çürüğünü takiben çürüğün asit ortamını nötralize ederek iyileşmeye yardımcı olur ve dentin köprüsü yapımını başlatır (13). Yapılan çalışmalar, kalsiyum hidroksitin antimikrobiyal, radyopak, anti-toksik ve biyo-uyumlu özellikler gösterdiğini bildirmiştir (14,15,16). Bu çalışmada hazırlanan geçici simanın sekonder dentin yapma özelliği göstermesi amaçlanmıştır ve bu nedenle kalsiyum hidroksit kullanılmıştır.

Dental uygulamalarda, süretle ilerleyen teknolojiye rağmen; uygulanan restorasyonların tümü her zaman başarılı olamamakta ve zaman içerisinde bu restorasyonların değiştirilmesi gerekmektedir. Bu durumda kullanılan restoratif materyalin ve simanların antikaryojenik özellikler taşıması önem taşımaktadır. Fluorid, çürük oluşumunu önleyen, restore edilen ve restorasyonlara komşu dişin mine ve dentinin çözünürlüğünü azaltarak çürüğe dirençli hale getiren, bu şekilde profilaktik uygulamalarda en yaygın olarak kullanılan bir eser elementtir. Restoratif materyalden

salınan floridin komşu mine, dentin ya da semente, tükürüğe ve mikrobiyal dental plağa geçebildiğini, böylece hem restore edilmiş dişteki sekonder çürüklerin oluşumunu hem de komşu dişlerde yeni oluşabilecek çürüklerin ilerlemesini önlediğini gösteren pek çok çalışma bulunmaktadır (17,18,19).

Çalışmamızda yeni geçici siman formülasyonunu oluştururken florid salınımı yapabilen florid bileşiklerini (NaF, SnF<sub>2</sub>, TiF<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>F) geçici simanın koruyucu amaçlı da kullanılabilmesi için, formülasyonumuza kattık.

Bu çalışmada, hazırlanan geçici simanları karşılaştırmak amacıyla kontrol grubu olarak geçici dolgu maddesi ve derin kavitelere kaide maddesi olarak kullanılan, marjinal penetrasyona dirençli, pulpa üzerinde analjezik, antiseptik özellikler gösteren, iyi örtücü özellikleri bulunan çinko oksit öjenol simanını (*Kalzinol, De Trey Dentsply, Konstanz, Germany*) kullandık.

Bu çalışmada, ideal özelliklere sahip bir siman materyali oluşturmak amacıyla düzenlenen yeni bir formüle göre hazırlanan ve içeriğinde linoleik asit, çinko oksit, zeolit, titanyum dioksit, kalsiyum hidroksit ve florid bileşikleri (NaF, SnF<sub>2</sub>, TiF<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>F) bulunan 5 farklı simanın ve kontrol grubu olarak ayrılan çinko oksit öjenol simanının (*Kalzinol, De Trey Dentsply, Konstanz, Germany*) basma dayanımı, çözünürlük, florid salınımı, pH, radyoopasite ve antimikrobiyal özellikleri incelenmiştir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1 Fluorid

Diş hekimliğinde fluoridler 100 yılı aşkın bir zamandır yer almaktadır. Fluoridlerin koruma amaçlı kullanımına ise 19.yy'da başlanmıştır. Fluoridin profilaktik bir role sahip olduğu ilk olarak 1874 yılında Erhardt tarafından bildirilmiştir. Sör James Crichton Browne, 1892 yılında diyetle fluoridlerin önemli bir yere sahip olduğunu belirtmiştir. Fluorid 1931 yılında suya, süte, tuza, tabletlere ve ilaçlara katılmıştır. Aynı zamanda diş çürüklerinin önlenmesi amacıyla fluorid dişmacunlarının, hekimler tarafından kullanılan yüzeyel uygulama ürünlerinin ve gargaraların içine katılmıştır. 1939 yılında Trendley Dean, suların floridlenmesiyle mine beneklerinin (mottled enamel) oluştuğunu, 1942 yılında ise fluoridin diş çürüklerini önlemede etkin bir ajan olduğunu bildirmiştir (20).

Fluorid, 1980'de besin gereksinimleri içinde RDA (Recommended Dietary Allowances) kapsamına alınan bir esansiyel eser elementtir. Fluoridler, florinin iyonik formu olup, florin elementinden kaynaklanan, organik ve inorganik bileşiklerdir (21,22).

'Fluorin', ilk kez 1530 yılında *Georgius Agricola* tarafından fluorspar (fluorit) (kalsiyum florid) formunda tanımlanmıştır. Fluorin, sembolü 'F' olan, atom numarası '9' ve atomik kütlesi '19' olan kimyasal bir elementtir. Atomik florin tek değerli (- yüklü) ve kimyasal olarak en reaktif ve elektronegatifdir. Saf formu, 'F<sub>2</sub>' formülüyle zehirli, soluk, sarı-yeşil bir gazdır. Diğer halojenler gibi moleküler florin oldukça tehlikelidir ve deriye temas ettiğinde kimyasal yanıklara neden olmaktadır (20,21,22,23,24).

Fluorin, oksijen ve nitrojen dışında diğer elementlerle alışılmış veya yükseltilmiş sıcaklıkta birleşir ve böylece birçok organik bileşikle etkili bir biçimde reaksiyona girer. Fluorin iyonlarının, sulu solüsyonlarda ağır metal iyonları ile kompleksler yapmaya çok güçlü bir eğilimi vardır, örneğin; FeF<sub>6</sub><sup>3-</sup>, AlF<sub>6</sub><sup>3-</sup>, MnF<sub>5</sub><sup>2-</sup>,

$MnF_3^-$ ,  $ZrF_6^{2-}$ , ve  $ThF_6^{2-}$  gibi. İnorganik floridlerin toksik potansiyeli bu davranışlarıyla ilişkilidir (23).

Elementler içerisinde en elektronegatif olan florin, diğer elementler ile kolayca bileşikler oluşturmakta ve doğada iyon halinde bulunmamaktadır. Bu nedenle genellikle 'florid' veya 'florid bileşikleri' olarak adlandırılmaktadır (20,23,24,25).

Florid diş minesi, dentin ve kemik yapısına girer. Fluorapatit olarak minede birikir, minenin çözünürlüğünü azaltır, bakteriyal enzimleri inhibe eder ve asit oluşumunu önler. Remineralizasyon etkisi sayesinde diş çürüğünün ilerlemesini önler. Floridli içme suları ve florid içeren ürünler bu mekanizma sayesinde diş çürüğünü azaltır. Tükürük ve plaktaki düşük seviyelerdeki florid demineralizasyonunu inhibe ederek ve remineralizasyonu artırarak diş çürüklerini önler (17,26).

Kemik ve diş sert dokularında kalsiyum fosfat'lar, nötral veya az asidik pH'da termodinamik olarak en stabil şekli olan 'hidroksiapatit' formunda bulunur. Bu mineral birçok yabancı iyonu kristal yapısında birleştirecek şekilde içinde bulundurabilir ve çözünürlüğü etkileyebilir. Bu iyonlar florid, stronsiyum, selenyum, baryum ve diğer katyonlardır (27,28). Bu iyonların tip ve konsantrasyonu dokuların oluşumu sırasındaki mevcudiyetine bağlıdır. Karbonat ve florid, sürme öncesi dönemde diş dokusunda yeterince fazla konsantrasyonlarda bulunmaları nedeniyle minenin apatiti en iyi şu kimyasal formülle açıklanmaktadır:  $(Ca)_{10-x}(Na)_x(PO_4)_{6-y}(CO_3)_z(OH)_{2-u}(F)_u$  (26). Sürme sonrası dönemde diş mineralleri tükürük ve dental plakla ilişkiye girer. Bu ilişki mineral için yararlı ya da zararlı olabilir. Fermente edilebilen karbonhidratların tüketiminden sonra dental plak içerisinde asitler oluşmakta ve pH düşmektedir. Apatit minerali için çözünme pH'a bağlıdır ve düşük pH'ta çevre sıvılardaki kalsiyum ve fosfat supersaturasyonu için gereklidir. Belli bir miktara kadar bu mümkündür ve tükürük gerekli kalsiyum ve fosfatı sağlar. pH'nın 5.5'in altına düştüğü durumlarda ise mineral saturasyonun altındadır ve çözünür. Mineralin çözünmesi ve tükürüğün devamlı yikanması dental plak pH'nın nötr hale gelmesini sağlar (29).

Diş sağlığında 3nemi olan iki fluorid bileşiği sodyum fluorid ve sodyum monofluorofosfattır. Sodyum fluorid, en 3nemli alkali fluoriddir. Beyaz renkte ve kristal toz halindedir. Genellikle, sodyum karbonat veya sodyum hidroksitle hidroflorik asitin sulu sol3syonlarının n3tralize edilmesiyle hazırlanır. Sodyum fluorid, 1950 yılında Amerika'da içme sularının fluoridlenmesinde kullanılan ilk fluorid bileşiğidir. Sodyum mono fluorofosfat rensiz, kokusuz ve suda 3z3nen kimyasal bir bileşiktir. Diş macunlarının içeriğinde bulunmaktadır. Diş 3r3klerine yol açan bakterileri diş minesinden koruduğu bilinmektedir (22,23,30).

### 2.1.1 Fluorid Bileşikleri

Fluorid bileşikleri alfabetik olarak şu şekilde sıralanabilir (22).

#### A

- Altın (V) fluorid
- Al3minyum fluorid
- Al3minyum monofluorid
- Amonyum fluorid
- Amonyum hidrojen fluorid
- Antimon pentafluorid
- Antimon trifluorid

#### B

- Bakır (II) fluorid
- Baryum fluorid
- Berilyum fluorid
- Boron trifluorid
- Bromin pentafluorid
- Bromin trifluorid

#### 

- Çinko fluorid

#### D

- Demir (II) fluorid
- Demir (III) fluorid
- Dihidrojen hekzafluorosilikat
- Dioksijen difluorid

- Disülfür dekafluorid
- Ditellür dekafluorid

## **F**

- Fluoroantimonikasit
- Fluorapatit
- Formil fluorid
- Fosfor trifluorid

## **G**

- Galyum (III) fluorid
- Gümüş subfluorid
- Gümüş (I) fluorid
- Gümüş (II) fluorid

## **H**

- Hekzafluorofosfat
- Hidrofluorikasit
- Hidrojen difluorid
- Hidrojen fluorid
- Hipofluoroz asit

## **I**

- İterbiyum (III) fluorid
- İtriyum (III) fluorid
- İyodin heptafluorid
- İyodin pentafluorid

## **K**

- Kadmiyum fluorid
- Kalsiyum fluorid
- Karbon monofluorid
- Klor fluoridleri
- Klor monofluorid
- Klor pentafluorid
- Klor trifluorid
- Kloril fluorid
- Kobalt (II) fluorid
- Kobalt (III) fluorid
- Kripton difluorid
- Krom (III) fluorid

- Ksenon fluorid
- Ksenon hekzafluorid
- Ksenon hekzafluoroplatinat
- Ksenon oksitetrafluorid
- Ksenon tetrafluorid
- Kurşun (II) fluorid

## **L**

- Lityum fluorid

## **M**

- Magnezyum fluorid
- Manganez (IV) fluorid

## **N**

- Nikel (II) fluorid
- Nitrojen trifluorid
- Nitrosil fluorid
- Nitril fluorid

## **O**

- Oksijen difluorid
- Oksijen fluoridleri

## **P**

- Platinyum hekzafluorid
- Plutonyum (IV) fluorid
- Potasyum fluorid

## **R**

- Radon fluorid
- Rubidyum fluorid

## **S**

- Samaryum (III) fluorid
- Selenyum tetrafluorid
- Sezyum fluorid
- Skandiyum (III) fluorid
- Sodyum fluorid
- Sodyum hekzafluoroalüminat

- Sodyum monofluorofosfat
- Stronsiyum florid
- Sulfür hekzaflorid
- Sulfür tetraflorid
- Sulfüröl klorid florid

## **T**

- TASF başlatıcısı (tridimetilamino sulfonyum difluorotrimetilsilikat)
- Tantal (V) florid
- Teknetiyum (VI) florid
- Tellüryum hekzaflorid
- Tellüryum tetraflorid
- Tetra-n-butilamonyum florid
- Tetrafloroborat
- Tetraflorohidrazin
- Tetraflorometan
- Tionil florid
- Titanyum (III) florid
- Titanyum (IV) florid
- Toryum (IV) florid
- Tripentaflorofenilboron
- Tungusten (VI) florid
- Tungusten (VI) oksitetraflorid

## **U**

- Uranyum hekzaflorid
- Uranyum pentaflorid
- Uranyum tetraflorid
- Uranil florid

## **V**

- Vanadyum (III) florid
- Vanadyum (IV) florid
- Vanadyum (V) oksitrifluorid

## **Z**

- ZBLAN camı (zirkonyum, baryum, lantan, alüminyum ve sodyum floridler)
- Zirkonyum (IV) florid



## 2.1.2 Fluorid Kaynakları

Fluorid doğada başlıca litosferde, hidrosferde, atmosferde ve biyosferde insan sağlığını ilgilendirecek derecede bulunur (31).

### 2.1.2.1 Litosferde Fluorid

Aşırı tepkimeleri sayesinde fluorin doğada nadir olarak ana formunda fakat sık sık inorganik florid olarak bulunur. Magma ve buharlarda yoğunlaşır. Böylece, konsantrasyonlar silisli kayalarda, alkalik kayalarda, geotermal su ve pınarlarda ve volkanik fümerol ve gazlarda birikir. Yaklaşık olarak 150 tane florid-içerikli mineral bilinmektedir. Fluorspar (fluorit,  $\text{CaF}_2$ , %49 F), fluorapatit ( $\text{Ca}_{10}\text{F}_2(\text{PO}_4)_6$ , %3.4 F) ve kriyolit ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ , %54 F) en önemlileridir. Fluorspar ve fluorapatit geniş bir alana yayılmış olup, birçok ülkede çıkarılmaktadır. Fluorin hidroksi silikatlarda hidroksil grubuyla yer değiştirir, örneğin topazda  $[(\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{OH},\text{F}))]$  ve hidroksiapatitte fluorapatit oluşturur.

Tortul kayalarda floridler genelde fluorit (fluorspar), mika, amfibol, apatit ve killi minerallerde bulunur ve killi yaprak taşında en fazla bulunmaktadır; volkanik kayalarda granit taşında en fazla vardır. *Fuge & Andrews* granit kayalarındaki florid konsantrasyonlarını İngiltere, Kuzey İrlanda, Galler Ülkesi ve İskoçya'nın değişik bölgelerinde 569-15.464 mg/kg arasında değiştiğini belirtmişlerdir (24,31).

Fluorid içeriği yüksek olan kriyolit alüminyum sanayiinde, kaya fosfatları ise kimyasal gübre üretiminde kullanılmaktadır. Toprak iyonik florid miktarını belirleyen, içerdiği doğal florid bileşiklerinin çözünürlüğü, toprağın asitlik derecesi, diğer mineral ve kimyasal bileşiklerin varlığı ve su miktarıdır. Derinlere inildikçe topraktaki florid içeriği yükselir. Dağların yüksek kısımlarında ise toprak florid düzeyi düşüktür (23,32).

### 2.1.2.2 Hidrosferde Fluorid

Birleşik Devletler’de yeraltı suları florid konsantrasyonu 67 ppm F iken Finlandiya’nın rapakivi granit alanındaki konsantrasyon 1.0-2.0 ppm F’dir. Konsantrasyonlar florid içeren minerallerin elverişliliği ve çözünürlüğü, suyun geçtiği kayaların veya toprağın porozitesi, geçen süre, sıcaklık, pH ve kalsiyum, alüminyum ve demir gibi floridle bileşik oluşturan diğer elementlerin mevcudiyetinden etkilenir. Birçok yüzey suları 0.1 ppm’den az florid içerir. Deniz suyu bulantıya bağlı olarak 1.2-1.4 ppm F içerir. Florid deniz suyunda iyonik formda ve florid kompleksleri olarak bulunmaktadır (31). Göl, akarsu ve artezyen kuyularında ise florid düzeyi genellikle 0.5 mg/L’den düşüktür. Volkanlarla ilişkili termal sularda florid düzeyi 3-6 mg/L bulunmuştur. Hindistan, Kenya ve Güney Afrika’da suların florid içeriği en yüksektir. Sularda şimdiye kadar saptanan en yüksek florid düzeyi Kenya’da Nakura gölünde 2800 mg/L olarak bildirilmiştir (32).

### 2.1.2.3 Atmosferde Fluorid

Atmosferde önemli miktarda florid bulunabilir. Kırsal bölge havasında florid düzeyi daha düşüktür. Toprakdan ve volkanik bölgelerden havaya karışan tozlar, deniz suyu damlacıklarının rüzgarla taşınması gibi doğal kaynaklar hava florid düzeyini belirler. Kentsel bölgelerde ise havadaki florid çoğunlukla insan aktivitelerinden kaynaklanır. Özellikle alüminyum, çelik, kimyasal gübre, seramik, cam ve petrol endüstrisinin üretimleri sırasında havaya fazla miktarda florid karışmaktadır. Literatürde 1950’li yıllara ilişkin verilerde endüstriyel kirliliklere değinilmektedir. Bu tozlar rüzgarla uzak bölgelere taşınabilir ve buradaki bitkiler üzerinde birikerek besin zincirine girebilir. Kimyasal gübre, florid içeren pestisid kullanımı ve endüstriyel atıkların sulara akıtılması sonucu su ve toprak önemli florid kaynağı haline gelebilir (23,32).

#### **2.1.2.4 Biyosferde Fluorid**

Topraktaki bitkilerin florid birikimi azdır. Yapraklar genelde 2-20 ppm florid içerir. Topraktaki ve bitkilerdeki florid konsantrasyonları arasında ufak bir ilişki bulunmaktadır; toprağa eklenmiş floridin ekinlerde çok az bir etkisi olmasına karşın asidik topraklarda büyümüş bitkilerin kalkerli topraklara nazaran daha yüksek florid konsantrasyonu bulunmaktadır. Florid alımı bitki türü, yaprağın yaşı, gübre kullanımı, sulama ve diğer faktörlere bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Bitkilerin bazı türlerinde florid bulunmaktadır, örneğin çay yaprağı ( *Camillea sinensis* ) vb. (31).

#### **2.1.2.5 Besinlerde Fluorid**

Florid, besinler ve içeceklerin tümünde değişik düzeylerde bulunur. Çok sayıda çalışmada, işlenmemiş besinlerin florid içeriği 0.05-2.5 mg/kg gibi genellikle düşük değerlerde gösterilmiştir. Sebzelerin florid içeriği nadiren 0.2-0.3 mg/kg'ı geçmektedir. Yüksek değerler hava, toprak ve pestisidlerle besinlerin kontamine olmasına bağlanmıştır. Meyvelerin florid içeriği ise ortalama 0.05 mg/kg gibi düşük değerlerdedir.

Bazı çalışmalarda et florid düzeyi 3.3 mg/kg kuru ağırlık kadar verilse de, sağlıklı hayvanlarda yapılan birçok çalışmada 0.6mg/kg kuru ağırlıktan daha yüksek değer bildirilmemiştir. Besinler içinde deniz ürünleri ile tavuk etinin florid içeriği dikkat çekmektedir. Balık filetosunda 0.1-2.5 mg/kg kuru ağırlık florid bulunmasına karşın, kılçıktaki yüksek florid nedeniyle balık protein konsantresinde 21-761 mg/kg kuru ağırlık florid değeri saptanmıştır. Tavuk suyunda hazırlanmış tavuk etinde 5.29 mg/kg (1.94-10.64 mg/kg) gibi yüksek florid değeri, kemik florid düzeyi yüksekliğine bağlanmıştır (23).

#### **2.1.2.6 İçeceklerde Fluorid**

Son yıllarda su, süt ve doğal meyve suyu tüketiminin yerini giderek çeşitli ticari içecekler almaktadır. ABD'de yapılan çalışmalar sularla hazırlanan; karbonatlı içecek,

saf olmayan meyve suları, kahve, çay gibi içeceklerin günlük sıvı alımının %30-65'ini oluşturduğunu göstermektedir. Sıvı alımındaki bu değişim, florid kaynağı olarak su dışında diğer içeceklerin de önemini göstermektedir.

İçecekler içinde en dikkati çeken çaydır. Çay yaprağı florid düzeyi 3.2-400 mg/kg kuru ağırlıktır. 12 çay çeşidinde yapılan bir çalışmada, çayın demlenip içime hazır hale getirildiğinde, florid miktarının 0.4-2.8 mg/L arasında değiştiği gösterilmiştir (23).

### **2.1.3 Diş Çürüklerinin Önlenmesinde Florid Uygulamaları**

1950'li yıllarda WHO (World Health Organization) tarafından başlatılan ağız ve diş sağlığı çalışmalarında DMF (çürük, çekilmiş diş, dolgu) indeksi kullanılarak birçok ülkede diş sağlığı durumu incelenmiştir. WHO'nun son yıllarda yayınladığı ve WHO Ağız Sağlığı Programı'nı içeren açıklamaya göre, diş çürükleri, birçok gelişmiş ülkede okul çocuklarının %60-90'nı ve erişkinlerin büyük çoğunluğunu etkileyen önemli bir halk sağlığı problemi haline gelmiştir (17,20,32,33,34,35,36).

Diş çürüğü ülkemizde de en yaygın görülen sağlık sorunlarının başında gelmektedir. Bu nedenle diş çürüklerinden korunmak için ağız ve diş sağlığı eğitiminin verilmesi, beslenme alışkanlıklarının düzenlenmesi ve çeşitli florid uygulamalarının gerçekleştirilmesi gerekmektedir (37,38).

20. yüzyılın ilk yarısında ABD'de suların floridlenmesi ile diş çürüklerinin ortalama %50 oranında azaldığının gösterilmesi diş çürüklerinden korunmada floridin önemi ön plana çıkmıştır. Bugüne kadar sürdürülen çalışmalarda suların floridlenmesi, floridli diş macunu, yüzeysel etkili floridli preparatlar ve florid tabletlerinin kullanılması ile diş çürüğü insidansında anlamlı ölçüde azalmalar saptanmıştır (39,40,41).

Florid, diş çürüklerinin yaygınlığını azaltmada önemli bir ajandır. Bunu; bakteriler tarafından yıkıma uğramış minerin remineralizasyonu, asit ataklarına karşı

minenin kimyasal yapısını değiştirerek daha dirençli hale getirerek ve bakterilerin asit üretimini azaltarak başarır (17,20,26,31,42). Bilindiği gibi ağız ortamında demineralizasyon ve remineralizasyon süreçleri devamlı olarak birbirini izlemektedir. Fluoridlerin bu süreçleri etkileyerek demineralizasyonu yavaşlatması, remineralizasyonu artırması nedeniyle bu element diş hekimliğinde pek çok alanda kullanılmaktadır. Fluoridler diş hekimliğinde; sağlıklı bireylerde, çürüğe eğilimli olanlarda, erozyon ve hassasiyet tedavisinde, özel bakıma ihtiyacı olan gruplarda uygulanmaktadır. Özel bakıma ihtiyacı olan grupları ise ortodontik tedavi görenler, baş-boyun kanserleri nedeniyle radyoterapi yapılan hastalar, gebeler, yaşlılar, ağız kuruluğu olanlar ve özürlü çocuklar oluşturmaktadır ki bu grupları oluşturan bireylere fluoridlerin uygulanması son derece önem taşımaktadır (17,20,43).

Fluoridlerin diş çürüğünden korunmada kullanılması çalışmaları 19. yüzyıl sonlarından başlayarak günümüze kadar süregelmektedir. Yapılan sayısız araştırmalarla fluoridin çok zayıf konsantrasyonlarda bile çürük oluşumunu engelleyebildiği ortaya konulduktan sonra, bu amaçla fluorid bileşiklerinden en fazla yararlanılabilecek yöntemlerin geliştirilmesine çalışılmaktadır (26,40,44,45).

Fluoridin çürük oluşumunu önleyici bir ajan olduğunu bildiren çok sayıda araştırma bulunmaktadır (44,45,46,47,48,49). Fluorid dişe hem yüzeyel hem de sistemik yolla etki etmektedir (20,50,51,52). Fluorid mineye ve dental plağa etki ederek ve remineralizasyonu artırarak çürük önleyici etki göstermektedir (26,51,52). Fluorid minenin mineral yapısına katılarak hidroksiapatiti daha az çözünür olan fluorapatite dönüştürerek asitte mine çözünürlüğünü azaltır. Bu, fluoridin mineye olan etkisidir. Fluorid aynı zamanda dental plağa da etki eder. Dental plağı doğrudan etkileyerek plakta bulunan mikroorganizmaların asit oluşumunu azaltır. Ayrıca asitlerle demineralize olan alanlarda diş minesinin tamirini sağlar, remineralizasyonu destekler (44,52).

Mine yüzeyinde ve içinde bulunan fluorid iyonları, mineyi zenginleştirerek yalnız diş çürüğüne karşı dirençli kılmaz, aynı zamanda çürüğe neden olan bakterilerden kaynaklanan asitlerin neden olduğu erken dönem diş çürüklerinin tamirini

ve remineralizasyonunu da sağlar. Remineralizasyon için gerekli florid iyonları floridlenmiş su, diş macunu, ağız gargarası ve jeller gibi diğer floridli ürünlerden sağlanır. Maksimum çürükten korunma, floridin sistemik olarak diş oluşumunun tüm evrelerine katılması ve sürmeden sonra yüzeysel etkisiyle sağlanır (26,53).

Son yıllarda floridin diş sürme öncesi etkisinin daha çok sistemik yolla, diş sürme sonrası etkisinin ise daha çok yüzeysel uygulama ile oluştuğu kabul edilmektedir. Florid diş sürme öncesi mine oluşumu ve minenin olgunlaşma aşamalarına etki eder. Mine oluşumu esnasında eser element olarak çeşitli enzimatik olaylara karışıp, mine organik matriksini oluşturan kerato-protein lifçiklerin sentezinde rol oynar. Daha sonra florid bu organik matriksin mineralizasyonu sırasında, oktakalsiyum fosfatların kalsiyum fosfat yapısının en dirençli şekli olan hidroksiapatite dönüşmesinde rol oynar (50,51,54).

Diş sürmesi sonrası, dişlere %2-6 oranında yerel florid uygulamaları da yapılmaktadır. Bu yöntem kullanıldığında floridin apatit yapısına girişi farklıdır. Yüksek konsantrasyonlardaki florid bileşiği doğrudan temasta bulunduğu yüzeysel hidroksiapatit kristalini iyonize eder ve açığa çıkan kalsiyum ile reaksiyona girerek yüzeysel bir  $CaF_2$  tabakası oluşturur. Yerel uygulanan preparatların belirli bir süre diş yapışma özelliği nedeniyle yeni oluşan  $CaF_2$  tuzu diş yüzeyinden uzaklaşmaz, çözünürlüğünün az olması nedeniyle alttaki kristallerine florid iyonlarını yollayıp bunların florid hidroksiapatite dönüşmelerini sağlar (55,56).

**Hellwig E ve Lennon AM (2004)**, floridin diş sürme öncesi veya sonrası dönemde çürük önleyici etkisini göstermiş placebo-kontrollü, randomize veya prospektif çalışmaların bulunmadığını belirtmişlerdir. Klinik ve laboratuvar çalışmalarının dikkatlice incelenmesinin sonucunda ise floridin çürük önleyici etkisinin esas olarak sürme sonrası dönemde gerçekleştiğini bildirmişlerdir (54).

## **2.2 Simanlar**

### **2.2.1 Simanlar Hakkında Genel Bilgi**

Arkeolojik bulgular, simanların M.Ö. 2000’li yıllarda Aztek uygarlığında, yapılan benzeri materyallerin yapıştırılması için kullanıldığını göstermiştir. 1858’ de Rostaing’in ilk simanı bulmasından önce yapılan sabit protezlerin nasıl yapıştırıldığı tarih içerisinde pek belirgin değildir.

20. yüzyılın ilk başlarında çinko oksit-fosforik asit, çinko oksit-öjenol (%85 karanfil yağı), ve silikat cam-fosforik asit simanları keşfedilmiştir. Bu simanlar, yeni simanların geliştirilmeye başlandığı 1970’li yıllara kadar geniş bir kullanım adına sahip olmuşlardır. İlk olarak çinko poliakrilat (polikarboksilat) simanlar, sonra cam iyonomer simanlar ve daha sonraları rezin ve hibrid iyonomer simanlar geliştirilmiştir. Yeni çıkan simanlar, pulpa üzerindeki minimal etkileri, benzer nitelikte dayanıklılık ve çözünürlük karakterleri ve adeziv özellikleri sayesinde çinko fosfat simanlara alternatif olmuşlardır.

Akrilik rezinlerin geliştirilmesi, 1950’lerin ortasında polimetil metakrilatların gelişimine yol açmıştır. Bu materyaller, adezyon eksikliği, sızıntı ve toksisite gibi özellikleri nedeniyle rutin simantasyonda sınırlamalar içermekte idi. Son 15 yılda polimerize olabilen bis-GMA ve diğer dimetakrilat monomer simanlar, kuronların ve ortodontik braketlerin mineye yapıştırılmasında kullanılabilir duruma gelmişlerdir.

Simanların farklı uygulamalarda kullanılması farklı fiziksel özellikler ve uygun klinik manüplasyonu gerektirmektedir. Değişen ihtiyaçlara karşılık olarak, yeni uluslararası standartların yanısıra(International Standards Organization [ISO] ), spesifik bileşimlerden çok uygulama kriterlerine dayandırılan çeşitli ulusal standartlar da (American National Standards Institute/American Dental Association [ANSI/ADA]) geliştirilmektedir.

Simanların çoğu toz-likit halinde bulunan materyallerdir ve elle karıştırılırlar veya bazıları da kapsül içinde bulunurlar ve mekanik olarak karıştırılırlar. Yeni çıkan simanların bazıları iki macundan oluşmaktadır. Simanlar içeriğindeki maddelerin

kimyasal reaksiyonu (sıklıkla asit-baz reaksiyonu) veya monomerik bileşenlerin polimerizasyonu ile kullanıma hazırlanırlar (57).

Simanların bazı özelliklere sahip olması gerekmektedir. Simanlarda olması gereken özelliklerden bazıları aşağıda sıralanmıştır (1,57,58):

- İdeal bir simanın öncelikle canlı diş dokusuyla iyi geçinmesi, içeriğinde pulpayı irrite edici toksik madde bulundurmaması ve hatta, çürük önleyici özellikleri taşıması gerekir. Fluorid içeren simanlar bu özellikleri taşıyan örneklerdir.
- İdeal bir simanın ağız ortamındaki likitlerde çözünürlük oranı çok düşük olmalıdır, ve nemden etkilenmemelidir.
- Kuron ile diş arasındaki en ince ayrıntılara kadar ulaşabilmeli ve düşük viskoziteye sahip olmalıdır.
- Çiğneme kuvvetlerine ve yapışkan gıdaların çekme kuvvetlerine karşı dirençli olmalıdır.
- Estetik materyallerle birlikte kullanılacak ise ışık geçirgenliği yeterli olmalıdır.
- Sıcak ve soğuk gıdaların ısı farkını canlı dişe iletmeyecek kadar ısı yalıtkanlığı mevcut olmalıdır.
- Sertleşme esnasında açığa çıkan eksotermik ısı canlı dişin pulpasına zarar vermeyecek kadar düşük olmalıdır.
- Hekime yeterli çalışma süresi tanınmalı, manüplasyonu kolay olmalı ve tekrar uzaklaştırılabilmelidir.
- Üzerine gelecek dolgu maddelerinin yapısını bozmamalı ve onlara yapışabilmelidir.
- Diş sert dokularına adhezyonu iyi olmalıdır.
- Radyografik incelemelerde görünebilecek kadar radyopak olmalıdır.
- Raf ömrü uzun olmalıdır.



Kaide maddesi olarak kullanılan simanlarda birtakım özellikler aranmaktadır. Bazı dolgu maddelerinin direkt olarak dentin üzerine yerleştirilmesi uygun değildir. Kaide maddesinin kullanım amacı dentin kanalcıkları aracılığı ile pulpa ile ilişkide olan dentin ile dolgu maddesi arasında bir set oluşturmaktır. Özel durumlara göre kaidenin ısısız, kimyasal ve elektriksel set oluşturmaları istenir. İlave olarak, kaide maddesi dolgunun yerleştirilmesi esnasında uygulanacak kuvvetlere karşı yeterli direnci gösterebilmelidir. Kaide maddesinin, pulpayı ani ısı değişimlerinden koruyucu bir set oluşturmaları istenirken simanların izole edici etkileri ısı iletkenliği veya ısı difüzyon katsayıları ile değerlendirilir (2).

Isısız izolasyon, amalgam gibi metalik bir dolgu maddesi veya akrilik gibi ekzotermik reaksiyonla sertleşen dolgu maddelerinin kullanımında beklenir. Amalgamın ısı iletkenliği dentine göre 40 kat daha fazladır. Yalnızca çok ince bir dentin tabakasının kaldığı çok derin kaviteelerde hastanın ağzına soğuk ve sıcak yiyecekler almasıyla pulpada termal şok meydana gelebilir. Yeterli kalınlıkta olan izole edici bir tabaka bunu önleyebilir. Pulpada zararlı etki meydana getirecek bir başka faktör, dolgu maddelerinin sertleşmesi esnasında açığa çıkan ısıdır. Örneğin akrilikler küçük kaviteelerde yaklaşık 10°C'lik bir ısı artışına neden olurken, bazı ışıkla aktive olan sistemlerde, ortalama ısı artışı 20-40°C arasındadır. Kaide maddesinin görevlerinden biri de bu tip uyaranlara karşı koruyucu bir set oluşturmaktır (2).

### **2.2.2 Simanların Sınıflandırılması**

Son 15 yılda yapılan araştırmaların sonucunda, simanlar 5 ana gruba ayrılmaktadır ve matris oluşumu türlerine göre sınıflandırılmaktadır (57) (Tablo 1).

**Tablo 1.** Matriks formuna göre dental simanların sınıflandırılması.

<b>Matriks formuna göre siman</b>	<b>Siman sınıfı</b>	<b>Tipi</b>
<b>Fosfat</b>	Çinko fosfat	Çinko fosfat Çinko fosfat florid Çinko fosfat bakır oksit/tuzları Çinko fosfat gümüş tuzları
	Çinko silikofosfat	Çinko silikofosfat Çinko silikofosfat civa tuzları
<b>Fenolat</b>	Çinko oksit-öjenol	Çinko oksit-öjenol Çinko oksit-öjenol polimer Çinko oksit-öjenol EBA/alumina
	Kalsiyum hidroksit salisilat	Kalsiyum hidroksit salisilat
<b>Polikarboksilat</b>	Çinko polikarboksilat	Çinko polikarboksilat Çinko polikarboksilat florid
	Cam iyonmer	Kalsiyum alüminyum polialkenoat Kalsiyum alüminyum polialkenoat-polimetakrilat
<b>Rezin</b>	Akrilik	Poli(metil metakrilat)
	Dimetakrilat	Dimetakrilat unfilled Dimetakrilat filled
	Adeziv	4-META
<b>Rezin-modifiye cam iyonmerler</b>	Hibrid iyonmerler	Kimyasal sertleşen
		Işıkla sertleşen

### 2.2.2.1 Fosfat Bazlı Simanlar

Fosfat bazlı simanlar, bazı temel metal oksitlerin fosforik asit ile şiddetli reaksiyonu sonucu, suda düşük çözünürlüğü olan fosfat tuzlarının oluşmasına dayanan, diş hekimliğinde yaygın kullanımı olan bir siman türüdür.

### 2.2.2.1.1 Çinko Fosfat Simanları

#### 2.2.2.1.1.1 Çinko Fosfat Simanı

Çinko fosfat simanlar biri toz diğeri likitten oluşan ve elle karıştırılan iki kısımdan meydana gelir. Tipik bir fosfat simanın bileşimi Tablo 2’de verilmiştir (2).

**Tablo 2.** Çinko fosfat simanların bileşimi.

Toz	Çinko oksit	Yaklaşık %90’nı oluşturur
	Diğer metalik oksitler	Yaklaşık %10
Likit	Fosforik asitin sulu solüsyonu	%50-60 yoğunlukta
	AlPO <sub>4</sub>	Tampon olarak %10’a kadar
	Zn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	

Tozun esas reaktif kısmı çinko oksitten oluşur. Az miktarda diğer oksitler de bulunabilmektedir. Toz/likit oranı vakaya göre değişir. Kaide maddesi için kullanılacak toz/likit oranı 3:5:1 civarındadır. Toz/likit oranı düştükçe simanın direnci daha düşük olur ve irrite edici etkisi artar. Toz/likit oranı arttıkça daha viskoz bir karışım, kısa hazırlama süresi, daha yüksek dayanıklılık, düşük çözünürlük ve daha az asidite elde edilir (1,2,57,58,59,60).

Oda sıcaklığında (21-23<sup>0</sup>C) çalışma süresi 3-6 dak., sertleşme zamanı 5-14 dak.dır. Film kalınlığının minimum değeri, toz partiküllerinin büyüklüğüne, toz/likit oranına ve karışım yoğunluğuna bağlıdır. ISO ve ANSI/ADA tarafından belirlenen film kalınlığı 25 µm’den daha azdır (1,2,57,58,59,60). Tipik bir çinko fosfat simanın kaviteye yerleştirilmesinden 5 dak. sonraki baskı dayanıklılığı 30 MPa’dır. Gerilme dirençleri ise 5-7 MPa’dır (2,56,57,60). Yeni karıştırılmış çinko fosfat simanın pH’sı 1-2 olup oldukça asidiktir, sertleştikten 24 saat sonra bile pH 6-7 arasındadır (2,57,60,61,62,63).

Çinko fosfat simanların en büyük avantajları; kolay karıştırılabilmeleri, çabuk sertleşmeleri ve film kalınlığı çok ince olmadığı sürece yeterli dayanıklılığa sahip olmasıdır. Çinko fosfat simanların en belirgin dezavantajları; pulpadaki irritasyonları,

antibakteriyal ve adezyon etkilerinin eksikliği, kolay kırılabilimleri ve ağız sıvılarında çözünöbilmeleridir. Çinko fosfat simanlar; kuron, köprü ve ortodontik bantların simantasyonunda ve pulpayı mekanik, termal ve elektriksel uyarılara karşı korumak için kaide maddesi olarak kullanılırlar (57,64).

#### **2.2.2.1.1.2 Çinko Fosfat Fluorid Simanı**

Çinko fosfat simanların tozu eser miktarda florid tuzları ihtiva eder. Bunun simandan dışarı sızarak çevredeki dişlerde bir miktar koruma sağladığına inanılmaktadır. Sızan florid, silikat veya cam iyonmer simanlardan sızan floridden çok daha azdır. Bazı ortodontik simanlarda %1-3 oranında kalay florid bulunmaktadır. Bu simanlar, florid salınımlarına bağılı olarak çinko fosfat simanlara nazaran daha yüksek çözünörlük ve daha düşük kuvvete sahiptirler. Bu tür simanlardan mineye florid salınımı, minede daha az çözünmeye ve antikaryojenik etkilere neden olmaktadır (2,57,58).

#### **2.2.2.1.1.3 Çinko Fosfat Bakır Oksitli Simanlar**

Toz ve likitten oluşurlar. Likit fosforik asit solüsyonu, toz ise çinko oksit ve siyah bakır oksitten oluşur. Siyah bakır simanlar bakır oksit (CuO); kırmızı bakır simanlar bakır dioksit (Cu<sub>2</sub>O) içerirken diğlerleri bakır iyodid veya silikat içerirler. Bakırdan dolayı siyah renklidir. Sertleşme reaksiyonu çinko fosfat simanlara benzer. Bu simanlarda uygun manüplasyon özelliklerini sağlamak için daha düşük toz/likit oranı gerektiğinden karışım yüksek derecede asidiktir ve daha fazla pulpa irritasyonuna sebep olur.

Çinko fosfat simanlara nazaran çözünörlükleri daha yüksek ve kuvvetlere karşı dirençleri daha düşüktür. Ayrıca bakteriyostatik veya antikaryojenik özellikleri zayıftır. Çürüğün tamamen temizlenmesinin mümkün olmadığı süt dişlerinde dolgu maddesi olarak kullanılırlar. Bir başka kullanım yerleri splintlerin ve ortodontik apereylerin

simantasyonudur. Ancak geliştirilen yeni materyaller bu kullanımlarını sınırlamıştır (1,2,58).

#### **2.2.2.1.1.4 Çinko Fosfat Gümüş Simanları**

Gümüş simanları genellikle küçük bir oranda gümüş fosfat gibi tuz ihtiva ederler. Çinko fosfatlara nazaran herhangi bir avantajları saptanmamıştır (57).

#### **2.2.2.1.2 Çinko Siliko Fosfat Simanları**

##### **2.2.2.1.2.1 Çinko Silikofosfat Simanlar**

Toz ve likitten oluşurlar. Likit tamponlanmış fosforik asit (%45'i su ve %2-5'i alüminyum ve çinko tuzu içerir), toz ise çinko oksit (%10-20) ve alumina silikat camın karışımıdır. Çinko silikofosfat simanların sertleşme süresi 5-7 dak., çalışma süresi yaklaşık olarak 4 dak.dır. Çinko silikofosfat simanların basma dayanımları 140-170 MPa, gerilme dirençleri 7 MPa'dan düşüktür. Çözünürlükleri, organik asitlerde ve ağız içerisinde fosfat simanlara nazaran daha düşüktür. İçeriğindeki florid sayesinde antikaryojenik özellik gösterebilmektedir. Cam ihtiva etmesi sayesinde fosfat simanlara nazaran daha fazla translusensi göstermektedir (2,57).

Silikofosfat simanların en önemli avantajları; , çinko fosfat simanlardan daha kuvvetli, dayanıklı, aşınmaya dirençli olmaları, önemli ölçüde florid açığa çıkarmaları, translüent olmaları, klinik koşullarda daha düşük çözünürlükte ve daha iyi yapışma göstermeleridir. En önemli dezavantajları; başlangıç pH'larının ve total asiditelerinin çinkofosfat simanlara göre yüksek olması, pulpa hassasiyetinin uzun sürmesi ve pulpa koruması gerektirmesidir (57).

Bu simanlar sabit restorasyonların simantasyonunda ve ortodontik bantların yapıştırılmasında (Tip I), posterior geçici dolgu maddesi olarak (Tip II) ve çift-amaçlı (dual-purpose) materyal (Tip III) olarak kullanılmaktadır (2,57). Sabit restorasyonların simantasyonunda, translüentliklerinin (ışık geçirgen özellikleri) daha fazla olması

estetik açıdan avantaj sağlar. Son yıllarda ise bunların yerini cam iyonomer ve reçine simanları almıştır (2,57,58).

### 2.2.2.2 Fenolat Bazlı Simanlar

#### 2.2.2.2.1 Çinko oksit öjenol simanları

##### 2.2.2.2.1.1 Çinko oksit öjenol simanları

Çinko oksit öjenol simanı toz ve likitten oluşur. Patın toz kısmı 'çinko oksit', likit kısmı ise 'öjenol'dür. Bileşimi Tablo 3'de görülmektedir (2).

**Tablo 3.** Çinko oksit öjenol simanlarının bileşimi.

	Bileşimi	İşlevi
Toz	Çinko oksit	Reaksiyonu oluşturan madde
	Çinko asetat	Akselaratör
	(%1-5)	
Likit	Öjenol	Reaksiyonu oluşturan madde
	Zeytinyağı	Akışkanlığı ayarlar
	(%5-15)	

Toz/likit oranının maksimum dayanıklılık için 3:1 veya 4:1 olması gerekmektedir (4, 20). Çinko oksit öjenol simanlarının basma dayanımı çinko fosfat simanlarından daha düşüktür, 7-40 MPa arasında değişir. Gerilme dirençleri de düşüktür. Reçine destekli simanlarda basma dayanımı 40 MPa iken, reçine desteksiz simanlarda 20 MPa'a kadar düşer. Pulpaya zararlı etkileri yoktur (2,57,60,65,66).

Bu simanların başlıca avantajları; iyi örtücü özellikleri, marjinal penetrasyona dirençli olmaları, pulpa üzerindeki analjezik, antiseptik özellikleri ve pulpayı iyileştirici özellikleridir. Başlıca dezavantajları ise; düşük kuvvet ve abrazyon dirençleri, yüksek çözünürlük ve antikaryojenik etkilerinin az olmasıdır. Çinko oksit öjenol simanlar, kuronların simantasyonunda, geçici dolgu maddesi olarak ve derin kavitelere kaide maddesi olarak kullanılmaktadırlar. Bu simanlar esas olarak amalgam dolgular altında tek başına veya çinkofosfat simanlarla birlikte kullanılır (2,57,59,67).

### **2.2.2.2.1.2 Çinko oksit öjenol polimer simanları (Güçlendirilmiş çinko oksit öjenol simanlar)**

Bunlar ‘güçlendirilmiş çinko oksit öjenol simanlar’dır ve rezinler çinko oksit ile reaksiyona girerek matris yapısını güçlendirirler. İçerdikleri rezinden dolayı erirlikleri çinko oksit öjenol simanlara göre daha azdır (1,2,57). Bu simanlar, sertleşme için neme ihtiyaç duymaları nedeniyle uzun çalışma zamanı gerektirirler. Ağız ortamında 7-9 dak. olan sertleşme zamanı toz/likit oranının azaltılması ile uzatılabilir. Bu materyaller, 35-55 MPa arasında basma dayanımına, 5-8 MPa arasında gerilme direncine sahiptir (57,59).

Bu simanların en önemli avantajları; minimal biyolojik etki, iyi örtücü özellikler ve restorasyonların simantasyonunda yeterli dayanıklılık göstermesidir. En önemli dezavantajları; çinko fosfat simanlara nazaran daha düşük dayanıklılık ve daha yüksek çözünürlülük göstermesi ve bazı rezin restoratif materyallerin yumuşaması ve renklemesidir. Çinko oksit öjenol polimer simanları, kuron ve köprülerin simantasyonunda, kaide maddesi olarak ve geçici dolgu maddesi olarak kullanılmışlardır (57).

### **2.2.2.2.1.3 Çinko oksit öjenol EBA(Etoksi Benzoik Asit)/alumina simanları**

EBA simanlarının tozu esas olarak, %20-30 alüminyum oksit veya diğer mineral doldurucular içeren çinko oksittir. Polimetilmetakrilat gibi polimerik güçlendirici ajanlar da içerebilir. Likiti ise, artık öjenol ile %50-66 oranında etoksibenzoik asit içerir (57,59,60).

Karıştırma süresi yaklaşık olarak 2 dak.dır. Maksimum dayanıklılığa ulaşması için birkaç gün geçmesi gerekmektedir. Çalışma zamanı oda sıcaklığında neme bağlı olarak uzundur. Ağız ortamında sertleşme zamanı 7-13 dak.dır. Bu simanların basma dayanımı 55-70 MPa, gerilme direnci 3-6 MPa’dır.

EBA simanlarının en önemli avantajları; kolay karıştırılabilmeleri, uzun çalışma süreleri, akışkanlık özelliklerinin iyi olması ve pulpaya az irritasyon göstermeleridir. Önemli dezavantajları ise; hassas toz/likit oranı, ağız sıvılarındaki hidrolitik çöküntü (breakdown), plastik deformasyon ve çinko fosfat simanlara nazaran daha düşük dayanıklılıktır. Bu materyaller, inleylerin, kuronların simantasyonunda, geçici dolgu maddesi olarak ve kaide maddesi olarak kullanılmaktadır (57).

#### **2.2.2.2.2 Kalsiyum Hidroksit Salisilat Simanlar**

##### **2.2.2.2.2.1 Kalsiyum Hidroksit Salisilat Simanlar**

Bu materyaller genel olarak iki patlı sistemlerdir. Bir patı, etilen toluen sülfonimide kalsiyum hidroksit, çinko oksit ve çinko tuzları, diğer patı butan-1,3-diolün sıvı disalisilat esterinde kalsiyum sülfat, titanyum dioksit ve kalsiyum tungsten (radyopak ajan) içerir. Bu simanların çalışma süreleri neme bağlı olarak 3-5 dak. arasında değişir. Ağız içerisinde serleşme oldukça hızlıdır, 1-2 dak. civarındadır. Bu simanların basma dayanımları 7. dak.da 6 MPa, gerilme dirençleri 1.5 MPa, 1 saat sonra 10 MPa ve 1.5 MPa, 24 saat sonra 14-20 MPa ve 1.7-2 MPa'dır (57,59,68).

Kalsiyum hidroksit pH'sı 11 olan kostik bir maddedir. Ancak asitleri nötralize edebilir. Kalsiyum hidroksit aynı zamanda da doku dostu bir maddedir. Kalsiyum hidroksitin özellikle aerop mikroorganizmalar olmak üzere dezenfektan ve bakterisit özellikleri vardır. Kalsiyum hidroksit çözüldüğünde,  $Ca^{+2}$  ve  $OH^-$  iyonları oluşur. Oluşan hidroksil iyonları bakteriler üzerinde bakterisit etki yapar.  $Ca^{+2}$  ise enzimleri bloke eder (1). Kalsiyum hidroksitin kalsifikasyon başlatma özelliği de vardır, buna bağlı olarak kavite tabanında sekonder dentin oluşmasını sağlar. Bu simanların avantajları; kolay manüplasyonları, hızlı sertleşmeleri, iyi örtücü özellikleri ve açık pulpa ve çürük dentin üzerindeki yararlı etkileridir. Dezavantajları ise; düşük dayanıklılık, plastik deformasyon, neme karşı dayanıksız olmaları ve asidik ortamlarda ve marjinal kenar aralıklarında çözünür olmalarıdır (2,57).

Kalsiyum hidroksit silikat ve reçine esaslı dolgu maddelerinin altında kaide maddesi olarak kullanılmaktadır. Çinko oksit öjenol simanlarının tersine dolgu maddesi



üzerinde hiçbir yan etkisi yoktur ve pulpayı asit ve monomerlere karşı korur. Kaide maddesi olarak kullanılanlara benzer bileşimdeki kalsiyum hidroksit patları bileşimlerine geciktiriciler ilave edilerek kanal dolgu maddesi olarak da kullanılmaktadır. Geciktiriciler materyalin sertleşme zamanını geciktirerek, kanalın sıcak, nemli ortamında yeterli çalışma zamanı sağlar. Kalsiyum hidroksit patlarının diğer alternatif patlara avantajı, apikal alanlara irrite edici etki yapmaksızın antibakteriyel etkiye sahip olmalarıdır. Ayrıca pulpa kuafajındaki mekanizmaya benzer şekilde apikal bölgede sert doku tamirinin stimülasyonuna da yol açar. Ancak dayanıklılıklarının az olması ve kolay erimeleri bunların yapıştırıcı siman olarak kullanılmasını sınırlamaktadır (2).

### **2.2.2.3 Polikarboksilat Bazlı Simanlar**

#### **2.2.2.3.1 Çinko Polikarboksilat Simanlar**

##### **2.2.2.3.1.1 Çinko Polikarboksilat Simanlar**

Polikarboksilat simanlar, çinko oksit öjenol materyallerinin biyolojik kabul edilebilirliği ile fosfat sistemlerin dayanıklılık özelliklerinin kombine edilmesiyle dental adeziv simanlar olarak 1960'ların sonlarında geliştirilmişlerdir (57,60). Simantasyonda önerilen toz/likit oranı 1:5:1 gramdır. Oda sıcaklığında çalışma süresi 2.5-3.5 dak., sertleşme süresi 6-9 dak.dır (57,58,59,60).

Bu simanların basma dayanımı 55-85 MPa, gerilme direnci 8-12 MPa'dır. Basma dayanımı toz/likit oranı arttıkça ve alümina veya kalay florid eklendikçe yükselir. Bu simanlar çinko fosfat simanlara nazaran daha düşük basma dayanımına sahip olmalarına karşın, daha yüksek gerilme direncine sahiptirler (56,57,69). Diğer tüm simanlarda olduğu gibi, bu simanlarda da dayanıklılık ve erime yüksek toz/likit oranı ile sağlanır (2).

Bu simanların en önemli avantajları; az irritasyon göstermeleri, dişe ve metal alaşımlara adezyon göstermeleri, kolay manüple edilmeleridir ve dayanıklılık, çözünürlük ve film kalınlığı gibi özelliklerinin çinko fosfat simanlarla karşılaştırılabilir olmasıdır. Dezavantajları ise; optimal özellikler için doğru toz/likit oranına sahip

olmaları gerekliliği, hassas manüplasyon, çinko fosfat simanlara nazaran daha düşük basma dayanımı ve daha yüksek viskoelastisite göstermeleri, kısa çalışma zamanına sahip olmaları ve adezyon özelliklerinin sağlanabilmesi için temiz bir yüzeye sahip olmaları gerekliliğidir. Çinko polikarboksilat simanları, kuron, köprü ve ortodontik bantların simantasyonunda, kaide maddesi olarak ve geçici dolgu maddesi olarak kullanılmaktadır (57,70).

#### **2.2.2.3.1.2 Çinko Polikarboksilat Fluorid Simanları**

Günümüzde geliştirilen karboksilat simanlar bileşimlerine ilave edilen florid tuzları ile çürük önleyici etkiye kavuşturulmuştur (2,58).

#### **2.2.2.3.2 Cam İyonomer Simanlar**

Cam iyonomer simanlar ilk 1971 yılında *Wilson* ve *Kent* tarafından diş hekimliğine tanıtılmıştır (69). Toz bölümü silisyum oksit, alüminyum oksit, kalsiyum florid, alüminyum fluorid ve cam tozları (alüminyofosfosilikat) gibi maddeler içerirler. Kullanılan cam tozları asitle parçalanabilen cam olup ince toz haline getirilmişlerdir. Sudaki asit ile karşılaştıklarında  $Ca_2^+$  ve  $Al_3^+$  gibi iyonlar salarlar. Likit bölümü ise poliakrilik asit, tartarik asit, itakonik asit veya sadece distile su olabilir. Likit bölümünde sadece su içerenlerde poliakrilik asit yerine tozda polimaleik asit bulunur (1,57). Bileşimleri Tablo 4'te görülmektedir (2).

Konvansiyonel tipte cam iyonomer simanların yapıştırma için kullanılmasında toz/likit oranı 1:3:1'dir. En iyi sonuç tozun soğutulmuş bir yüzey üzerinde likitle karıştırılması sonucunda elde edilir ve restoratif karışımın macun benzeri bir kıvama ve parlak bir yüzeye sahip olması, diş ve restorasyon yüzeylerinin de temiz ve kuru olması gereklidir (57,59). Cam iyonomerlerin dişle olan bağlantılarının artırılmasının sınırı vardır. Simanın kendi germe dayancı sadece 12 MPa'dır ve mine ile germe bağlantısını ölçme çalışmalarında kopma genellikle 5 MPa civarında simanda meydana gelen kohesiv kopma ile oluşur. Bu diş ile olan yüksek bağlantı kuvveti nedeni ile simanda yüksek bir gerilim alanı olduğunu belirtmektedir (2,59).

**Tablo 4.** Cam iyonomer simanların bileşimi.

<b>Toz/likit materyaller</b>	
Toz	%20 CaF ihtiva eden sodyumalimosilikat camı ve eser elementler
Likit	Akrilik asit/itakonik asit polimerlerinin sulu solusyonu
veya	Maleik asit/akrilik asit kopolimerinin sulu solusyonu
veya	Maleik asit kopolimerinin sulu solusyonu
ve	Sertleşme özelliklerini kontrol etmek için bazı ürünlerde tartarik asit vardır
<b>Toz/su materyaller</b>	
Toz	Cam(yukarıdaki gibi)+dondurulmuş poliasit(akrilik, maleik veya kopolimerleri)
Su	İmalatçılar damlalıklı bir su şişesini de sağlamaktadırlar
veya	İmalatçılar tartarik asitin seyreltik sulu solusyonunu sağlarlar

Cam iyonomerlerin ısı iletkenliği dentine yakındır. Bu nedenle materyalin pulpa üzerinde yeterli izole edici etkisi vardır ve pulpayı ısıl travmadan korur (1,2). Gingivaya da iyi uyum gösterirler (1). Cam iyonomer simanların ısı genleşme katsayıları ( $13-16 \text{ ppm}^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) dişin ısı genleşme katsayısına yakındır ( $8-11 \text{ ppm}^{\circ}\text{C}^{-1}$ ). Mine ve dentinle olan bağlantı ile beraber bu özellik, pulpayı mikrosızıntıya karşı korur. Sertleşmiş cam iyonomer simanın matris fazı tuz oluşumuna girmediğinden büyük miktarda hareketli florid iyonları ihtiva eder. Mobil florid iyonları simanın yüzeyine sızarak tükürük içine karışabilirler veya çevre diş dokusu ile reaksiyona girerler. Bu nedenle cam iyonomerlerin varlığı çevre diş dokularındaki çürük olasılığını azaltır. Cam iyonomerler oldukça kırılındırlar, bükülme dayanıklılıkları sadece 15-20 MPa'dır (kompozitler için >70MPa) ve daimi dişlerde her türlü amaç için kullanılamazlar, ancak özel durumlarda kullanılırlar (2).

Florid içerdikleri için antikaryojenik özelliğe sahiptirler. Cam iyonomer simanların bu özelliği florid salımından ve depolanmasından kaynaklanır. Florid minedeki hidroksilapatitin hidroksil iyonları ile yer değiştirerek çürüğe karşı son derece dayanıklı olan fluorürapatiti meydana getirir. Florid ayrıca plak (yemek artıkları ve mikroorganizmaların organize olduğu tabaka) metabolizmasındaki görevli enzimleri

inhibe eder. Fluorid remineralizasyonu olumlu yönde etkileyip, dişleri çürüğe karşı daha dirençli kılar. Geleneksel cam iyonomer simanlar, florid salmayan simanlarla karşılaştırıldıklarında bantlanmış dişlerde beyaz nokta lezyonlarını inhibe ettikleri gösterilmiştir (1,70,71,72).

Cam iyonomerler neme karşı hassastırlar, nem kontaminasyonunda maddenin sertliği azalır ve çözünürlüğü artar. Cam iyonomerler aşırı kuruluğa karşı duyarlıdırlar; aşırı kurulukta çatlak ve yarıklar oluşur, renklenmeler ve kenar sızıntısı başlar. Cam iyonomerler abrazyona, çekme ve gerilme kuvvetlerine karşı dayanıklılıkları azdır. Estetik görünümü ve renk stabilitesi iyi değildir (1,70).

Görünüm açısından polikarboksilat simanlara nazaran daha şeffaftırlar, çünkü reaksiyona girmemiş büyük miktarda çekirdek cam materyali ihtiva ederler. Cam iyonomer simanlar günümüzde ortodontik braketlerin yapıştırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Siman ve diş yapısı arasındaki adeziv bağ yanı sıra florid açığa çıkarmaları, ortodontik tedavi sürecinde dişlerin sağlıklı kalmalarını sağlar (2).

#### **2.2.2.4 Rezinler**

Bu gruptaki materyallerin büyük çoğunluğunu iki tip poli(metilmetakrilat) oluşturur: 1- metil matakrilat bazlı materyaller, 2- aromatik dimetakrilat bazlı bis-GMA tipi materyaller.

##### **2.2.2.4.1 Akrilik Rezin Simanlar**

Bu maddeler birbirleriyle karıştırılan toz ve likitten meydana gelirler. Toz polimetilmetakrilat taneciklerinden (<50µm), kimyasal aktivatörden (genellikle peroksit), ve pigmentten oluşurken, likit metilmetakrilat monomeri ve kimyasal aktivatörden (genellikle tersiyer amin) oluşur. Kullanılan pigmentler, kaide polimerlerinin pembe rengi yerine, genellikle diş rengini verebilmek için beyaz, sarı veya kahverengidir.

Likit toza hızlı bir şekilde karıştırılıp hemen kullanılmalı, artan materyal sertleştikten sonra uzaklaştırılmalıdır, bu işlemin materyal lastik kıvamında iken yapılması marjinal yetmezliklere yol açabilmektedir. Bu materyaller diğer tip simanlardan daha güçlü ve daha az çözünür olmalarına karşın daha az sertlik ve viskoelastisite gösterirler. Ayrıca nemli ortamda diş yapılarına etkili bir biçimde bağlanmaları mümkün değildir (2,57).

Akrilik materyaller kuvvetli asit ihtiva etmemelerine rağmen, sertleşme sonrası bünyelerinde belli bir miktar metilmetakrilat monomeri bulundurlar. Artık monomer irrite edicidir, belirgin bir pulpa reaksiyonu gelişebileceğinden pulpa koruması şarttır. Bunun yanı sıra ekzotermik sertleşme reaksiyonu pulpanın bir kaide ile korunmasını gerektirir. Kaide maddesinin kalsiyum hidroksit olması önerilir. Sertleşme reaksiyonunu engellediği için çinko oksit öjenol kaide maddesi olarak bu dolgu materyalleriyle birlikte kullanılmamalıdır.

Bu materyallerin avantajları; kuvvet ve dayanıklılıklarının yüksek, çözünürlüklerinin düşük olmasıdır. Dezavantajları ise; çalışma sürelerinin kısa olması, pulpa üzerinde zararlı etkilerinin olması ve taşan simanın temizlenmesinin güç olmasıdır (57).

#### **2.2.2.4.1.1 Poli (metil metakrilat) rezin simanları**

Likit-likit, toz-likit veya pasta-pasta formunda üretilen bu materyaller kimyasal özelliklerine ve üretim şekillerine göre değişik polimerizasyon mekanizmalarına sahiptirler. Suda çözünürlülük oranı en düşük olan ve çiğneme kuvvetlerine direnç açısından en avantajlı olan simanlar polimer bağlayıcı simanlardır. En önemli dezavantajları yapıştıkları yerden kolay temizlenememesidir (58).

#### **2.2.2.4.2 Dimetakrilat Rezinler**

Dimetakrilat simanlar toz ve likitten oluşurlar. Tozu organik peroksit başlatıcısı ve polimer tozu içeren borosilikat veya silika camından oluşur. Likiti Bis-GMA ve/veya

amin içeren diğer dimetakrilat monomerlerin karışımıdır. Dimetakrilat simanlar genellikle Bis-GMA sistem esaslıdır ve seramik doldurucu içeren diğer monomerler ile aromatik dimetekrilatın kombinasyonlarıdır. Temelde kompozit restoratif materyallere benzerler. Simanın basma dayanımı 100-200 MPa ve gerilme dirençleri 20-50 MPa olarak bildirilmiştir. Bu değerler geleneksel simanlara nazaran daha yüksektir.

Bu materyallerin başlıca avantajları; yüksek dayanım, ağız içinde düşük çözünürlük ve mine, dentin, metal alaşım ve seramik yüzeylere yüksek mikromekanik yapışma göstermesidir. Başlıca dezavantajları ise; titiz ve çok dikkatli çalışmaları gerekliliği, geleneksel simanlardan daha yüksek film kalınlığı, sızıntı yapabilmeleri, pulpa hassasiyeti ve artık simanın zor uzaklaştırılmasıdır (57).

#### **2.2.2.4.3 Adeziv Rezin Simanlar**

Adeziv akrilik materyaller, dentine kimyasal tutunmayı arttırmak amacıyla metilmetakrilat monomere 4-META (4-metiloksi etil trimelitik anhidrid eklenmesiyle elde edilmişlerdir. Bu simanların fiziksel özellikleri akrilik rezinlere benzemektedir. Bu materyaller metal bazlı köprüler ile kompozit ve amalgamın dentine yapıştırılmasını sağlamak için geliştirilmişlerdir. Kuron köprülerin simantasyonunda geniş bir kullanım alanına sahiptirler (57).

#### **2.2.2.5 Rezin Modifiye Cam İyonomer Simanlar**

Bu simanların sertleşme reaksiyonu asit-baz reaksiyonu ve bu reaksiyona ilave ışık aktivasyonu ile gerçekleşir. Rezin modifiye cam iyonomer simanların uygulamaları geleneksel cam iyonomer simanlara göre daha kolay olup, mekanik ve estetik özellikleri daha iyi olmakla beraber diş sert dokularına kimyasal adezyon, florid salınımı ve termal izolasyon gösterirler (1,73,74).

### 2.2.2.5.1 Hibrid İyonomerler

İçerikleri esas olarak %80 cam iyonomer siman, %20 rezindir. Likidi ışıkla polimerize olan HEMA (Hidroksil metil metakrilat), metakrilat grupları, tartarik ve poliakrilik asit ve %8 sudur. Tozu ise fluoroalüminosilikat, cam tozları içerir. Rezin modifiye cam iyonomer simanların özellikleri geleneksel cam iyonomer siman ve rezin kompozitlerin arasındadır, yani bir hibrit (melez) materyaldir (1,59,60).

Karıştırılırken toz ve likit 30 saniye gibi kısa sürede hızlı bir şekilde yapılmalıdır. Bu simanların yaklaşık olarak 2.5 dak. çalışma süreleri vardır (57). Tablo 5'te rezin modifiye cam iyonomerlerle geleneksel cam iyonomerlerin özellikleri karşılaştırılmalı olarak verilmiştir (59,75).

**Tablo 5.** Cam iyonomer ve hibrid iyonomer simanların mekanik özellikleri.

	Cam iyonomerler	Rezin-modifiye cam iyonomerler
<b>Bükülme direnci (MPa)</b>	25	35-70
<b>Bükülme modulus (GPa)</b>	8	4
<b>Basma dayanımı (MPa)</b>	180-200	170-200
<b>Gerilme direnci (MPa)</b>	22-25	35-40
<b>Büzülme (% vol)</b>	3	3.5-ekspansiyon

Cam iyonomer simanlar yüksek seviyede florid salınımı yapmalarına rağmen, 2.37-5.5 MPa civarında düşük yapışma dirençleri vardır. Rezin modifiye cam iyonomerlerin yapışma dirençleri ise 5.39-18.9 MPa'dır (76,77,78).

Bu materyallerin başlıca avantajları; çok iyi biyolojik uyum göstermesi, estetik olarak geleneksel cam iyonomer simanlara göre daha iyi olması, basınca karşı dirençlerinin konvansiyonel cam iyonomer simanlarla aynı olmasına karşın, gerilme ve transversal dirençlerinin geleneksel cam iyonomer simanların iki katı olması, aşınmaya karşı dirençleri geleneksel cam iyonomer simanlara göre daha iyi olması, geleneksel cam iyonomer simanlar gibi diş yapılarına kimyasal bağlanması, fiziksel özelliklerinin florid salınımı ile değişmemesi, ağız ortamında konvansiyonel cam iyonomer simanlara göre daha az çözünürlük göstermesi, kolay manipülasyonu, uzun çalışma

süresinin olması, florid salınımı ve florid rezervuarı özellikleridir. Dezavantajları ise; hidratasyon, dehidratasyon, polimerizasyon büzülmesi sonucu mikrosızıntı ve dolayısıyla postoperatif hassasiyet ve renklenmesidir. Hibrid iyonomerlerin, kaide maddesi ve kuron ve ortodontik braketlerin yapıştırılması gibi birçok kullanım alanı vardır (1,57,59,70).

### **2.3 Yağlar ve Yağ Asitleri**

Lipidler, başlıca karbon ve hidrojenden yapılmış maddelerdir. Oksijen ise bazılarında karbon ve hidrojen atomlarıyla kıyaslanamayacak kadar az, bazılarında da hiç bulunmaz. Başlıca P, N ve daha seyrek S gibi birkaç atomun bulunuşu, seyrek birkaç lipidedir. Esas karbon ve hidrojenden yapılmış olan ‘doymuş’ ya da ‘doymamış’ zincirlerin kondanse olmuş şekilleridir. Bu zincirlere eklenmiş pek az sayıda alkol ya da karboksil grupları, bir de bileşik lipidlerde, lipid grubundan olmayan gliserol gibi bazı maddelerle bazı karbonhidrat ve v.b. de bulunabilir.

Lipidler, apoler gruplarda yapılmış fakat molekül bileşimleri ve kuruluşları birbirinden pek farklı ve birbirine benzemeyen maddelerdir. Lipidler ya gerçekten veya potansiyel olarak yağ asitleri ile ilişkileri olan heterojen bir grup bileşiklerdir. Bunların suda, nispi olarak çözünememe ve eter, kloroform, benzen ve aseton gibi polar olmayan çözücülerde çözüneme gibi ortak özellikleri vardır. Bu nedenle lipidler, katı yağları, mumları ve onlarla ilişkili birleşikleri kapsamaktadırlar. Lipidler, sadece enerji değerleri yüksek olduğu için değil; fakat doğal yiyecek maddelerindeki yağlarda bulunan yağda çözünebilir vitaminler ve esansiyel yağ asitleri nedeni ile de diyetin önemli yapı taşlarıdır (79,80).

Yaşam için ihtiyacımız olan besin maddelerinden biri olan yağlar; insan ve hayvan beslenmesinde gerekli olan A, D, E ve K vitaminlerinin emilimleri, Omega 3 ve omega 6 yağ asitleri kaynağı olmaları, sinirsel fonksiyonların yerine getirilmelerinde fonksiyonel olmaları, hücre membranlarının permeabilitesini ve stabilitesini sağlamaları gibi önemli biyolojik fonksiyonlarda etkin rol oynamaktadırlar (81).



### 2.3.1 Yağların (Lipidlerin) Sınıflandırması

Lipidlere ait aşağıdaki sınıflandırma Bloor'dan modifiye edilmiştir (79):

#### 2.3.1.1 Basit Lipidler

Bunlar, yağ asitlerinin çeşitli alkollerle yaptıkları esterlerdir.

- **Yağlar:** Yağ asitlerinin gliserol ile yaptıkları esterlerdir. Sıvı haldeki yağ 'sıvı-yag' diye bilinir.

- **Mumlar:** Yağ asitlerinin molekül ağırlıkları daha büyük olan monohidrik alkollerle yaptıkları esterlerdir.

#### 2.3.1.2 Kompleks Lipidler

Yağ asitlerinin içlerinde bir alkol ve bir yağ asidine ek olarak başka gruplar taşıyan, yağ asidi esterleridir.

- **Fosfolipidler:** Yağ asitleri ve bir alkole ek olarak bir fosforik asid arttığını içeren lipidlerdir. Bunlarda sık olarak azot taşıyan bazlar ve diğer substituentler de bulunur.

- **Gliserofosfolipidler-** Alkol gliseroldür.

- **Sfingofosfolipidler-** Alkol sfingozindir.

- **Glikolipidler (glikosfingolipidler):** Bir yağ asidi, sfingozin ve karbonhidrat içeren lipidlerdir.

- **Diğer kompleks lipidler:** Bunlar sülfolipidler ve aminolipidler gibi lipidlerdir. Lipoproteinler de bu sınıfa konabilir.

#### 2.3.1.3 Prekürsör ve Türev Lipidler

Bunlar, yağ asitlerini, gliserolü, steroidleri, gliserol ve sterollere ek olan diğer alkollerini, yağ aldehydlerini ve keton cisimlerini, hidrokarbonları, lipidde çözünen vitaminleri ve hormonları kapsarlar. Elektriksel yükleri bulunmadığı için açilgliserollere (gliserid'lere), kolestrol'e ve kolestrol esterlerine 'nötral lipidler' denir.

### 2.3.2 Yağ Asitlerinin Sınıflandırması

Yağ asitleri 'alifatik karboksilik asit'lerdir. Yağ asitleri, başlıca doğal katı ve sıvı yağlarda esterleri halinde bulunurlar; ancak ayrıca plazmada bir transport şekli olan serbest yağ asidi olarak da esterleşmemiş durumda bulunabilir. Doğal yağlarda bulunan yağ asitleri genelde düz zincir türevleridir ve 2 karbonlu birimlerden sentez olunduğu için çift sayıda karbon atomları vardır. Bu zincir 'doymuş (içinde çift-bağ taşımaz)' veya 'doymamış (içinde bir veya birden fazla çift bağ bulunur)' olabilir (79,80).

#### 2.3.2.1 Doymuş Yağ Asitleri

Doymuş yağ asitleri çift bağlar içermez. Doymuş yağ asitleri, bu serinin ilk üyesi olan asetik asit üzerine kurulmuş olarak tasarlanabilir (79,80). Örnekleri Tablo 6'da görülmektedir (79).

Bu serinin daha yüksek diğer üyelerinin, özellikle mumlarda bulunduğu bilinmektedir. Dalli-zincirli birkaç yağ asidi hem bitkisel ve hem de hayvansal kaynaklardan da izole olunmuştur (79). Doymuş yağ asitlerinin zincirleri ne kadar kısa ise, ergime noktaları o kadar düşük olur, sıvı olurlar. Yine karbon sayısı azalırca yağ asitleri suda erirler ve zincir uzadıkça suda erime yetenekleri azalır ve çoğu da suda erimez. Bunlar eter, benzen vb. gibi yağ eriticilerle sıcak alkolde erirler. Yine bu maddelerin alkali tuzları olan sabunlar suda erir, fakat yağ eriticilerinde (organik eriticilerde) erimezler (80).

**Tablo 6. Doymuş yağ asitleri.**

<b>Genel Adı</b>	<b>Karbon Atomlarının Sayısı</b>	<b>Bulunduğu Yer</b>
Formik	1	Bir karbonlu 'C <sub>1</sub> ' birimlerin metabolizmasında yer alır.
Asetik	2	Ön midede bulunan mikroorganizmalar tarafından oluşturulan karbonhidrat fermentasyonunun ana son ürünü.
Propyonik	3	Ön midede bulunan mikroorganizmalar tarafından oluşturulan karbonhidrat fermentasyonunun bir son ürünü.
Bütirik	4	Bazı katı yağlar (özellikle tereyağı) içinde az miktarda bulunurlar. Ön midede bulunan mikroorganizmalar tarafından oluşturulan karbonhidrat fermentasyonunun bir son ürünüdür.
Valerik	5	
Kaproik	6	
Kaprilik(oktanoik)	8	Birçok katı yağlarda (tereyağı dahil) özellikle bitki kökenli katı-y yağlar içinde küçük miktarlarda bulunur.
Kaprik(dekanoik)	10	
Laurik	12	Spermecet, tarçın, hurma çekirdeği, hindistan cevizi sıvı yağları, defne.
Miristik	14	Küçük hindistan cevizi, hurma çekirdeği, hindistan cevizinin sıvı yağları, mersin ağacı.
Palmitik	16	Bütün hayvansal ve bitkisel katı yağlarda ortak olarak bulunur.
Stearik	18	
Araşidik	20	Yer fıstığı sıvı yağı.
Behenik	22	Tohumlar.
Lignoserik	24	Serebrozidler, yer fıstığı sıvı yağı.

### 2.3.2.2 Doymamış Yağ Asitleri

Doymamış yağ asitleri bir veya birden fazla çift bağ içerirler (Tablo 7). Hayvanlarda ve bitkilerde ortak olarak en çok bulunanlar 'erüsik, oleik, linoleik, araşidonik asit'lerdir. Bunların içerisinde en çok bulunanı ve genellikle bulunduğu moleküllerde, yağ asitlerinin %50'sini oluşturan 'oleik asit'dir. Hemen hemen oleik asidin bulunduğu her yerde ve ona yakın konsantrasyonda rastlanan doymuş yağ asidi 'palmitik asit'dir, stearik ve miristik asitler ise, genellikle daha aşağı konsantrasyonlarda bulunan, ancak yaygın olan asitlerdir (79,80).

Bunlar doymamışlık derecesine göre daha da alt gruplara bölünebilirler.

- **Monoansature (Monoetenoid, Monoenoik) asitler:** Bir çift bağ taşırlar.

- **Poliansature Olanlar (Polietenoid, Polienoik) asitler:** Bir veya birden fazla çift bağ içerirler.

- **Eikozaenidler:** Bu bileşikler eikoza (20C) polienoik yağ asitlerinden türeler; prostanoidleri ve lökotrienleri (LT) kapsarlar. Prostanoidler içinde prostaglandinler (PG), prostasiklinler (PGI), ve tromboksanlar (TX) bulunur. 'Prostaglandinler' terimi geniş kapsamlı olarak bütün prostanoidlere sıklıkla uygulanır (79).

Yağ asitlerinin hem fiziksel hem de fizyolojik özellikleri kendilerinin zincir uzunluğu ve doymamışlık derecesi tarafından saptanır. Bu nedenle, çift-sayıda karbon atomlarını taşıyan yağ asitlerinin erime noktaları zincir uzunluğu ile artar ve doymamışlık derecesine göre azalır. Doymamış yağ asitlerinde, doymamışlık (çift bağ sayısı) arttıkça erime noktaları düşer. Doymamış yağlar oda sıcaklığında genel olarak sıvı halindedirler. Suda erime bakımından doymuş yağ asitleri kurallarına uyarlar. Yağ asidi zincirine 'OH' gruplarının girmesi suda erirliklerini artırır (79,80).

**Tablo 7. Fizyolojik ve besinsel önemi olan doymamış yağ asitleri.**

Karbon Atomlarının Sayısı ve Çift Bağların Konumu	Seriler	Genel Adı	Sistemik Adı	Bulunduğu Yer
<b>Monenoik asitler (1 çift bağlı)</b>				
16:1;9	ω7	Palmitoleik	Sis-9-Heksadesenoik	Hemen hemen tüm katı yağlarda.
18:1;9	ω9	Oleik	Sis-9-oktadesenoik	Nötral yağlarda olasılıkla en sık bulunan yağ asididir.
18:1;9	ω9	Elaidik	Trans-9-oktadesenoik	Hidrojenlenmiş ve ön midede bulunan yağlarda.
22:1;13	ω9	Erusik	Sis-13-dokosenoik	Kolza ve hardal tohumu sıvı yağlarında.
24:1;15	ω9	Nervonik	Sis-15-tetrakosenoik	Serebrozidlerde.
<b>Dienoik asitler (2 çift bağlı)</b>				
18:2;9,12	ω6	Linoleik	Tüm-sis-9,12-oktadekadienoik	Mısır, yer fıstığı, pamuk çekirdeği, soya fasülyesi ve birçok bitki sıvı yağlarında.
<b>Trienoik asitler (3 çift bağlı)</b>				
18:3;6,9,12	ω6	γ-Linoleik	Tüm-sis-6,9,12-oktadekatrienoik	Bazı bitkilerde; örneğin, akşam çuha çiçeği sıvı yağında, hayvanlarda en az miktarda bulunan yağ asidi.
18:3;9,12,15	ω3	α-Linoleik	Tüm-sis-9,12,15-oktadekatrienoik	Sıklıkla linoleik asitle birlikte özellikle keten tohumu sıvı yağında.
<b>Tetraenoik asitler (4 çift bağlı)</b>				
20:4;5,8,11,14	ω6	Araşidonik	Tüm-sis-5,8,11,14-eikozatetraenoik	Özellikle yer fıstığı sıvı yağında linoleik asitle birlikte bulunur; hayvanlarda bulunan fosfolipidlerin önemli bir yapı taşıdır.
<b>Pentaenoik asitler (5 çift bağlı)</b>				
20:5;5,8,11,14,17	ω3	Timnodonik	Tüm-sis-5,8,11,14,17-eikozapentaenoik	Balık sıvı yağlarında özellikle morina balık yağında önemli bir komponent.
22:5;7,10,13,16,19	ω3	Klupanodonik	Tüm-sis-7,10,13,16,19-dokozapentaenoik	Balık sıvı yağlarında; beyin fosfolipidlerinde.
<b>Hekzaenoik asitler (6 çift bağlı)</b>				
22:6;4,7,10,13,16,19	ω3	Servonik	Tüm-sis-4,7,10,13,16,19-dokozahekzaenoik	Balık sıvı yağlarında; beyin fosfolipidlerinde.

## 2.4 Formülasyonda Kullanılan Maddeler

### 2.4.1 Linoleik Asit

Yağlar insan vücudu için gerekli olan enerjinin en önemli kaynaklarından biridir. Her bir gram yağda 9 kalori bulunur. Diğer kalori kaynakları olan karbonhidrat ve proteinlerin bir gramında 4 kalori, alkolün ise bir gramında 7 kalori bulunmaktadır. Vücudumuz beslenme ile aldığı yağı depolar, enerjiye gereksinimi olduğu zaman bu depoları kullanır. Yağlar ayrıca A, D, E, K vitamini gibi yağda eriyen vitaminlerin emilimini sağlar, vücut ısısının ve organların dış darbelerden korunmasını sağlar. Ancak yağın fazlası obezite, kalp hastalıkları ve kansere neden olabilmektedir (82). Yağlar, ‘yağ asitleri’ denilen temel ünitelerden oluşur. Bu yağ asitleri 2 gruba ayrılmaktadır:

1. Doymuş yağ asitleri
2. Doymamış yağ asitleri
  - Tekli doymamış yağ asitleri (monoansature)
  - Çoklu doymamış yağ asitleri (poliansature) (79,82).

Çoklu doymamış yağ asitlerinin ‘omega-3’ ve ‘omega-6’ yağ asitleri olmak üzere iki ana grubu vardır. ‘Omega-6’ yağ asitlerinin major yağ asidi ‘linoleik asit’ tir. Omega-6 yağ asitlerinden zengin bitkisel yağlar mısır özü, ayçiçeği, soya fasülyesi yağdır. Vücutta linoleik asit, araşidonik aside metabolize olur, bir kısmı da gamma linoleik aside dönüştürülür. Linoleik asit, vücutta serbest radikal oksidasyonuna yatkın olduğundan, diyetle alınan linoleik asit miktarı total kaloringin %10’unu geçmemelidir.

‘Omega-3’ yağ asitlerinin major yağ asidi ‘alfa linoleik asit’ tir. Alfa linoleik asit, vücutta eikozapentaenoik aside ve dokosahegzaenoik aside metabolize olur. Eikozapentanoik asit ve dokosahegzanoik asit soğuk su balıklarında (somon, sardalya, uskumru, ton balığı vs.) bol miktarda bulunmaktadır. Balıklardaki bu yağ asidinin kaynağı beslendikleri deniz yosunlarıdır (82,83,84,85).

İnsan vücudu, linoleik asit ve alfa linoleik asit harici, ihtiyaç duyduğu bütün yağ asitlerini kendi oluşturabilir. Bu yağ asitleri, bitki ve balık yağlarında bol miktarda bulunurlar. Vücutta yapılmadıkları ve besin yoluyla alınmaları gerektiğinden ‘esansiyel

(gerekli) yağ asitleri' olarak adlandırılırlar. Esansiyel yağ asitleri vücut tarafından üretilemezler ve dışarıdan besinlerle alınmaları gerekmektedir. Esansiyel yağ asitleri Omega-6 (konjuge linoleik asit, gamma linoleik asit, dihomo-gamma linoleik asit, araşidonik asit) ve Omega-3 (alfa linoleik asit) yağ asitlerini içermektedir. Esansiyel yağ asitleri, 'prostaglandin' adlı hormon benzeri bileşiklerin oluşumunda kullanılırlar. Prostaglandinler kan basıncı, kanın pıhtılaşması, kan lipid seviyeleri, bağışıklık sistemi, üreme, kalp-damar-sinir sistemi ve enfeksiyona bağlı enflamasyon tepkilerini denetlerler (3,4,86,87,88).

Susam yağında diğer bitkisel yağlardan farklı olarak her birinin oranı yaklaşık %35-45 arasında değişen oleik ve linoleik asitler bulunmaktadır. Susam yağı sesamin ve sesamolin içerir. Sesamin kan kolestrol seviyelerini düşürmede çok etkilidir. Susam yağının özelliklerinden birisi de tokoferol içeriğidir. Yağda eriyebilen en güçlü doğal antioksidanlar olan tokoferoller, hem yağın vitamin E olarak besleme değerini hem de sesamin ve sesamolin gibi antioksidan değerini arttırmaktadır (89,90,91).

Beyinde de linoleik ve alfa-linoleik asit türevlerinden bulunur. Batı tipi diyet sonucu vücutta bu yağ asitlerinin düzey ve oranlarının değişmesi ile depresyon ve davranış bozuklukları arasında ilişki bulunmuştur. Beslenme dengesizliklerini düzeltmek için beslenme ekleri almak veya daha doğal bir diyete geçmenin şiddetli davranışı azalttığı ve dikkati arttırdığı hem okullarda hem hapishanelerde yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (3,86).

Omega-3 ve Omega-6 yağ asitleri vücutta birbirine dönüştürülemezler ve metabolik ve fonksiyonel olarak birbirlerinden farklılık göstermektedir. Bunların vücuttaki dengesi büyüme ve gelişmede önem arz etmektedir. Bu nedenle hem omega-3 hem de omega-6 yağ asitlerinin dengeli bir şekilde tüketilmesi sağlık açısından oldukça önemli olduğu ve eksikliğinde bazı aksaklıkların ortaya çıktığı belirtilmektedir. ABD'de yapılan bir çalışmada omega-3 düzeyi düşük olan mamalarla beslenen çocuklarda omega-3 düzeyi yüksek olan mamalarla beslenen çocuklara kıyasla belirgin olarak daha fazla davranış bozuklukları, öğrenme ve uyku problemleri gösterdikleri saptanmıştır (4).

'Konjuge linoleik asit' insan ve hayvanlar için esansiyel bir yağ asidi olan linoleik asidin pozisyonel ve yapısal olarak bir veya birden fazla konjuge çift bağa sahip olan oktadekanoik yağ asit izomer grupları için kullanılan bir terimdir (92). Konjuge linoleik asit 18 karbon atomuna sahip, iki çift bağ içeren linoleik asidin konjuge olmuş, pozisyonel ve geometrik izomerlerinin bir karışımıdır (c-18:2, cis-9, trans-12). Konjuge linoleik asitte bulunan iki çift bağ, karbon zincirindeki 9 ve 10, 11 ve 12 veya 11 ve 13. pozisyonlarda değişik cis-trans konfigürasyonlarından farklı izomerler halinde sıralanmıştır. Laboratuvar hayvanlarında saf linoleik asitten ya da ayçiçeği, aspur ve mısırözü yağlarından basit koşullarda ısı uygulamasıyla elde edilmektedir (93,94). Konjuge linoleik aside karşı olan ilgi, anti-kanser, anti-aterosklerozis, anti-obezite ve immüitenin modülasyonundaki olumlu etkileri sayesinde artmıştır (95).

Yapılan çalışmalarda antikanserojenik özelliğe sahip linoleik asitin 4 izomeri tanımlanmış, saflaştırılmış ve epidemiyolojik çalışmalarda kullanılmıştır. İzomerlerin çoğunun hayvan türlerinde tümör gelişimini baskıladığı ve çoğu kanserli hücrelerin yayılımını inhibe ettiği görülmüştür (96,97,98).

*Das SK ve ark (1976)*, tavşan azılarının mine ve dentin yağ asitlerinin içeriğini oluşturan doymamış yağ asitlerinin etkilerini incelemişlerdir. Tavşanların mine ve dentininde, palmitik, stearik, oleik, linoleik ve eikozapentanoik asit gibi çok farklı yağ asitlerinin bulunduğunu bildirmişlerdir. Mine lipidlerinin, dentin lipidlerine oranla daha doymamış olduğu bildirilmiştir. Pamuk yağı ile beslenen tavşanların mine ve dentininde, linoleik asit içeriğinin en yüksek olduğunu belirtmişlerdir (99).

*Williams KA ve ark (1982)*, sıçanların yüksek derecede karyojenik diyetlerine %2 oranında laurik asit, linoleik asit, nonanoik asit veya monolaurin ekleyerek plak formasyonunu ve anti-karyojenik etkilerini incelemişlerdir. Monolaurin katılmış yemekle beslenen sıçanlarda daha az miktarda plak birikimi olmuş, diğer yağ asitleri arasında istatistiksel fark gözlenmemiştir. Monolaurin ve nananoik asit, belirgin şekilde karyostatik aktivite göstermiştir. Linoleik asidin çürük azaltmadaki yetersizliliği, iki çift bağının kararsızlığı ve reaktivitesinden ileri gelebileceği bildirilmiştir (100).



*Ip C ve ark (1991, 1994)*, sıçanlar üzerinde yaptıkları çalışmada ise sıçan memesindeki tümör gelişiminde konjuge linoleik asitin önemli bir antikanserojenik etki gösterdiği ve konjuge linoleik asit içeren gıdalarla beslenen sıçanlarda meme tümörlerinin tekrarlanma oranlarında önemli bir azalma olduğunu bildirmişlerdir (101,102).

Besinlerle alınan doymuş yağ asitleri ve kolesterol, kalp hastalıklarının etiolojisinde önemli bir rol oynamaktadır. İnsan diyetindeki toplam enerjinin %30'dan fazlasının yağlardan gelmesi ve özellikle doymuş yağ miktarının fazla olması kalp hastalıklarına yakalanma riskini artırmaktadır (103).

Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda, konjuge linoleik asidin kalp-damar hastalıklarının oluşum riskini azalttığı ve plazmadaki toplam kolesterol miktarını, trigliserol ve LDL kolesterol oranını düşürdüğü bildirilmektedir. Araştırmacılar bunların yanında konjuge linoleik asit ile beslenen tavşanların aortalarında daha az arterisklerotik plakların oluştuğunu belirtmişlerdir (104,105).

*Park Y ve ark (1997)*, ilk kez sıçanlarda diyetle %0.05 oranında ilave edilen konjuge linoleik asidin vücut yağını %60 azalttığını belirlemişlerdir (106).

2004 yılında yayınlanan bir derlemede insülin, leptin ve glikoz ile yapılan çalışmalarda t-10, cis-12 izomerinin plazma insülin konsantrasyonu ve duyarlılığını artırdığı, ancak artışların kontrollerle karşılaştırıldığında anlamlı olmadığı belirtilmiştir (94).

*Mediana EA ve ark (2000)*, yedi hafta süre ile konjuge linoleik asit alımından sonra lipid depolarının bir göstergesi olan leptinde azalma olduğunu, ancak bu etkinin 9. haftada kaybolduğunu göstermişlerdir (107).

Klinik ve güvenli insan çalışmalarının yetersizliğine rağmen, diyetle konjuge linoleik asit ilavesi ağırlık kaybettirici ajan olarak obezlerde ve yüksek risk grubu olan diyabetik hastalarda kullanılmaktadır. Toksikitesi ile ilgili çalışmalarda sıçanlara %1.5

oranında 36 hafta süre verilmesi organlarda histopatolojik hasara ve hematolojik anormalliklere neden olmamış, ancak bazı sıçanlarda %1 verilmesi sonucunda hepatomegali görülmüştür (108). Linoleik asitin toksisitesinin incelendiği başka bir çalışmada ise, öjenole nazaran daha az toksisite gösterdiği görülmüştür. Bunun sonucunda, çinko oksit bazlı kök kanalı dolgu materyallerinin likit kısmının öjenol yerine linoleik asitle hazırlanmasının toksisiteyi azaltacağı bildirilmiştir (109).

#### 2.4.2 Çinko Oksit

Çinko oksit, 'ZnO' formülasyonuna sahip kimyasal bir bileşiktir. Suda çözünmez fakat asit ve alkalilerde çözünür. Beyaz hegzagonal kristallerden veya 'çinko beyazı' olarak bilinen beyaz tozdan oluşur. Hidrojen sülfid veya ultraviyole ışığına maruz kaldığında beyaz olur. Kristalin çinko oksit, piezoelektrik etki gösterir ve termodinamiktir. Isındığında rengi beyazdan sarıya dönüşür ve soğutulduğunda tekrar eski haline döner.

Çinko oksit 1975<sup>0</sup>C'de çinko buharına ve oksijene ayrışır. Yüksek kalite tekil-kristalin çinko oksit transparandır. Çinko oksit alaşımı olan pirinç (brass) eridiğinde çinko oksit dumanları meydana gelir çünkü pirincin erime noktası çinkonun kaynama noktasına yakındır. Çinko oksit doğada zincite (yerli çinko oksit) minerali olarak bulunur. Çinko oksitin latince ismi 'Zincum Oxydatum'dur (5,6).

Çinko oksitin reaksiyon yetileri diş hekimliğinde yüzeysel işlemlerle arttırılır. Çinko oksit, bazı dental simanların toz kısmında bulunur. Yüzeysel işlemlerden geçirilen çinko oksit, akrilik polimerlerle karıştırılarak özel nitelikte çinko oksit öjenol siman yapımında kullanılır. Çinko oksit öjenol simanı toz ve likitten oluşur. Patın toz kısmı 'çinko oksit', likit kısmı ise 'öjenol'dür. Çinko oksit ile öjenol arasında oluşan kimyasal reaksiyon sonucu 'çinko öjenolat' oluşarak sertleşme reaksiyonu başlar (1,2,57,58,59,60).

*Sogawa K (1981)*, cam iyonomer, polikarboksilat ve çinko fosfat simanların ana bileşimleri inceledikleri çalışmada, çinko fosfat ve polikarboksilat simanların toz

bölümündeki 'ZnO' ve MgO'in sitotoksik reaksiyonlara yol açtığını belirtmişlerdir (110).

**Mickel AK ve Wright ER (1999)**, yapmış oldukları antimikrobiyal çalışmada çinko oksiti antiseptik ajan olarak tanımlamışlardır (111).

Çinko oksitin, intestinal hastalıklardaki güçlü koruyucu etkisi çok iyi bilinmektedir. Domuz yavrularında yapılan birçok çalışmada, çinko oksitin, enterotoksijenik *Escherichia Coli* (ETEC)'nin neden olduğu diyareyi azalttığı ve koruduğu gösterilmiştir (112,113,114). Çinko oksitin diyare iyileşmesindeki başarılı profilaktik kullanımı çinkonun bakterisidal etkisinden kaynaklanabilmektedir. *In vitro* yapılan çalışmalar, çinko oksitin bakteri büyümesini engellediğini bildirmiştir (115,116,117).

**Roselli M ve ark (2003)**, çinko oksitin *Escherichia Coli* (ETEC)'ye karşı antibakteriyel etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Bunu sadece antibakteriyel etkileriyle değil, bakteri adezyonunu engelleyerek ve sitokin ekspresyonunu modüle ederek yaptıklarını belirtmişlerdir (7).

**Gurgel-Filho ED ve ark (2003)**, Brazilya'da üretilen üç güta-perka içeriğinde (Konne, Tanari ve Dentsply FM) baryum sülfat eksikliğini bildirmiştir (118).

Çinko oksit, aynı zamanda güta-perkaların antimikrobiyal aktivitesinden sorumludur. Güta-perka organik (güta-perka polimer ve rezinler) ve inorganik (çinko oksit ve metal sülfatlar) kısımdan oluşur. Birçok çalışmaya göre çinko oksit, güta-perkaların temel bileşenidir (119,120).

Güta-perkaların kimyasal bileşiği, üretici firmaya göre özellikle de güta-perka-polimer ve çinko oksit oranlarına göre farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar, kırılabilirlik, sertlik, gerilme direnci, radyoopasite, akışkanlık, plastiklik, uzama ve termal özellikleri etkilemektedir (119).

Gütaperka, inorganik komponentlerin (çinko oksit ve metal sülfat) konsantrasyonu yüksek olduğunda ve organik komponentin (gütaperka-polimer) konsantrasyonunun düşük olduğu durumlarda daha rijid bir hale gelir. Çinko oksit, gütaperkalarda radyoopasiteyi sağlar (121).

### 2.4.3 Zeolit

Zeolitler, 1756 yılında İsveç’li mineralog Frederich Cronstedt tarafından bulunmuştur. 1750’lerden beri bir mineral türü olarak bilinmesine karşın kristal yapıları ancak, 1930’larda çözümlenebilmiştir. Ticari olarak ancak, 1960’lardan sonra üretilip pazarlanmaya başlanan zeolitin, ülkemizdeki varlığı ilk defa 1971’de ortaya konmuştur (122).

Uygulama alanları ile ilgili olarak bir çok sektörü ilgilendiren zeolitler, gerek bilimsel gerekse ticari uygulamalar açısından yer-bilimleri, fizik, kimya, ziraat, hayvancılık ve inşaat disiplinlerinin, hatta tıbbın ilgi alanındadır. Türkiye’de yaygın olarak bulunan zeolit, hayvancılıkta yem katkı maddesi, hayvan altlığı, bitki üretiminde yetiştirme ortamı, gübre katkısı olarak, ayrıca; toksik atıkların tutulması, atık ve kullanma suyu arıtımında geniş kullanım alanı bulmaktadır (123). Doğal zeolitin özellikle, orman ağacı fidan üretimi için fidanlıklarda, kumlu fakir topraklarda ve kurak alanlardaki ağaçlandırma alanlarında plantasyon başarısını artırmak düşüncesiyle, kullanılabilirliği incelenerek ormancılık sektörüne olası katkıları irdelenmiştir (8).

“Zeolit” kelime olarak “Kaynayan Taş” anlamındadır ve ısıtıldığında patlayarak dağılan bir volkanik mineraldir. Isıtıldığında patlayarak dağılması nedeni ile bu isim verilmiştir. Zeolitler, içeriğinde alüminyum, silikon ve oksijen içeren doğal veya sentetik mikroporöz, kristalize katı yapılar olarak tanımlanmıştır (8,123). Yapısında bulunan 3-10 Å çapındaki boşluklar katyonları, suyu ve diğer organik molekülleri barındırmaya yatkındır. Bu ‘moleküler eleme’ özelliği zeolite mahsustur (124,125).

*Altan A ve ark (1998)*, tarafından zeolit, alkali toprak katyonları içeren, kristal yapıda, kolay ve bol bulunan alüminyum silikatı olarak tanımlanmıştır. Yapısında büyük değişim olmaksızın katyon değişim özelliği, su kaybetme ve kazanma özelliği ile karakterize edilir (126).

*Alçıçek A ve ark (1998)*, zeolitleri; Na, K, Ca, Mg gibi elementleri içeren kristal formda, üç boyutlu, sonsuz bir yapıya sahip alüminyum silikat olarak tanımlamaktadır (127).

Diğer bir tanıma göre zeolitler, içinde sınırlı da olsa tersinir iyon değişimine ve hidratasyona izin veren alkali ve/veya toprak alkali katyonlarla, su moleküllerinin bulunduğu gözenekleri barındıran, üç boyutlu bir ağ örgüsüne sahip, alümina silikat olarak tanımlanmaktadır. Böylece, zeolit olarak tanımlanan doğal ya da yapay, kristal yapılu sulu alüminyum silikat bileşiklerinin günümüzde; katalizör, adsorbant ve iyon değiştirici olarak kullanılmakta olduğu belirtilmektedir (128).

Günümüzde tabii olarak 40 tür doğal zeolit minerali bilinmekte olup ve bunların 7 türünün yaygın olarak bulunduğu, bunun yanında son otuz yılda 150 tür sentetik zeolit de üretildiği belirtilmektedir. Sınıflandırma bakımından; analisim, sabazit, klinoptilolit, krionit hollandit, lömontit, mordenit, natrolit ve filipsit yaygın bulunan minerallerdir (122,127,128,129).

Fizikokimyasal özelliklerinden dolayı, bitki yetiştirme ortamı ve toprak düzenleyici olarak, tarımcıların uzun zamandır ilgisini çeken ve doğada pek çok çeşidi olan zeolit, tarımda yalnız klinoptilolit türü kullanılmaktadır. Klinoptilolit yüksek bir amonyum absorpsiyon kapasitesine sahip olduğu bilinmektedir (126).

Zeolit minerallerinin en önemli özelliği; bünyesindeki boşluklara kolayca girebilen ve yer değiştirebilen sıvı ve gaz molekülleri ile toprak alkali iyonlarından ileri gelen “moleküler elek” olmasıdır. Dünya zeolit rezervleri tam olarak tespit edilmiş değildir. Ancak, 1950’den beri yapılan araştırmalar sonucunda tüm dünyada yaygın olarak bulunduğu belirtilmektedir. Dünya ülkeleri arasında önemli zeolit üreticisi olan

Küba, eski SSCB, ABD, Japonya, İtalya, Güney Afrika, Macaristan ve Bulgaristan'ın önemli rezervlere sahip olduğu bilinmektedir (122).

Doğal zeolitlerin önemli derecede nem çekme eğilimi bulunmaktadır. Bu nedenle, kolaylıkla su absorbe edebilmektedirler. Ayrıca, kristal yapıları ve nem çekme özellikleri bozulmadan absorbladıkları suyu geri verebilmektedirler. Bu özellikleri nedeniyle, aktive edilmiş doğal zeolitler, desikant (nem çekici) olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca; zeolitlerin düşük bağıl nemlerde bile nem çekme özelliklerini yitirmemeleri, zeolitlere özgü çok önemli bir özellik olarak ön plana çıkmaktadır (128).

Doğal zeolit kaynakları bakımından Türkiye'nin zengin bir ülke olduğu belirtilmektedir (130). Mevcut zeolit rezervlerinin 45.8 milyar ton gibi büyük hacimlerde olduğu tespit edilmiştir (122,129). Türkiye'nin mevcut zeolit yatakları Ankara (Polatlı, Nallıhan, Beypazarı), Kütahya-Saphane, Manisa-Gördes, İzmir-Urla, Balıkesir-Bigadiç ve Kapadokya Bölgesinde bulunmaktadır. Bu bölgelerde; zeolitinin analisim, klinoptilolit türleri başta olmak üzere sabazit, erionit türleri önemli yer tutmaktadır (122).

Dünya zeolit tüketimi yılda 750.000 ton olup, bu tüketimin %70'inin deterjanlarda, %10'unun katalizör ve adsorban üretiminde, %8'inin desikan üretiminde ve kalan %8'ininde diğer alanlarda olduğu belirtilmektedir (128). Zeolitlerin başlıca kullanım alanları olan iyon değişikliği yapabilme, adsorbsiyon ve buna bağlı elek yapısı, silis içeriği, ayrıca tortul zeolitlerde açık renkli olma, hafiflik, küçük kristallerin gözenek yapısı zeolitlerin çok çeşitli endüstriyel alanlarda kullanılmasına neden olmuştur. Doğal zeolitler sağlık alanında çeşitli şekillerde kullanılmakla birlikte, bunlar arasında en önemlisi klinoptilolitin floridli dışmacunlarında parlaticı katkı maddesi olarak kullanılmasıdır (131).

*Nikolava S ve ark (1987)*, bazı farklı tipteki zeolitinin güçlü aktif yüzeyleriyle, neme maruz kaldıklarında hidrojen oluşturma gibi iyonometabolik özellikleri sayesinde moleküler ve biyolojik olarak saldırganlık gösterdiğini belirtmişlerdir (132).

*Keeting PE ve ark (1992 ve Tatrai E ve ark 1993)*, klinoptilolit tip zeolitin ileri derecede biyo-uyumlu olduğunu belirtmişlerdir (133,134).

*Schutze N ve ark (1995)*, yapmış oldukları çalışmada Zeolit A'nın osteoklast aktivitesini azaltarak kemik yıkımını önlediğini belirtmişlerdir (9).

*Matsuura T ve ark (1997) ve Nikawa H ve ark (1997)*, gümüş zeolit içeren beş farklı doku düzenleyicisinin *C. albicans* üzerindeki antimikrobiyal özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında gümüş zeolit içeren doku düzenleyicilerinin antimikrobiyal özellik gösterdiğini belirtmişler ve zeolit içeren doku düzenleyicilerinin plak kontrolünde etkili olabileceğini bildirmişlerdir (129,135).

*Hotta M ve ark (1998)*, yapmış oldukları çalışmada, geçici dolgu materyali içerisine farklı miktarlarda eklenen Ag-Zn-Zeolitin *S. mutans*, *S. mitis*, *S. salivarius* ve *S. sanguis* bakterileri üzerinde antibakteriyal etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir (136).

*Kawahara K ve ark (2000)*, gümüş zeolitin *S. mutans*, *S. sanguis*, *S. aureus*, *A. Viscous* bakterileri üzerinde antibakteriyal etkisinin olduğunu ve gümüş zeolitin dental materyallerin antibakteriyal etkinliğini arttırmada kullanılabileceğini bildirmişlerdir (137).

*Thom DC ve ark (2003)*, %0.2 oranında zeolit eklenmiş cam iyonomer simanın (ZUT), Ketac-Cem, Ketac-Endo ve AH26 kök kanalı materyallerinin sitotoksitesini inceledikleri çalışmalarında, ZUT materyalinin AH 26 materyaline nazaran daha az toksik olduğunu belirtmişlerdir. Zeolitin iyice ayrışmamasına rağmen kök kanal dolgu materyali olarak kullanılabildiğini bildirmişlerdir (131).

#### **2.4.4 Titanyumdioksit**

'Titanyum dioksit', 'titanyum tetraoksit' veya 'titanya' olarak da bilinmektedir. Titanyumun oksitlenmesiyle meydana gelmektedir. Kimyasal formülü 'TiO<sub>2</sub>'dir. Pigment olarak kullanıldığında 'titanyum beyazı', 'pigment beyazı 6' veya 'CI 77891' olarak isimlendirilmektedir. Molekül ağırlığı 79.87 g/mol, yoğunluğu 4.23 g/cm<sup>3</sup>, ergime noktası 1870<sup>0</sup>C, kaynama noktası 2972<sup>0</sup>C'dir. Tityanyum dioksit, suda, organik

ve inorganik asitlerde çözünmez. Yüksek derecede opasiteye sahiptir. Titanyum dioksit; 'rutil'(tetragonal mineral), 'anataz' (tetragonal mineral), 'brokit' (ortorombik mineral), 'Titanyum dioksit' (monoklinik mineral) ve 'Titanyum oksit' olarak dört farklı şekilde bulunur. Titanyum dioksit, doğada saf bir şekilde bulunmaz, demir gibi kontamine metallere bulunur.

Titanyum dioksitin birçok kullanım alanı vardır. Parlaklığı ve çok yüksek kırılma oranı sayesinde beyaz pigment olarak en sık kullanılır. Titanyum dioksit, toz formunda çok etkili bir opaklaştırıcıdır. Opaklaştırıcı özelliği, boyada, kaplamada, plastikte, kağıtta, mürekkepte, yemekte ve diş macunlarında kullanılmaktadır. Kozmetik ve cilt koruma ürünlerinde pigment olarak kullanılır (10,11,138).

*Soares I (1990) ve Kozbik L (1995)*, yapmış oldukları çalışmalarda, dokuda biriken titanyum dioksitin herhangi bir yan etkiye neden olmadığını belirtmişlerdir. Titanyum dioksitin uzun dönem kullanım sonrasında osteointegrasyon sonucu mikrogram boyutunda dokulara geçtiği, elemental analizler sonucunda tespit edilmiştir (139,140).

*Cai R ve ark (1992)*, yapmış oldukları *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarda, UV ışığı ve titanyum dioksit partikülleri kullanarak belirgin bir şekilde antitümör etki elde etmişlerdir (141).

Titanyum metali, yüksek fiziksel ve biyolojik özelliklerinden dolayı diş hekimliğinde de kullanım alanı bulmuştur. Özellikle implant biyomateryali olarak sıklıkla titanyum dioksit kullanılır. Titanyum üç oksit hariç, diğer metal oksit yüzeyler neme maruz kalınca, suyun indirgenmesiyle tek ve çift düzenlenmiş OH<sup>-</sup> grupları meydana gelir. Titanyum, implantın vücuda yerleştirilmesi sonucunda, titanyum metalinin doku ile temas eden yüzeyinde mikron boyutunda oksit tabakası meydana gelir. Meydana gelen bu oksit tabakası 'titanyum dioksit' yapısındadır. Titanyum dioksit, yalıtkan özelliği nedeniyle ağızda oluşan galvanik akımlara karşı korozyon direnci sağlar. Titanyum dioksit, bu özelliği ile implantı oluşacak akımlardan korur. Titanyum oksitleri, son derece stabil olduklarından korozyon çok yavaş meydana gelir.



Bu nedenle; metalin dokulara salınışı ihmal edilebilir düzeydedir. Ancak; yine de korozyon hızını kantitatif olarak ölçmek gerekir (142).

Titanyum dioksit, yüksek biyouyumluluk özelliği nedeniyle, kemik çimentosu bileşiminde ve kanın madde ile temas yüzeyinde kullanılabilir. Diş hekimliğinde özellikle kök kanalı dolgusu ve diğer malzemelerde radyoopasite sağlamak amacıyla giderek artan oranlarda kullanılmaktadır (örn; Dorifil, Sealapex, Dycal ).

Yakın zamana kadar radyopaklık sağlamak için en yoğun faydalanılan maddeler baryum sülfat ve bizmut tuzları idi. Yapılan çalışmalar, baryum ve bizmut tuzlarının toksik özelliklerini göstermişlerdir. Bu nedenlerle, baryum ve bizmut tuzları özellikle çözünürlüğü fazla olan formülasyonlardan çıkarılmışlardır. Titanyum dioksitin dental ve medikal alanda kullanımının yükselmesinin nedeni, güvenli malzeme kullanım tezinin benimsenmesidir.

Günümüzde zirkonyum oksit ve titanyum dioksit radyopaklık özellikleri nedeniyle kullanılmaktadır. Titanyum dioksit ve zirkonyum oksit, simanlara radyopaklık vermek dışında, kor materyallerde, post olarak, ortodontide çeşitli alaşım tellerde, maksilofasial cerrahide osteointegrasyon görülene kadar sabitleme işleminde ve implantolojide titanyum implantların yapımında da kullanılmaktadır (12).

#### **2.4.5 Kalsiyum Hidroksit**

Kalsiyum hidroksit, 'Ca(OH)<sub>2</sub>' formülasyonuna sahip kimyasal bir bileşiktir. Renksiz, kokusuz, kristal veya beyaz toz halindedir. Hafif acı, alkalın bir tadı vardır. Kalsiyum oksidin (kireç) su ile ıslanmasıyla meydana gelir. Kalsiyum hidroksitin diğer ismi 'ıslanmış kireç'tir. Isıtıldığında su kaybeder ve kalsiyum oksit oluşur. Suda çözünür. Yoğunluğu 2.211 g/cm<sup>3</sup>, sudaki çözünürlüğü 0.185 g/100 cm<sup>3</sup>, ergime noktası 580<sup>0</sup>C, kaynama noktası 2850<sup>0</sup>C'dir.

Kalsiyum hidroksit dişhekimliğinde ilk defa *Nygren* tarafından 1838'de uygulanmıştır. Fakat uzun süre gereken ilgiyi görememiş, ancak 100 sene geçtikten

sonra 1930'da *Hermann* tarafından 'Calxyl' halinde kullanılınca dikkatleri üzerine toplamıştır. Dentin çürüğünü takiben uygulanan kalsiyum hidroksitin ilk etkisi, çürüğün asit ortamını nötrleştirerek iyileşmeye yardımcı olmasıdır. Kalsiyum hidroksit, direkt kuafaj ve vital ampütasyonda, altındaki canlı pulpaya aynı etkiyi yapar. Başlangıçta kalsiyum hidroksit pulpanın yalnız yüzeysel bir tabakasına etki yaparak, orayı nekroz eder, pH'sı 11 olduğundan pulpaya hem kostik etki yapar hem de enzimleri bloke ederek o tabakada nekroza neden olur. Bu tabakanın altındaki mezenkim hücreleri önce fibroblastlara, daha sonra odontoblastlara dönüşerek bir dentin köprüsü yapımına başlarlar (143).

Kalsiyum hidroksit, açık pulpayı kapatmak için en uygun ve en güvenli materyaldir. Geçmiş yıllarda, direkt pulpa tedavileri için farklı formülasyonlarda kalsiyum hidroksit ve çeşitli dental adezivler geliştirilmiştir (144,145,146,147). Kalsiyum hidroksit, direkt pulpa tedavilerinde dentin köprüsü yapımı ve başarılı iyileşme nedeniyle en çok tercih edilen materyaldir (148,149,150). Ancak bazı araştırmacılar, zamanla kalsiyum hidroksitin çözündüğünü ve böylece bakteri sızıntısıyla birlikte pulpada enflamasyon gelişebileceğini söylemektedirler (151,152).

Kalsiyum hidroksit bazlı materyaller, dişhekimliğinde kaide materyali, direkt pulpa tedavisi ve enfekte kök kanallarının tedavisinde antimikrobiyal materyaller olarak kullanılmaktadır (59). Bu materyallerin antimikrobiyal ve antienflamatuvar özellikleri, pH değerini 12-12.5'e çıkaran hidroksil iyonlarının salınımı sayesinde olmaktadır. Bu yüksek pH, sitoplazmik membranı ve DNA'yı parçalayarak bakterileri öldürebilir (153).

*Nurko C (1999)*, yapmış olduğu çalışmada kalsiyum hidroksitin non-vital süt dişi kök kanalı tedavilerinde yüksek başarı oranı gösterdiğini ve en uygun materyal olduğunu belirtmiştir (154).

*Estrela C (2001)*, *Sukuwat C (2002)* ve *Siqueira JF (2003)*, yapmış oldukları çalışmalarda kalsiyum hidroksitin yüksek pH'sı sayesinde bakteri enzimlerini engellediğini, antimikrobiyal özellik gösterdiğini ve serbest hidroksil iyonlarının bakteriyel hücre membranını parçalayabileceğini bildirmişlerdir (14,15,155).

*Geurtsen W (1997), Huang (2001) ve Ribeiro DA (2004)*, yapmış oldukları çalışmalarda kalsiyum hidroksitin genotoksik olmadığını belirtmişlerdir (16,156,157).

*Scarano A ve ark (2003)*, yapmış oldukları çalışmada, kanamanın kontrol altına alındığı ve kalsiyum hidroksitin üretici firmanın talimatlarına uygun şekilde uygulandığı durumda, direkt pulpa tedavilerinde toksik olmadığı ve biyolojik olarak uyumlu olduğunu göstermişlerdir (158).

*Mortazavi M ve Mesbahi M (2004)*, çinko oksit öjenol ve Vitapex'i, non-vital süt dişi kök kanalı tedavilerinde karşılaştırmışlardır. Yapmış oldukları vakaların hepsinde, Vitapex (kalsiyum hidroksit ve iyodoform patı karışımı) 10-16 ay sonra klinik ve radyografik olarak başarılı bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda, kalsiyum hidroksitin tedavi sırasında çok kolay uygulandığını ve radyopak olduğu için radyografide kolay görüldüğünü belirtmişlerdir (159).

*McGurkin-Smith R ve ark (2005)*, yapmış oldukları çalışmada, uygulanan kalsiyum hidroksitin, kök kanallarındaki bakteri sayısını azalttığını belirtmişlerdir (160).

*Ersin NK ve Eronat N (2005)*' nin yapmış oldukları çalışmada, kalsiyum hidroksit direkt pulpa tedavisinde kullanılmış ve çok başarılı bulunmuştur. Bütün dişlerde dentin köprüsü meydana gelmiş ve herhangi bir enflamatuvar cevapla karşılaşılmamıştır (161).

Kalsiyum hidroksitin dişhekimliğinde tek başına ya da pek çok materyalle karşılaştırmalı olarak pulpa üzerindeki etkisini araştıran pek çok çalışma bulunmaktadır (147,158,161,162,163,164,165,166).

## 2.4.6 Fluorid Bileşikleri

### 2.4.6.1 Sodyum Fluorid

Sodyum fluorid, 'NaF' formülasyonuna sahip iyonik bir bileşiktir. Sodyum fluorid, en önemli alkali floriddir. Beyaz renkte, kristal toz halinde ve katı kıvamdadır. Molekül ağırlığı 41.98817 g/mol, yoğunluğu 2.558 g/cm<sup>3</sup>, sudaki çözünürlüğü 4.22 g/100mL, ergime noktası 993°C ve kaynama noktası 1700°C'dir. Genellikle, sodyum karbonat veya sodyum hidroksitle hidrflorik asitin sulu solüsyonlarının nötrale edilmesiyle hazırlanır. Sodyum fluorid, sodyum klorid içerisinde kristalize olur. Fluoridlerin sentezi için her zaman gerekli bir bileşiktir.

Sodyum fluorid, 1950 yılında Amerika'da içme sularının floridlenmesinde kullanılan ilk florid bileşigidir. Fakat şimdilerde, hegzafloRID asit (H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>) ve onun sodyum tuzu daha sık bir şekilde kullanılmaktadır. Sodyum fluorid, içme sularının floridlenmesinde, çürükten koruma amacı ile hazırlanan jel, gargara ve diş macunlarının içeriğinde, çelik ve alüminyum üretiminde, cam ve mine yapımında ve ahşap boyalarının korunmasında kullanılmaktadır. Sodyum fluorid, çürüklerin korunmasında sistemik olarak tablet olarak verilmektedir. Florid tuzları, fluorapatit meydana getirerek dişlerin daha güçlü olmasını sağlar. Sodyum fluorid tarafından kazara meydana gelen zehirlenmelere diğer florid içeriklerinden daha fazla rastlanılmaktadır. Bunun en büyük nedeni, sodyum floridin şekil olarak böcek, mantar ve fare zehirlerine olan benzerliğidir (22,23,30).

Sodyum fluorid bileşigi, koruyucu diş hekimliğinde yerel florid uygulamalarında kullanılmaktadır. NaF jeli, nötral pH'da olup özellikle kompozit porselen restorasyonu olanlarda ve radyoterapi tedavisi görenlerde tercih edilmektedir. NaF jelinin diğer bir avantajı da klorhegzidin ile uyumlu olması ve sinerjik etkisinin bulunmasıdır. Klorhegzidin ve NaF'lü preparatların ardarda kullanılması başarı oranını arttırmakta ve özellikle de risk gruplarında tercih edilmektedir (43).

*Hellwig E ve ark (1985)*, insan minesinde, sodyum fluorid içeren *Duraphat*<sup>®</sup> tedavisi öncesindeki plak birikiminin etkisini araştırmışlardır. 6 saat sonraki *Duraphat*<sup>®</sup>

tedavisi, 1 saat sonraki *Duraphat*<sup>®</sup> tedavisine nazaran belirgin şekilde daha yüksek florid alımının olduğunu göstermiştir. Bunun nedeninin, poröz mine yüzeyinin artması ve böylece  $Ca^{+2}$  iyonlarının serbestçe floridle reaksiyona girmesinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir (55).

***Duckworth RM ve ark (1994)***, oral florid retansiyonunun NaF veya  $Na_2FPO_3$  (sodyum monoflorofosfat) içeren hangi diş macununa bağlı olduğunu araştırmışlardır. Diş macunundan kaynaklanan plaktaki florid retansiyonunun florid kaynağına bağlı olduğu bildirilmiştir. NaF içeren diş macunlarının klinik açıdan  $Na_2FPO_4$  içeren diş macunlarına nazaran, diş çürüklerine karşı daha etkili olduğu bulunmuştur (167).

***Miller S (1994) ve Marquis RE (1995)***, yapmış oldukları çalışmalarda sodyum floridi antibakteriyal ajan olarak belirtmişlerdir. Geçici yapıştırma ajanına sodyum florid verniğinin eklenmesiyle ajana antibakteriyal özellikler kazandıracağı düşünülmüştür (168,169).

***Autio-Gold JT ve Courts F (2001)***, süt dentisyonunda mine çürüğü ilerlemesinde florid verni (*Duraphat*; %5 NaF, 22.600 ppm florid) uygulamasının etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonunda süt dentisyonunda erken mine lezyonlarının durdurulmasında florid vernilerinin etkili olabileceğini bildirmişlerdir (170).

***Castillo JL ve ark (2001)***, iki florid vernideki (*Duraphat*, *Duraflor*; %5 NaF) florid salınımını incelemişlerdir. 4. haftadan çalışmanın sonuna kadar *Duraphat*, *Duraflor*'a nazaran belirgin şekilde daha fazla florid salınımı göstermiştir. *Duraflor*'un 19 hafta, *Duraphat*'ın 28 hafta boyunca florid salınımı yaptığını bildirmişlerdir (171).

***Newbrun E (2001)***, kavitesiz düz yüzeyli çürük lezyonu olan orta risk grubu hastalarda, %5 NaF (22.600 ppm florid) içeren florid vernilerinin diş hekimi tarafından yüzeyel olarak uygulanmasının uygun olacağını belirtmiştir. Çalışmanın sonucuna göre, buna ek olarak, hasta günde 2-3 kere bir dak. süre ile NaF, MFP veya

SnF<sub>2</sub> (1.000-1.500 ppm florid) içeren diş macunu ve günde bir kere bir dak. boyunca %0.05 NaF (230 ppm florid) içeren ağız gargarası uygulamalıdır (172).

**Chu CH ve ark (2002)**, Çinli ilkokul çocuklarının üst süt ön dişlerindeki dentin çürüklerini durdurmada yüzeyel olarak uygulanan gümüş diamin florid (44.800 ppm florid) ve sodyum florid (22.600 ppm florid) vernilerinin kullanımını araştırmışlardır. Gümüş diamin florid verni uygulaması, çocukların üst ön dişlerindeki dentin çürüklerini durdurmada, daha etkili bulunmuştur. Ancak siyah renge boyanma ve metalik tad gibi dezavantajları bildirilmiştir (173).

**Haveman CW ve ark (2003)**, günlük %1.1 NaF topikal jeli kullanan, düşük tükürük akış hızına sahip hastaların, III. ve IV. sınıf restorasyonlarında kullanılan florid salan cam iyonomer (*Ketac-Fil Aplicap, Vitremer Core Buildup/Restorative*) ve florid salınımı yapmayan amalgam (*Tytin amalgam*) materyallerinin tekrarlayan ürüklerle ilişkisini ve klinik performansını karşılaştırmışlardır. Florid salan cam iyonomer restoratif materyallerinin yüzey kenarlarında, günlük sodyum florid jel kullanımını %50'den azının kabul ettiği hastaların amalgam materyaline nazaran belirgin şekilde daha az çürük gelişimi meydana geldiğini belirtmişlerdir. Günlük sodyum florid jel kullanımının, hastaların restorasyonlarında 3 mm derinliğine kadar hiçbir çürük gözlenmediğini bildirmişlerdir (174).

**Zanata RL ve ark (2003)**, hamilelikte başlanan çürük koruma programlarının etkilerini incelemişlerdir. Hem kontrol grubu hem de deney grubunu oluşturan anneler, diş fırçalama eğitimi almışlardır. Deney grubu annelerine aynı zamanda yüzeyel olarak NaF ve iyodin solüsyonu uygulanmış ve cam iyonomer restorasyonlar yapılmıştır. Zamanla ocuklar iki yaşına gelmiş ve kontrol grubu bebeklerinde %33.3, deney grubu bebeklerinde %14.7 oranında çürük aktivitesi görüldüğü bildirilmiştir (175).

**Lewinstein I ve ark (2003)**, %2.26 NaF vernisinin (*Duraphat*), iki farklı geçici yapıştırma ajanı (*Temp-Bond, Freegenol*) ile birlikte kullanıldığındaki geçici kurunun kenar sızıntısını ve retansiyonundaki etkilerini incelemişlerdir. *Duraphat*'ın *Temp-Bond* ile birlikte kullanılmasını 7 günlük geçici kuron retansiyonunu %69'dan %145'e

çıkardığını belirtmişlerdir. *Temp-Bond* ve *Freegenol* ile yapıştırılan kuronların 7 günlük retansiyon değerlerinde belirgin bir fark bulunamamıştır. Sadece *Duraphat* ile yapıştırılan örneklerin retansiyon değerleri daha düşük olmakla birlikte tam sınırdadır. *Duraphat* ile diğer iki geçici yapıştırma ajanının birlikte uygulanması geçici kuronların kenar sızıntısında azalmaya neden olmuştur. Araştırmacılar, geçici kuronların sadece *Duraphat* ile yapıştırılmasının en az kenar sızıntısı gösterdiğini bildirmişlerdir (176).

**De Witte MJC ve ark (2003)**, geleneksel cam iyonomer (*ChemFil Superior encapsulated*, *Fuji Cap II*, *Ketac-Fil*, *Hi Dense*), rezin-modifiye cam iyonomer (*Fuji II LC encapsulated*, *Photac-Fil*, *Vitremer*) ve poliasit-modifiye kompozit rezin (*Dyract*) materyallerine uygulanan nötral NaF solüsyonu uygulanmasının, yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Poliasit-modifiye kompozit rezinler haricinde, NaF uygulanması örneklerin, özellikle de cam iyonomer simanların yüzey pürüzlülüğünde büyük bir artışa neden olduğu görülmüştür (177).

**Ganss C ve ark (2004)**, günde 15 dak. diş macunu ile floridleme ( $\text{SnF}_2/\text{Olaflur}$ ; %0.14 F) ve günde 15 dak. diş macunu ve ağız gargarasına ( $\text{SnF}_2/\text{Olaflur}$ ; %0.025 F) ek olarak jel ( $\text{NaF}/\text{Olaflur}$ ; %1.25 F) uygulanmasının, insan mine ve dentindeki eroziv mineral kaybını incelemişlerdir. Diş macunu, ağız gargarası ve jel uygulanmasının kombine yapıldığı yoğun florid uygulanmasının mine ve dentinde mineral kaybını etkili bir şekilde engellediği bildirilmiştir (45).

**Ribeiro DA ve ark (2004)**, erkek Wistar cinsi sıçanların içme sularına 0.7 ve 100 ppm NaF uygulanmasının genetik açıdan toksisiteye neden olup olmadığını incelemişlerdir. Yüksek dozda NaF uygulanmasının sıçanlarda dental fluorozise neden olduğu ancak beyin hücreleri, oral mukoza ve lökositlerinde DNA yıkımına neden olmadığını bildirmişlerdir (46).

**Stokey GK ve ark (2004)**, düşük doz (500 ppm F) sodyum florid diş macunu, yüksek doz (2800 ppm F) sodyum florid diş macunu ve %0.454 stabilize kalay florid (1100 ppm F) ile sodyum hegzametafosfat ( $\text{SnF}_2\text{-HMP}$ )'in kombine edildiği deney diş

macunu ve kontrol grubu olan standart sodyum florid (1100 ppm F) diş macunlarının çürük önleyici etkilerini incelemişlerdir. Yüksek NaF grubunda, kontrol grubuna nazaran belirgin şekilde daha az çürük gözlenmiştir. Benzer şekilde, SnF<sub>2</sub>-HMP grubunda da, kontrol grubuna nazaran belirgin olarak daha az çürük gözlenmiştir (47).

*Truin GJ ve van't Hof MA (2005)*, altı ayda bir uygulanan sodyum florid jelinin 9.5-11.5 yaşları arasında bulunan düşük çürüklü çocuklarda çürükleri azaltmadaki etkisini incelemişlerdir. Uygulanan sodyum florid jelinin (4500 ppm F), dört yıllık çalışmada, düşük çürüklü çocukların D<sub>3</sub>MFS artışında istatistiksel olarak belirgin bir fark göstermediğini belirtmişlerdir (178).

*Weintraub JA ve ark (2006)*, %5 NaF vernisinin (*Duraphat*) erken çocukluk çürüklerinin önlenmesinde ve azaltılmasında önemli etkisinin olduğunu bildirmişlerdir (179).

#### **2.4.6.2 Kalay Florid**

Kalay florid 'SnF<sub>2</sub>' formülasyonuna sahip kimyasal bir bileşiktir. Renksiz ve katı bir haldedir. Genel olarak diş macunlarında kullanılır. Mineye, apatiti fluorapatite dönüştürür ve böylece mine, bakteriler tarafından oluşturulan asitlere karşı daha dirençli olur. Sodyum florid ve sodyum fluorofosfat da benzer şekilde hareket eder. 'Crest' diş macunlarında ilk defa kullanılmıştır fakat daha sonraları yerini sodyum monofluorofosfat almıştır. (22).

1950'li yıllarda floridin kalay ile oluşturduğu tuzu koruyucu dişhekimliğinde denenmiştir. Bu tuz ile mineye 3 kat daha fazla bağlanma olmaktadır. Klinikte de %50 oranında daha fazla çürük önlediği görülmüştür. Etkisi şöyle açıklanabilir; kalay floriddeki florid, kalsiyum ile birleşince fosfatlar açıkta kalır. Bunlar da kalay ile birleşirler ve dişin üzerinde bir zırh oluştururlar. Bu zırh dişi zararlı etkenlere karşı korumaktadır.



Kalay florid'li preparatların, diğer florid bileşiklerinden birkaç farklı etkisi bulunmaktadır. Kalay florid, etki mekanizması ve antibakteriyal özelliği nedeniyle *Streptococcus mutans* sayısını azaltır, diş üzerinde plak oluşumunu güçleştirir (43).

**Vierrou AM ve ark (1986)**, yapmış oldukları çalışmada, kalay floridin *S. mutans* oluşumunu engellediğini ve tükürükteki cfu (colony forming unit) değerini çok az etkilediğini belirtmişlerdir (180).

**Beiraghi S ve ark (1988)**, yapmış oldukları çalışmada, kalay floridin antikaryojenik ve antiplak özellik gösterdiğini ve antimikrobiyal özelliğinden dolayı kemik rezorpsiyonunda azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir (181).

Kalay floridin bir başka özelliği de hassasiyet tedavisinde bir iki uygulama ile başarılı sonuçların alınmasıdır (43).

**Tinanoff N ve ark (1989)**, yapmış oldukları çalışmada, 6 ay boyunca günde iki defa %0.4 kalay florid jeli kullanımının %0.22 sodyum florid jeline nazaran %48 oranında daha az gingivitise neden olduğunu belirtmişlerdir (182).

**Beiswanger BB ve ark (1995)**, 6 ay boyunca günde iki kere %0.454 stabilize kalay floridli diş macunlarının %20.5 oranında daha az gingivitise ve %33.4 oranında daha az kanamaya neden olduğunu belirtmişlerdir (183).

**Archila L ve ark (2004)**, 6 ay boyunca %0.454 stabilize kalay florid/sodyum hegzametafosfatlı diş macunlarının, trikliston/kopolimerli diş macunlarına nazaran belirgin bir şekilde gingivitisi daha fazla azalttığını belirtmişlerdir (184).

**Pizzo G ve ark (2004)**, amin/kalay florid içeren (*Meridol*; 250 ppm F), antimikrobiyal protein içeren (*Biotene*; lizozim, laktoferrin, laktoperoksidaz; LLL), %0.9 sodyum klorid içeren (*Saline*) ve %0.12 klorhegzidin içeren (*Eburos*) ağız gargaralarının plak önleyici etkilerini incelemişlerdir. Amin/kalay florid içeren ağız gargarası, salin solüsyonuna nazaran belirgin şekilde daha fazla plak inhibisyonu

göstermiştir. Klorhegzidin ağız gargarasında önemli yan etkiler meydana gelirken, amin/kalay florid içeren ağız gargarasında önemli bir yan etki kaydedilmemiştir. Ayrıca, amin/kalay florid içeren ağız gargarası, LLL gargarasına nazaran belirgin şekilde daha fazla antiplak aktivitesi göstermiştir (185).

**Butler CJ ve ark (2004)**, 3 farklı porselenin (*Finesse, All-Ceram, Ceramco II*), florid solüsyonları (%1.23 APF; *Oral-B Minute-Foam*, %0.4 kalay florid; *Home Gel*), %10 karbamid peroksid solüsyonu (*Opalescence*) ve distile su içerisindeki pürüzlülüklerini karşılaştırmışlardır. %1.23 asidüle fosfat florid, çalışmada kullanılan bütün porselen materyallerinin özellikle de *Finesse* marka porselenin yüzey pürüzlülüğünü arttırmıştır. Diş hekimlerinin florid ve %10 karbamid peroksid solüsyonlarını kullanmadan önce, yüzey pürüzlülüğünü önlemek için doğru tip porselen restorasyonu seçmeleri gerektiği bildirilmiştir (186).

**Brêtas SM ve ark (2005)**, yapmış oldukları çalışmada , yukarıdaki çalışmaların aksine paslanmaz çelik ligatürler ve elastomerik halkalar uygulanan ortodonti hastalarında kalay florid jelinin topikal olarak uygulanmasının mikroorganizmaların azalmasında pek bir değişiklik kaydetmediklerini belirtmişlerdir. Diğer yapılan araştırmaların aksine herhangi bir değişikliğin olmamasını, kalay florid jelini günlük değil, 15 günde bir uygulamalarından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir (187).

Ancak kalay florid, uzun süreli kullanımlarda dişlerde boyanmalara neden olmaktadır. Kalayın oksitlenmesi ile veya kalay sülfid oluşturarak sarımsı-kahverengi lekeler meydana getirir. Bu lekeler minenin sağlam yüzeylerinde ise temizlikle ortadan kalkar. Demineralize alanlardan ve dolgu kenarlarından ise yok edilemez. Bu tür preparatlar ancak çürüğe aşırı yatkın çocuklarda kullanılmalıdır. Solüsyon ve jel şeklindedir (43).

**Horwitz J ve ark (2005)**, dental implantların iyileşme döneminde bakteriyel kontaminasyonu engellemek amacıyla amin/kalay florid ağız gargarası ile klorhegzidin ağız gargarasını karşılaştırmışlardır ve istatistiksel açıdan belirgin bir fark görmemişlerdir. Klorhegzidin ağız gargarasında, dişlerin boyanması açısından daha

fazla boyanma tespit edilmiştir. Bu nedenle, amin/kalay florid ağız gargaralarının, klorhegzidin ağız gargaralarına alternatif olarak dental implantların iyileşme döneminde bakteri invazyonunu önlemek amacıyla uygulanması önerilmiştir (188).

*Øgaard B ve ark (2006)*, sabit ortodontik tedavi gören hastaların üst ön dişlerinde, amin florid/kalay florid içeren (*Meridol*) ve sodyum florid içeren diş macunu ve ağız gargarası uygulamalarının başlangıç çürüğü (white spot), plak ve gingivitis üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Amin florid/kalay florid diş macunu ve ağız gargarasının birlikte uygulanmasının, sodyum florid diş macunu ve ağız gargaralarının birlikte uygulanmasına nazaran sabit ortodonti tedavisi görenlerin üst ön dişlerindeki başlangıç çürük lezyonu, plak ve gingivitis gelişimini daha etkili şekilde önlediğini bildirmişlerdir (189).

#### **2.4.6.3 Titanyum (IV) Florid**

Titanyum (IV) florid, 'TiF<sub>4</sub>' formülasyonuna sahip inorganik kimyasal bir bileşiktir. Beyaz rekte, katı kıvamda toz şeklindedir. Molekül ağırlığı 123.861 g/mol, yoğunluğu 2.798 g/cm<sup>3</sup>, ergime noktası 284°C'dir (22).

Diş dokularının yerel florid ajanlarından florid alınımının arttırılabilmesi için floridin titanyum ve kalay gibi polivalant katyonlara bağlanması etkili olmaktadır. Polivalant katyonlardan olan titanyum, toksik olmayan bir elementtir. Metalik formu, insan vücudunun pek çok yerinde kullanıma elverişlidir ve kalaydan daha potent bir bağlayıcıdır (190).

Diş yüzeyinde titanyum sıklıkla Ti-O-Ti-O zinciri şeklinde yer alır ve bu sebeple titanyum ile hidroksiapatit arasında beklenen güçlü kompleksler oluşur. SEM incelemeleri de TiF<sub>4</sub> solüsyonu kullanımı sonucu deneysel şartlar altında diş yüzeyinde oluşan tabakanın TiO<sub>2</sub> formasyonundan kaynaklandığını göstermektedir (191,192,193).

TiF<sub>4</sub> solüsyonu değişik özellikleri nedeniyle kök çürüğü oluşumunun önlenmesinde de daha etkili olmaktadır. Kuvvetli kompleks bağlayıcı gücü nedeniyle

kök yüzeyine ve fluoride çok sıkı bağlandığı için KOH yıkaması ile yüzeyden uzaklaştırılmayan bir tabaka oluşturur. Bu tabaka mine yüzeyinde olduğu gibi kök yüzeyinde de uzun süreli retansiyon gösterebilmektedir.  $TiF_4$  solüsyonu uygulanmış kök yüzeylerindeki florid konsantrasyonu ve penetrasyon derinliğindeki farklılıklar, sementin kalınlığındaki ve geçirgenliğindeki lokal farklılıklar ile dentin tübüllerinin periferik obliterasyonuna bağlanabilir (194).

**Reed AJ ve Bibby BG (1976)**, iki yıl boyunca 110 hastanın yarım çenesindeki dişlere yılda bir defa 1 dak. %1'lik  $TiF_4$  solüsyonu, diğer yarım çenesindeki dişlere 4 dak. APF uygulamışlar ve üç yıl sonunda yerel  $TiF_4$  uygulanan dişlerde APF'ye göre daha az yeni çürük yüzeyi gözlediklerini bildirmişlerdir (195).

**Skartveit L ve ark (1989)**, sıçanlarda yaptıkları klinik çalışmalarında  $TiF_4$  solüsyonu, nötral ve asitlendirilmiş NaF solüsyonunun diş çürüğü oluşumunu önlemedeki etkilerini karşılaştırmışlardır. Aynı pH'a sahip  $TiF_4$  ve NaF solüsyonlarının diş çürüğü oluşumunu önleyici etkileri arasındaki farklılığın  $TiF_4$  solüsyonunun içerdiği metalik iyonlardan kaynaklandığını belirtmişlerdir (196).

**Skartveit L ve ark (1990)**,  $TiF_4$  solüsyonunun antimikrobiyal etkisini sık kullanılan yerel florid ajanları ile kıyaslayarak *in vitro* koşullarda değerlendirmek amacı ile bir dizi deney yapmışlar ve bu bileşiğin mine-kök yüzeylerinde *in vitro* koşullarda bakteri birikimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Yapmış oldukları çalışmada,  $TiF_4$  solüsyonu diğer florid ajanları gibi yeterli konsantrasyon ve miktarda *in vitro* olarak uygulandığında bakteriyel gelişimi inhibe edici etki gösterdiğini bildirmişlerdir (197).

**Büyükyılmaz T ve ark (1997)**, yapmış oldukları çalışmada, yerel  $TiF_4$  solüsyonu uygulanan dişlerin minelerinde asit-etching biyopsi tekniği ile yapılan ölçümlerde, elde edilen derinlikleri sığ bulmuşlardır. Bulunan sonuçlar, minenin çözünürlüğünün azalmasında önemli bir göstergedir.  $TiF_4$  solüsyonu uygulamaları sonucunda diş yüzeyinin tükürük veya asit-etching işleminden sonra bile uzaklaştırılmayan küresel partiküller içeren bir tabakayla kaplanmasının yanı sıra uygulamanın kısa süreli, kolay

ve ucuz olması, dar ve derin fissürlere  $TiF_4$  solüsyonunun yerel uygulamasının fissür örtücü olarak kullanılan cam iyonmer simanlara veya rezinlere alternatif bir uygulama olabileceğinin göstergesidir. Araştırmacılar, molar dişlerin okluzal yüzeylerine bir dak. boyunca yerel olarak % 4'lük  $TiF_4$  solüsyonu uyguladıkları çalışmalarında mastikatör kasa ve diş fırçalamanın veya gıda partiküllerinin abraziv etkilerine rağmen aside dirençli  $TiF_4$  tabakasının bir yıl sonra dahi okluzal yüzeylerde bulunduğunu göstermişlerdir (198).

**Büyükyılmaz T ve ark (1997)**, TMR (kantitatif mikroradyografi) ve CLSM (konfokal[=aynı odaklı] lazer taramalı mikroskop) cihazlarını kullanarak,  $TiF_4$  solüsyonunun yüzeysel olarak uygulandığında kök yüzeyi çürüklerinde azalma olduğunu kaydetmişlerdir (199).

**Kazemi RB ve ark (1999)**,  $TiF_4$  solüsyonunun dentin geçirgenliğindeki etkisini ve %25 sitrik asit uygulamasına karşı  $TiF_4$  solüsyonunun direncini göstermek amaçlı bir çalışma yapmışlardır. Yapmış oldukları çalışmanın sonucunda,  $TiF_4$  ve APF (asidüle fosfat florid) ile tedavi edilen smear dentin, sitrik asit uygulamasına karşı direnç kazanmıştır. Sitrik asit uygulamasından sonra NaF ve kontrol grubu, %1, %0.5, %0.1  $TiF_4$  ve APF'ye nazaran belirgin olarak daha yüksek geçirgenlik göstermiştir (200).

**Castro RAL ve ark (2003)**, yapmış oldukları çalışmada, %4  $TiF_4$  solüsyonunun minenin oklüzal yüzeyinde çürük önleyici etkiye sahip olduğunu belirtmişler ve SEM incelemesinde koruyucu kılıfın oluştuğunu göstermişlerdir (201).

**Alves RD ve ark (2005)**, yapmış oldukları çalışmada  $TiF_4$  solüsyonunun diş çürüklerinde koruyucu veya karyostatik etkisinin olduğunu bildirmişlerdir (202).

#### **2.4.6.4 Amonyum Fluorid**

Amonyum florid, ' $NH_4F$ ' formülasyonuna sahiptir ve hidroflik asitle amonyumun nötrale edilmesiyle oluşur. Küçük prizmalar halinde, kristalleşmiş, katı durumdadır. Keskin salin tadında, tahriş edici, toksik ve aşırı derecede suda

çözünmektedir. Amonyum floridin molekül ağırlığı 37.0367 g/mol, yoğunluğu 1.009 g/cm<sup>3</sup> dür (22).

**Wei SHY ve ark (1975)**, mineye amonyum florid (NH<sub>4</sub>F) ve asidüle fosfat florid (APF) solüsyonu uygulanarak, kalsiyum, fosfat ve florid analizi yapmışlardır. APF solüsyonu ile tedavi edilen mine yüzeyinin florid alımı %560 iken NH<sub>4</sub>F solüsyonunun %240'dır (203).

**Tyler JE ve Poole DFG (1984)**, mine yüzeylerine topikal olarak uygulanan amonyum biflorid (NH<sub>4</sub>HF<sub>2</sub>) solüsyonunun florid alınımını *in vitro* olarak incelemişler ve amonyum biflorid solüsyonunun başlangıç çürük lezyonlarının durdurulmasında güçlü etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir (204).

**Wefel JS ve Harless JD (1984)**, %1.23 NH<sub>4</sub>F, Na<sub>2</sub>SnF<sub>6</sub>, APF ve TiF<sub>4</sub> solüsyonlarının yüzeyel olarak uygulanmasının minenin beyaz nokta lezyonlarındaki etkisini incelemişler ve hiçbir yüzeyel florid uygulanmasının belirgin bir yarar sağladığını bildirmişlerdir (205).

**Wöltgens JHM ve ark (1986)**, %3 sukroz ile amonyum florid veya sodyum florid solüsyonlarının minedeki sertlik değişimini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, sodyum floridin, minede hipermineralize alanlar meydana getirdiği ve amonyum floridin çürük ilerlemesini engellediği ve umut vaad eden antikaryojen bir ajan olduğu bildirilmiştir (206).

**Calavska V ve ark (1987)**, yüksek düzeyde sakaroz ile beslenmiş ve *Streptococcus mutans* enjekte edilmiş sıçanların içme sularına NH<sub>4</sub>F ve NaF eklenmesinin çürük korumasındaki etkileri karşılaştırılmıştır. pH '7' iken NaF ve NH<sub>4</sub>F'in eşit değerlerde çürük korumasına sahip olduğu, pH '5' iken NH<sub>4</sub>F'in NaF'e nazaran daha fazla çürük koruması gösterdiğini bildirmişlerdir (207).

**Gron P ve ark (1987)**, sıçanlarda 200 ppm nötral NaF ve NH<sub>4</sub>F solüsyonlarının yüzeyel uygulanmasının çürüklerde önleyici etkisini araştırmışlardır. pH '5' iken

amonyum floridinin fosfat ile uygulanmasının en yüksek çürük önleyici etki gösterdiğini bildirmişlerdir (208).

*Calavska V ve ark (1991)*, *in vitro* olarak sığır minelerinin NaF ve NH<sub>4</sub>F uygulanmasından sonra taramalı elektron mikroskobu ile en dış tabakasını incelemişlerdir. NH<sub>4</sub>F solüsyonu ile tedavi edilen mine yüzeyinde amonyum iyonu bulunmuşken, NaF solüsyonu ile tedavi edilen mine yüzeylerinde sodyum iyonu bulunmamıştır. Çalışmanın sonucunda, bu iyonların, florid-mine etkileşiminde çok önemli bir role sahip olduğunu belirtmişlerdir (209).

*Jon H ve ark (2006)*, beta zeolit mineralinin içine NH<sub>4</sub>F eklenmesinin termal stabiliteyi arttırdığını belirtmişlerdir (210).

## **2.5 Fiziksel ve Antimikrobiyal zellikler**

### **2.5.1 Fiziksel zellikler**

Fiziksel zellikler; mekanik, akustik, optik, termodinamik, elektrik, manyetizma, radyasyon, atomik yapı veya nükleer fenomen gibi yasalara dayanır (211).

#### **2.5.1.1 Basma Dayanımı**

Dayanım, bir yapının kırılması için gereken maksimum kuvvettir. Bu kuvvete ‘basma dayanımı (compressive strength)’ denir. Basma dayanımı, sıkışan test örneğinin kırılma noktasındaki basma şiddetidir. Dayanım, sadece atomik çekim veya itimin ölçümü değil, daha ziyade telin, silidirin veya baskı altındaki bir yapının atomlar arası kuvvetlerinin toplu olarak ölçümüdür (212,213).

Basma dayanımı birçok restoratif dental materyal ve dental tedavi tekniği için önemlidir. Bu zellik çiğneme proesinde özellikle çok önemlidir çünkü çiğneme kuvvetlerinin çoğu baskı kuvveti şeklinindedir. Basma dayanımı dental amalgam ve simanları ve diğer materyalleri karşılaştırmak açısından faydalı bir özelliktir. Bazı

restoratif dental materyallerin basma dayanımı değerleri Tablo 8’de görülmektedir (214).

**Tablo 8.** Bazı restoratif dental materyallerin basma dayanımı.

Materyal	Basma Dayanımı (MPa)
Mine	384
Amalgam	388
Dentin	297
Kompozit rezin	277
Feldspar porselen	149
Çinko fosfat siman	117
Yüksek dayanımlı taş	81
Kalsiyum hidroksit	8

Dayanım, simanlar için önemli bir özelliktir. Örneğin, siman, geçici restoratif materyal olarak kullanıldığında, dayanımın ısırma kuvvetleri karşısında kırılmaya karşı yeterli güç göstermesi gerekmektedir (60,215). Simanların basma dayanımı, çiğneme kuvvetlerine karşı koyabilme ile ilişkilidir (216). Aşağıdaki tabloda dental simanların basma dayanımları görülmektedir (Tablo 9). Isırma kuvvetlerine karşı koyabilmek için tabloda olması gereken minimum dayanımlar belirtilmiştir (60,217).

**Tablo 9.** Kaide materyallerinin basma dayanımları.

Materyal	7 dak.		30 dak.		24 saat	
	MPa	psi	MPa	psi	MPa	psi
<b>Çinko oksit öjenol</b>						
<b>A</b>	2.8	400	3.5	500	5.2	750
<b>B</b>	15.9	2300	20.7	3000	24.1	3500
<b>C</b>	6.2	900	6.9	1000	12.4	1800
<b>Kalsiyum hidroksit</b>						
<b>D</b>	7.6	1100	6.2	900	8.3	1200
<b>E</b>	3.8	550	4.8	700	10.3	1500
<b>Çinko fosfat</b>						
<b>F</b>	6.9	1000	86.9	12.600	119.3	17.300



Tablo 9’ de çinko oksit öjenol ve kalsiyum hidroksit kaide mayeryallerinin basma dayanımları çinko fosfat simanı ile 7 dak., 30 dak. ve 24 saat aralıklarla karşılaştırılmıştır. A, B, ve C çinko oksit öjenol simanlarıdır. Materyal A, kaide materyali olarak kullanılmaktadır. Materyal D ve E, kalsiyum hidroksit simanlarıdır. F materyali, çinko fosfat simandır (217).

Dental simanların dayanımı genellikle baskı altında belirlenir. ADA (American Dental Association Specification no. 8) 24 saat sonunda basma dayanımının minimum 700 kg/cm<sup>2</sup> (9960 psi) olması gerektiğini belirtmiştir. Bir simanın dayanımı, toz/likit oranına bağlıdır. Toz oranı arttıkça basma dayanımı da artmaktadır (215). Uluslararası Standart ISO 3107’ye göre çinko oksit öjenol ve çinko oksit non-öjenol simanların olması gereken maksimum ve minimum basma dayanımı değerleri Tablo 10’de görülmektedir (218).

**Tablo 10.** Çinko oksit öjenol ve çinko oksit non-öjenol simanların olması gereken maksimum ve minimum basma dayanımı değerleri.

Siman Tipi ve Sınıfı	24 saat sonraki Basma Dayanımı (Mpa)	
	minimum	Maksimum
Tip I, Sınıf 1 <sup>a1</sup>		35
Tip I, Sınıf 1 <sup>a2</sup>	N/A*	N/A*
Tip II <sup>b</sup>	35	
Tip III <sup>c</sup>	25	
Tip IV <sup>d</sup>	5	
N/A uygulanamaz (not applicable)		
a) Tip I: geçici simantasyon; 1) Sınıf 1: setting siman 2) Sınıf 2: non-setting siman b) Tip II: daimi simantasyon c) Tip III: kaide maddesi (base) ve geçici restorasyonlar d) Tip IV: cavity liners		

Simanın kuvvetlere karşı yeterli bir güce sahip olması gerekmektedir, böylece kaide maddesi restorasyon yapılırken kırılmaz. Kaide maddesinin kırılması veya yer değiştirmesi restorasyonun kaide maddesine penetre olmasına neden olur, dentine temas eder, ve bu kaide maddesinin termal korumasını ortadan kaldırır. Aynı şekilde, derin kavitelere, düşük dayanıma sahip kaide maddesi restorasyon materyalinin pulpaya doğru itilmesine neden olur. Kaide maddesinin aynı zamanda çiğneme kuvvetleri sırasında daimi restorasyondan iletimi sonucu kırılmalara ve bozunumlara karşı direnç göstermesi gerekmektedir (217).

Germe kuvvetine maruz bırakılan materyallerde gözlenen bazı özellikler, basma kuvvetine de maruz bırakıldığında gözlenmektedir. Örneğin, bir materyalin basma kuvvetine maruz bırakıldığında sergilediği baskı-gerilme eğrisi gerilme kuvvetine de maruz bırakıldığında benzerdir. Böyle bir eğride, materyalin basma kuvveti karşısında elastik ve plastik özellikler gösterdiği gözlenebilir. Materyalin en son basma dayanımı, örneğin orjinal kesit alanı ve uygulanan maksimum güç aracılığı ile hesaplanır (214). Basma dayanımını hesaplamak için uygulanan kuvvet, kuvvete dik yönde gelen kesit alanına bölünür (212,218,219).

$$k = 4F/\pi d^2$$

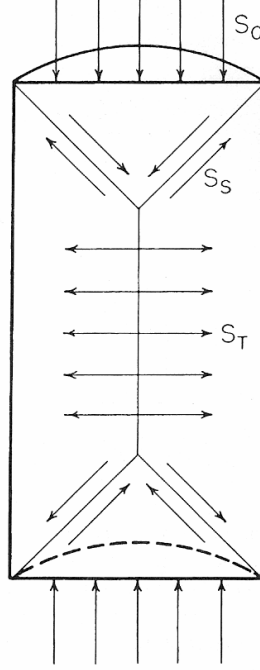
k = basma dayanımı (megapaskal)

F = Maksimum uygulanan kuvvet (newton)

d = örneğin ortalama çapı (milimetre).

Bir yapı basma kuvvetine maruz bırakıldığında meydana gelen kırılmanın oluşan streslere bağlı olarak geliştiğine dikkat edilmelidir. Bu durum Şekil 1’de görülmektedir. Örneğin her iki ucundan uygulanan basma kuvvetleri, her iki uçtaki koni biçimindeki alan boyunca makaslama kuvvetlerine; yapının merkezinde ise uçtaki koni şekillerinin etkileşimi sonucunda germe kuvvetine dönüşürler. Bu dönüşümler nedeniyle, bu tür testlerin yapılabilmesi için örneğin belirli standart ve boyutta olması gerekmektedir. Şekil 1, örnek boyutunun çok kısa olduğu durumlarda uçlarda oluşan konik alanların birbirlerini örtmesi nedeniyle güç dağılımlarının çok karışık bir hal alacağını göstermektedir. Eğer örnek fazla uzun olursa eğilme gelişebilir. Bu nedenle en tatmin

edici sonuçlar, silindir örneğin boyu çapının yaklaşık olarak birbuçuk veya iki katı olması halinde elde edilmektedir (214).



**Şekil 1.** Basma kuvvetine maruz kalan silindirik bir yapıda meydana gelen karışık streslerin çizimi

*Kamposiora P ve ark (1994)*, bir restorasyonun uzun seneler boyunca güvenli bir şekilde kullanılabilmesi için yapıştırma simanının kırılmalara karşı yeterli derecede dayanım göstermesi gerektiğini belirtmişlerdir (220).

*Li ZC ve White SN (1999)*, yapmış oldukları çalışmada yapıştırma simanı olarak kullanılan geleneksel cam iyonomer, rezin-modifiye cam iyonomer ve rezin kompozitlerin basma dayanımlarını çinko fosfat siman ve polikarboksilat simana nazaran daha yüksek bulmuşlardır (221).

*Lee SY ve ark (2000)*, basma dayanımının başarıda çok önemli bir belirleyici faktör olduğunu belirtmişlerdir. Çiğneme kuvvetlerine karşı dayanım gösterilebilmesi için yüksek basma dayanımına sahip olunması gerektiğini vurgulamışlardır. Yapmış oldukları çalışmada, basma dayanımı ile retansiyonun birbirlerine bağlı olduğunu, basma dayanımı arttıkça retansiyonun da arttığını belirtmişlerdir (222).

*Xie D ve ark (2000)*, yapmış oldukları çalışmada rezin-modifiye cam iyonomerlerin bükülme direncinin ve gerilme direncinin geleneksel cam iyonomerlere nazaran daha yüksek olduğunu bulmuşlardır fakat basma dayanımı değerlerinde belirgin bir farkın olmadığını belirtmişlerdir. Cam iyonomer simanların bükülme direnci ve basma dayanımı değerleri arasında güçlü bir korelasyonun olmadığı gösterilmiştir. Daha küçük cam partiküllerinin ve daha düşük mikro porozitelerin olması durumunda daha yüksek basma dayanımının olabileceği bildirilmiştir (223).

### **2.5.1.2 Çözünürlük**

Dental materyallerin seçiminde ve kullanımında klinik açıdan büyük bir önem taşıyan özellik çözünürlüktür. Yapıştırma simanlarının ağız kavitesinde çözünürlüğe dirençli olması en önemli özelliktir. Dişhekimi, kavitenin içerisine inley yerleştirirken, bir kuvvet uygular ve restorasyon ve diş arasında artık siman kalır. Diş ile restorasyon arasında kalan siman gözle görülmez. Artık kalan siman çözünebilir, mikroorganizmalara izin verir ve diş ile inley veya kuron arasına penetre olmasına neden olur (215,219,224,225).

Rezin simanların haricinde, dental simanların ağız içersinde çözünürlüğe karşı dirençli olmaları gerekmektedir. Eğer yapıştırma simanları çözünür ise restorasyon altında sızıntı meydana gelir ve bunu takiben hassasiyet ve çürükler gibi yan etkiler ortaya çıkmaya başlar. Sekonder çürüklerin oluşmasında temel neden simanın çözünürlüğüdür. Restoratif materyallerin çözünürlüğü yüzey materyalinin kaybına neden olur ve bu da restorasyonun yer değiştirmesi ile sonuçlanmaktadır (60,215,219,226).

Simanların çözünürlüğü genellikle distile su içerisinde ölçülür ve ADA Spesifikasyonu tarafından belirlenen maksimum limit %0.2'dir. Tablo 11'te bazı ticari materyallerin çözünürlük değerleri görülmektedir (60,215).

**Tablo 11.** Bazı yapıştırma simanlarının çözünürlük değerleri.

Siman Tipi	Distile sudaki çözünürlük (% wt)
ANSI/ADA Spesifikasyonu no. 8 (Tip I)	0.20 (maksimum)
Çinko fosfat	0.06
Çinko oksit öjenol	0.04
Çinko oksit öjenol EBA/alumina	0.05
Çinko oksit öjenol polimer	0.08
Silikofosfat	0.40
Rezin	0-0.01
Polikarboksilat	0.06
Cam iyonmer	1.25

Ağız içerisinde bulunan simanlar, karbonhidratların fermente olması sırasında mikroorganizmalar tarafından üretilen asitlere sürekli maruz kalmaktadırlar. Bazı asitler, yemek ve içeceklerin bileşenleridir. Örneğin, bu tarz yiyeceklerin mideye alımı sonrasında diş veya restorasyon yüzeyleri üzerinde bir kaç saatliğine asit birikimi olur. Asit ortamında ölçülen bir simanın çözünürlüğü ölçüldüğünde büyük ölçüde arttığı görülmüştür (60,215,219).

ANSI/ADA Spesifikasyonu No. 96, cam iyonmer, çinko polikarboksilat ve çinko fosfat simanların erozyon derecelerini test etmek için 0.1 M laktik asit/sodyum laktat (pH=2.74)'ın kullanımını tanımlamaktadır. 24 saat içerisinde kabul edilebilir kayıp cam iyonmer simanlar için 0.1 mm, çinko fosfat simanlar için 0.2 mm ve çinko polikarboksilat simanlar için 0.3 mm'dir. Cam iyonmer simanların distile su içerisindeki çözünürlüğü kalsiyum hidroksit hariç diğer simanlardan daha yüksektir. Rezin içeriği arttıkça çözünürlük azalır. ANSI/ADA Spesifikasyonu No. 30 (ISO 3107) tarafından tanımlanan çözünürlük değeri hazırlanan siman örneğininin 37<sup>0</sup>C etüve

konmadan önceki tartılan kütlesi ( $m_1$ ) ile 24 saat sonra etüvden çıkarılan simanın 24 saat desikatörde bekletildikten sonra tartıldığındaki kütle ( $m_2$ ) değerleri ile hesaplanır (218).

$$D = [(m_1 - m_2) / m_1] \times 100$$

D= çözünürlük

$m_1$ =etüve konmadan önceki siman örneğinin kütlesi

$m_2$ =desikatörden çıktıktan sonraki siman örneğinin kütlesi

ANSI/ADA Spifikasyonu No. 30 (ISO 3107), çinko oksit öjenol ve çinko oksit non-öjenol simanların distile su içerisindeki kabul edilebilir maksimum çözünürlüğünü tanımlamıştır (60). Tablo 12’te çözünürlük değerleri görülmektedir (218).

Labratuvar çalışmalarında bulunan çözünürlük değerleri, spesifikasyonda belirtilen limitlerin biraz daha altında bulunmuştur. Kalsiyum hidroksit en yüksek çözünürlüğe sahiptir; 24 saat sonunda distile sudaki değerleri %0.4-7.8 wt arasında değişmektedir. Işıklı sertleşen rezin simanlar ağız sıvılarında çözünmemektedirler (60).

**Tablo 12.** Çinko oksit öjenol ve çinko oksit non-öjenol simanların distile su içerisindeki kabul edilebilir maksimum çözünürlük değerleri.

Siman Tipi ve Sınıfı	24 saat sonraki çözünürlük (%)
	Maksimum (mass fraction)
Tip I, Sınıf 1 <sup>a1</sup>	N/A *
Tip I, Sınıf 2 <sup>a2</sup>	N/A *
Tip II <sup>b</sup>	1.5
Tip III <sup>c</sup>	1.5
Tip IV <sup>d</sup>	1.5
N/A * uygulanamaz (not applicable)	
a)Tip I: geçici simantasyon; 1) Sınıf 1: setting siman 2) Sınıf 2: non-setting siman b) Tip II: daimi simantasyon c) Tip III: kaide maddesi (base) ve geçici restorasyonlar d) Tip IV: cavity liners	

*Osborne JW ve ark (1991)*, toz/likit oranının çözünürlük üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu söylemişlerdir (227).

*Mojon P ve ark (1996) ve Yap A ve Lee CM (1997)*, yapıştırma ve restoratif simanların çözünürlüğünün, bozunma ve biyouyumluluk hızlarını etkilediğini belirtmişlerdir. Su emiliminin, boyutsal değişikliklere, boyanmaya ve restorasyonun kenar uyumunun bozulmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Hem çözünürlüğün hem de su emiliminin, marjinal bütünlüğü, yüzey özelliklerini ve estetiği bozduğu ve restorasyonun başarısızlığına neden olduğunu belirtmişlerdir (224,225).

*Kaplan AE ve ark (1997)*, cam iyonomer kök kanalı simanının (*Ketac-Endo*) sertleşme zamanının tamamlanmadan önce nemli ortama maruz kaldığında daha çok çözünürlük gösterdiğini bildirmişlerdir (228).

*Carvalho-Junior JR ve ark (2003)*, yapmış oldukları çalışmada *Endofill*, *Ketac-Endo*, *N-Rickert* ve *Sealer 26* gibi kök kanalı simanlarının çözünürlüklerini karşılaştırmışlardır. *Ketac-Endo* ve *Endofill*, ADA Spifikasyonu no.57'nin kabul ettiği çözünürlük değerlerinden daha yüksek çıkmış, *Sealer 26* ve *N-Rickert* spifikasyon değerlerinin sınırında çıkmıştır. *Sealer 26*, en düşük çözünürlük değeri göstermiştir (229).

*Eisenburger M ve ark (2003)*, yapmış oldukları çalışmada, in vitro olarak ölçülen mine ve dentinin erozyon derinliğine nazaran çinko fosfat simanın bütün pH depeğerlerinde daha yüksek madde kaybı gösterdiğini, cam iyonomer simanın diş dokularına nazaran daha düşük erozyon gösterdiğini bildirmişlerdir (230).

*Cattani-Lorente MA ve ark (1999)*, *Musanje L ve ark (2001)* ve *Malacarne J ve ark (2006)*, yapmış oldukları çalışmalarda, simanlarda meydana gelen su emilimi ve çözünürlüğün, bükülme direnci, Vichers sertliği ve mekanik stabilite gibi mekanik özellikleri de etkileyebileceğini belirtmişlerdir (231,232,233).

*Keyf F ve ark (2006)*, yapmış oldukları çalışmada dört geçici simanın, üç daimi yapıştırma simanının ve beş restoratif simanın su emilimini ve çözünürlüğünü

karşılaştırmışlardır. Test edilen materyaller değişik derecelerde emilim ve çözünürlük göstermiş, emilim ve çözünürlük arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Çinko fosfat ve çinko polikarboksilat simanlar, çözünürlük ve emilim yönünden daha stabil materyaller olarak bulunmuştur (226).

### **2.5.1.3 Fluorid Salınımı**

Fluorid salınımı, restoratif materyaller açısından, çürüklere ve demineralizasyona karşı dişin etrafındaki yapıyı ve komşu dişleri koruyarak antikaryojenik potansiyel göstermesi açısından önemli bir özelliktir (234,235,236,237,238).

Ağızdaki kritik pH remineralizasyon demineralizasyon dengesini demineralizasyon yönünde değiştirdiğinde çürük oluşumu başlayacaktır. Fluorid miktarındaki artış ile tükürük kalsiyum, fosfat iyonları minede remineralizasyonu destekleyeceklerdir. Bu nedenle çeşitli materyallerdeki fluorid salınımı o materyalin antikaryojenik potansiyelini göstermektedir (239,240,241).

Yapılan araştırmalarda, fluorid salınımının üç ayrı mekanizma ile gerçekleştiği bildirilmektedir. 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. Fluorid içeren dental materyallerin, başlangıçta yapılarında bulunan fluorid değerlerinin ve yüzey porozitelerinin fluorid salınım düzeyini ve süresini doğrudan etkilediği bildirilmektedir (242,243).

Diş çürüklerinin önlenmesinde etkin bir yeri olan fluorid, günümüzde üretici firmalar tarafından ağız içerisine ve bitişik dişle salgılanabilen formda, dental materyal



içerisine girmiştir (244,245). Restoratif dental materyaller florid salınımı miktarlarına göre; yüksek (cam iyonomer), orta derecede (resin modifiye cam iyonomer), az (kompomer, florid içeren fissür örtücüler ve florid içeren kompozit reçine) ve florid salınımı yapmayan (geleneksel kompozit) olarak sınıflandırılır. Fiziksel özellikler ise cam iyonomer ve kompozit reçine içeriğine göre farklılık gösterir. Genel olarak azaltılmış fiziksel özellikler yükseltilmiş florid salınımıyla birlikte görülür (18,246,247,248). Florid salan restoratif materyallerin kullanıldığı zaman içerisinde, çürük prevalansı ve sekonder çürük oluşumunda belirgin bir azalma görülmüştür ki; buna neden olarak florid salınımı yapan dental materyaller olduğu düşünülmüştür (18,249).

*Wiltshire WA ve Janse van Rensburg SD (1995)*, yapmış oldukları çalışmada ışıkla sertleşen florid içermeyen iki ortodontik adeziv simanın (*Heliosit Orthodontic, Transbond*) ve ışıkla sertleşen florid içeren iki ortodontik adeziv simanın (*FluorEver, Light-Bond*) *in vitro* olarak florid salınımını değerlendirmişlerdir. Her iki florid içeren ve içermeyen adeziv simanın florid salınımı yaptığını, adeziv simanların florid salınımının, birinci gün florid patlamasıyla (burst) başlayıp, ilerleyen günlerde kademeli olarak düştüğünü, *FluorEver* adeziv simanının diğer simanlara nazaran florid salınımı açısından daha üstün olduğu ve florid salınımının 85. haftaya kadar devam ettiğini, ve sabit ortodontik tedavi esnasında, florid salınımından kaynaklanan fluorapatit oluşumunun dekalsifikasyonu azaltıcı unsur olduğunu bildirmişlerdir (250).

*Ashcraft DB ve ark (1997)*, yapmış oldukları çalışmada üç farklı ışıkla sertleşen cam iyonomer simanın (*Band-Lik, Zionomer, Geristore*) ve bir kimyasal olarak sertleşen kompozit rezinin (*Concise*) florid salınımlarını ölçmüşlerdir. Araştırmacıların yapmış oldukları çalışmanın sonucunda, ışıkla sertleşen cam iyonomer simanların, kompozit rezine nazaran daha fazla florid salınımı yaptığı görülmüştür (251).

*Chung CK ve ark (1998)*, yapmış oldukları çalışmada, kompomer (*Dyract Ortho*) ve resin modifiye cam iyonomer (*Vitremer*) simanların, geleneksel adeziv resin (*Right-On*) siman ile lokal ve sistemik florid salınım miktarını ve karyostatik kabiliyetini karşılaştırmışlardır. Tükürük ve idrardaki florid konsantrasyonu analiz

edildiğinde *Vitremer* veya *Dyract Ortho* simanlarından florid alınımının olmadığı, *Vitremer* ile yapıştırılmış braketlerin dişlere temas eden yüzeylerindeki plakta belirgin olarak artan florid alınımının mevcut olduğu bildirilmiştir. Florid salınım deney materyallerinin (*Dyract Ortho*, *Vitremer*) karyostatik kabiliyetleri, kontrol grubu (*Right-On*)'na nazaran belirgin bir şekilde daha iyi bulunmuş, fakat karyostatik kabiliyeti belirlenen deney grubu materyalleri arasında belirgin bir fark bulunmamıştır (252).

**Grobler SR ve ark (1998)**, dört rezin-modifiye cam iyonomer (*Fuji II LC*, *Vitremer*, *Enforce*, *Advance*), poliasit-modifiye kompozit rezin (*Dyract compomer*) ve bonding ajanının (*OptiBond*) *in vitro* olarak kısa ve uzun dönem florid salınımını incelemişlerdir. En yüksek florid salınımı ilk hafta, en hızlı salınım ilk 24 saatte gözlenmiştir. *Enforce* haricinde diğer rezin-modifiye cam iyonomerler en yüksek florid salınımı göstermişlerdir (253).

**Trimpeneers LM ve ark (1998)**, dört ticari bonding rezinin (*Light-Bond*, *Rely.a.Bond*, *Orthon*, *Fluor Ever OBA*) ve cam iyonomer simanın (*Ketac-Cem*) *in vitro* olarak uzun dönem florid salınım miktarını ve profilini incelemişlerdir. Uzun dönem florid salınımında, *Orthon*, *Ketac-Cem*'e nazaran, *Ketac-Cem* de *Fluor Ever*'e nazaran daha fazla florid salınımı göstermiştir. Bunun, kompozit bonding rezinin daha sıkı bağlanma ve/veya daha az hidrofilik matrikse sahip olmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir. *Light-Bond* tarafından salınan floridin çok az bir miktarda olduğu ve *Rely.a.Bond*'un florid salınımı göstermediği belirtilmiştir (254).

**Gillgrass TJ ve ark (1999)**, geleneksel cam iyonomer siman (*Ketac-Cem*) ve asit-modifiye kompozit (*Ultra Band-Lok*) materyallerinin *in vitro* olarak florid salınımı, mikrobiyal inhibisyon ve mikrosızıntı durumlarını karşılaştırmışlardır. *Ketac-Cem* materyalinin günlük ve kümülatif florid salınımı 5, 15 ve 40. günlerde *Ultra Band-Lok* materyaline nazaran belirgin bir şekilde daha yüksek bulunmuştur (255).

**Yip HK ve ark (1999)**, üç geleneksel cam iyonomer simanın (*Fuji IX*, *ChemFil Superior*, *Ketac Silver*), üç rezin-modifiye cam iyonomer simanın (*Fuji II LC*, *Vitremer*, *Photac-Fil*), poliasit-modifiye rezin kompozit (*Dyract*) ve rezin kompozit kontrol

materyalinin (*Z100*) *in vitro* olarak florid salınımı ve cam iyonmer simanların fiziksel yapıları ve florid salınım seviyelerinde APF (Asidüle fosfat florid) jelinin etkilerini incelemişlerdir. Geleneksel cam iyonmer ve rezin-modifiye cam iyonmer simanlar, ilk 2 günde en yüksek florid salınımı göstermiş, 2 hafta sonra hızlı bir düşüş sergilemiş ve 5 hafta sonra stabilize kalmıştır. Tüm simanların ağırlık kaybı ve APF uygulaması sonrası kümülatif florid salınımı arasında güzel bir korelasyon olduğu görülmüştür (256).

**Yap AUJ ve ark (1999)**, florid salan kompozit (*Tetric, Experimental X*), kompomer (*Dyract, Compoglass*), rezin-modifiye cam iyonmer (*Fuji II LC*) ve geleneksel cam iyonmer (*Fuji II Cap*) materyallerinin 35 günlük sürede florid salınımı ve antibakteriyal özelliklerini incelemişlerdir. *Fuji II Cap*, diğer materyallere nazaran daha yüksek florid salınımı göstermiştir. *Fuji Cap II, Fuji II LC*, ve *Compoglass* benzer şekilde başlangıç florid salınımı göstermiştir. Florid salan kompozitler, 14. günde florid salınımlarını durdurmuşlardır. Florid salınımı ve antibakteriyal özellikler arasında hiçbir korelasyon bulunmadığı belirtilmiştir (248).

**Mazzaoui SA ve ark (2000)**, florid içermeyen dentin adeziv ile kaplanmış, iki geleneksel cam iyonmer (*Ketac-Molar Aplcap, Fuji IX GP*), iki rezin-modifiye cam iyonmer (*Fuji II LC, Photac-Fil*), ve iki florid içeren rezin kompozit (*Ariston pHc, Solitaire*) materyalinin florid salınım miktarlarını incelemişlerdir. *Solitaire* haricinde, bütün materyaller için dentin adeziv ile kaplanmış örneklerin florid salınım miktarı dentin adeziv ile kaplanmamış örneklerin florid salınım miktarına nazaran belirgin bir şekilde daha düşük bulunmuştur. Sonuçlar, dentin adeziv ile kaplama uygulamasının, dental materyallerden florid salınımını tamamen önlemediğini göstermiştir (257).

**Gao W ve Smales RJ (2001)**, dört geleneksel cam iyonmer (*GI-1, Ketac-Molar, FX, Hi-Dence*), iki rezin-modifiye cam iyonmer (*Photac-Fil, Photac-Fil Quick*), iki kompomer (*Hytac Aplitip, Compoglass F*) ve rezin kompozit (*Z100*) materyallerinin florid salınımı seviyelerini ve APF (Asidüle fosfat florid) jeli uygulamasının etkilerini incelemişlerdir. *Z100* haricinde bütün materyaller, ilk 2 gün en yüksek florid salınımı göstermiş, sonra hızlıca düşmüş ve 6 hafta boyunca stabilize

kalmıştır. 2 gün sonra, *Photac-Fil*; *Ketac-Molar*, *FX* ve *Hytac Aplitip*'e nazaran; *GI-1*; *Hytac Aplitip*'e nazaran belirgin olarak daha yüksek seviyelerde florid salınımı göstermiştir. APF jeli uygulaması sonucunda, *Z100* haricinde bütün materyallerde, florid salınımında büyük ölçüde bir artma görülmüştür. Çalışmanın sonucunda, APF uygulaması, tüm materyallerin, özellikle de geleneksel cam iyonomerlerin yüzeyine zarar vermiştir (258).

**Hattab FN ve Amin WM (2001)**, iki geleneksel cam iyonomer (*Ketac-Fil*, *Fuji II*) ve bir metalle güçlendirilmiş cam iyonomer (*Ketac-Silver*) simanın deiyonize su ve yapay tükürkte florid salınımını, vernik ve rezin kaplaması sonucu florid salınımını incelemişlerdir. *Ketac-Fil* ve *Fuji II*, 28 gün boyunca aynı şekilde ve şiddette florid salınımı göstermiştir. *Ketac-Silver*; *Ketac-Fil* ve *Fuji II*'e nazaran belirgin bir şekilde daha az florid salınımı göstermiştir. Yapay tükürkte florid salınımına bakılan materyaller, deiyonize suda florid salınımına bakılan materyallere nazaran daha az salınım göstermiştir. Vernik ve rezin ile kaplanan materyallerin, kaplanmayan materyallere nazaran daha az salınım gösterdiği bildirilmiştir (259).

**McNeill CJ ve ark (2001)**, iki florid içeren kompozit rezin materyal (*Python*, *Assure*) ile rezin-modifiye cam iyonomer (*Fuji Ortho LC*) ve florid içermeyen kompozit rezinin (*Transbond XT*) florid salınımlarını karşılaştırmışlardır. 1. gün, bütün materyaller farklı hızlarda florid salınımı göstermiş, *Assure* en yüksek hızda florid salınımı göstermiş, ve sırasıyla *Fuji Ortho LC*, *Python* ve *Transbond* izlemiştir. 6. ayın sonunda, *Fuji Ortho LC* en yüksek, daha sonra sırasıyla *Assure* ve *Python* florid salınımı göstermiş, *Transbond* çok düşük salınım göstermiştir (260).

**Carey CM ve ark (2003)**, rezin-modifiye cam iyonomer (*Ketac-Fil*) simanın nötral ve karyojenik pH altında florid salınımını incelemişlerdir. Florid salınımı 3 gün içerisinde düşük seviyelere inmiştir. Resin-modifiye cam iyonomer siman, ortam daha düşük pH'da (pH=4) olduğunda daha fazla florid salınımı göstermiştir. Araştırmacılar, bu konuda daha çok araştırma yapılması gerektiğini belirtmişlerdir (261).

*Caves GR ve ark (2003)*, geleneksel cam iyonomer (*Ketac-Cem*), rezin-modifiye cam iyonomer siman (*3M-Multicure*) ve poliasit-modifiye kompozit (*Ultra Band-Lok*) materyallerinin *in vitro* olarak ortalama aynı siman ağırlığıyla bantlanmış diş modeli ve disk modeli kullanılarak florid salınımlarını karşılaştırmışlardır. Hem bantlanmış diş modelinde hem de disk modelinde, 30 gün boyunca *3M-Multicure* en yüksek florid salınımı göstermiş, onu *Ketac-Cem* ve *Ultra Band-Lok* izlemiştir. Florid salınımları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Aynı ortalama siman ağırlığı içermelerine rağmen, bantlanmış diş modelinde *Ketac-Cem* ve *3M-Multicure*, disk modeline nazaran 30 gün sonra yaklaşık olarak 3-4 kat daha fazla kümülatif florid salınımı göstermiştir. *Ultra Band-Lok*, her iki modelde de benzer florid salınımı göstermiştir. Siman tipi, kalıp geometrisi ve yüzey alanının, florid salınım özelliklerini belirgin bir şekilde etkilediği belirtilmiştir (262).

*Itota T ve ark (2004)*, cam doldurucu miktarının cam iyonomer matriksini etkileyip etkilemediğini belirlemek için floridlenmiş cam doldurucu içeren rezin-bazlı materyallerin florid salınımı ve geri yüklenmesi incelenmiştir. Üç materyalin başlangıç florid salınımı karşılaştırıldığında sırasıyla; *Reactmer paste* (giomer) > *Dyract AP* (kompomer) > *Xeno CF* (kompozit) şeklinde bulunmuştur. En düşük florid salınımını veren *Xeno CF*, fluoroalumina silikat cam içerir, fakat bu cam asit ile reaksiyona girmez ve böylece cam iyonomer matriks tabakası oluşmaz. *Dyract AP*, cam iyonomer matriksinde ince bir tabaka olan stronsiyum-fluoro-silikat cam doldurucu içerir. *Reactmer paste*, cam iyonomer matriksinde floridlenmiş cam doldurucu içerir fakat bu cam doldurucu belirgin olarak daha kalın bir hidrojel tabakası içerir ve bu tabaka da asit ile reaksiyona girerek daha fazla florid salınımına neden olmaktadır (263).

*Staley RN ve ark (2004)*, floridli diş macunu ile fırçalanmış veya fırçalanmamış braketlenmiş dişlerden florid salınım kompozit rezin (*Advance*), ışıkla sertleşen kompozit rezin (*Transbond*) ve rezin-modifiye cam iyonomer (*Fuji Ortho LC*) materyallerin *in vitro* olarak florid salınımını karşılaştırmışlardır. Floridli diş macunu ile fırçalamanın, bütün materyallerin florid salınımında artışa neden olduğu, rezin-modifiye cam iyonomer ile braketlenmiş gruptaki florid salınımının diğer gruplara nazaran belirgin şekilde daha fazla olduğu bildirilmiştir (264).

**Itota T ve ark (2005)**, rezin kompozit (*UniFil S*; fluoro-alümino-silikat cam doldurucu, *Reactmer*; pre-reacted cam iyonomer doldurucu, *Beautiful*; her iki doldurucuyu içeren) ve geleneksel cam iyonomer (*Ketac-Fil*) materyallerinin deiyonize su ve laktik asit solüsyonundaki florid salınımını incelemişlerdir. Cam iyonomer hidrojel tabakası çok az içeren veya hiç içermeyen fluoro-alumino-silikat cam doldurucu taşıyan rezin matriks materyallerinin, laktik asit solüsyonuna daldırma sırasında ve sonrasında daha fazla florid salınımı gösterdiği bildirilmiştir (265).

**Lobo MM ve ark (2005)**, rezin-modifiye cam iyonomer (*Vitremer*), florid salan kompozit örtücü (*Clinpro Sealant*), ve florid içermeyen kompozit örtücü (*Concise*) materyallerinin minedeki demineralizasyonu, örtücü uygulanmış minenin fiziksel özellikleri ve örtücü uygulanmamış komşu minenin florid koruyucu özelliklerini incelemiştir. *Vitremer*, *Clinpro Sealant* ve *Concise* materyallerine nazaran daha yüksek florid salınımı ve daha düşük demineralizasyon göstermiştir. *Clinpro Sealant*, örtücü uygulanmamış minede düşük seviyede demineralizasyon gösterirken, *Concise* bunu göstermemiştir. Resin-modifiye cam iyonomerlerin örtücü uygulanmış ve uygulanmamış bölgelerde florid salınımı sayesinde karyostatik etki gösterdiğini, bu materyallerin yüksek çürük riski bulunan hastalarda yararlı olacağını bildirmişlerdir (19).

**De Moor RJG ve ark (2005)**, 10 farklı geleneksel cam iyonomer simanın 140 gün boyunca, 37<sup>0</sup>C'de, nötral sitrat solüsyonundaki florid salınım özelliklerini incelemişlerdir. Nötral sitrat solüsyonunda uzun dönem florid salınımı suya nazaran daha yüksek bulunmuştur. Bazı materyallerin ise nötral sitrat solüsyonunda kısa dönem florid salınımı suya nazaran daha yüksek değerlerdedir (266).

**Chan WD ve ark (2006)**, deney kompoziti (%78 doldurucu ve %22 rezin içerir), geleneksel cam iyonomer (*Fuji II*, *ChemFil*), rezin-modifiye cam iyonomer (*Vitremer*, *Vitrebond*), ve kompozit rezin (*SureFil*, *Charisma F*) materyallerinin florid salınımı profillerini karşılaştırmışlardır. Deney kompoziti, ilk gün en yüksek florid salınımı gösterirken, 7 gün sonra belirgin bir şekilde düşüşe geçmiştir. Geleneksel cam iyonomer

ve rezin-bazlı cam iyonomer simanların florid salınım hızları deney kompoziti ve diğer kompozit rezinlere nazaran belirgin şekilde daha yüksek bulunmuştur (267).

*Wiegand A ve ark (2007)*, florid salan materyallerin, florid salınımı ve geri yükleme yeteneklerini, antibakteriyel özelliklerini incelemişlerdir. Florid içeren dental materyaller florid salınımı ve geri yüklenmesinde önemli farklılıklar göstermiştir. Restoratif materyallerden kısa ve uzun dönem florid salınımı; matriks yapılarına, doldurucu miktarına, oluşum mekanizmasına, florid içeriğine ve farklı ortamlara bağlıdır. Florid salan materyaller, florid rezervuarı gibi davranabilir ve tükürkte, plakta ve diş sert dokularında florid seviyesini arttırabilirler. Florid salan materyaller, özellikle cam iyonomerler ve kompomerler, karyostatik özellikler göstermiş ve *in vitro* olarak karyojenik ortamlarda bakteriyal metabolizmayı etkilemişlerdir. Klinik çalışmalar, florid salan materyallerin belirgin bir şekilde ikincil çürüklerin oranını azalttığını göstermemiştir (268).

#### 2.5.1.4 pH

'pH' bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimidir. pH teriminde 'p'; eksi logaritmanın matematiksel sembolünden, ve 'H' ise hidrojenin kimyasal formülünden türetilmiştir. Genel olarak, bir maddenin aktif asiditesi, o maddenin pH değeri ile ifade edilmektedir. Bu değer, asidik veya alkalın maddelerden çıkan hidrojen iyonları konsantrasyonuna veya daha başka bir deyişle 'hidrojen-iyon aktivitesi'ne bağlıdır. 'pH'; hidrojen-iyon konsantrasyonunun negatif logaritmasıdır ( $pH = -\log[H^+]$ ). Bir maddenin pH değeri hidrojen iyonu  $[H^+]$  ile hidroksil iyonunun  $[OH^-]$  derişimlerinin oranına direk bağlıdır. Eğer  $H^+$  derişimi  $OH^-$  derişiminden fazla ise çözelti asidik; yani pH değeri 7 den düşüktür. Eğer  $OH^-$  derişimi  $H^+$  derişiminden fazla ise maddemiz bazik; yani pH değeri 7 den büyüktür. Suyun iyonik ürünü yaklaşık olarak  $10^{-14}$ 'dür ve suda; eğer  $OH^-$  ve  $H^+$  iyonlarından eşit miktarlarda mevcutsa, madde 7 pH değerine sahip olmak üzere nötrdür (269).

*Norman RD ve ark (1966)*, çinko fosfat, silikat, silikofosfat, bakır ve gümüş simanların yüzey ve iç kütle pH değerlerini incelemişlerdir. Çinko fosfat, silikofosfat, bakır ve gümüş simanlarının pH eğrileri birbirine benzer çıkmıştır. Bunun nedeninin,

her dört simanın içeriğinde de çinko oksit materyalinin bulunmasının etkili olabileceği belirtilmiştir. Gümüş simanın başlangıç pH'ı diğer üç simana nazaran daha düşük bulunmuş ve bakır simanları asiditede ikinci sırayı almıştır. Silikat simanın ise başlangıç pH'ı çinko fosfa simana nazaran daha düşük bulunmuştur. Bu çalışmada, bakır simanı diğer simanlara nazaran en düşük pH göstermiş, 48. saatin sonunda asiditesini korumuştur (270).

**Ben-Amar A ve ark (1999)**, geleneksel cam iyonomer (*Lining Cement*) ve rezin-modifiye cam iyonomer (*Vitrebond, VariGlass VLC, Fuji Lining LC*) simanların *in vitro* olarak karıştırdıktan sonra kısa zaman aralıklarında pH değişimini incelemişlerdir. Test edilen bütün materyaller zamanla artan pH değerleri göstermiştir. *Vitrebond*, hem başlangıçta hem de 9 dak. sonrasında diğer materyallere nazaran daha yüksek pH değerleri göstermiştir (271).

**Nicholson JW ve ark (1999)**, geleneksel cam iyonomer (*Chemfil Superior, Chelonfil, AquaCem*), rezin-modifiye cam iyonomer (*Vitremer luting*), çinko polikarboksilat (*PolyF plus*) ve çinko fosfat (*Zinc phosphate*) simanların laktik asit solüsyonundaki pH değeri artışını incelemişlerdir. Test edilen bütün materyallerin, laktik asit solüsyonunda pH değerlerini arttıran özellik gösterdiği bildirilmiştir (272).

**Patel M ve ark (2000)**, çinko polikarboksilat (*Poly F Plus*) ve geleneksel cam iyonomer (*AquaCem*) simanları kullanılarak laktik asit solüsyonunda simanların toz/likit oranının ve rölatif miktarlarının etkilerini incelemişlerdir. Simanların toz/likit oranının, pH değerini etkilemediği ve istatistiksel olarak anlamsız olduğu belirtilmiştir. Diğer taraftan, laktik asit solüsyonunda örnek sayılarının artmasının pH değerlerinde önemli bir etken olduğu söylenmiştir. Simanın, laktik asit solüsyonunda rölatif miktarının artması ile, pH değerlerinde de artma meydana geldiği bildirilmiştir (273).

**Shabanian M ve Richards LC (2002)**, mine, kompozit (*Z100*), geleneksel cam iyonomer (*Fuji IX*), rezin-modifiye cam iyonomer (*Fuji II LC*) simanların farklı pH seviyeleri (1.2, 3.3, 7.0) ve yükler (0, 3.2, 6.7, 9.95 kg) altında aşınma dayanıklılıklarını incelemişlerdir. Mine ve diğer üç test materyallerinin aşınma dayanımı; pH, yük ve



materyal tipine göre farklılık göstermiştir. pH değişiminden en çok mine, en az kompozit etkilenmiştir. pH değişiminden, geleneksel cam iyonomer, kompozite nazaran daha çok etkilenmiştir. Mine ve geleneksel cam iyonomer, yükten benzer şekilde etkilenmişlerdir. Kompozit, geleneksel cam iyonomere nazaran yüke karşı daha dayanıklıdır (274).

**Hiraishi N ve ark (2003)**, cam iyonomer (*Fuji I*), çinko fosfat (*Elete 100*) ve çinko polikarboksilat (*Hy-Bond Carbo*) simanların pH görüntüleme mikroskobu kullanarak sıgır dentinindeki asit difüzyonunu ve pH değişimini incelemişlerdir. Cam iyonomer en düşük pH değerleri göstermiştir. Her üç materyalde de, 0.5 mm kalınlığındaki dentin disklerinde pH değişimi görülmemiştir. 0.25 mm kalınlığındaki disklerde ise simante edilmiş dentinin pulpal tarafında asit diffüzyonu görülmüş ve cam iyonomer ve çinko fosfat ile simantasyon sonucunda daha düşük pH değeri saptanmıştır (275).

**Attar N ve ark (2003)**, çinko fosfat (*Flecks*), cam iyonomer (*Fuji I luting cement*), rezin-modifiye cam iyonomer (*RelyX Vitremer luting cement*), dual-polimerize rezin (*Calibra, RelyX Adhesive Resin Cement*), auto-polimerize rezin (*Crown&Bridge luting cement*) simanların bükülme direncini, elastisite modülünü, radyopasitesini ve pH değerlerini karşılaştırmışlardır. Çinko fosfat ve geleneksel cam iyonomer simanlar karıştırıldıktan hemen sonra diğer materyallere nazaran en fazla asidik (pH 1.5-2.2); 24 saat sonra ise en az asidik (pH 6.4-6.8) bulunmuştur. Resin yapıştırma simanları ise başlangıçta en yüksek, 24 saat sonra ise en düşük pH değeri göstermiştir (276).

**Solak H ve Oztan MD (2003)**, yüksek pH seviyesinin bakterisidal özellikler gösterdiğini ve böylece osteoklastik aktiviteyi engellediğini bildirmişlerdir (277).

**Gençay K ve ark (2004)**, beş farklı kalsiyum hidroksit kaide materyalinin (*Dycal, Life, Calic, Dycal VLC, Calcident 450*) farklı zaman aralıklarındaki pH değişimlerini incelemişlerdir. Test materyallerinin pH değerleri, farklı zaman aralıklarında istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Bütün kalsiyum hidroksit materyallerinin alkalın özellikler gösterdiği belirtilmiştir. Kimyasal olarak sertleşen

kalsiyum hidroksit materyallerinin, ışıkla sertleşenlere nazaran, 7. günün sonunda daha yüksek pH değerleri gösterdiği bildirilmiştir. 1. saatin sonunda *Dycal VLC* en yüksek, *Life* ise en düşük pH değeri göstermiştir. 24 saat, 3 ve 7. günün sonunda, *Calcident 450* en yüksek, *Calic* en düşük pH değeri göstermiştir (165).

*Santos AD ve ark (2005)*, endodontik deney simanı ile *MTA-Angelus* materyallerinin kalsiyum iyon salınımını, pH ve elektriksel iletimini incelemiştir. Endodontik deney simanı; Portland simanının içeriği, sudan oluşan bir jel, baryum sülfat ve emülsiyonlaştırıcıdan meydana gelmiştir. Deney simanı, 24 saat sonra *MTA-Angelus* materyalinden biraz daha fazla olmakla birlikte benzer kalsiyum iyon salınımı ve artan pH değerleri göstermiştir (278).

*Mohamed-Tahir MA ve ark (2005)*, rezin kompozit (*Esthet-X*), kompomer (*Dyract Extra*) ve giomer (*Beautiful*) gibi rezin-bazlı restoratif materyallerin pH değerlerinin mikrosertlik üzerindeki etkilerini incelemiştir. Resin-bazlı restoratiflerin pH değerlerinin mikrosertlik üzerindeki etkilerinin materyale göre değiştiği belirtilmiştir. Kompomer ve giomer materyalleri; kompozit materyaline nazaran asitlerden daha fazla etkilenmiştir. Bütün pH seviyelerinde, mikrosertlik derecesindeki azalma sırasıyla şu şekilde olmuştur: kompozit < giomer < kompomer (279).

### 2.5.1.5 Radyo-Opasite

Kaide maddesinin hekim tarafından yapılacak radyografik incelemelerde görülebilmesi için kullanılan materyal radyopak olmalıdır, böylece dolgu çevresindeki sekonder çürüklerin teşhisi mümkün olur. Radyolusent kaide maddeleri erken çürüklerin teşhisini önler (2,280).

Restoratif materyallerin altındaki kaide maddelerinin içindeki az miktadaki radyopak ajanlar, yinelenen çürüklerin tesbitinde diş hekimini yanlış yönlendirebilir. Bu yüzden restoratif diş hekimliğinde kullanılan kaide materyallerinin değerlendirilmesinde radyoopasite standartlarını saptamak çok önemlidir. Dentinden

daha az radyopak olan dental materyallerin kaide maddesi olarak kullanımı önerilmemektedir (280,281,282).

Ön diş restorasyonları için kullanılan materyallerde radyopasite özelliği aranmaz iken, arka diş restorasyonlarda kullanılan materyaller ve kaide maddeleri için, radyopasite özelliklerinin bulunması son derece önemlidir (283,284).

**Akerboom HBM ve ark (1993)**, yapmış oldukları çalışmada, kompozit rezinlerin radyopasitesini kontrol olarak kullanılan alüminyumdan daha yüksek bulmuşlardır. Yapıştırma simanlarının ve cam iyonomerlerin radyopasitesini ise alüminyumdan daha düşük bulmuşlardır (285).

**O'Rourke B ve ark (1995)**, radyopak olmayan yapıştırma ajanlarının kompozit inley rezinlerle birlikte kullanılmaması gerektiğini bildirmişlerdir (286).

**Skartveit L ve Halse A (1996)**, dolgu fazlalıklarının belirlenmesinin kolaylaştırılabilmesi için restoratif materyallerin radyografik yoğunluklarının mineden daha yüksek ya da mineye çok yakın değerlerde olması gerektiğini belirtmişlerdir. Radyografik yoğunluğu az olan materyallerin ön diş restorasyonlarda kullanılabilmesini, arayüz dolgularının altında, yinelen çürüklerin tayininde yanıltıcı olabilmesi açısından kullanılmaması gerektiğini bildirmişlerdir (284).

**Sidhu SK ve ark (1996)**, rezin-modifiye cam iyonomer (*Vitremer, Fuji II LC, Photac-Fil*), deneysel rezin-modifiye cam iyonomer (*V-66*), geleneksel cam iyonomer (*ChemFil, Fuji Cap II*) ve amalgam materyallerinin *in vitro* olarak radyopasite değerlerini karşılaştırmışlardır. *ChemFil* ve *Photac-Fil* haricinde bütün cam iyonomerler, mine ve dentine nazaran daha radyopak bulunmuştur. Amalgam hariç, *V-66* en yüksek radyopasite değeri göstermiştir. Resin-modifiye cam iyonomerler arasında, *Fuji II LC* en yüksek, *Photac-Fil* en düşük radyopasite göstermiştir (287).

**Marouf N ve Sidhu SK (1998)**, rezin-modifiye cam iyonomer (*Fuji II LC, Vitremer, Photac-Fil*) materyallerinin gölgelendirilmesinin radyopasite üzerindeki

etkilerini incelemişlerdir. *Fuji II LC* en yüksek, *Photac-Fil* en düşük radyoopasite göstermiştir. Test materyallerin gölgelendirilmesine bağlı olarak radyoopasite değerlerinde istatistiksel olarak farklılık gözlenmemiştir (288).

***Bouschlicher MR ve ark (1999)***, kompozit materyallerin optimal radyografik teşhisi için mineden daha fazla veya en az mineye benzer radyoopasite değerlerine sahip olması gerektiğini belirtmişlerdir (289).

***Dubois DJ ve ark (2000)***, güçlendirilmiş çinko oksit öjenol (*IRM, Zinroc*), geleneksel cam iyonomer (*Ketac-Fil*), sentetik rezin (*Cavit*), serbest öjenollü çinko oksit (*Tempit*), yoğunlaştırılmış cam iyonomer (*Fuji IX-GP*) materyallerinin radyoopasite değerlerini incelemişlerdir. İstatistiksel analiz sonucunda belirgin olarak farklı radyoopasite değerleri ortaya çıkmıştır: *Cavit = IRM = Tempit > Zicroc = Fuji IX-GP > Ketac-Fil = mine > dentin* (290).

***Hara AT ve ark (2001)***, rezin modifiye cam iyonomer (*Fuji II-LC, Photac Fil Aplicap, Vitremer*), poliasit-modifiye kompozit (*Compoglass, Dyract, Variglass*) ve geleneksel cam iyonomer (*Ketac Fil Aplicap*) materyallerinin radyoopasite değerlerini incelemişlerdir. *Photac Fil Aplicap* hariç diğer bütün materyaller, diş yapısına ve *Ketac Fil Aplicap*'a nazaran daha radyoopak değerler göstermiştir (291).

***Danesh G ve ark (2006)***, *ProRoot MTA* ve iki *Portland* simanının (*PC: CEM I ve CEM II*) çözünürlük, mikrosertlik ve radyoopasite değerlerini karşılaştırmışlardır. *Portland* simanları, *ProRoot MTA* simanına nazaran daha fazla çözünebilir, daha düşük mikrosertlik ve daha düşük radyoopak değerler göstermiştir. Bu sonucun, kimyasal içeriklerinin farklılığından ileri geldiğini bildirmişlerdir (292).

### 2.5.2 Antimikrobiyal Özellikler

Yapılan çalışmalar sonucunda restoratif materyaller ile mikroorganizmalar arasındaki etkileşimin restorasyonların etkinliği ve uzun ömürlülüğü açısından önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Restorasyonların antibakteriyal aktivitesini *in vitro* olarak

değerlendirmek amacıyla bir çok çalışma yapılmıştır (241,245,293,294,295,296, 297,298,299,300).

**Dionysopoulos P ve ark (1998)**, ışıkla sertleşen cam iyonomer (*Vitremer*) ve/veya kompomer (*Dyract*) materyallerinin sekonder çürükleri ve mine yüzeyindeki başlangıç çürüklerini önleyebileceğini belirtmişlerdir (245).

**Gillgrass TJ ve ark (1999)**, geleneksel cam iyonomer siman (*Ketac-Cem*) ve asit-modifiye kompozit (*Ultra Band-Lok*) materyallerinin *in vitro* olarak florid salınımı, mikrobiyal inhibisyon ve mikrosızıntı durumlarını karşılaştırmışlardır. *Ketac-Cem*, *Ultra Band-Lok*'a nazaran belirgin bir şekilde daha yüksek florid salınımı ve antimikrobiyal aktivite göstermiştir. Ortodontik amaçlı dişlerin bantlanmasıyla dekalsifikasyonun önlenmesi için, yapıştırıcı simanın etkili bir şekilde florid salınımı yapması, *S. mutans* gibi antikaryojenik bakterilerin inhibisyonu için antimikrobiyal aktivite göstermesi ve siman ile diş arasındaki mikrosızıntıyı önlemesi gerektiği belirtilmiştir (255).

**Angulo M ve ark (1999)**, 3-5 yaşları arasında bulunan sosyo-ekonomik düzeyi yüksek ve düşük Uruguay'lı çocukların diş çürüğü sıklığını araştırmışlardır. Sosyo-ekonomik düzeyi düşük çocuklarda daha fazla diş çürüğü görülürken, *mutans streptococci* düzeyleri %42, *lactobacillus* düzeyleri %18 bulunmuştur (301).

**Chang HS ve ark (1999)**, sabit ortodontik tedavisine başlamış hastalarda, tedavinin 3. ayında, uyarılmış tükürük akış hızı, pH, *mutans streptococci* (MS) ve *lactobacillus* seviyelerinde istatistiksel olarak artış görüldüğünü bildirmişlerdir (302).

**Nobre dos Santos M ve ark (2002)**, biberon çürüğü ve fissür çürüğü bulunan çocuklarda, daha düşük konsantrasyonlarda inorganik bileşenler, daha yüksek konsantrasyonlarda çözülmez polisakkarit ve *mutans streptococci* ve daha yüksek düzeyde günlük şeker tüketimi bulunduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada, süt dentisinde, yüksek düzeyde şeker alımının, dental plâğin biyokimyasal ve mikrobiyolojik içeriğini değiştirdiği ve böylece çürüklerin oluştuğu belirtilmiştir (303).

**Nakajo K ve ark (2005)**, *Enterococcus faecalis* endodontik patojeni ile oral *S. mutans* bakterisinin asid ve alkali direncini ve biyokimyasal mekanizmasını karşılaştırmışlar, *Enterococcus faecalis*'in *S. mutans*'a nazaran daha daha dirençli olduğunu bulmuşlardır (304).

**Cassanho ACA ve ark (2005)**, cam iyonomer ve çinko oksit öjenol simanların, *Candida albicans* üzerindeki antibakteriyal aktivitesini incelemişlerdir. Araştırmacılar, çinko oksit öjenol simanların, *C. albicans* üzerinde daha etkili olduğunu bildirmişlerdir (305).

**Savioli RN ve ark (2006)**, *Grossman* simanının ve simanın komponentlerinin 13 farklı bakteri üzerindeki antimikrobiyal özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmalarının sonuçlarına göre, *Grossman* simanı, testte kullanılmış bütün bakterilere karşı antimikrobiyal özellik göstermiştir. Sodyum tetra borat diğer komponentlere nazaran en yüksek antimikrobiyal özellik göstermiştir. Rozin ve öjenol benzer antimikrobiyal özellikler gösterirken, *P. aeruginosa* ve *C. albicans* üzerinde hiçbir etki göstermemiştir. *E. coli* üzerinde sadece öjenolün antimikrobiyal özelliği görülmüştür. Çinko oksit, sadece *S. sobrinus* ve *E. coli* üzerinde antimikrobiyal özellik göstermiştir. Baryum sülfat ve bizmut subkarbonat hiçbir antimikrobiyal özellik göstermemiştir (306).

**Pizzo G ve ark (2006)**, epoksi rezin bazlı (*AH Plus*), çinko oksit öjenol bazlı (*Endomethasone*, *Pulp Canal Sealer*), çinko oksit öjenol ve ortofenilfenol bazlı (*Vcanalare*) endodontik materyallerin *Enterococcus faecalis* üzerindeki antimikrobiyal özellikleri incelenmiştir. Antimikrobiyal aktivitenin, simanları karıştırma ve ölçümlerini yapma arasında geçen süre ile değiştiği belirtilmiştir. Bütün materyaller, taze karıştırıldıklarında antimikrobiyal özellik göstermişlerdir, fakat *Vcanalare* 7 gün sonra da antimikrobiyal özellik göstermiştir. Diğer materyaller, zaman geçtikçe antimikrobiyal özelliklerini kaybetmişlerdir. 7 gün sonra, *Endomethasone* ve *Pulp Canal Sealer*'ın antimikrobiyal özellik göstermediği görülmüştür (307).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, biri kontrol grubu olmak üzere hazırlanan altı geçici siman örneklerinin basma dayanımı, çözünürlük, florid salınımı, pH ve radyoopasite gibi fiziksel özellikleri ve antimikrobiyal özellikleri incelenmiştir. Hazırlanan örneklerin kimyasal bileşimleri Tablo 13’de görülmektedir.

**Tablo 13.** Çalışmada kullanılan beş farklı geçici simanın formülasyonda yer alan yüzdeleri.

Materyaller	Örneklerin Hazırlanmasında Kullanılan Toz Karışımların Miktarları (gr.)					Likit (ml.)
<b>Grup I (Z)</b>	ZnO (%50)	Ca(OH) <sub>2</sub> (%30)	TiO <sub>2</sub> (%10)	Zeolit (%10)	-----	Linoleik asit (0.33)
<b>Grup II (N)</b>	ZnO (%45)	Ca(OH) <sub>2</sub> (%30)	TiO <sub>2</sub> (%10)	Zeolit (%10)	NaF (%5)	Linoleik asit (0.33)
<b>Grup III (S)</b>	ZnO (%45)	Ca(OH) <sub>2</sub> (%30)	TiO <sub>2</sub> (%10)	Zeolit (%10)	SnF <sub>2</sub> (%5)	Linoleik asit (0.33)
<b>Grup IV (T)</b>	ZnO (%45)	Ca(OH) <sub>2</sub> (%30)	TiO <sub>2</sub> (%10)	Zeolit (%10)	TiF <sub>4</sub> (%5)	Linoleik asit (0.33)
<b>Grup V (NH)</b>	ZnO (%47.5)	Ca(OH) <sub>2</sub> (%30)	TiO <sub>2</sub> (%10)	Zeolit (%10)	NH <sub>4</sub> F (%2.5)	Linoleik asit (0.33)
<b>Kontrol (Kalzinol)</b>	Çinko oksit (%100)					Öjenol (%0.20)

#### 3.1 Kullanılan Materyaller

Çalışmada kullanılan maddelerin tümünün ağızda kullanılacak madde değerlerine uygun olması sağlanmıştır. Kullanılan maddeler ISO 3107 uluslararası standartlarda belirtilen özellikte seçilmiştir. Kullanılan materyallerin bileşimlerinde toksik maddeler (arsenik, kurşun v.s. gibi) bulunmamaktadır. Formüllerin hazırlanma koşulları ISO 3107 standartlarına uygundur.

### 3.1.1 Çinko-oksit

Bu çalışmada kullanılan çinko oksit, Metal Oksit Kimya Sanayi ve Anonim Őirketi tarafından ‘altın muhr’ adı ile üretilen bir üründür. TSE ve ISO EN 9002 kalite belgesine sahiptir. Çinko oksit tozu, kokusuz ve non-toksik bir maddedir. Kullanılan inko oksitin formülü ‘ZnO’, yoğunluğu 5.56 g/cm<sup>3</sup> (20<sup>0</sup>C) ve saflığı minimum %99.9’dur (**Resim 1**).



**Resim 1.** inko oksit tozu

### 3.1.2 Kalsiyum Hidroksit

Bu çalışmada kullanılan kalsiyum hidroksit, ‘Riedel 31219’ markadır. Farmostatik analiz kalitesinde ve İngiliz kodeksine uygundur. Kimyasal formülü ‘Ca(OH)<sub>2</sub>’, yoğunluğu 2.24 gr/cm<sup>3</sup>tür. Kalsiyum hidroksit, kokusuz, katı, beyaz ve susuz haldedir (**Resim 2**).



**Resim 2.** Kalsiyum hidroksit



### 3.1.3 Titanyum Dioksit

Bu çalışmada kullanılan titanyum dioksit, 'Riedel 14027' markadır. Farmostatik analiz kalitesinde ve İngiliz kodeksine uygundur. Kimyasal formülü ' $TiO_2$ ', yoğunluğu  $3.9 \text{ gr/cm}^3$ ' tür. Titanyum dioksit tozu, beyaz ve kokusuzdur (**Resim 3**).



**Resim 3.** Titanyum dioksit

### 3.1.4 Zeolit

Bu çalışmada Manisa-Gördes bölgesinden MTA ruhsatlı doğal zeolitlerden klinoptilolit formunun ağırlıklı olduğu zeolit minerali kullanılmıştır. Örneklerdeki temel ve eser elementler X-Ray flüoresans analizi ile tespit edilmiştir.  $SiO_2$  65.72,  $Al_2O$  10.88,  $TiO_2$  0.07,  $Fe_2O_3$  1.9,  $Na_2O$  0.65,  $CaO$  2.55 oranındadır. Eser element ise As 35, Ba 342, Hg < 0.3 mg/kg oranıyla insan ve hayvan gıda katkı maddeleri olarak kullanılabilecek niteliktedir (**Resim 4**).



**Resim 4.** Zeolit

### 3.1.5 Sodyum Fluorid

Bu çalışmada kullanılan sodyum florid, 'Fluka 71518' markadır. Kimyasal formülü 'NaF' ve yoğunluğu  $2.558 \text{ gr/cm}^3$ 'tür. Sodyum florid, beyaz renkte ve kristal toz halindedir (**Resim 5**).



**Resim 5.** Sodyum florid

### 3.1.6 Kalay Fluorid

Bu çalışmada kullanılan kalay florid, 'Fluka 96535' markadır. Kimyasal formülü ' $\text{SnF}_2$ ' ve yoğunluğu  $4.57 \text{ gr/cm}^3$ 'tür. Kalay florid, renksiz ve katı bir haldedir (**Resim 6**).



**Resim 6.** Kalay florid

### 3.1.7 Titanyum (IV) Fluorid

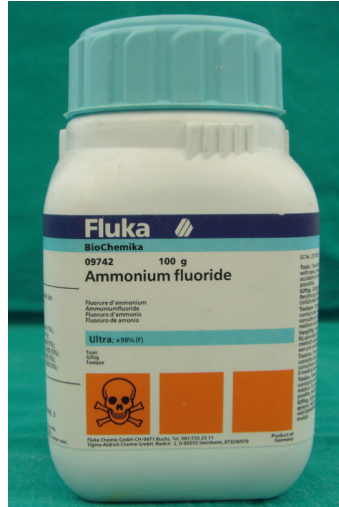
Bu çalışmada kullanılan titanyum (IV) florid, 'Aldrich 3332329' markadır. Kimyasal formülü ' $TiF_4$ ' ve yoğunluğu  $2.798 \text{ gr/cm}^3$ 'tür (**Resim 7**).



**Resim 7.** Titanyum (IV) fluorid

### 3.1.8 Amonyum Fluorid

Bu çalışmada kullanılan amonyum florid, 'Fluka 09742' markadır. Kimyasal formülü ' $NH_4F$ ' ve yoğunluğu  $1.009 \text{ gr/cm}^3$ 'tür. Amonyum florid, küçük prizmalar halinde kristalleşmiş durumdadır. Keskin salin tadındadır ve suda çözünür (**Resim 8**).



**Resim 8.** Amonyum fluorid

### 3.1.9 Linoleik Asit

Bu çalışmada kullanılan linoleik asit, 'Fluka 62240' markadır. Kimyasal formülü ' $C_{18}H_{32}O_2$ 'dir ve yoğunluğu  $0.902 \text{ gr/cm}^3$ 'tür. Linoleik asit, kendine özgü kokulu, renksiz bir likittir (**Resim 9**).



**Resim 9.** Linoleik asit

### 3.1.10 Çinko oksit öjenol (Kontrol Grubu)

Bu çalışmada kullanılan çinko oksit öjenol '*Kalzinol-Dentsply*' markadır ve toz ve likitten oluşmaktadır. Toz kısmı çinko oksittir, likit kısmı ise öjenoldür. Toz-likit oranı 5:1'dir. Simanın karıştırma zamanı 1-1.5 dak., çalışma zamanı 3.5-4.5 dak.dır (**Resim 10**).



**Resim10.** Kalzinol (*Dentsply DeTrey*)

### 3.2 Çalışmada Kullanılan Yöntemler

Bu çalışmada kullanılan materyaller, belirlenen oranlarda hassas terazide tartılıp, porselen havanın içine alınarak 20'şer dak. saat yönünde karıştırılmıştır. Bu işlem, her test öncesi tekrarlanmıştır. Siman örnekleri yapılan testlerden önce taze karıştırılıp hazırlanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan siman örnekleri,  $(23\pm 1)^{\circ}\text{C}$  oda sıcaklığında ve  $\%(50\pm 5)$  rölatif nemlilikte hazırlanmıştır. Siman örneklerinin toz ve likitini karıştırmaya başlamadan önce, siman örnekleri ve testlerde kullanılan aygıtlar, deney koşullarında  $[(23\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 'de ve  $\%(50\pm 5)$ ] en az bir saat bekletilerek, siman örneklerinin standart sıcaklık değerlerine gelmesi sağlanmıştır.

Kontrol ve Z gruplarının siman örnekleri paslanmaz çelik siman spatülü ile temiz siman camı üzerinde, diğer deney grupları ise floridin camla etkileşime girmemesi için temiz kağıt üzerinde hazırlanmıştır. Oluşabilecek izafi hatayı azaltmak için siman örnekleri aynı kişi tarafından hazırlanmıştır.

#### 3.2.1 Fiziksel Testler

##### 3.2.1.1 Basma Dayanımı Testi

###### 3.2.1.1.1 Siman Örneklerinin Hazırlanması

Basma dayanımı ölçülecek deney ve kontrol gruplarından standart boyutlarda siman örnekleri elde edebilmek üzere, ISO 3107 (2004)'nin önerileri doğrultusunda torna atölyesinde 6 mm yüksekliğinde ve 4 mm çapında paslanmaz çelik kalıp hazırlanmıştır (218) (**Resim 11**).



**Resim 11.** Basma dayanımı testinde siman örneklerinin hazırlanmasında kullanılan paslanmaz çelik kalıp

Siman örnekleri karıştırılmaya başlanmadan önce, paslanmaz çelik kalıbı ve kullanılan materyaller ISO 3107 standardının önerisi doğrultusunda 1 saat boyunca standart koşullara getirmek amacıyla  $(23\pm 1)^{\circ}\text{C}$  oda sıcaklığında bekletilmiştir. 1 saat sonra, materyallerin yapışmaması için kalıbın içine *Dentsply-De Trey* marka lak sürülmüştür (**Resim 12**).



**Resim 12.** *Dentsply-De Trey* marka lak

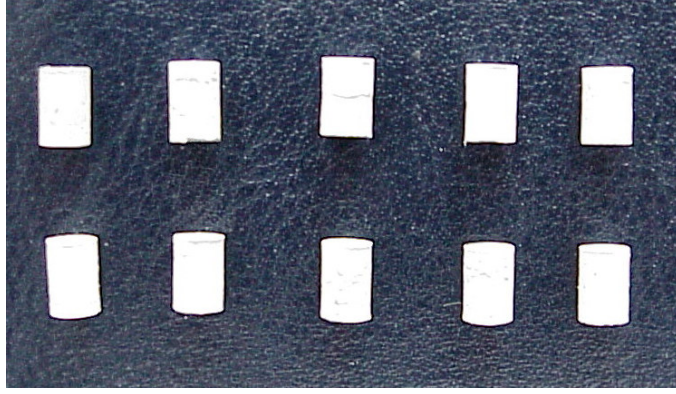
Materyaller,  $(23\pm 1)^{\circ}\text{C}$  oda sıcaklığında ve  $\%(50\pm 5)$  rölatif nemlilikte 1 dak. içerisinde karıştırılarak kalıbın içine yerleştirilmiş, kalıbın alt ve üst plakaları arasında vida ile sıkıştırılarak fazlalıkların taşması sağlanmıştır. Materyaller sertleştikten sonra kalıptan çıkarılarak distile su içerisine yerleştirilmiştir. Distile su içerisine konan siman örnekleri  $(37\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 'lik etüvde 24 saat süre ile bekletilmiştir (**Resim 13**).



**Resim 13.** Çalışmada kullanılan etüv



Tüm gruplardan 10'ar adet siman örneği hazırlanmış ve toplam 60 adet siman örneği elde edilmiştir (**Resim 14**).



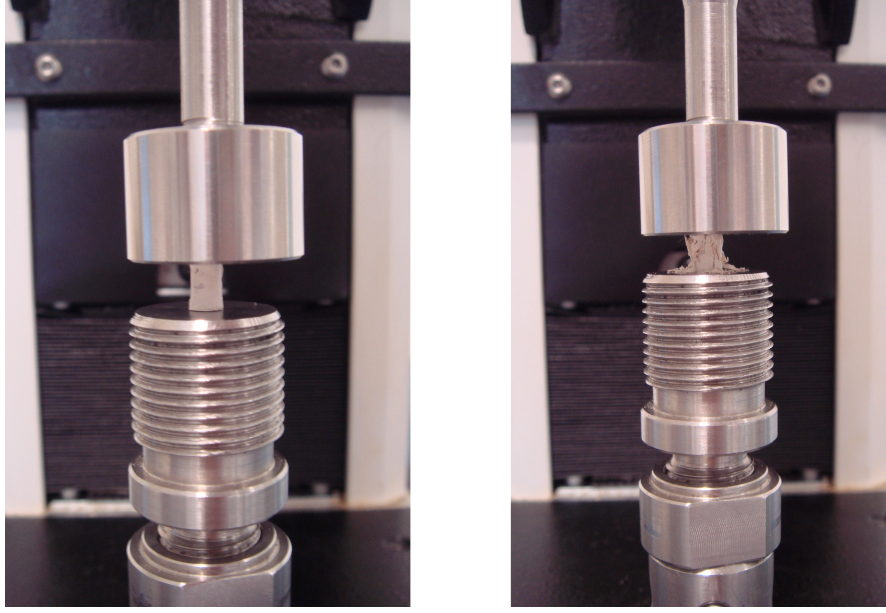
**Resim 14.** Basma dayanımı testi için elde edilen örnekler

### 3.2.1.1.2 Basma Dayanımının Ölçülmesi

Siman örnekleri 24 saat sonra  $(37\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 'lik etüvden çıkarılmıştır. Basma dayanımı testi uygulanmadan 15 dak. önce siman örnekleri ISO 3107 standardının önerisi doğrultusunda distile su içinde  $(23\pm 1)^{\circ}\text{C}$  oda sıcaklığında bekletilmiştir. Basma dayanımı testi, Yeditepe Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi Sert Doku Laboratuvarında bulunan *İnstron 3345* cihazı kullanılarak, siman örneklerinin uzun eksenini boyunca  $(1.00\pm 0.05)$  mm/dak hızla yapılmıştır (**Resim 15, 16**).



**Resim 15.** Basma dayanımı testi için kullanılan İNSTRON 3345 cihazı



**Resim 16.** Siman örneklerinin uzun eksenleri boyunca basma kuvvetinin uygulanması

### 3.2.1.2 Çözünürlük Testi

#### 3.2.1.2.1 Siman Örneklerinin Hazırlanması

Çözünürlük testi yapılacak deney ve kontrol gruplarından standart boyutlarda siman örnekleri elde edebilmek üzere, ISO 3107 (2004)'nin önerileri doğrultusunda torna atölyesinde 1.5 mm yüksekliğinde ve 20 mm çapında paslanmaz çelik halka ve onun plakası hazırlanmıştır (**Resim 17**).



**Resim 17.** Çözünürlük testi için kullanılan paslanmaz çelik halka ve plakası



Çözünürlük testi için hazırlanan siman örnekleri, Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yumuşak Doku Laboratuvarında ISO 3107 standardının önerisi doğrultusunda  $(23\pm 1)^{\circ}\text{C}$  oda sıcaklığında ve  $\%(50\pm 5)$  rölatif nemlilikte hazırlanmıştır (**Resim 18**).



**Resim 18.** Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yumuşak Doku Laboratuvarı

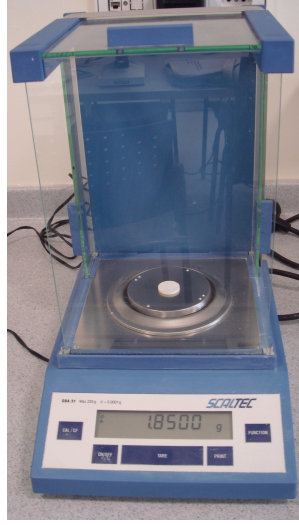
Karıştırılan materyaller kalıba yerleştirilmeden önce, kalıp laklanmıştır. Kalıbın alt ve üst yüzeyine asetat kağıdı konduktan sonra iki cam arasında sıkıştırılarak artan simanın taşması sağlanmıştır. Sertleşme tamamlandıktan sonra örnek kalıptan çıkarılmış ve artan kısımları zımparalanmıştır. Çalışmada kullanılan tüm gruplar için 10'ar siman örneği hazırlanmış ve toplam 60 siman örneği elde edilmiştir (**Resim 19**).



**Resim 19.** Çözünürlük testi için hazırlanan örnekler

### 3.2.1.2.2 Çözünürlülüğün Hesaplanması

Hazırlanan siman örnekleri *Scaltec* marka hassas terazide tartılarak ' $m_1$ ' değeri elde edilmiştir (**Resim 20**).



**Resim 20.** Çözünürlük testi için hazırlanan örneklerin *Scaltec* marka hassas terazide tartılması

Hassas terazide tartılan iki siman örneği, ISO 3107 standardının önerisi doğrultusunda 0.25 mm kalınlığında, yaklaşık olarak 50 mm uzunluğunda ve 0.001 gram ağırlığında ortodontik teller yardımıyla 50 ml su kapasiteli geniş ağızlı şişeye yerleştirilmiş ve içerisine 50 ml distile su koyulmuştur ve şişenin ağzı sıkıca kapatılmıştır (**Resim 21**).



**Resim 21.** Çözünürlük testi için hazırlanan örneklerin distile su içerisine yerleştirilmesi

Distile su içerisinde konan siman örnekleri, ISO 3107 standardının önerisi doğrultusunda  $(37\pm 1) ^\circ\text{C}$  etüvde 24 saat süre ile bekletilmiştir. 24 saat sonra etüvden çıkarılan siman örnekleri az bir miktar distile su ile yıkanmış ve daha sonra peçete yardımıyla hafif bir şekilde kurulanmıştır. Kurulanan siman örnekleri, silika jel içeren desikatörün içerisinde 24 saat süre ile bekletilmiştir (**Resim 22**). 24 saat sonra desikatörden çıkarılan siman örnekleri, hassas terazide tekrar tartılmış ve ' $m_2$ ' değeri elde edilmiştir. ISO 3107 standardında belirtilmiş olan formüle ( $D=[(m_1-m_2)/m_1] \times 100$ ) göre çözünürlük değerleri hesaplanmıştır.

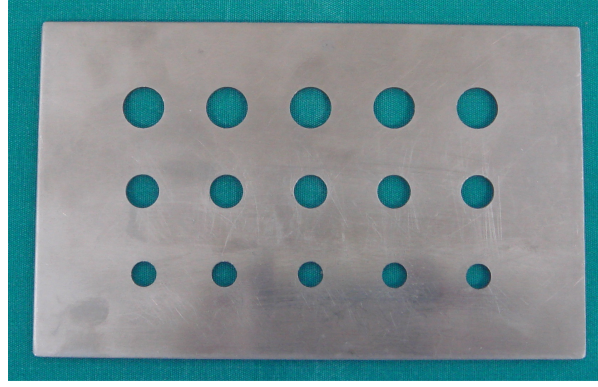


**Resim 22.** Çözünürlük testi için kullanılan silika jel içeren desikatör

### 3.2.1.3 Fluorid Salınımı Testi

#### 3.2.1.3.1 Siman Örneklerinin Hazırlanması

Fluorid salınım testi yapılacak N, S, T ve NH gruplarından standart boyutlarda siman örnekleri elde edebilmek üzere, Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Sert Doku Laboratuvarında bulunan 10 mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde paslanmaz çelik kalıplardan yararlanılmıştır (**Resim 23**).



**Resim 23.** Fluorid salınımı testinde kullanılan paslanmaz çelik kalıp

Her deney grubundan 10'ar siman örneği hazırlanarak, toplam 40 siman örneği elde edilmiştir (**Resim 24**).

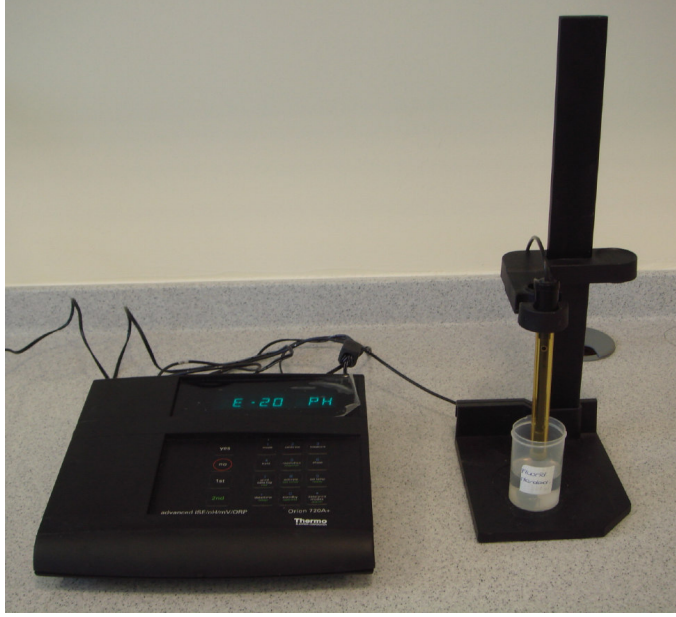


**Resim 24.** Fluorid salınım testi için hazırlanan örnekler

### 3.2.1.3.2 Fluorid Salınımının Ölçülmesi

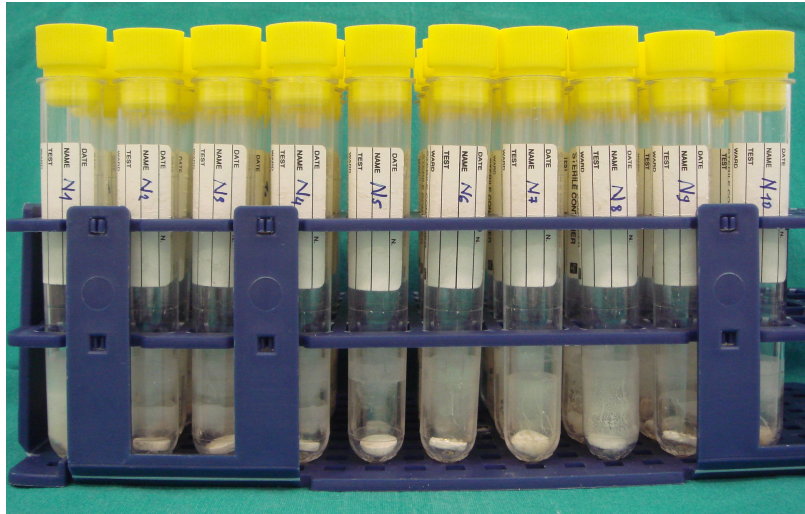
Çalışmada iyon seçtif elektrod yöntemi ile florid miktarı ölçülmü yapılmıştır. Kullanılan cihaz, *Orion 720A+* ve kullanılan elektrod, *Orion Fluorid* elektrodudur (*Thermo Orion Model 9609BN, combination fluoride electrode with BNC connector*) (**Resim 25**).





**Resim 25.** Çalışmada kullanılan Orion 720A+ iyon analizörü ve Orion Fluorid elektrodu (Thermo Orion Model 9609BN, combination fluoride electrode with BNC connector)

Her siman örneği, içerisine 3 ml deiyonize su konulmuş plastik test tüplerine yerleştirilmiş ve kapakları kapatılmıştır. Camın floridi tutma özelliğinden dolayı, florid iyonlarının değerlerinin tespitinde plastik test tüpleri kullanılmıştır. İçlerine 3 ml deiyonize su konulan 40 adet test tübüne birer kod verilmiştir (**Resim 26**).



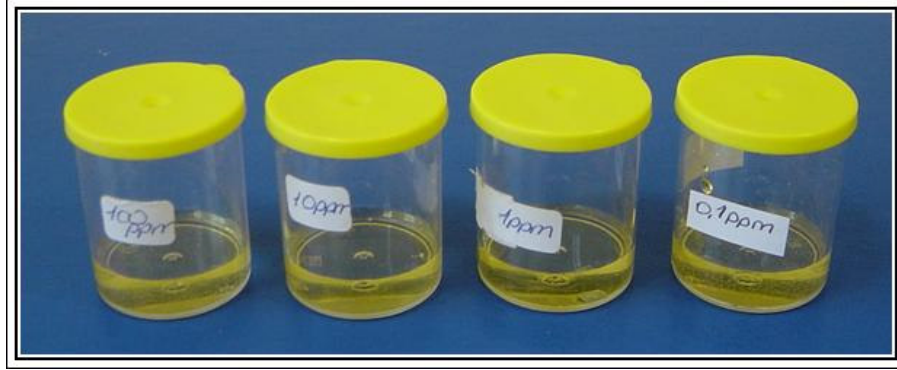
**Resim 26.** Hazırlanan örneklerin deiyonize su içerisinde saklandığı test tüpleri

Siman örnekleri 3ml deiyonize su içeren test tüplerine konulduktan sonra kapakları kapatılarak  $(37\pm 1) ^\circ\text{C}$ 'lik etüve yerleştirilmiş ve çalışma süresince, ölçüm saatleri dışında, bu koşullarda saklanmıştır (**Resim 27**).

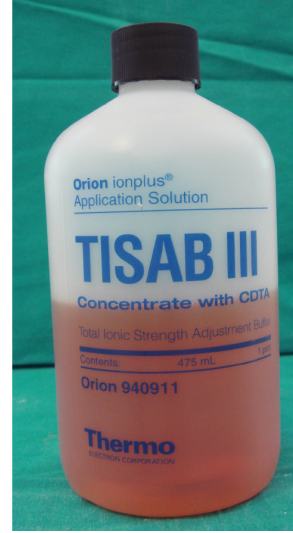


**Resim 27.** Örneklerin deney süresince saklandığı  $(37\pm 1) ^\circ\text{C}$ 'lik etüv

Her bir siman örneğinin 1., 2., 3., 7., 14., 21., 28., 35. ve 42. günlerde florid ölçümleri yapılmıştır. Bir haftadan sonraki ölçümlerde örnekler tüplerden çıkarılarak yeni solüsyonlara konulmuş ve ölçüm 24 saatlik birikim üzerinden yeniden yapılmıştır. Böylece her haftanın sonunda kümülatif olmayan yeni bir günlük değer elde edilmiştir. Her ölçüm gününde, ölçümlerden önce *Orion* marka 100 ppm'lik standart florid solüsyonundan (*Orion Research, Inc. 500, Cummings Center, Beverly, MA, 01915-6199 USA, 940907*) deiyonize su ile seyreltilerek 100 ppm, 10 ppm, 1 ppm ve 0.1 ppm'lik solüsyonlar elde edilmiştir (**Resim 28, 29**).



**Resim 28.** Standart florid solüsyonundan deiyonize su ile seyreltilerek elde edilmiş 100 ppm, 10 ppm, 1 ppm ve 0.1 ppm’lik solüsyonlar



**Resim 29.** Çalışmada kullanılan Orion marka 100 ppm’lik florid standardı (Orion Research, Inc. 500, Cummings Center, Beverly, MA, 01915-6199 USA, 940907) ve TISAB III (Orion Research; Inc. 500, Cummings Center, Beverly, MA, 01915-6199 USA, 940911)

Hazırlanan 4 ml’lik florid solüsyonlarına 0.4 ml TISAB III (*Total Ionic Strength Adjustment Buffer*) solüsyonu (Orion Research; Inc. 500, Cummings Center, Beverly, MA, 01915-6199 USA, 940911) eklenmiş (**Resim 29**) ve beher kapları içinde bulunan bu sıvılar IKA marka ısıtıcısız bir magnetik karıştırıcı ile karıştırılmıştır (**Resim 30**). Daha sonra elektrodun kalibrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.



**Resim 30.** Çalışmada kullanılan IKA marka magnetik karıştırıcı

Fluorid ölçümleri yapılacak olan tüplerin içerisindeki siman örneklerinin her biri, bir düz metal presel ile tutularak aynı tüp üzerinde 1 ml deiyonize su ile yıkandıktan sonra, içerisinde 3 ml deiyonize su bulunan bir başka plastik tübe aktarılmıştır. Toplam 4 ml olan deiyonize su içerisine 0.4 ml TISAB III solüsyonu eklenerek pH'sı ayarlanmış ve sudaki florid iyonize edilmiştir. Daha sonra her bir tüp, magnetik karıştırıcı ile karıştırıldıktan sonra içindeki solüsyon bir beher kabına alınmıştır. Fluorid elektodu bu solüsyon içerisine daldırılarak fluorid konsantrasyonu iyon analizöründe ölçülmüş ve okunan değerler yazılı olarak kaydedilmiştir. Yapılan çalışma, Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Sert Doku Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir (**Resim 31**).



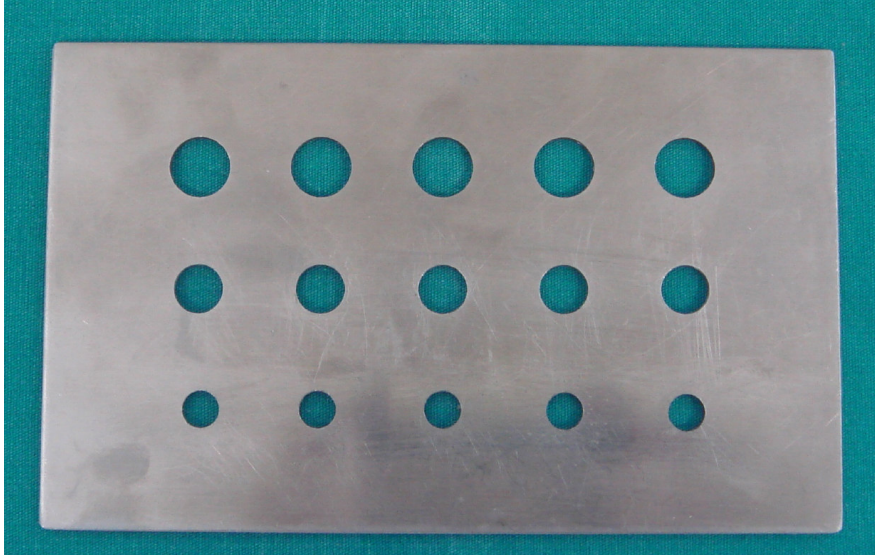
**Resim 31.** Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Sert Doku Laboratuvarı



### 3.2.1.4 pH Testi

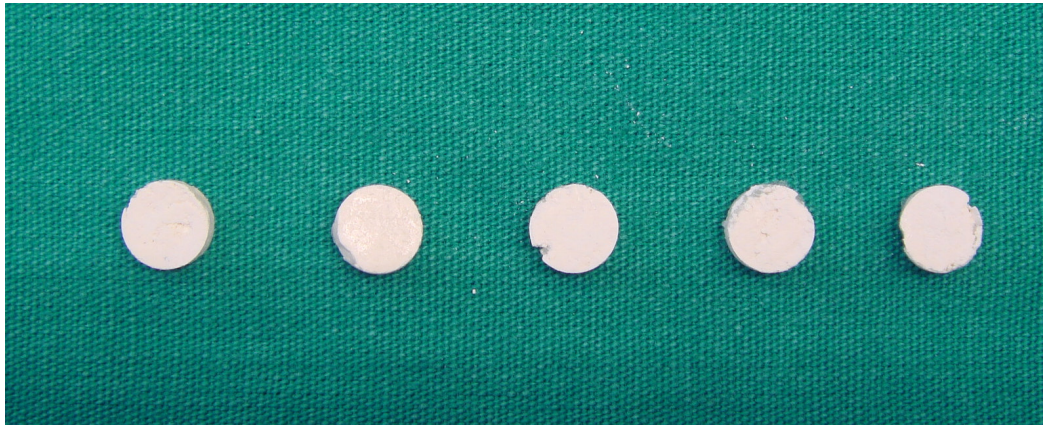
#### 3.2.1.4.1 Siman Örneklerinin Hazırlanması

pH testi yapılacak deney ve kontrol grubundan herhangi bir ISO standardı bulunmadığından, standart boyutlarda siman örnekleri elde edebilmek üzere 6 mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde paslanmaz çelik kalıplardan yararlanılmıştır (**Resim 32**).



**Resim 32.** pH testinde kullanılan paslanmaz çelik kalıp

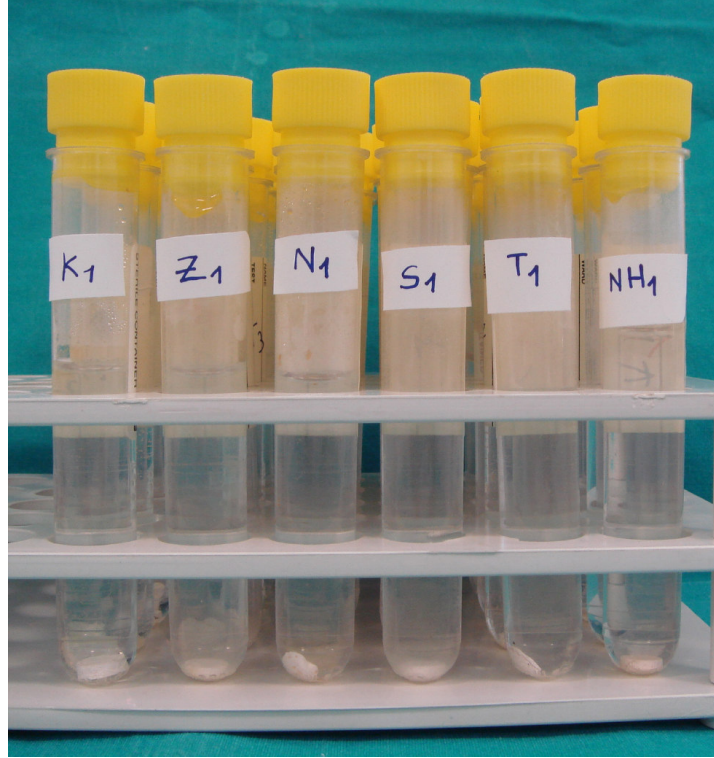
Siman örnekleri,  $(37\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 'lik etüvde sertleştirilmeye bırakılmıştır. Her deney grubundan 5'er siman örneği hazırlanarak, toplam 30 siman örneği elde edilmiştir (**Resim 33**).



**Resim 33.** pH testi için hazırlanan siman örnekleri

### 3.2.1.4.2 pH'nın Ölçülmesi

Sertleşmesi sona eren siman örnekleri kalıptan çıkarılıp, 10 ml distile su içeren plastik tüplere konmuş ve 30 adet test tübüne birer kod verilmiştir (**Resim 34**).



**Resim 34.** Hazırlanan örneklerin distile su içerisinde saklandığı test tüpleri

pH ölçümlerine başlanmadan önce, siman örnekleri 10 ml distile su içerisinde 5 dak. boyunca  $(37\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 'lik etüvde bekletilmiştir. 5 dak. sonra etüvden çıkarılan siman örneklerinin pH ölçümü, *pH 320 SET-WTW* marka pH metre ve *SenTix 97 T* marka elektrod ucu ile 5., 10., 30., 60. ve 120. dak.larda ve 24. ve 48. saatin sonunda yapılmıştır (**Resim 35**). Siman örneklerinin pH ölçümüne geçmeden önce, pH metre, pH'sı 4.01, 7.00 ve 10.00 olan *WTW* marka buffer solüsyonları ile kalibre edilmiştir. pH ölçüm aralarında, 10 ml distile su içerisinde bekletilen siman örnekleri  $(37\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 'lik etüvde bekletilmiştir. pH ölçümlerindeki standardizasyonu sağlamak amacıyla, ölçüm sırasında pH metrenin elektrodu 10 saniye süre ile distile su içerisinde bekletilmiştir.

pH ölçümleri, Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yumuşak Doku Laboratuvarında yapılmıştır.

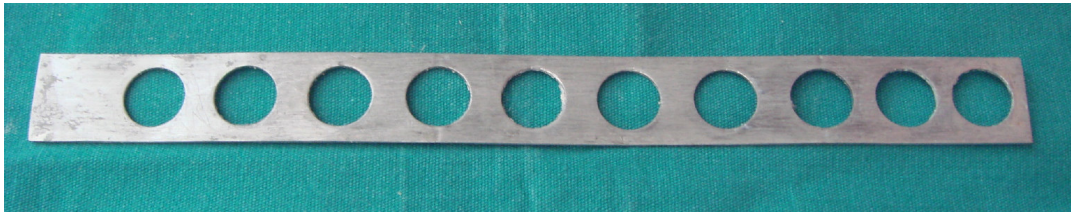


**Resim 35.** Çalışmada kullanılan *pH 320 SET-WTW* marka pH metre, *SenTix 97 T* marka elektrod ucu ve 4.01, 7.00 ve 10.00 olan *WTW* marka buffer solüsyonları

### 3.2.1.5 Radyopasite Testi

#### 3.2.1.5.1 Siman Örneklerinin Hazırlanması

Radyopasite testi yapılacak deney ve kontrol grubundan standart boyutlarda siman örnekleri elde edebilmek üzere ISO 6870 (2001) standardına uygun 10 mm çapında ve 1 mm yüksekliğinde alüminyum kalıptan yararlanılmıştır (**Resim 36**).



**Resim 36.** Radyopasite testinde örneklerin hazırlanmasında kullanılan alüminyum kalıp



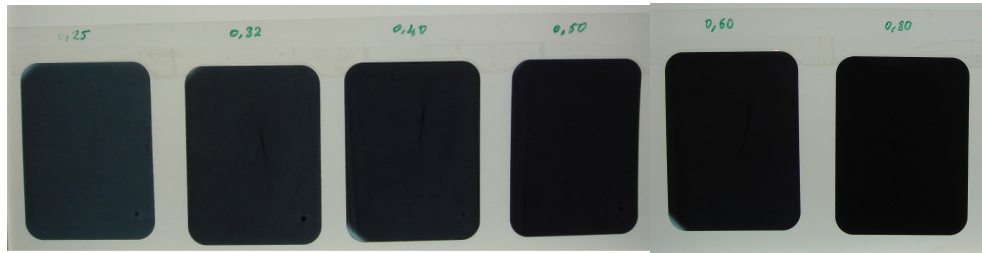
Materyaller karıştırılarak kalıbın içine yerleştirilmiştir. Her gruptan 10'ar siman örneği hazırlanarak, toplam 60 siman örneği elde edilmiştir (**Resim 37**).



**Resim 37.** Radyoopasite testi için hazırlanmış örnekler

### 3.2.1.5.2 Radyo-opasitenin Ölçülmesi

Siman örneklerinin radyoopasitelerini ölçmede, kullanılacak oklüzal filmlerin kaç saniyede çekileceğine karar verebilmek için 0.25 sn, 0.32 sn, 0.40 sn, 0.50 sn, 0.60 sn ve 0.80 saniyelerde altı adet boş 57x76 mm boyutlarında, *Kodak* marka D-hızında oklüzal filmlerin radyografileri alınmıştır (**Resim 38**).

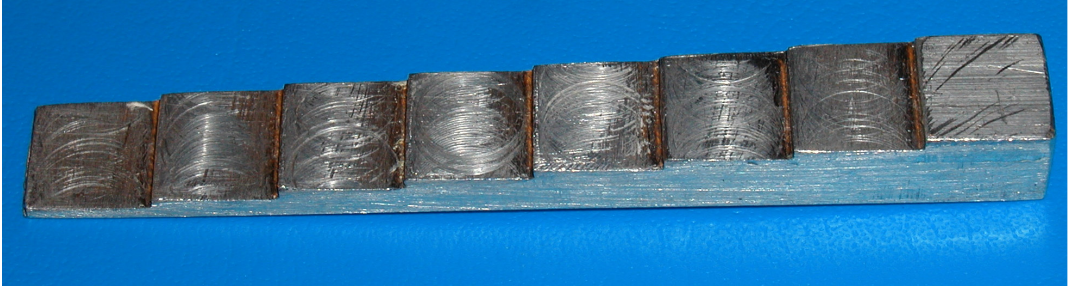


**Resim 38.** 0.25 sn, 0.32 sn, 0.40 sn, 0.50 sn, 0.60 sn ve 0.80 saniyelerde altı adet boş 57x76 mm boyutlarında, *Kodak* marka D-hızında oklüzal filmlerin radyografileri

Radyografisi alınan oklüzal filmler, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, Endüstriyel Uygulama Bölümü'nde *Macbeth TD-902* marka optik densitometre cihazında 5 farklı noktadan densitelerine bakılmıştır. Alınan değerler neticesinde '0.8' saniye süre ile radyografisi alınmış oklüzal filmin '2.00' değerini verdiği görülmüştür. ISO 5799 standardının önerisi doğrultusunda, 0.8 sn süre ile radyografisi alınan oklüzal fimin optik densitometre cihazında '2.00'

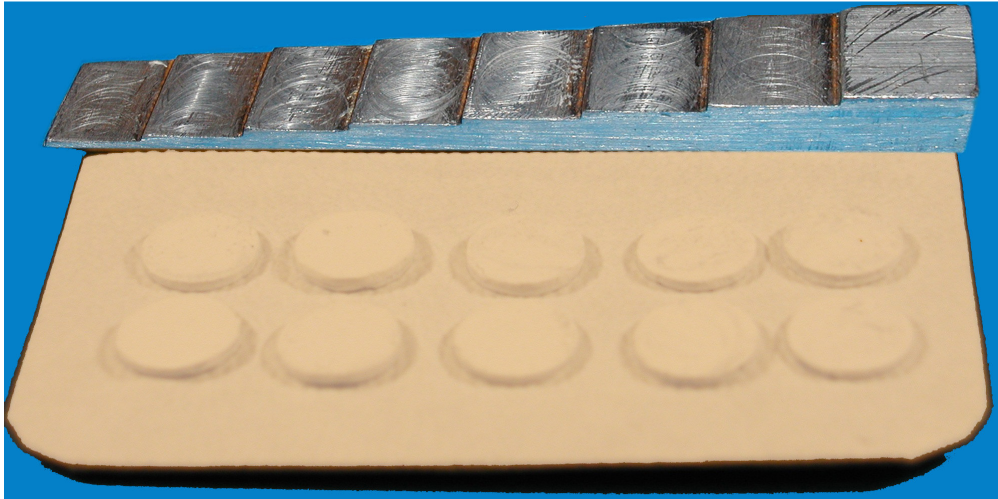
değerini vermesi nedeniyle, siman örneklerinin radyoopasite değerlerinin '0.8' sn süre ile çekilen oklüzal filmler üzerinde belirlenmesine karar verilmiştir.

Siman örneklerinin radyoopasite değerlerini ölçmek ve ışılama işlemleri sırasında oluşacak farklılıkları ortadan kaldırmak için, örnekler %99 saf alüminyumdan yapılmış olan 1-8 mm kalınlığında ve 8 basamaklı 'step-wedge' ile birlikte ışılanmıştır (**Resim 39**).



**Resim 39.** Çalışmada kullanılan 1-8 mm kalınlığında ve 8 basamaklı olan alüminyum step-wedge

Hazırlanan siman örnekleri ve alüminyum step-wedge, 57x76 mm boyutlarında D-hızında oklüzal film (*Kodak Ultra Speed DF-50, Size-4 Dental Film, Rochester, NY, USA*) üzerine yerleştirilmiştir (**Resim 40**).

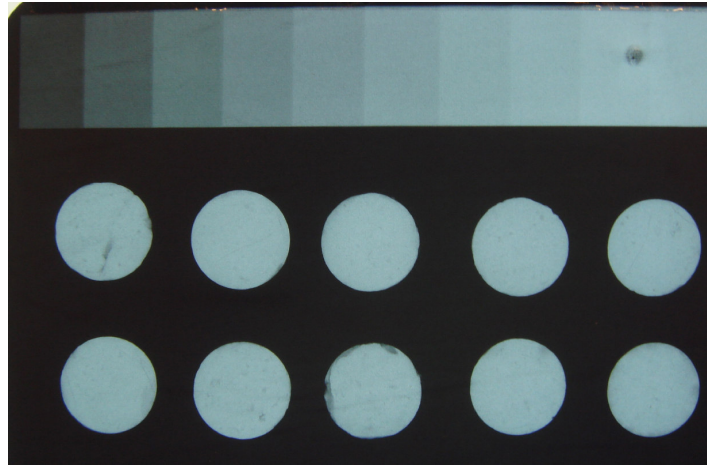


**Resim 40.** Kodak marka D-hızında oklüzal film üzerine yerleştirilmiş siman örnekleri ve alüminyum step-wedge.

Hazırlanan film 70 kV, 8 mA ve 2.5 mm alüminyuma eşdeğer total filtrasyon özellikleri olan *Trophy (Beauburg, France)* marka röntgen cihazı ile, 40 cm film-ışın kaynağı mesafesinden 0.8 saniye süre ile radyografisi alınmıştır (**Resim 41, 42**).



**Resim 41.** Oklüzal film üzerindeki örneklerin ve step-wedge'in Trophy marka röntgen cihazı ile 40 cm film-ışın kaynağı mesafesinden radyografisinin alınması



**Resim 42.** Oklüzal film ile radyografisi alınmış siman örnekleri ve alüminyum step-wedge



Radyografisi alınma işlemi tamamlanmış oklüzal filmler 28°C taze *Kodak* marka solüsyon kullanılarak *Velopex Extra-X* (*Medivance Instrument Limited, London, UK*) marka otomatik film banyosu ile 4 dak. 3 saniye sürede banyo edilmiştir (**Resim 43**). Uygulanan ışınlama ve banyo işlemleri Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı’da yapılmıştır.



**Resim 43.** Oklüzal filmlerin banyo edilmesi için kullanılan *Velopex Extra-X* (*Medivance Instrument Limited, London, UK*) marka otomatik film banyosu

Oklüzal filmlerdeki siman örnekleri ve alüminyum step-wedge’in her basamağına ait yoğunluk değerleri optik densitometre cihazında (*Macbeth Transmission Densitometre TD-902, Newsburg, NY, USA*) 0.1 mm açıklık kullanılarak beş farklı noktadan ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır (**Resim 44**). Siman örneklerinin yoğunluk değerlerini ölçmeye başlamadan önce, optik densitometre cihazının kalibrasyonu yapılmıştır ve ölçümün ilerleyen dak.larında kalibrasyon kontrol amaçlı tekrarlanmıştır. Işınlanmamış oklüzal filmin base-fog densite değeri, siman örneklerinin ölçülen densite değerinden çıkarılarak her materyale ait radyografik densite değerleri ‘ODU (Optik Densite Unit)’ olarak elde edilmiştir;

$$\text{ODU (Optik Densite Unit)} = \text{Ölçülen densite değeri} - (\text{Base+Fog}) \text{ densite değeri}$$

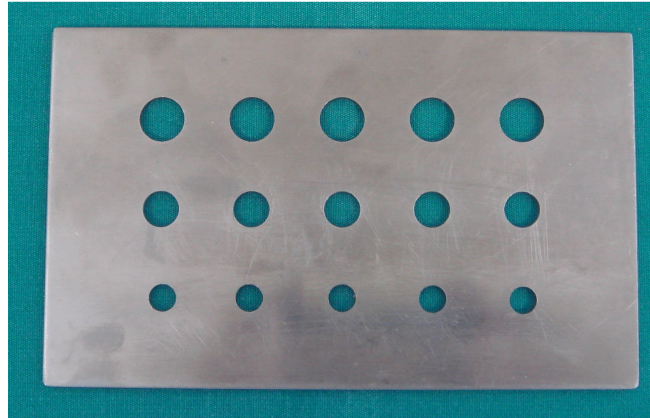


**Resim 44.** Çalışmada kullanılan optik densitometre cihazı (*Macbeth Transmission Dentitometre TD-902, Newsburg, NY, USA*)

### 3.2.2 Antimikrobiyal Test

#### 3.2.2.1 Siman Örneklerinin Hazırlanması

Antimikrobiyal özelliklerin belirlenmesinde herhangi bir ISO standardı bulunmadığından, deney ve kontrol grubundan standart boyutlarda siman örnekleri elde edebilmek üzere, 6 mm çapında ve 2 mm yüksekliğinde paslanmaz çelik kalıplardan yararlanılmıştır (**Resim 45**).



**Resim 45.** Örneklerin hazırlanmasında kullanılan paslanmaz çelik kalıp.



Siman örnekleri karıştırılarak kalıbın içine yerleştirilmiş, yapılacak antimikrobiyal çalışmadan 24 saat önce kimyasal olarak sertleştirilmiş ve 135<sup>0</sup>C'lik *Steris* marka otoklavda steril edilip ependorf tüplerinde saklanmıştır (**Resim 46**).



**Resim 46.** Çalışmada kullanılan *Steris* marka otoklav

Her deney grubundan 10'ar siman örneği hazırlanarak, toplam 60 siman örneği elde edilmiştir (**Resim 47**).



**Resim 47.** Antimikrobiyal özelliklerin belirlenmesinde hazırlanan örnekler

### 3.2.2.2 Antimikrobiyal Etkinin Belirlenmesi

Dental materyallerin steril şartlarda hazırlanması için kullanılacak cam, siman spatülü, presel her işlem öncesinde *Steris* marka otoklavda 135<sup>0</sup>C'de 1 saat süre ile steril edilmiş, ayrı ayrı paketlenmiştir. Tüm işlemler sırasında steril eldiven kullanılmıştır (**Resim 48**).



**Resim 48.** Çalışmada kullanılan steril edilip paketlenmiş aletler

Bu çalışmada, American Type Culture Collection (ATCC) kayıtlı standart suşlardan *Streptococcus mutans* ATCC 25175 ve *Lactobasillus casei* ATCC 4646 kullanılmıştır. Besiyeri aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır. Manyetik karıştırıcı ile karıştırılarak otoklavda 121<sup>0</sup>C'de 15 dak. steril edilmiştir.

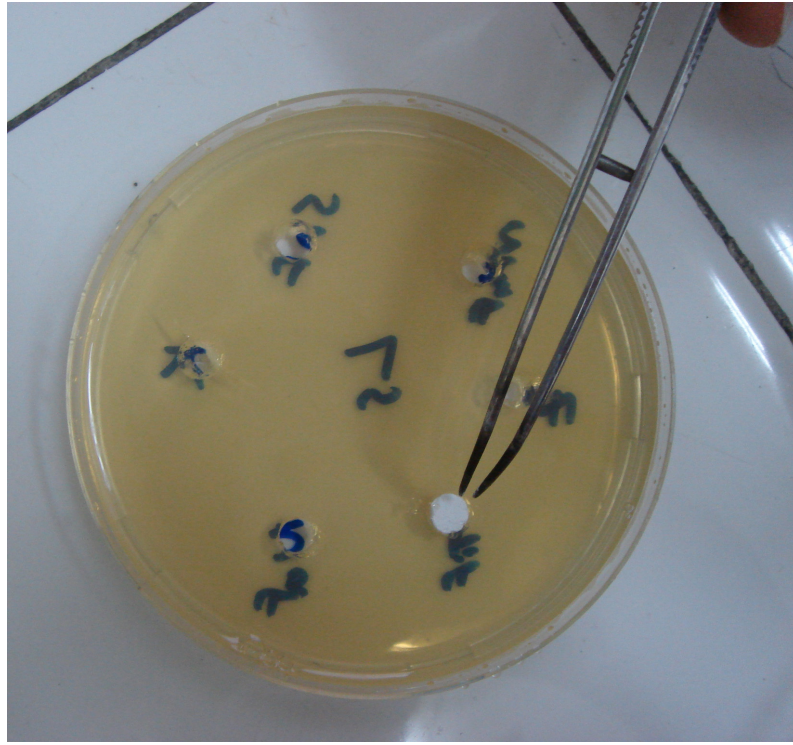
#### Beyin Kalp İnfüzyon (Brain Heart Infusion) Agar :

- Brain Heart Broth (MERCK) 37g
- Agar-agar 15g
- Distile su 1000ml

Standart suşlar Beyin Kalp İnfüzyon (BHI) Agar içerisinde %10 CO<sub>2</sub>'li ortamda (mum söndürme kavanozunda) (37±1)<sup>0</sup>C'da 24 saat bekletilerek kültürleri hazırlanmış,

10 ml Beyin Kalp İnfüzyon (BHI) Broth içine aktarılarak 0.5 MacFarland bulanıklık tüpüne göre bir bakteri süspansiyonu hazırlanmıştır.

Dental materyallerin antibakteriyal özellikleri 'Agar Diffüzyon Test Yöntemi' kullanılarak incelenmiştir. Hazırlanan bakteri süspansiyonundan 0.1 ml alınarak yavru tüp yardımıyla Beyin Kalp İnfüzyon Agar'a yayma yapılmış, steril pipet yardımıyla her petri için 6 mm çapında 6 tane kuyu açılmış, açılan kuyuların içine siman örnekleri yerleştirilmiştir (**Resim 49**).



**Resim 49.** Çalışmada kullanılan petrilerde 6 mm çapında kuyuların açılması ve örneklerin yerleştirilmesi

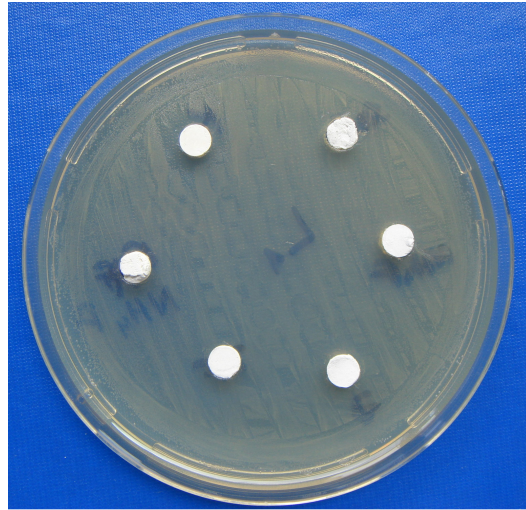


Örneklerin Beyin Kalp İnfüzyon Agar içerisinde yerleştirilmesinden sonra, %10 CO<sub>2</sub>'li ortamda (37±1)<sup>0</sup>C'lik etüvde 48 saat süre ile bekletilmiştir (**Resim 50**).



**Resim 50.** Beyin Kalp İnfüzyon Agar içerisine yerleştirilen örneklerin etüvde bekletilmesi

48 saatin sonunda siman örneklerinin çevresindeki inhibisyon zonları milimetrik cetvel ile ölçülerek değerlendirilmiştir (**Resim 51**). Antimikrobiyal özelliklerin belirlenmesi, İstanbul Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilmiştir.



**Resim 51.** Hazırlanan örneklerin antibakteriyal etkinliğini gösteren inhibisyon zonları

### 3.3 İstatistiksel Değerlendirme

Bu çalışmada istatistiksel analizler NCSS-PASS 2007 paket programı ile yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metodların (ortalama, standart sapma) yanı sıra çoklu grupların tekrarlayan ölçümlerinde Friedman testi, gruplar arası karşılaştırmalarda Kruskal Wallis testi, alt grup karşılaştırmalarında Dunn's çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Sonuçlar, anlamlılık  $p < 0.05$  düzeyinde değerlendirilmiştir.

## 4. BULGULAR

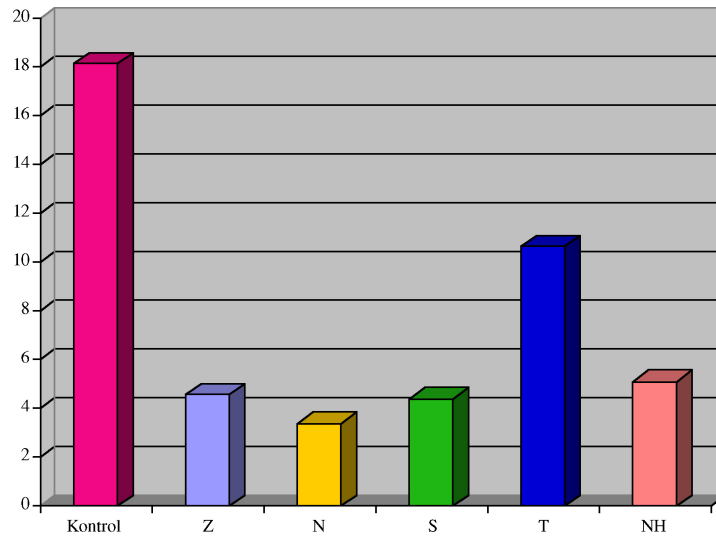
### 4.1 Basma Dayanımı Testi Bulguları

Kontrol, Z, N, S, T, NH gruplarının basma dayanımı değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir ( $p=0.0001$ ). Çalışmada test edilen materyallerin basma dayanımı değerlerinin ortalaması Tablo 14 ve Grafik 1’de görülmektedir.

**Tablo 14.** Materyallerin basma dayanımı ortalama değerlerinin karşılaştırılması (MPa).

Materyaller	Basma Dayanımı (MPa)
<b>Kontrol</b>	18.12±5.64
<b>Z</b>	4.57±0.92
<b>N</b>	3.40±1.19
<b>S</b>	4.39±1.68
<b>T</b>	10.64±3.54
<b>NH</b>	5.13±1.65
<b>KW<sup>a</sup></b>	41.09
<b>p</b>	<b>0.0001*</b>

<sup>a</sup>Kruskal Wallis Testi  
\*İstatistiksel olarak anlamlı



**Grafik 1.** Materyallerin basma dayanımı değerlerinin dağılımı

Kontrol grubunun basma dayanımı değerleri ortalamaları Z, N, S ve NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.001$ ), N grubunun basma dayanımı ortalamaları T grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p < 0.01$ ) bulunmuş, diğer gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p > 0.05$ ) (Tablo 15).

**Tablo 15.** Materyallerin basma dayanımı değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması (MPa).

<b>Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi</b>	<b>Basma Dayanımı (MPa)</b>
Kontrol / Z	<b><math>p &lt; 0.001^*</math></b>
Kontrol / N	<b><math>p &lt; 0.001^*</math></b>
Kontrol / S	<b><math>p &lt; 0.001^*</math></b>
Kontrol / T	$p > 0.05$
Kontrol / NH	<b><math>p &lt; 0.01^*</math></b>
Z / N	$p > 0.05$
Z / S	$p > 0.05$
Z / T	$p > 0.05$
Z / NH	$p > 0.05$
N / S	$p > 0.05$
N / T	<b><math>p &lt; 0.01^*</math></b>
N / NH	$p > 0.05$
S / T	$p > 0.05$
S / NH	$p > 0.05$
T / NH	$p > 0.05$
*istatistiksel olarak anlamlı	

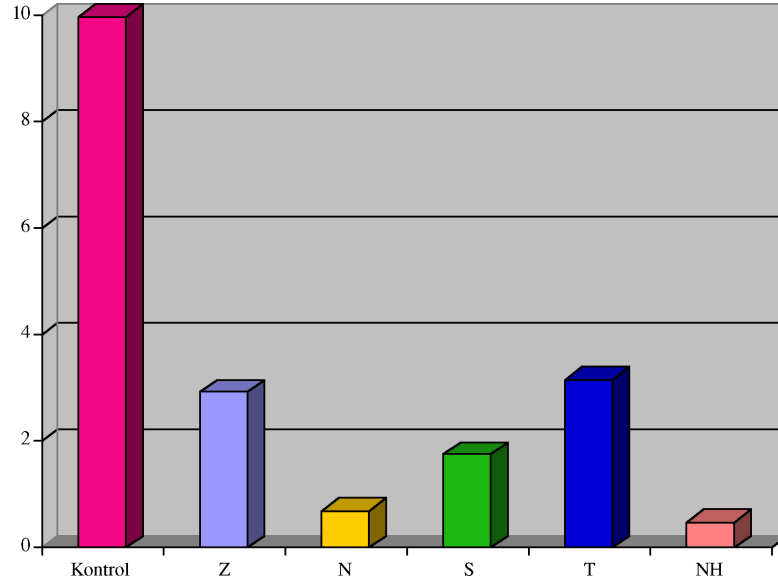
#### 4.2 Çözünürlük Testi Bulguları

Kontrol, Z, N, S, T ve NH gruplarının çözünürlük değeri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir ( $p=0.001$ ). Çalışmada test edilen materyallerin çözünürlük değeri ortalamaları Tablo 16 ve Grafik 2'de görülmektedir.

**Tablo 16.** Materyallerin çözünürlük ortalama değerlerinin karşılaştırılması (wt).

Materyaller	Çözünürlük Değerleri
<b>Kontrol</b>	9.967±6.996
<b>Z</b>	2.933±5.259
<b>N</b>	0.693±0.183
<b>S</b>	1.75±4.001
<b>T</b>	3.167±5.286
<b>NH</b>	0.492±0.09
<b>KW<sup>a</sup></b>	20.19
<b>p</b>	<b>0.001*</b>

<sup>a</sup>Kruskal Wallis Testi  
\*İstatistiksel olarak anlamlı



**Grafik 2.** Materyallerin çözünürlük ortalama değerlerinin dağılımı

Kontrol grubunun çözünürlük değeri ortalamaları S ve NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p > 0.05$ ) (Tablo 17).



**Tablo 17.** Materyallerin çözünürlük ortalama değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması.

<b>Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi</b>	<b>Çözünürlük</b>
Kontrol / Z	$p > 0.05$
Kontrol / N	$p > 0.05$
Kontrol / S	<b><math>p &lt; 0.05^*</math></b>
Kontrol / T	$p > 0.05$
Kontrol / NH	<b><math>p &lt; 0.01^*</math></b>
Z / N	$p > 0.05$
Z / S	$p > 0.05$
Z / T	$p > 0.05$
Z / NH	$p > 0.05$
N / S	$p > 0.05$
N / T	$p > 0.05$
N / NH	$p > 0.05$
S / T	$p > 0.05$
S / NH	$p > 0.05$
T / NH	$p > 0.05$
*İstatistiksel olarak anlamlı	

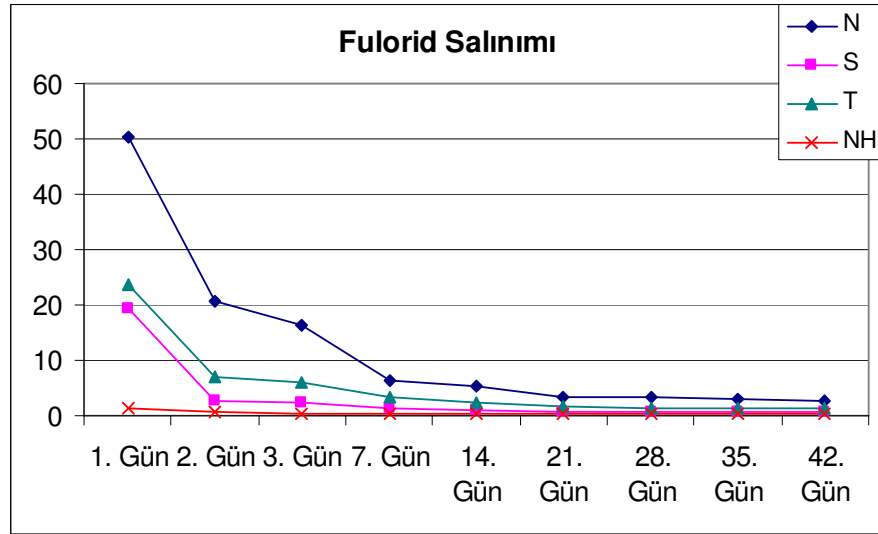
### 4.3 Fluorid Salınımı Testi Bulguları

N, S, T ve NH gruplarının 1., 2., 3., 7., 14., 21., 28., 35., 42. gün flourid salınım ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir ( $p=0.0001$ ). Çalışmada kullanılan materyallerin ölçüm günleri arasında ve ölçüm günlerine göre gruplar arası flourid salınım değeri ortalamalarının karşılaştırılması Tablo 18 ve Grafik 1'de görülmektedir.

**Tablo 18.** Materyallerin ölçüm günlerine göre flourid salınım değerlerinin karşılaştırılması (ppm F).

	N	S	T	NH	KW <sup>a</sup>	p
<b>1. Gün</b>	50.4±9.385	19.55±1.081	23.85±2.063	1.212±1.002	36.60	<b>0.0001*</b>
<b>2. Gün</b>	20.68±7.239	2.765±0.538	6.906±0.758	0.73±0.314	36.60	<b>0.0001*</b>
<b>3. Gün</b>	16.37±4.027	2.366±0.532	5.878±0.564	0.432±0.118	36.61	<b>0.0001*</b>
<b>7. Gün</b>	6.351±2.038	1.363±0.126	3.364±0.275	0.331±0.115	36.60	<b>0.0001*</b>
<b>14. Gün</b>	5.264±1.639	0.96±0.132	2.439±0.35	0.294±0.108	36.59	<b>0.0001*</b>
<b>21. Gün</b>	3.44±0.532	0.769±0.141	1.545±0.079	0.259±0.098	36.59	<b>0.0001*</b>
<b>28. Gün</b>	3.249±0.522	0.814±0.155	1.503±0.077	0.253±0.103	36.62	<b>0.0001*</b>
<b>35. Gün</b>	3.078±0.659	0.769±0.11	1.402±0.094	0.226±0.098	36.60	<b>0.0001*</b>
<b>42. Gün</b>	2.833±0.674	0.726±0.111	1.393±0.086	0.202±0.102	36.59	<b>0.0001*</b>
	76.93	76.86	76.62	77.52		
<b>p</b>	<b>0.0001*</b>	<b>0.0001*</b>	<b>0.0001*</b>	<b>0.0001*</b>		

<sup>a</sup>Kruskal Wallis Testi  
\*İstatistiksel olarak anlamlı



**Grafik 3.** Materyallerden salınan flouridin 1. günden 42. güne kadar olan flourid salınım değerlerinin dağılımı

1. gün N grubunun flourid salınım değeri ortalamaları S ve NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ ), T grubu flourid salınım değeri ortalamaları NH grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.01$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p > 0.05$ ) (Tablo 19).

2. gün N grubunun flourid salınım değeri ortalamaları S ve NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ ), T grubu flourid salınım değeri ortalamaları NH grubundan anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.01$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p > 0.05$ ) (Tablo 19).

3. gün N grubunun flourid salınım değeri ortalamaları S ve NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ ), T grubu flourid salınım değeri ortalamaları NH grubundan anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.01$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p > 0.05$ ) (Tablo 19).

7. gün N grubunun flourid salınım değeri ortalamaları S ve NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ ), T grubu flourid salınım değeri ortalamaları NH grubundan anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.01$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p > 0.05$ ) (Tablo 19).

**Tablo 19.** Materyallerin ölçüm günlerine göre flourid salınım değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması.

Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi	1. Gün	2. Gün	3. Gün	7. Gün
N / S	$p < 0.01^*$	$p < 0.01^*$	$p < 0.01^*$	$p < 0.01^*$
N / T	$p > 0.05$	$p > 0.05$	$p > 0.05$	$p > 0.05$
N / NH	$p < 0.001^*$	$p < 0.001^*$	$p < 0.001^*$	$p < 0.001^*$
S / T	$p > 0.05$	$p > 0.05$	$p > 0.05$	$p > 0.05$
S / NH	$p > 0.05$	$p > 0.05$	$p > 0.05$	$p > 0.05$
T / NH	$p < 0.01^*$	$p < 0.01^*$	$p < 0.01^*$	$p < 0.01^*$
*İstatistiksel olarak anlamlı				

14. gün N grubunun flourid salınım değeri ortalamaları S ve NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p<0.01$ ,  $p<0.001$ ), T grubu flourid salınım değeri ortalamaları NH grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p<0.01$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ) (Tablo 20).

21. gün N grubunun flourid salınım değeri ortalamaları S ve NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p<0.01$ ,  $p<0.001$ ), T grubu flourid salınım değeri ortalamaları NH grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p<0.01$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ) (Tablo 20).

28. gün N grubunun flourid salınım değeri ortalamaları S ve NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p<0.01$ ,  $p<0.001$ ), T grubu flourid salınım ortalamaları NH grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p<0.01$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ) (Tablo 20).

35. gün N grubunun flourid salınım değeri ortalamaları S ve NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p<0.01$ ,  $p<0.001$ ), T grubu flourid salınım değeri ortalamaları NH grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p<0.01$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ) (Tablo 20).

42. gün N grubunun flourid salınım değeri ortalamaları S ve NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p<0.01$ ,  $p<0.001$ ), T grubu flourid salınım değeri ortalamaları NH grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p<0.01$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ) (Tablo 20).

**Tablo 20.** Materyallerin ölçüm günlerine göre florid salınım değerlerinin gruplar arası karşılaştırması.

Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi	14. Gün	21. Gün	28. Gün	35. Gün	42. Gün
N / S	<b>p &lt; 0.01*</b>	<b>p &lt; 0.01*</b>	<b>p &lt; 0.01*</b>	<b>p &lt; 0.01*</b>	<b>p &lt; 0.01*</b>
N / T	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05
N / NH	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>
S / T	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05
S / NH	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05
T / NH	<b>p &lt; 0.01*</b>	<b>p &lt; 0.01*</b>	<b>p &lt; 0.01*</b>	<b>p &lt; 0.01*</b>	<b>p &lt; 0.01*</b>
*İstatistiksel olarak anlamlı					

N grubunun 1. gün florid salınımı değerleri, 14.gün, 21.gün, 28.gün, 35.gün, 42.gün değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.001$ ), 2. gün florid salınımı değerleri, 21.gün, 28.gün, 35.gün, 42.gün değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.001$ ), 3. gün florid salınımı değerleri, 28.gün, 35.gün, 42.gün değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ ), 7.gün florid salınımı değerleri, 42. gün değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.01$ ), diğer zamanlar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p > 0.05$ ) (Tablo 21).

S grubunun 1. gün florid salınımı değerleri, 14.gün, 21.gün, 28.gün, 35.gün, 42.gün değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.001$ ), 2. gün florid salınımı değerleri, 21.gün, 28.gün, 35.gün, 42.gün değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.001$ ), 3. gün florid salınımı değerleri, 21. gün, 28.gün, 35.gün, 42.gün değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ ), diğer zamanlar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p > 0.05$ ) (Tablo 21).

T grubunun 1. gün florid salınımı değerleri, 14.gün, 21.gün, 28.gün, 35.gün, 42.gün değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.001$ ), 2. gün florid salınımı değerleri, 21.gün, 28.gün, 35.gün, 42.gün değerlerinden

istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p<0.05$ ,  $p<0.001$ ), 3. gün flourid salınımı değerleri, 28.gün, 35.gün, 42.gün değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p<0.01$ ,  $p<0.001$ ), 7.gün flourid salınımı değerleri, 35. gün ve 42. gün değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p<0.01$ ), diğer zamanlar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ) (Tablo 21).

NH grubunun 1. gün flourid salınımı değerleri, 14.gün, 21.gün, 28.gün, 35.gün, 42.gün değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p<0.05$ ,  $p<0.001$ ), 2. gün flourid salınımı değerleri, 21.gün, 28.gün, 35.gün, 42.gün değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p<0.05$ ,  $p<0.001$ ,  $p<0.01$ ), 3. gün flourid salınımı değerleri, 28.gün, 35.gün, 42.gün değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p<0.01$ ,  $p<0.001$ ), 7.gün flourid salınımı değerleri, 35. gün ve 42. gün değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p<0.01$ ,  $p<0.05$ ), diğer zamanlar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ) (Tablo 21).

**Tablo 21.** Ölçüm günlerine göre materyallerin florid salınım değerlerinin karşılaştırılması.

Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi	N	S	T	NH
1. Gün / 2. Gün	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**
1. Gün / 3. Gün	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**
1. Gün / 7. Gün	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**
1. Gün / 14. Gün	<b>p &lt; 0.05*</b>	<b>p &lt; 0.05*</b>	<b>p &lt; 0.05*</b>	<b>p &lt; 0.05*</b>
1. Gün / 21. Gün	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>
1. Gün / 28. Gün	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>
1. Gün / 35. Gün	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>
1. Gün / 42. Gün	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>
2. Gün / 3. Gün	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**
2. Gün / 7. Gün	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**
2. Gün / 14. Gün	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**
2. Gün / 21. Gün	<b>p &lt; 0.05*</b>	<b>p &lt; 0.01*</b>	<b>p &lt; 0.05*</b>	<b>p &lt; 0.05*</b>
2. Gün / 28. Gün	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.01*</b>
2. Gün / 35. Gün	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>
2. Gün / 42. Gün	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>
3. Gün / 7. Gün	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**
3. Gün / 14. Gün	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**
3. Gün / 21. Gün	p > 0.05**	<b>p &lt; 0.05*</b>	p > 0.05**	p > 0.05**
3. Gün / 28. Gün	<b>p &lt; 0.01*</b>	<b>p &lt; 0.05*</b>	<b>p &lt; 0.05*</b>	<b>p &lt; 0.05*</b>
3. Gün / 35. Gün	<b>p &lt; 0.01*</b>	<b>p &lt; 0.01*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>
3. Gün / 42. Gün	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.01*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>
7. Gün / 14. Gün	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**
7. Gün / 21. Gün	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**
7. Gün / 28. Gün	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**
7. Gün / 35. Gün	p > 0.05**	p > 0.05**	<b>p &lt; 0.05*</b>	<b>p &lt; 0.05*</b>
7. Gün / 42. Gün	<b>p &lt; 0.01*</b>	p > 0.05**	<b>p &lt; 0.05*</b>	<b>p &lt; 0.01*</b>
14. Gün / 21. Gün	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**
14. Gün / 28. Gün	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**
14. Gün / 35. Gün	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**
14. Gün / 42. Gün	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**
21. Gün / 28. Gün	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**
21. Gün / 35. Gün	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**
21. Gün / 42. Gün	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**
28. Gün / 35. Gün	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**
28. Gün / 42. Gün	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**
35. Gün / 42. Gün	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**	p > 0.05**
*İstatistiksel olarak anlamlı				

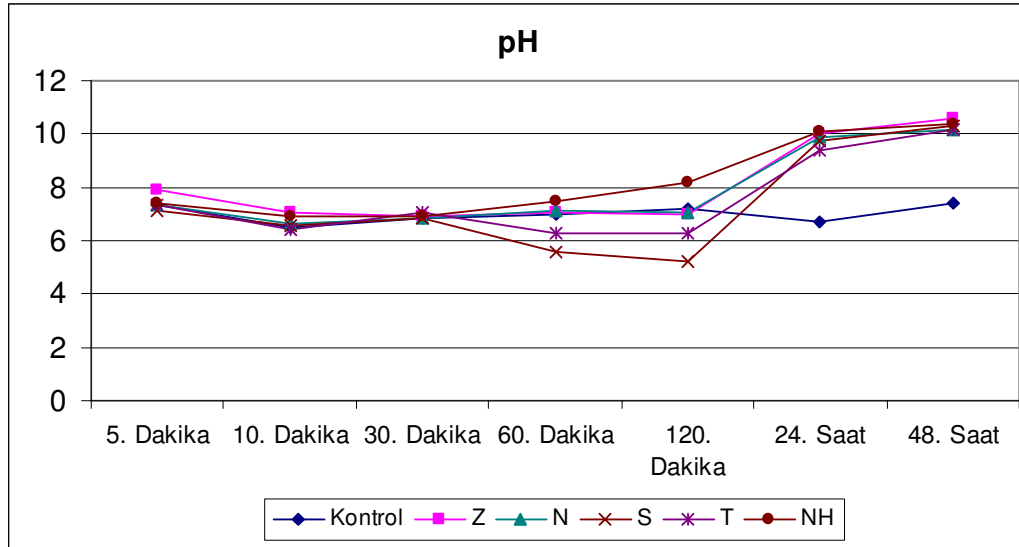
#### 4.4 pH Testi Bulguları

Kontrol, Z, N, S, T ve NH gruplarının 5., 10., 30., 60., 120. dak., 24 saat, 48 saat pH değeri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim gözlenmiştir ( $p=0,0001$ ). Kontrol, Z, N, S, T ve NH gruplarının 5. ve 30. dak. pH değeri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir ( $p=0,699$ ) ( $p=0,838$ ). Kontrol, Z, N, S, T, NH gruplarının 10., 60., 120. dak., 24. ve 48. saatlerde pH değeri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir ( $p=0,0001$ ) ( $p=0,002$ ) ( $p=0,001$ ) (Tablo 22) (Grafik 1).

**Tablo 22.** Materyallerin ölçüm sürelerine göre pH ortalama değerlerinin karşılaştırılması.

	Kontrol	Z	N	S	T	NH	KW <sup>a</sup>	p
5.dak.	7.35±0.43	7.92±1.03	7.32±0.39	7.11±0.27	7.32±0.46	7.42±0.38	3.00	0.699
10.dak.	6.51±0.1	7.05±0.28	6.61±0.21	6.57±0.17	6.45±0.17	6.91±0.19	18.43	<b>0.0001*</b>
30.dak.	6.82±0.07	6.93±0.16	6.86±0.23	6.82±0.43	7.05±0.64	6.93±0.15	2.08	0.838
60.dak.	6.96±0.19	7.08±0.15	7.12±0.44	5.6±0.74	6.29±0.28	7.45±0.17	21.95	<b>0.001*</b>
120.dak.	7.2±0.15	7.02±0.11	7.04±0.35	5.21±0.83	6.26±0.49	8.16±0.27	24.03	<b>0.0001*</b>
24.saat	6.71±0.16	10.04±0.19	9.87±0.38	9.72±0.52	9.37±0.66	10.15±0.35	19.45	<b>0.002*</b>
48.saat	7.42±0.44	10.64±0.06	10.27±0.52	10.33±0.3	10.2±0.45	10.4±0.4	19.89	<b>0.001*</b>
Fr <sup>b</sup>	24.54	22.12	25.44	29.23	26.23	28.46		
p	<b>0.0001*</b>	<b>0.001*</b>	<b>0.0001*</b>	<b>0.0001*</b>	<b>0.0001*</b>	<b>0.0001*</b>		

<sup>a</sup>Kruskal Wallis Testi  
<sup>b</sup>Friedman Testi  
\*İstatistiksel olarak anlamlı



**Grafik 4.** Materyallerin ölçüm sürelerine göre pH ortalama değerlerinin karşılaştırılması



Kontrol grubunu 5. dak. pH değerleri; 10., 30.dak. ve 24. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p<0.05$ ,  $p<0.001$ ), 10. dak. pH değerleri; 120. dak. ve 48. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p<0.001$ ), 30. dak. pH değerleri; 48. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p<0.05$ ), 30. dak. pH değerleri; 48. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p<0.05$ ), 120. dak. pH değerleri; 24. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak düşük bulunmuş ( $p<0.001$ ), diğer zamanlar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ) (Tablo 23).

Z grubunun 10. dak. pH değerleri; 24. ve 48 saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p<0.01$ ,  $p<0.001$ ), 30. dak. pH değerleri; 24. ve 48. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p<0.01$ ,  $p<0.001$ ), 60. dak. pH değerleri; 48. saat değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p<0.01$ ), 120. dak. pH değerleri; 24. ve 48. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p<0.05$ ,  $p<0.001$ ), diğer zamanlar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ) (Tablo 23).

N grubunun 5. dak. pH değerleri; 48. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p<0.05$ ), 10. dak. pH değerleri; 24. ve 48. saat değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p<0.001$ ), 30. dak. pH değerleri 24. ve 48. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p<0.05$ ,  $p<0.001$ ), 60. dak. pH değerleri; 48. saat pH değerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p<0.05$ ), 120. dak. pH değerleri; 48. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p<0.05$ ), diğer zamanlar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ) (Tablo 23).

S grubunun 5. dak. pH değerleri; 120. dak. pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p<0.01$ ), 10. dak. pH değerleri; 48. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p<0.01$ ), 30. dak. pH değerleri; 120. dak. ve 48. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p<0.05$ ), 60. dak. pH değerleri 24. ve 48. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p<0.001$ ), 120. dak. pH değerleri; 24. ve 48. saat pH değerlerinden istatistiksel

olarak düşük bulunmuş ( $p < 0.001$ ), diğer zamanlar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p > 0.05$ ) (Tablo 23).

T grubunun 5. dak. pH değerleri; 60. dak. pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.05$ ), 10. dak. pH değerleri; 24. ve 48. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ ), 30. dak. pH değerleri; 48. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p < 0.05$ ), 60. dak. pH değerleri 24. ve 48. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p < 0.001$ ), 120. dak. pH değerleri 24. ve 48. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak düşük bulunmuş ( $p < 0.001$ ), diğer zamanlar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p > 0.05$ ) (Tablo 23).

NH grubunun 5. dak. pH değerleri; 48. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p < 0.05$ ), 10. dak. pH değerleri; 120. dak., 24. ve 48. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.001$ ), 30. dak. pH değerleri 120. dak., 24. ve 48. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ ), 60. dak. pH değerleri 48. saat pH değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p < 0.001$ ), diğer zamanlar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p > 0.05$ ) (Tablo 23).

**Tablo 23.** Ölçüm sürelerine göre materyallerin pH ortalama değerlerinin karşılaştırılması.

Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi	Kontrol	Z	N	S	T	NH
5.dak. / 10. dak.	<b>p &lt; 0.001*</b>	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05
5.dak. / 30. dak.	<b>p &lt; 0.05*</b>	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05
5.dak. / 60. dak.	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	<b>p &lt; 0.05*</b>	p > 0.05
5.dak. / 120. dak.	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	<b>p &lt; 0.01*</b>	p > 0.05	p > 0.05
5.dak. / 24. saat	<b>p &lt; 0.001*</b>	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05
5.dak. / 48. saat	p > 0.05	p > 0.05	<b>p &lt; 0.05*</b>	p > 0.05	p > 0.05	<b>p &lt; 0.05*</b>
10. dak. / 30. dak.	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05
10. dak. / 60. dak.	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05
10. dak. / 120. dak.	<b>p &lt; 0.001*</b>	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	<b>p &lt; 0.05*</b>
10. dak. / 24. saat	p > 0.05	<b>p &lt; 0.01*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	p > 0.05	<b>p &lt; 0.01*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>
10. dak. / 48. saat	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.01*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>
30. dak. / 60. dak.	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05
30. dak. / 120. dak.	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	<b>p &lt; 0.05*</b>	p > 0.05	<b>p &lt; 0.01*</b>
30. dak. / 24. saat	p > 0.05	<b>p &lt; 0.01*</b>	<b>p &lt; 0.05*</b>	p > 0.05	p > 0.05	<b>p &lt; 0.001*</b>
30. dak. / 48. saat	<b>p &lt; 0.05*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.05*</b>	<b>p &lt; 0.05*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>
60. dak. / 120. dak.	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05
60. dak. / 24. saat	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	p > 0.05
60. dak. / 48. saat	p > 0.05	<b>p &lt; 0.01*</b>	<b>p &lt; 0.05*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.01*</b>
120. dak. / 24. saat	<b>p &lt; 0.01*</b>	<b>p &lt; 0.05*</b>	p > 0.05	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	p > 0.05
120. dak. / 48. saat	p > 0.05	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.05*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	p > 0.05
24. saat / 48. saat	<b>p &lt; 0.001*</b>	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05

\* İstatistiksel olarak anlamlı

Kontrol grubunun 10. dak. pH değeri ortalamaları Z ve NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ ), Z grubunun 10. dak. pH değeri ortalamaları N, S ve T gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.001$ ), T grubunun 10. dak. pH değeri ortalamaları NH grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ( $p < 0.001$ ) diğer gruplar arasında fark gözlenmemiştir ( $p > 0.05$ ) (Tablo 24).

Kontrol grubunun 60. dak. pH değeri ortalamaları S grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ( $p < 0.05$ ), Z grubunun 60. dak. pH değeri ortalamaları S grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş

( $p<0.01$ ), N grubunun 60. dak. pH değeri ortalamaları S ve T gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ( $p<0.05$ ,  $p<0.01$ ), NH grubunun 60. dak. pH değeri ortalamaları S ve T gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ( $p<0.001$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ) (Tablo 24).

Kontrol grubunun 120. dak. pH değeri ortalamaları S ve T gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ( $p<0.05$ ,  $p<0.001$ ), Z grubunun 120. dak. pH değeri ortalamaları S grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek, NH grubundan düşük bulunmuş ( $p<0.05$ ), N grubunun 120. dak. pH değeri ortalamaları S grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ( $p<0.05$ ), NH grubunun 120. dak. pH değeri ortalamaları S ve T gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ( $p<0.001$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ) (Tablo 24).

Kontrol grubunun 24. saat pH değeri ortalamaları Z, N, S ve NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ( $p<0.05$ ,  $p<0.01$ ,  $p<0.001$ ), T grubunun 24. saat pH değeri ortalamaları NH grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ( $p<0.01$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ) (Tablo 24).

Kontrol grubunun 48. saat pH değeri ortalamaları Z, N, S ve NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuş ( $p<0.05$ ,  $p<0.01$ ,  $p<0.001$ ), Z grubunun 48. saat pH değeri ortalamaları T gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ( $p<0.01$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ) (Tablo 24).

**Tablo 24.** Materyallerin sürelerine göre gruplar arası pH ortalama değerlerinin karşılaştırılması.

Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi	10. dak.	60.dak.	120.dak.	24.saat	48.saat
Kontrol / Z	<b>p &lt; 0.001*</b>	p > 0.05	p > 0.05	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>
Kontrol / N	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	<b>p &lt; 0.01*</b>	<b>p &lt; 0.01*</b>
Kontrol / S	p > 0.05	<b>p &lt; 0.05*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.05*</b>	<b>p &lt; 0.05*</b>
Kontrol / T	p > 0.05	p > 0.05	<b>p &lt; 0.05*</b>	p > 0.05	p > 0.05
Kontrol / NH	<b>p &lt; 0.01*</b>	p > 0.05	p > 0.05	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>
Z / N	<b>p &lt; 0.05*</b>	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05
Z / S	<b>p &lt; 0.05*</b>	<b>p &lt; 0.01*</b>	<b>p &lt; 0.05*</b>	p > 0.05	p > 0.05
Z / T	<b>p &lt; 0.001*</b>	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	<b>p &lt; 0.01*</b>
Z / NH	p > 0.05	p > 0.05	<b>p &lt; 0.05*</b>	p > 0.05	p > 0.05
N / S	p > 0.05	<b>p &lt; 0.01*</b>	<b>p &lt; 0.05*</b>	p > 0.05	p > 0.05
N / T	p > 0.05	<b>p &lt; 0.05*</b>	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05
N / NH	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05
S / T	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05	p > 0.05
S / NH	p > 0.05	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	p > 0.05	p > 0.05
T / NH	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.001*</b>	<b>p &lt; 0.01*</b>	p > 0.05

\* İstatistiksel olarak anlamlı

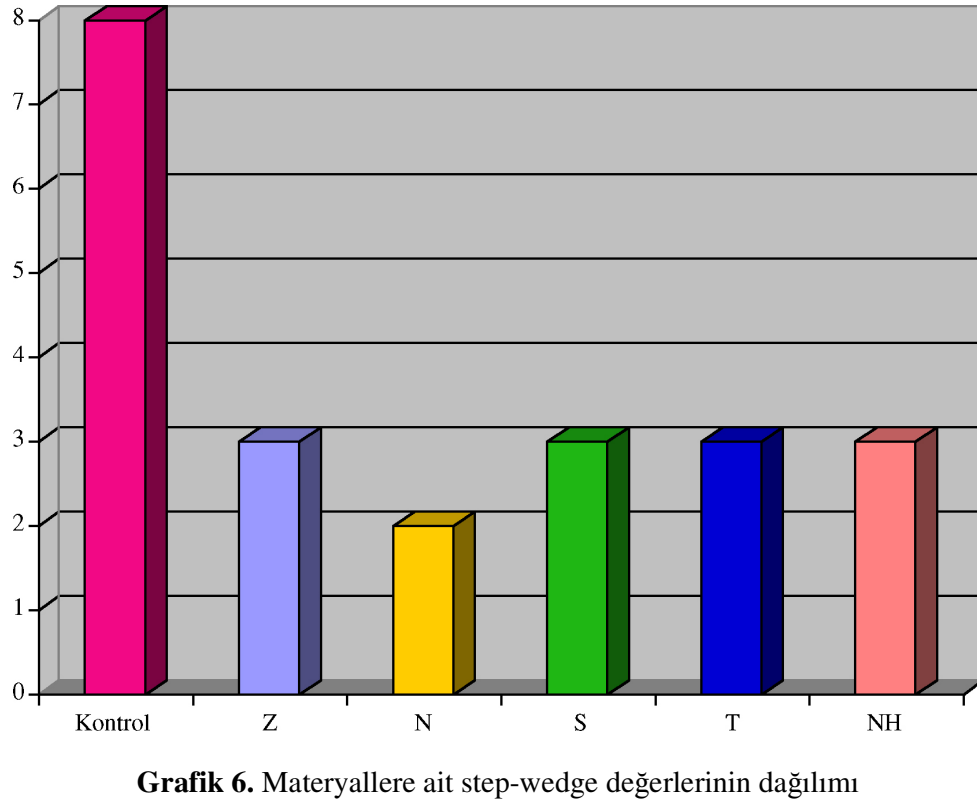
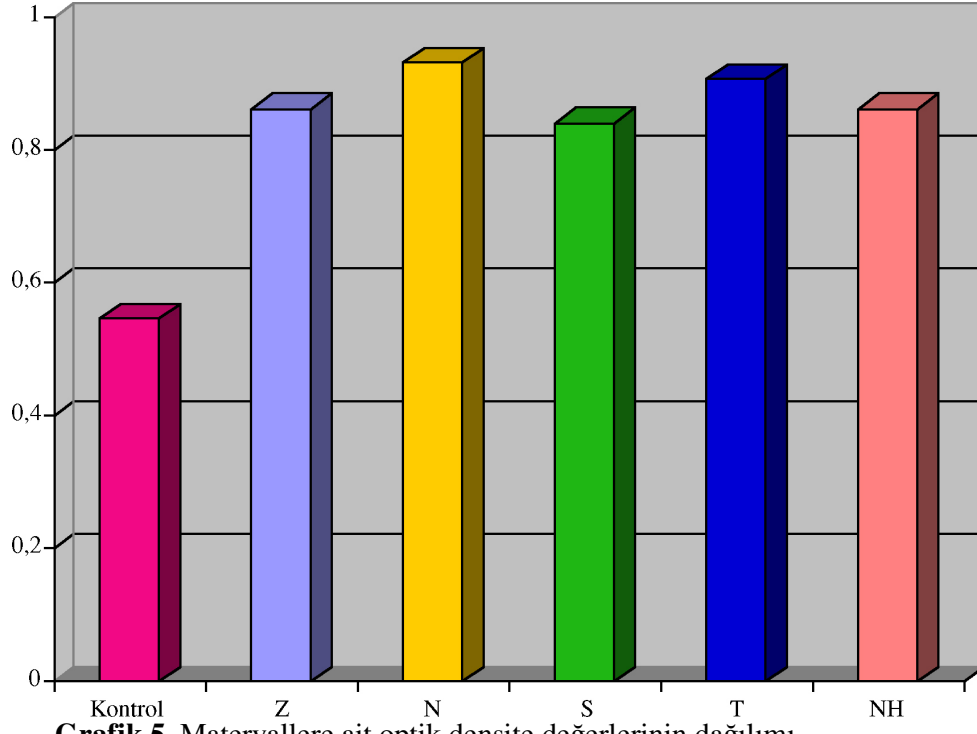
#### 4.5 Radyoopasite Testi Bulguları

Kontrol, Z, N, S, T ve NH gruplarının ODU (Optic Density Unit) değeri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir (p=0.0001). Çalışmada kullanılan materyallerin ODU değerleri ve grupların karşılık geldiği step-wedge basamak değerleri Tablo 25, Grafik 5 ve 6'da görülmektedir.

**Tablo 25.** Materyallere ait optik densite değerleri ve grupların karşılık geldiği step-wedge basamakları.

Materyaller	ODU <sup>b</sup> değerleri	Step-wedge Basamak Değeri
<b>Kontrol</b>	0.547±0.009	<b>8. Basamak</b>
<b>Z</b>	0.861±0.041	<b>3. Basamak</b>
<b>N</b>	0.931±0.043	<b>2. Basamak</b>
<b>S</b>	0.84±0.025	<b>3. Basamak</b>
<b>T</b>	0.906±0.028	<b>3. Basamak</b>
<b>NH</b>	0.861±0.029	<b>3. Basamak</b>
<b>KW<sup>a</sup></b>	42.32	
<b>p</b>	<b>0.0001*</b>	

<sup>a</sup>Kruskal Wallis Testi <sup>b</sup> Optic Density Unit  
\*İstatistiksel olarak anlamlı



Kontrol grubunun ODU değeri ortalamaları Z, N, S, T ve NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.001$ ), N grubunun ODU değeri ortalamaları S grubundan anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.01$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p > 0.05$ ) (Tablo 26).

**Tablo 26.** Materyallerin ODU ortalama değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması.

<b>Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi</b>	<b>ODU Değerleri</b>
Kontrol / Z	<b>p &lt; 0.05*</b>
Kontrol / N	<b>p &lt; 0.001*</b>
Kontrol / S	<b>p &lt; 0.05*</b>
Kontrol / T	<b>p &lt; 0.001*</b>
Kontrol / NH	<b>p &lt; 0.05*</b>
Z / N	p > 0.05
Z / S	p > 0.05
Z / T	p > 0.05
Z / NH	p > 0.05
N / S	<b>p &lt; 0.01*</b>
N / T	p > 0.05
N / NH	p > 0.05
S / T	p > 0.05
S / NH	p > 0.05
T / NH	p > 0.05
* İstatistiksel olarak anlamlı	

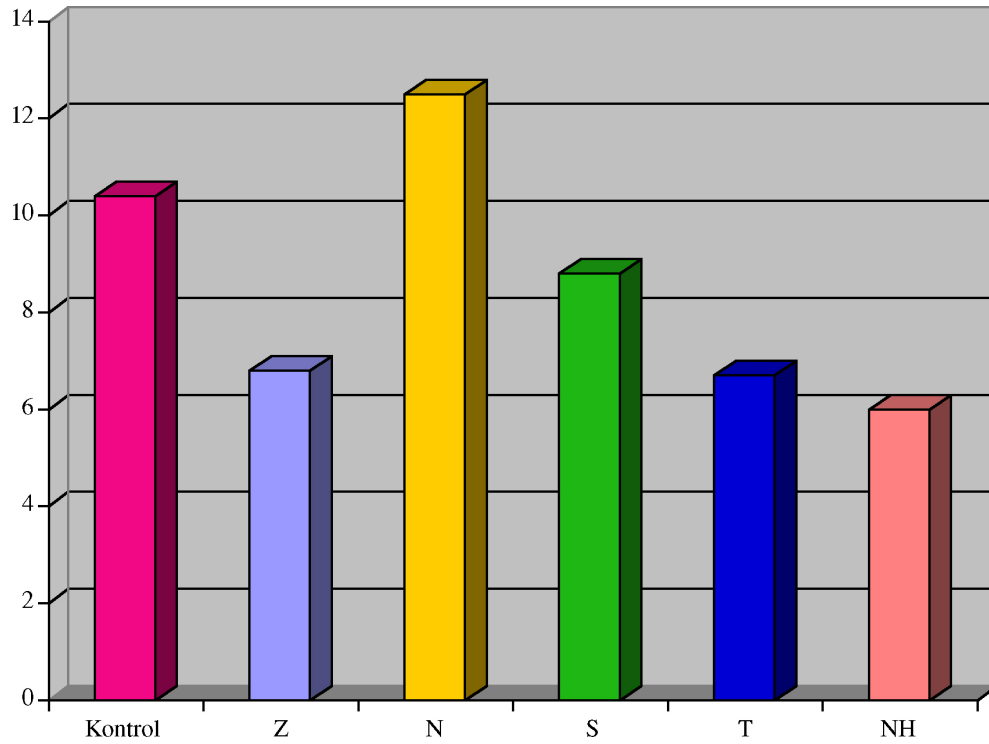
#### **4.6 Antimikrobiyal Test Bulguları**

Kontrol, Z, N, S, T, ve NH gruplarının *S. mutans* üzerindeki antibakteriyal etkinliğini gösteren zon çapları ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir ( $p = 0.0001$ ). Tüm grupların *S. mutans* üzerindeki antibakteriyal etkinliğini gösteren zon çapları ortalamalarının karşılaştırılması Tablo 27 ve Grafik 7'da görülmektedir.

**Tablo 27.** Materyallerin *S. mutans* üzerindeki antibakteriyal etkinliğini gösteren zon çapları ortalama değerlerinin karşılaştırılması (mm).

Materyaller	<i>S.mutans</i> (mm)
Kontrol	10.4±1.9
Z	6.8±1.03
N	12.5±1.78
S	8.8±1.03
T	6.7±1.64
NH	6±0
KW <sup>a</sup>	46.38
p	<b>0.0001*</b>

<sup>a</sup>Kruskal Wallis Testi  
\*İstatistiksel olarak anlamlı



**Grafik 7.** Materyallerin *S. mutans* üzerindeki antibakteriyal etkinliğini gösteren zon çapları ortalama değerlerinin dağılımı



Kontrol grubunun *S. mutans* üzerindeki antibakteriyal etkinliğini gösteren zon çapları ortalamaları Z, T ve NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.001$ ), Z grubu *S. mutans* üzerindeki antibakteriyal etkinliğini gösteren zon çapları ortalamaları N grubundan anlamlı derecede düşük ( $p < 0.001$ ), N grubu *S. mutans* üzerindeki antibakteriyal etkinliğini gösteren zon çapları ortalamaları T ve NH gruplarından anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.001$ ), S grubu *S. mutans* üzerindeki antibakteriyal etkinliğini gösteren zon çapları ortalamaları NH grubundan anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.05$ ) bulunmuş, diğer gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p > 0.05$ ) (Tablo 28).

**Tablo 28.** Materyallerin *S. mutans* üzerindeki antibakteriyal etkinliğini gösteren zon çapları ortalama değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması (mm).

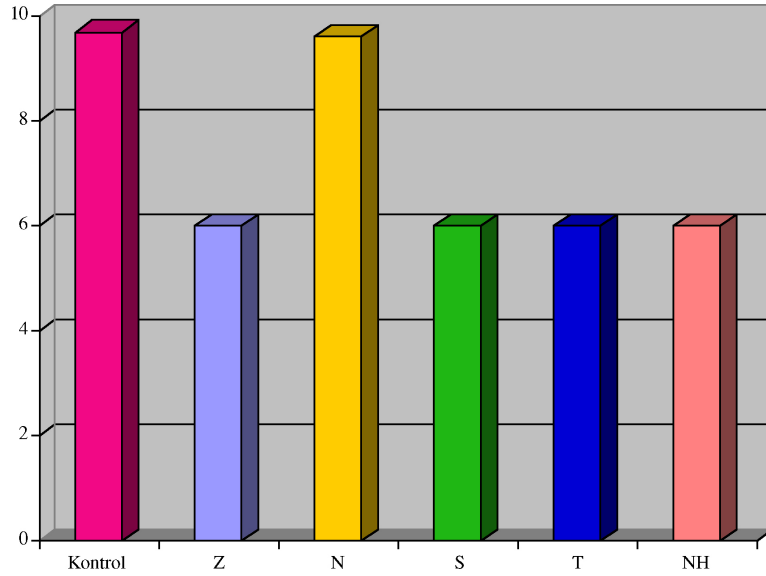
Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi	<i>S. mutans</i> (mm)
Kontrol / Z	<b>p &lt; 0.05*</b>
Kontrol / N	p > 0.05
Kontrol / S	p > 0.05
Kontrol / T	<b>p &lt; 0.05*</b>
Kontrol / NH	<b>p &lt; 0.001*</b>
Z / N	<b>p &lt; 0.001*</b>
Z / S	p > 0.05
Z / T	p > 0.05
Z / NH	p > 0.05
N / S	p > 0.05
N / T	<b>p &lt; 0.001*</b>
N / NH	<b>p &lt; 0.001*</b>
S / T	p > 0.05
S / NH	<b>p &lt; 0.05*</b>
T / NH	p > 0.05
*İstatistiksel olarak anlamlı	

Kontrol, Z, N, S, T ve NH gruplarının *L. casei* üzerindeki antibakteriyal etkinliğini gösteren zon çapları ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir (p=0.0001). Tüm grupların *L. casei* üzerindeki antibakteriyal etkinliğini gösteren zon çapları ortalamalarının karşılaştırılması Tablo 29 ve Grafik 8’de görülmektedir.

**Tablo 29.** Materyallerin *L. casei* üzerindeki antibakteriyal etkinliğini gösteren zon çapları ortalama değerlerinin karşılaştırılması (mm).

Materyaller	<i>L. casei</i> (mm)
<b>Kontrol</b>	9.7±1.57
<b>Z</b>	6±0
<b>N</b>	9.6±1.58
<b>S</b>	6±0
<b>T</b>	6±0
<b>NH</b>	6±0
<b>KW<sup>a</sup></b>	56.19
<b>p</b>	<b>0.0001*</b>

<sup>a</sup>Kruskal Wallis Testi  
\*İstatistiksel olarak anlamlı



**Grafik 8.** Materyallerin *L. casei* üzerindeki antibakteriyal etkinliğini gösteren zon çapları ortalama değerlerinin dağılımı

Kontrol grubunun *L. casei* üzerindeki antibakteriyal etkinliğini gösteren zon çapları ortalamaları Z, S, T ve NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.01$ ), Z grubunun *L. casei* üzerindeki antibakteriyal etkinliğini gösteren zon çapları ortalamaları N grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p < 0.01$ ), N grubunun *L. casei* üzerindeki antibakteriyal etkinliğini gösteren zon çapları ortalamaları S, T ve NH gruplarından anlamlı derecede yüksek ( $p < 0.01$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p > 0.05$ ) (Tablo 30).

**Tablo 30.** Materyallerin *L. casei* üzerindeki antibakteriyal etkinliğini gösteren zon çapları ortalama değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması (mm).

<b>Dunn's Çoklu Karşılaştırma Testi</b>	<b><i>L. casei</i> (mm)</b>
Kontrol / Z	<b>p &lt; 0.01*</b>
Kontrol / N	p > 0.05
Kontrol / S	<b>p &lt; 0.01*</b>
Kontrol / T	<b>p &lt; 0.01*</b>
Kontrol / NH	<b>p &lt; 0.01*</b>
Z / N	<b>p &lt; 0.01*</b>
Z / S	p > 0.05
Z / T	p > 0.05
Z / NH	p > 0.05
N / S	<b>p &lt; 0.01*</b>
N / T	<b>p &lt; 0.01*</b>
N / NH	<b>p &lt; 0.01*</b>
S / T	p > 0.05
S / NH	p > 0.05
T / NH	p > 0.05
*İstatistiksel olarak anlamlı	

## 5. TARTIŞMA

Simanlar, diş hekimliğinde az miktarlarda kullanılmalarına karşın, uygulanma alanlarındaki yaygınlık nedeni ile diş hekimliği pratiğinde en önemli materyallerdir. Simanlar; çürüğün uzaklaştırılmasından sonra kaviteelerde kaide maddesi olarak, süt ve sürekli dişlerde geçici veya daimi restorasyon materyali olarak ve protetik ve ortodontik materyallerin dişe yapıştırılmasında yapıştırma ajanı olarak kullanılmaktadırlar.

Kaide amaçlı kullanılan simanlar, pulpayı fiziksel ve kimyasal etkilerden korumaktadırlar. Ayrıca kavite tabanında düz bir yüzey oluşturup kaviteye retansiyon formu verilmesinde yardımcı olmaktadır. Geçici dolgu materyalleri, kaviteyi sızdırmaz (hermetik) bir şekilde kapatıp bir sonraki tedavi seansına kadar dış etkenlerden korumaktadırlar. Yapıştırıcı simanlar ile ağız dışında indirekt olarak hazırlanan restorasyonlar ya da ortodontik tedavi amaçlı kullanılan materyaller dişe yapıştırılabilmektedir (1,57).

Diş hekimliğinde, simanlardan beklenen bazı özellikler vardır. İdeal bir simanın öncelikle canlı diş dokusuyla uyumlu olması, içeriğinde pulpayı irrite edici toksik madde bulundurmaması, çürük önleyici özellikler taşıması, ağız ortamındaki likitlerde çözünmemesi, nemden etkilenmemesi, kuron ile diş arasındaki en ince ayrıntılara kadar ulaşabilmesi, düşük viskoziteye sahip olması, çiğneme kuvvetlerine ve yapışkan gıdaların çekme kuvvetlerine karşı dirençli olması, estetik materyallerle birlikte kullanılacak ise ışık geçirgenliğinin yeterli olması, sıcak ve soğuk gıdaların ısı farkını canlı dişe iletmeyecek kadar ısı yalıtkanlığının mevcut bulunması, sertleşme esnasındaki eksotermik ısının canlı dişin pulpasına zarar vermeyecek kadar düşük olması, hekime yeterli çalışma süresi tanınması, manüplasyonunun kolay olması ve tekrar uzaklaştırılabiliyor olması, üzerine gelecek dolgu maddelerinin yapısını bozmaması, diş sert dokularına adezyonunun iyi olması, radyolojik tetkik imkanının olması, raf ömrünün uzun olması ve ekonomik olması gerekmektedir (1,57,58).

Diş hekimliğinde kullanılan simanların her birinin kendine özgü özellikleri bulunmaktadır. Diş hekiminin siman seçiminde, materyalin biyolojik, fiziksel, kimyasal ve estetik özelliklerini göz önünde bulundurması gerekmektedir; çünkü simanların bu özellikleri klinik başarıyı etkilemektedir (309). Bu çalışmada, ideal özelliklere sahip bir siman materyali oluşturmak amacı ile düzenlenen yeni bir formüle göre florid bileşikleri ve linoleik asitle hazırlanan beş farklı simanın ve kontrol grubu olarak ayrılan çinko oksit öjenol simanının (*Kalzinol, De Trey Dentsply, Konstanz, Germany*) basma dayanımı, çözünürlük, florid salınımı, pH, radyoopasite gibi fiziksel özellikleri ve antimikrobiyal özellikleri incelenmiştir.

Linoleik asit, omega-6 yağ asitlerinin başlıca yağ asididir. Vücutta yapılamadığından besin yoluyla alınması gerekmektedir ve susam yağında bol miktarda bulunmaktadır. Kanseri, ateroskleroz ve obezite gibi hastalıkların önlenmesinde ve bağışıklık sistemindeki olumlu etkilerinden dolayı linoleik aside karşı olan ilgi gittikçe artmaktadır. Bu olumlu özellikleri nedeniyle, bu çalışmada formülasyonu yapılan simanın likit kısmında linoleik asit kullanılmıştır (3,4,82,83,84,85,86,87,88, 89,90,91,95).

Çinko oksit, dişhekimliğinde çinko oksit öjenol, çinko fosfat, çinko siliko fosfat ve çinko polikarboksilat gibi simanların toz kısmında bulunmaktadır. Yapılan birçok çalışmada, çinko oksitin anti-septik, anti-toksik, anti-bakteriyal özelliklerinin bulunduğu bildirilmiştir. Bu özellikleri nedeniyle, bu çalışmada formülasyonu yapılan simanın toz kısmında çinko oksit kullanılmıştır (5,6,7,112,144,149).

Zeolit, içeriğinde alüminyum, silikon ve oksijen içeren doğal veya sentetik mikroporöz, kristalize katı yapıda bir mineraldir (8,123). Zeolit minerallerinin en önemli özelliği; “moleküler elek” görevi görmesidir. Moleküler elek olma özelliğini, bünyesindeki boşluklara kolayca girebilmesi ve yer değiştirebilen sıvı ve gaz molekülleri ile toprak alkali iyonlarından ileri gelmesi şeklinde gösterir (128). Yapılan bazı çalışmalarda, klinoptilolit tip zeolitin ileri derecede biyo-uyumlu olduğu, Zeolit A'nın osteoklast aktivitesini azaltarak kemik yıkımını önlediği bildirilmiştir. Moleküler elek ve biyoyumlu özellikleri nedeniyle, bu çalışmada formülasyonu yapılan simanın toz kısmında zeolit kullanılmıştır (9,133,135).

Titanyum dioksit, suda, organik ve inorganik asitlerde çözünmeyen beyaz renkli bir tozdur. Yapılan araştırmalarda, dokuda biriken titanyum dioksinin her hangi bir yan etkiye sahip olmadığı bildirilmiştir (139,140). Diş hekimliğinde, radyoopasite özelliği göstermesi nedeniyle baryum sülfat uzun yıllar kullanılmıştır. Ancak, baryum sülfatın toksik özellikler göstermesi diş hekimlerini titanyum dioksit kullanımına itmiştir. Biyouyumlu ve radyoopak olması nedeniyle bu çalışmada formülasyonu yapılan simanın toz kısmında titanyum dioksit kullanılmıştır (10,11,12,138,139,140,141).

Kalsiyum hidroksit, direk kuafaj, vital amputasyon tedavilerinde tercih edilen renksiz, kokusuz, kristal veya beyaz toz halinde bir maddedir. Dentin çürüğünü takiben çürüğün asit ortamını nötrale ederek iyileşmeye yardımcı olur ve dentin köprüsü yapımını başlatır (142,143). Yapılan araştırmalar, kalsiyum hidroksitin antimikrobiyal, radyoopak, anti-toksik, ve biyo-uyumlu özellikler gösterdiğini bildirmiştir. Bu olumlu özellikleri nedeniyle, bu çalışmada formülasyonu yapılan simanın toz kısmında kalsiyum hidroksit kullanılmıştır (14,15,155,156,159).

Fluoridler, fluorinin iyonik formu olup, fluorin elementinden kaynaklanan, organik ve inorganik bileşiklerdir. Elementler içerisinde en elektronegatifdir ve diğer elementler ile kolayca bileşikler oluşturmaktadır. Diş çürüklerinin yaygınlığını azaltmada önemli bir ajandır. Yapılan sayısız araştırmalarla fluoridin çok zayıf konsantrasyonlarda bile çürük oluşumunu engelleyebildiği ortaya konulduktan sonra, bu amaçla, fluorid bileşiklerinden en fazla yararlanılabilecek yöntemlerin geliştirilmesine çalışılmaktadır. Günümüzde fluorid salınımı yapan simanların üstünlüğü tartışılmaz olduğundan, antikaryojenik özellikleri nedeniyle bu çalışmada formülasyonu yapılan simanın toz kısmında fluorid bileşikleri kullanılmıştır (20,21,22,23,24,43,252).

Sodyum fluorid, beyaz renkte, kristal toz halinde, katı kıvamda en önemli alkali fluoriddir. Koruyucu diş hekimliğinde yerel fluorid uygulamalarında kullanılmaktadır (22,23,30,43). Yapılan birçok araştırmada, sodyum fluoridin diş çürüklerinin önlenmesinde ve azaltılmasında etkili olduğu bildirilmiştir (47,55,167,174,175,179).

Kalay fluorid, renksiz ve katı bir haldedir. Minenin yapısındaki, apatiti fluorapatite dönüştürür ve böylece mine, bakteriler tarafından oluşturulan asitlere karşı

daha dirençli hale gelir (22). Yapılan birçok araştırmada, kalay floridin çürükler üzerindeki antikaryojenik özelliği ve antiplak özelliği kanıtlanmıştır (43,180,181, 182,184).

Titanyum tetraflorid, beyaz renkte, katı kıvamda, toz şeklinde inorganik kimyasal bir bileşiktir (22). Dişin yüzey kısmında, aside dirençli ve glaze tarzında bir tabaka ile kaplanmasını sağlar. Yapılan birçok araştırma, titanyum tetrafloridin çürük insidansını azalttığını göstermiştir (195,196,197,199,201).

Amonyum florid, küçük prizmalar halinde, kristalleşmiş, katı kıvamda, keskin salin tadında, irrite edici, toksik ve aşırı derecede suda çözünen bir florid bileşiğidir (22). Yapılan birçok araştırma, amonyum floridin çürüğün ilerlemesini engellediğini göstermiş ve bu konuda umut vaad eden antikaryojen bir ajan olduğunu belirtmiştir (204,206,207,310,311).

Bu çalışmada, florid bileşiklerinin anti-karyojenik özellikleri nedeniyle formülasyonu yapılan simanın toz kısmında sodyum florid, kalay florid, titanyum tetraflorid ve amonyum florid kullanılmıştır.

Basma dayanımı, diş tedavi teknikleri açısından birçok dental materyal için büyük önemi olan fiziksel özelliklerden birisidir. Bir yapının kırılması için gereken maksimum kuvvete 'basma dayanımı' denir. Bu noktada basma dayanımının önemi en çok çiğneme esnasında ortaya çıkmaktadır; çünkü çiğneme kuvvetlerinin büyük çoğunluğunu basma kuvveti oluşturmaktadır. Basma dayanımının, ısırma kuvvetleri karşısında kırılmaya karşı yeterli güç göstermesi gerekmektedir. Başarıda çok önemli bir belirleyici faktör olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, kullanılan dental materyallerin basma kuvvetlerini karşılayabilecek fiziksel özelliklere sahip olması gerekmektedir (60,212,213,215,222).

Yapılan bazı araştırmalarda, farklı dental materyallerin basma dayanımı değerleri incelenmiştir (12,246,312,313,314,315,316,317). Bazı çalışmalarda, simanların elle karıştırılması ile vakum veya aletle karıştırılmasının simanların fiziksel

özelliklerini etkileyecek derecede anlamlı bir farkın ortaya çıkmadığı bildirilmiştir (318,319). Bu çalışmada, formülasyonu yapılan geçici siman materyalleri önce hassas terazide tartılmıştır sonra porselen havanın içerisinde 20'şer dak. porselen havaneli ile saat yönünde elle karıştırılmıştır

Siman materyallerinin doğru toz/likit oranı ile ve yeterli karıştırma yapıldığı takdirde fiziksel özelliklerinin etkilenmediği bildirilmiştir (318,319).

*Fujisawa S ve ark (1999)*, çinko oksit öjenol simana 6:1 ve 9:1 oranlarında bis-öjenol eklenmesinin basma dayanımını belirgin bir şekilde etkilemediğini bildirmişlerdir (313).

*Lee SY ve ark (2000)*, çinko oksit öjenol simanın baz/katalizör oranının düştükçe, basma dayanımı değerlerinin arttığını belirtmişlerdir (222).

Bu çalışmada, kontrol grubu olan *Kalzinal* materyali üretici firmanın önerileri doğrultusunda 5:1 toz/likit oranında, formülasyonu yapılan geçici siman materyalleri 5:1.2 toz/likit oranlarında karıştırılmıştır.

*Mesu FP (1983)*, yapmış olduğu çalışmada, EBA ile güçlendirilmiş çinko oksit öjenol simanlarının sıcaklık değişiminden etkilendiğini ve bu değişimin simanın basma dayanımı değerlerini değiştirdiğini bildirmiştir (312).

*Rosenstiel SF ve ark (1998)*, bazı yapıştırma simanlarının sıcaklık değişiminden etkilendiklerini ve basma dayanımı değişikliklerine yol açtığını bildirmişlerdir. Bunun, test edilen siman materyallerinin in vitro olarak laboratuvar ortamında ve oda sıcaklığında (23<sup>0</sup>C) hazırlanmasının, klinikte kullanılan materyallerin ise 37<sup>0</sup>C'de ağız içerisinde fonksiyon görmesi gerektiğinden ileri gelebileceğini belirtmiştir (309).

Bu çalışmada, siman örnekleri, ISO 3107 (2004) standartlarının belirlediği şekilde (23±1)<sup>0</sup>C oda sıcaklığında ve % (50±5) rölatif nemlilikte hazırlanmıştır.



Basma dayanımı değerlerinin in vitro koşullarda belirlenebilmesi için materyallerin standart boyutlarda diskler halinde hazırlanmasının gerektiği bildirilmektedir. Bu amaçla birçok çalışmada çeşitli standart kalıplar kullanılmıştır. Bu amaçla, genellikle teflon, plastik ve metal kalıplar kullanılmaktadır (12,221,222,246,313,314,315,316,317). Bu çalışmada, formülasyonu yapılan beş farklı materyalin ve kontrol grubu olarak kullanılan çinko oksit öjenol simanının (*Kalzinol*) basma dayanımı değerlerini belirlemek için ISO 3107 (2004) standartlarına uygun metal kalıp kullanılmıştır. Basma dayanımı testinin yapılabilmesi için hazırlanan örnek boyutunun çok kısa olduğu durumlarda güç dağılımlarının çok karışık bir hal alacağı; örnek boyutunun fazla uzun olduğu durumlarda ise materyalin eğilebileceği bildirilmektedir. Bu nedenle en tatmin edici sonuçlar, silindir örneğin boyu çapının birbuçuk veya iki katı olması halinde elde edilmektedir (59). Yapılan bazı çalışmalarda bu kurala uyulduğu görülmüştür (12,221,223,314,316,317,318). Güç dağılımlarının karışmasını veya materyalin eğilmesini önlemek amacıyla bu çalışmada, florid bileşikler ve linoleik asitle hazırlanan beş farklı geçici siman materyalinin ve kontrol grubu olarak çinko oksit öjenol simanının (*Kalzinol*) basma dayanımı testi için ISO 3107 standartlarında 4 mm çapında, 6 mm yüksekliğinde 60'ar adet silindirik örnek hazırlanmıştır. Yapılan çalışmalarda, hazırlanan örnekler farklı zamanlarda 37<sup>0</sup>C etüvde bekletilmiştir (12,221,222,223,246,313,314,316,317, 318). Bu çalışmada, hazırlanan siman örnekleri, ISO 3107 standartlarında belirtildiği şekilde (37±1)<sup>0</sup>C etüvde 24 saat bekletilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, materyallerin basma dayanımı testinin ölçümleri Instron marka basma dayanım aletinin farklı modelleri ile 1.00 mm/dak hızda yapılmıştır ve sonuçlar 'MPa' olarak kaydedilmiştir (12,246,313,314,315,316,317,318). Bu çalışmada, hazırlanan siman örneklerinin basma dayanımı ölçümü Instron 3345 (3345J7324, USA) cihazı kullanılarak yapılmıştır. Basma kuvveti, ISO 3107 standartlarında belirtildiği gibi, siman örneklerinin uzun ekseni boyunca (1.00±0.05) mm/dak hızla uygulanmıştır. Siman örnekleri kırıldığında basma dayanımı değerleri 'MPa' olarak kaydedilmiştir.

*Akıncioğlu A (2005)*, içeriğinde linoleik asit, çinko oksit, kalsiyum hidroksit, titanyum dioksit, zeolit, kalsiyum hidrojen fosfat, trikalsiyum fosfat ve kemik apatit

içeren dört farklı geçici simanın ve çinko oksit öjenol simanın (*Kalzinol*) basma dayanımı özelliklerinin araştırılması sonucunda, kontrol grubu olan çinko oksit öjenol'ün (*Kalzinol*) en yüksek basma dayanımı değeri gösterdiğini bildirmiştir (12).

Bu çalışmada, fluroid bileşikleri ve linoleik asitle hazırlanan beş farklı geçici siman materyalinin ve kontrol grubu olarak çinko oksit öjenol simanın (*Kalzinol*) basma dayanımı sonuçları değerlendirildiğinde, kontrol grubu olan çinko oksit öjenol (*Kalzinol*) en yüksek basma dayanımı değeri göstermiştir. Kontrol grubunun basma dayanımı ortalamaları Z, N, S, NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ( $p < 0.001$ ). N grubunun basma dayanımı, T grubundan anlamlı derecede düşük bulunmuş ( $p < 0.01$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık gözlenmemiştir ( $p > 0.05$ ). Bu çalışmada, test edilen materyallerin basma dayanımı ortalamalarının bir sıralaması yapılacak olursa, şu sıra takip edilmektedir; Kontrol Grubu > T Grubu > NH Grubu > Z Grubu > S Grubu > N Grubu. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, *Akuncioğlu A (2005)*'nin sonuçları ile paralellik göstermiştir (12).

*Owadally ID ve Ford TRP (1994)*, %10 ve %20 hidroksi apatit eklenen çinko oksit öjenol içerikli *IRM (Intermediate Restorative Material)* materyalinin basma dayanımını inceledikleri çalışmalarında, hidroksi apatit eklenen *IRM* materyallerinin, hidroksi apatit eklenmemiş *IRM* materyallerine nazaran daha düşük basma dayanımı gösterdiğini bildirmişlerdir. Bunun, hidroksi apatit eklendikçe çinko oksit oranında azalma meydana gelerek, çinko öjenolat matriksinin bağlanmasındaki rolünün azalmasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir (316).

Bu çalışmada, formülasyonu yapılan geçici simanların çinko oksit oranı, kontrol grubuna nazaran daha azdır ve likitlerinde linoleik asit bulunmaktadır. Bu nedenle, formülasyonu yapılan geçici simanlarda çinko oksit, öjenolle reaksiyona girmeyerek çinko öjenolat matriksini yaratamamaktadır. Bu çalışmada, kontrol grubunun basma dayanımının diğer test materyallerine nazaran daha yüksek çıkması, *Owadally ID ve Ford TRP (1994)*'nin yapmış oldukları çalışmayla paralellik göstermiştir (316).

*Burgess JO ve ark (1993)*, rezin bazlı olan ve olmayan üç farklı yapıdaki cam iyonomer simanların basma, germe ve makaslama kuvvetlerine karşı dayanım özelliklerini ve florid salınımlarını inceledikleri çalışmalarında, rezin bazlı olmayan cam iyonomer simanın rezin bazlı olanlara göre daha yüksek seviyede florid salınımı gerçekleştirdiğini, ancak basma dayanımı değerinin bu materyallere göre belirgin şekilde daha düşük olduğunu bildirmişlerdir (320).

*Xu X ve Burgess JO (1998)*, 10 farklı restoratif materyalin florid salınımı ve basma dayanımı değerlerini inceledikleri çalışmalarında, yüksek düzeyde florid salınımı yapan materyallerin basma dayanımı değerlerinin daha düşük olduğunu bildirmişlerdir (321).

*Forsten L (1998)*, materyalin içeriğindeki florid miktarının fiziksel özellikleri üzerinde olumsuz etkilere neden olmadan, antikaryojenik özellikler göstermesi açısından mümkün olan en yüksek seviyelerde olması gerektiğini belirtmiştir. Ancak dental materyale eklenen florid miktarının artmasıyla birlikte materyalin fiziksel özelliklerini negatif yönde etkilemesiyle sonuçlanacağını bildirmiştir (322).

*Xu X ve Burgess JO (2003)*, cam iyonomer (*Fuji IX, Ketac Molar, Ketac Silver, Miracle Mix*), rezin-modifiye cam iyonomer (*Fuji II LC Improved, Photac-Fil, Vitremer*), kompomer (*Compoglass, Dyract AP, F2000, Hytac*) ve kompozit rezinlerin (*Ariston pHc, Solitaire, Surefil, Tetric Ceram*) basma dayanımı, florid salınımı ve geri yükleme profillerini araştırmışlardır. Cam iyonomer ve rezin-modifiye cam iyonomer simanlardan, kompomer ve kompozit rezinlere doğru gidildikçe basma dayanımının arttığı görülmüştür. Cam iyonomerlerden kompozit rezinlere doğru gidildikçe florid salınımı azalmaktadır çünkü rezin içeriği artmaktadır. Çalışmanın sonuçlarına göre, materyallerin florid salınımı arttıkça, basma dayanımları azalmaktadır (246).

Araştırmacılar materyallerin florid salınımının arttıkça, basma dayanımının azaldığını bildirmektedirler. Bu sonuçlara dayanarak florid salınımı ile basma dayanımı arasında negatif bir korelasyon olduğu belirtilebilir. Bu çalışmanın sonuçları, bu araştırmacıların çalışmalarını destekler niteliktedir. Test edilen Kontrol grubu hariç,

tüm materyallerin basma dayanımı değerleri, ISO 3107 standartlarının Tip I, Sınıf 1 kategorisindeki verilerin basma dayanımı değerlerinin altında kalmıştır (218).

Bu konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu araştırmada hazırlanan geçici siman formülasyonlarında kullanılan linoleik asit, zeolit, sodyum florid, kalay florid, titanyum tetrafluorid ve amonyum florid gibi maddelerin birlikte kullanıldığı çalışmalara rastlanmamıştır. Örneklerin benzersiz olmaları nedeni ile basma dayanımıyla ilgili çalışmalarla kıyaslama yapılamamıştır. Bu konu ile ilgili karşılaştırma sadece ISO 3107 (2004) standardı ile yapılmıştır.

Çözünürlük, dental materyallerin seçiminde ve kullanımında klinik açıdan büyük önem taşımaktadır. Dental simanların, ağız içerisinde çözünürlüğe karşı dirençli olmaları gerekmektedir. Eğer dental simanlar ağız ortamında çözünür ise restorasyon kenarlarında sızıntı meydana gelmekte ve bunu takiben hassasiyet ve sekonder çürükler gibi yan etkiler ortaya çıkmaktadır. Sekonder çürüklerin oluşmasında temel etken simanın çözünürlüğüdür. Bu nedenle, simanların çözünürlüğü dental restoratif materyallerin başarısını olumsuz yönde etkileyen özelliklerdendir (60,215,219,224,225,226).

Yapılan bazı araştırmalarda, farklı dental materyalin çözünürlük değerleri incelenmiştir (12,226,229,230,231,232,233,313,314,317,323,324). Çözünürlük özelliklerinin *in vitro* koşullarda belirlenebilmesi için materyallerin standart boyutlarda diskler halinde hazırlanmasının gerektiği bildirilmektedir. Bu amaçla bir çok çalışmada çeşitli standart kalıplar kullanılmıştır. Bu amaçla, genellikle teflon, plastik ve metal kalıplar kullanılmaktadır (12,226,229,230,231,232,313,316,317,323,324,325). Bu çalışmada kullanılan simanların, çözünürlük değerlerini belirlemek için ISO 3107 (2004) standartlarına uygun paslanmaz çelik kalıplar kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda farklı boyutlardaki kalıplardan yararlanılmıştır (12,226,229,230, 231,232,233,313,316,323,324,325). Bu çalışmada, fluroid bileşikleri ve linoleik asitle hazırlanan beş farklı geçici siman materyalinin ve kontrol grubu olarak çinko oksit öjenol simanın (*Kalzinol*) çözünürlük testi için ISO 3107 (2004) standartlarında 20 mm çapında ve 1.5 mm kalınlığında 60'ar adet siman örneği (23±1) °C oda sıcaklığında ve

%(50±5) rölatif nemlilikte hazırlanmıştır. Yapılan çalışmalarda ve bu çalışmada da, hazırlanan siman örnekleri hassas terazide tartılmıştır ve  $m_1$  değerleri elde edilmiştir (12,226,229,230,231,313,323,324,325). Yapılan çalışmalarda hazırlanan siman örnekleri farklı miktarlarda distile su, deiyonize su, sitrik asit veya salin solüsyonu içerise konup, 37°C etüvde farklı zamanlarda bekletilmiştir (12,226,229,230,231,316, 317,323,324,325,326). Bu çalışmada, siman örnekleri ISO 3107 (2004) standartlarının belirlediği şekilde 50 ml distile su içerisine konup, (37±1)<sup>0</sup>C etüvde 24 saat süreyle bekletilmiştir. Yapılan çalışmalarda, etüvden çıkarılan siman örnekleri desikatör, kurutucu veya vakum içerisinde 24 saat bekletildikten sonra hassas terazide tartılıp  $m_2$  değeri elde edilmiştir (226,229,233). Bu çalışmada ise, etüvden çıkarılan siman örnekleri silika jel içeren desikatör içerisinde 24 saat bekletildikten sonra hassas terazide tartılıp  $m_2$  değeri elde edilmiştir.

**Wilson AD ve Batchelor RF (1970)**, çinko oksit öjenol simanların sulu ortamlardaki çözünürlüklerinin siman matriksinden sürekli olarak gerçekleşen öjenol kaybindan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Çinko öjenolat şelatın düşük bir stabiliteye sahip olduğunu, öjenol ve çinko oksit arasındaki dengenin öjenol kaybıyla bozulduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak, matriksin devamlı olarak öjenol ve çinko hidroksite hidrolize olduğunu söylemişlerdir. Simanın böylece mekanik gücünü kaybettiğini ve parçalara ayrıldığını belirtmişlerdir (325).

**Owadally ID ve Ford TRP (1994)**, %10 ve %20 hidroksi apatit eklenen çinko oksit öjenol içerikli *IRM (Intermediate Restorative Material)* materyalinin çözünürlük değerlerini inceledikleri çalışmalarında, hidroksi apatit eklenen *IRM* materyallerinin ve kontrol grubunu (*Kalzinol*), hidroksi apatit eklenmemiş *IRM* materyallerine nazaran daha yüksek çözünürlük değerleri gösterdiğini bildirmişlerdir. Bunun, hidroksi apatit eklendikçe çinko oksit oranında azalma meydana gelerek, çinko öjenolat matriksinin bağlanmasındaki rolünün azalmasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir (316).

**Schäfer E ve Zandbiglari T (2003)**, epoksi rezin (*AH 26, AH Plus*), silikon (*RSA RoekoSeal*), kalsiyum hidroksit (*Apexit, Sealapex*), çinko oksit öjenol (*Aptal-Harz*), cam iyonomer (*Ketac Endo*) ve poliketon (*Diaket*) bazlı materyallerin distile su ve yapay

tükürük içerisindeki çözünürlük değerlerini inceledikleri çalışmalarında, *Seal Apex*, *Aptal-Harz* ve *Ketac Endo* materyallerinin bütün sıvılardaki çözünürlüklerinin belirgin şekilde arttığını bildirmişlerdir (326).

Bu çalışmada, fluroid bileşikleri ve linoleik asitle hazırlanan beş farklı geçici siman materyalinin ve kontrol grubu olarak çinko oksit öjenol simanın (*Kalzinol*) çözünürlük değerlendirilmesinin sonucunda kontrol grubu olan çinko oksit öjenol (*Kalzinol*) en yüksek çözünürlük değeri göstermiştir. Kontrol grubunun çözünürlük değeri ortalamaları S ve NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir ( $p > 0.05$ ). Bu çalışmada test edilen materyallerin çözünürlük değerleri sıralanacak olursa; Kontrol Grubu > T Grubu > Z Grubu > S Grubu > N Grubu > NH Grubu. Bu çalışmanın sonuçları, çinko oksit öjenol bazlı simanların çözünürlüklerinin incelendiği çalışmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir.

*Arnold JW ve ark (1997)*, yapmış oldukları çalışmada ADA/ISO No. 30 standartlarında hazırladıkları dental simanların 24 saat suda bekletildikten sonra %1.5 kadar olan ağırlık kaybının kabul edilebilir değerlerde olduğunu bildirmişlerdir (327).

Bu çalışmada, test edilen tüm materyallerin çözünürlük değerleri, ISO 3107 (2004) standartlarının Tip I, Sınıf 1 kategorisindeki verilerin çözünürlük değerlerinin (%1.5) altında kalarak ağız içi kullanımına uygun değerler göstermişlerdir.

*Sousa-Neto MD ve ark (1999)*, rezin materyallerinin (*X*, *WG*, *WW Grade*, *Staybelite ester 10*, *Staybelite resin*) *Grossman* simanına eklenmesiyle çözünürlük değerlerini araştırdıkları çalışmalarında, rezinlerin eklenmesiyle birlikte *Grossman* simanının çözünürlük değerlerinde azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir (324).

*Fujisawa S ve ark (1999)*, çinko oksit öjenol simana 9:1 oranında bis-öjenol ekleyerek çözünürlük değerlerini araştırdıkları çalışmada, bis-öjenol eklenmesinin çözünürlüğü arttırdığını bildirmişlerdir. Çinko oksit ve öjenol arasındaki çinko öjenolat

şelatinin oluştuğunu ve nemli ortamda zayıf stabiliteye sahip olduğunu belirtmişlerdir (313).

Bu çalışmada, içerisinde linoleik asit bulunan geçici siman materyallerinin çözünürlüğü kontrol grubuna nazaran daha düşük bulunmuştur. Bu sonuç, *Fujisawa S ve ark (1999)*'nın elde ettiği sonuç ile paralellik göstermektedir (313). Diğer yapılan araştırmalarda kullanılan materyallerin içeriklerinin tam olarak bu çalışmada formüle edilen geçici siman materyalleriyle benzerlik göstermemesi nedeniyle tam bir karşılaştırma yapılamamıştır.

*Akincioğlu A (2005)*, linoleik asitle hazırlanan dört farklı geçici simanın ve çinko oksit öjenol simanın (*Kalzinol*) çözünürlük özelliklerinin araştırıldığı çalışmada, zeolit grubunun en düşük çözünürlük değeri gösterdiğini bildirmiştir. Zeolit grubunun, kontrol grubu olan çinko oksit öjenol simanına (*Kalzinol*) nazaran daha düşük çözünürlük özelliği gösterdiği belirtilmiştir (12).

Bu çalışmada da, Zeolit grubu, kontrol grubu olan çinko oksit öjenol simanına (*Kalzinol*) nazaran daha düşük çözünürlük göstermiştir. Bu çalışmanın sonuçları, *Akincioğlu A (2005)*'nin yaptığı çalışmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir (12).

Bu konuda yapılan çalışmalar incelendiğinde, bu çalışmada hazırlanan geçici siman formülasyonlarında kullanılan linoleik asit, zeolit, sodyum florid, kalay florid, titanyum tetraflorid ve amonyum florid gibi maddelerin kullanımına tam olarak benzeyen çalışmalara rastlanmamıştır. Örneklerin benzersiz olmaları nedeni ile çözünürlük ile ilgili çalışmalarla kıyaslama yapılamamıştır. Bu konu ile ilgili karşılaştırma sadece ISO 3107 (2004) standardı ile yapılmıştır (218).

Florid salınımı, dental materyaller açısından, çürüklere ve demineralizasyona karşı antikaryojenik özellik göstermesi bakımından önemli bir özelliktir (234,235,236,237,238). Dental materyalin florid seviyesindeki artış ile tükürükteki kalsiyum ve fosfat iyonları minere remineralizasyonu arttırır. Bu nedenle çeşitli materyallerdeki florid salınım miktarları o materyalin antibakteriyel kapasitesini

gösterir (239,249,241). Günümüzde üretici firmalar tarafından florid, ağız içerisine ve bitişik dişe salgılanabilen formda, dental materyal içerisine eklenmiştir (244,245). Bu çalışmada, fluroid bileşikleri ve linoleik asitle hazırlanan dört farklı geçici siman materyalinin florid salınım özellikleri incelenmiştir.

Dental materyallerin içerisine farklı konsantrasyonlarda NaF, SnF<sub>2</sub>, TiF<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>F, CaF<sub>2</sub> gibi florid bileşiklerinin katılması ile ağızda belirli düzeylerde florid salınımının gerçekleşebildiği bildirilmektedir (43,47,55,167,169,170,171,179,180,199,201,206,310, 311). Bu çalışmada sodyum florid (NaF; %5), kalay florid (SnF<sub>2</sub>; %5), titanyum tetra florid (TiF<sub>4</sub>; %5) ve amonyum florid (NH<sub>4</sub>F; %2.5) bileşikleri kullanılmıştır. Formülasyonu yapılan geçici siman materyaline amonyum floridin, diğer florid bileşiklerine nazaran %50 daha az eklenmesinin nedeni karıştırma esnasında %5'lik amonyum floridin çok keskin kokulu özellik göstermesindedir.

Dental materyallerin florid salınımı özelliklerinin in vitro koşullarda belirlenebilmesi için materyallerin standart boyutlarda diskler halinde hazırlanmasının gerektiği bildirilmektedir. Bu amaçla birçok çalışmada farklı boyutlarda standart kalıplar kullanılmıştır. En yaygın kullanılan kalıplar teflon kalıplar olmasına rağmen standart fluorokarbon rezin, polietilen, plastik ve metal kalıplar da kullanılmaktadır (244,246,247,254,257,259,260,263, 314, 328, 329, 330, 331, 332, 333). Yapılan çalışmalarda, florid salınım değerlerini belirlemek için herhangi bir ISO standardı bulunmadığı için siman örnekleri farklı boyutlarda hazırlanmıştır (244,246,247,250,256, 328,329,330,331,332,333). Bu çalışmada florid salınımı değerlerini belirlemek için metal kalıplar kullanılmış ve 10 mm çapında, 2 mm yüksekliğinde 40'ar adet siman örneği hazırlanmıştır. Florid camla etkileşime gireceğinden, örneklerin hazırlanması aşamasında camdan oluşan gereçler kullanılmadığı gibi, metal kalıplar içerisindeki materyal fazlalıklarının giderilmesi amacıyla kullanılan iki siman camının materyalle temasını önlemek için araya asetat kağıdı yerleştirilmiştir (247,253,258,263, 314,328,329,331).

Dental materyallerin florid salınımı değerlerinin ölçümü için deiyonize su, distile su veya yapay tükürük kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar, deiyonize sudaki



fluorid salınımının yapay tükürüğe nazaran belirgin şekilde daha yüksek olduğunu bildirmektedir (259,260,334). Bunun, yapay tükürükteki kalsiyum ve fosfat iyonlarının daha yüksek iyonik güç oluşturması ve örneklerin üzerinde oluşan  $\text{CaF}_2$ 'in difüzyon bariyeri olarak görev yapmasından ileri gelebileceği bildirilmiştir (259). Başka bir çalışmada, yapay tükürükteki fluorid salınımının *in vivo* koşulları dahi iyi temsil etmesine rağmen, yapay tükürükteki organik komponentlerin fluorid elektrodunun lantan fluorid (LaF) membranının duyarlılığını etkileyebileceğinden ötürü yapay tükürük kullanımı tercih edilmemiştir (250). Bu çalışmada hazırlanan örneklerin fluorid salınımı değerlendirilmesi, diğer bir çok çalışmada olduğu gibi deiyonize suda yapılmıştır (234,244,246,250,253,258,260,263,267,314,328,330,332,333,335).

Isı, mekanik çalkalama gibi etkenler dental materyallerden fluorid salınımını etkilemektedir. Bu nedenle, bir çok çalışmada *in vitro* ortamda hazırlanan örneklerin  $37^\circ\text{C}$ 'lik etüvde bekletilmesinin gerektiği bildirilmiştir (244,247,250,253,258,260, 263,267,314,328,330, 332, 333, 335). Bu çalışmada, siman örnekleri ölçüm saatleri dışında  $37^\circ\text{C}$ 'lik etüvde bekletilmiş ve test süresince her gün çalkalanmıştır.

Fluorid salınımı değerlerinin belirlenmesinde iyon analizörü ve spesifik fluorid elektrodu kullanılmaktadır (244,246,247,250,253,256,258,259,260,263,265,314,328, 330,331,332,333,335). Bu çalışmada, fluorid salınımı değerlerinin belirlenmesinde, *Orion 720+* cihazı ve *Orion Fluorid* elektrodu kullanılmıştır. Solüsyonun pH'sının düzenlenmesi ve sudaki fluoridin iyonize edilmesi için solüsyona TISAB (Total Ionic Strength Adjustment Buffer) solüsyonunun belirli konsantrasyonlarda ilave edilmesi gerektiği bildirilmiştir (246,247,250,252,253,258,259,260,328,335). Bu çalışmada, deiyonize suya ölçümlerden hemen önce %10 konsantrasyonunda TISAB III solüsyonu eklenmiştir.

Fluorid salınım değerlerinin ölçümünden önce, standart fluorid solüsyonlarından farklı konsantrasyonlarda solüsyonlar hazırlayarak elektrodun kalibrasyonunun yapılması gerektiği bildirilmiştir (244,246,252,253,256,258,263,265,314,328,330). Bu çalışmada, kalibrasyon işlemi gün içerisinde belli aralıklarla tekrarlanarak yapılmıştır.

Yapılan bir çok çalışmada, kalibrasyon solüsyonlarında ve florid ölçümü yapılacak olan solüsyonlarda homojen bir karışım elde edebilmek için ölçümden önce magnetik karıştırıcı ile karıştırılması gerektiği bildirmektedir (247,252,253, 254,266,314). Bu çalışmada, aynı şekilde homojen bir karışım elde edebilmek için ölçümden önce IKA marka ısıtıcısız magnetik karıştırıcı kullanılmıştır.

Yapılan çalışmalarda, materyallerden salınan florid değerlerinin konsantrasyonunu ifade edebilmek için 'ppm', 'F/mg', 'µg/ml', 'µF/cm<sup>2</sup>', 'mmol/L', 'µmol/g', 'µg/cm<sup>2</sup>' veya 'µg/mm<sup>2</sup>/gün' birimlerinin kullanıldığı bildirilmiştir (244,247,250,251,253,257,260,263,314, 330, 332, 335). Bu çalışmada, 'ppm' birimi, yapılan diğer literatürlerle karşılaştırabilmek açısından tercih edilmiştir. Ayrıca örneklerin içinde bulunduğu deiyonize su, ölçümden bir gün önce değiştirilerek kümülatif olmayan florid ölçüm değerleri elde edilmiştir. Bazı çalışmalarda ise kümülatif değerlerin kullanılmakta olduğu görülmüştür (246,247,256,259,266,328,333). Ancak kümülatif olan florid değerlerinin gerçek florid miktarını yansıtmadığı bildirilmektedir (250,258).

Dental materyallerin florid salınım değerlerinin ölçümlerinin yapıldığı çalışmalarda, ölçümlerin çalışma süresi içerisinde belirlenen bazı günlerde yapıldığı bildirilmiştir. Ölçüm zamanının sıklıkla ilk hafta her gün ya da ilk üç veya dört gün ve daha sonra haftada bir kez şeklinde yapıldığı belirtilmiştir (247,251,254,257, 265,314,330,333,335). Bu çalışmada, siman örneklerini florid salınımı ölçümleri 1., 2., 3., 7., 14., 21., 28., 35. ve 42. günlerde yapılmıştır.

Dental materyallerin florid salınımı ile bir çok çalışma bulunmaktadır (19,244, 246,247,250,251,252,256,258,262,264,267,314,328,333,335). Dental materyaller; florid salınım özelliklerine göre yüksek derecede florid salınımı yapanlar (cam iyonomer simanlar, rezin-bazlı olmayan fissür örtücüler), orta derecede florid salınımı yapanlar (rezin-modifiye cam iyonomerler), az derecede florid salınımı yapanlar (kompomer, florid salınımı yapan kompozit rezin, rezin-bazlı olan fissür örtücüler) ve florid salınımı yapmayanlar (geleneksel kompozit) olarak sınıflandırılmaktadır. Bu materyallerden florid salınımı bir çok ara faz içeren kompleks bir olgu olup, materyal

içerisine su difüzyonu, katı faz içerisindeki floridin değişim esnasında çözünmesi ve materyal dışına florid salınımı yapması gibi fazları içermektedir. (18,246,247,248).

Dental materyallerin florid salınımlarının incelendiği çalışmalarda salınımın ilk hafta özellikle ilk 24 saatte çok yüksek olduğu görülmüştür. Bu etkiye floridin patlama etkisi ‘bursting effect’ denilmektedir. İlk 24 saatten sonra ani ve sonra daha hafif ancak düzenli düşüşler izlenmiştir (246,247,251,257,260,263,267,314,322,328,331). Bu nedenle florid salınım ölçümlerinin ilk haftada daha sık aralıklarla yapılması önerilmektedir. Bu çalışmada, diğer literatürlerde önerildiği gibi, ilk hafta ölçümler ilk 3 gün ardarda, sonraki haftalarda haftada bir kez yapılmıştır. Materyaller arasında patlama etkisi en belirgin olan materyalin N grubu ( $50.4 \pm 9.385$ ) olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada, fluroid bileşikleri ve linoleik asitle hazırlanan dört farklı geçici siman materyalinin florid salınımı değerlendirilmesinin sonucunda 1., 2., 3., 7., 14., 21., 28., 35. ve 42. gün, içeriğinde ‘NaF’ bulunan N grubunun florid salınım ortalamaları, içeriğinde ‘SnF<sub>2</sub>’ bulunan S ve içeriğinde ‘NH<sub>4</sub>F’ bulunan NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuş ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ ), 1., 2., 3., 7., 14., 21., 28., 35. ve 42. gün içeriğinde ‘TiF<sub>4</sub>’ bulunan T grubu florid salınım ortalamaları içeriğinde ‘NH<sub>4</sub>F’ bulunan NH grubundan anlamlı derecede yüksek bulunmuş ( $p < 0.01$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p > 0.05$ ). Bu çalışmada test edilen materyallerin ölçüm günleri arasında ve ölçüm günlerine göre gruplar arasında florid salınım ortalamaları karşılaştırılması yapılacak olursa değerler şu şekilde sıralanmaktadır; N Grubu > T Grubu > S Grubu > NH Grubu.

**Wiegand A ve ark (2007)**, florid içeren dental materyallerin florid salınımında önemli farklılıklar gösterdiğini bildirmişlerdir. Restoratif materyallerden kısa ve uzun dönem florid salınımının; matriks yapılarına, doldurucu miktarına, oluşum mekanizmasına, florid içeriğine ve farklı ortamlara bağlı olduğunu belirtmişlerdir (268).

Florid içeren restoratif materyallerin sekonder çürükleri önlemede florid salınım değerlerinin etkili olduğu bildirilmiştir. Dental materyallerden florid salınımını

etkileyen çeşitli iç ve dış faktörlerin bulunduğu belirtilmiştir. İç faktörlerin; materyalin bileşimi, toz/likit oranı, karıştırma süresi, sıcaklık, örnek geometrisi ve geçirgenliği olduğu, dış faktörlerin; bekletilen solüsyonun pH'ı, sıcaklığı, iyonik dayanıklılığı, vizkositesi, miktarı ve homojenliği olduğu ifade edilmiştir (242). Bu çalışmada, N grubunun en yüksek florid salınımı göstermesinin nedeninin diğer gruplardan farklı olarak 'NaF' içermesi olduğu söylenebilir. Sodyum floridin en önemli alkali florid olduğu ve diğer florid bileşiklerinin sentezi için gerekli olduğu belirtilmiştir (22,23,30).

Yapılan birçok çalışmada, dental materyallerin yüksek konsantrasyonlarda NaF solüsyonları içerisinde bekletilmeleri durumunda, materyallerin kaybettikleri floridi tekrar kazandıkları ve zaman içinde azalan florid salınım değerlerinin yeniden yükseldiği bildirilmiştir (246,330).

**Williams JA ve ark (2003)**, yapmış oldukları çalışmalarında NaF, CaF<sub>2</sub> ve AlF<sub>3</sub> gibi floridlerin sodyum ve florid içeren cam iyonomerlere (LG30) eklenerek florid ve sodyum salınımları incelenmiştir. CaF<sub>2</sub> eklenmesinin, sodyum ve florid salınımına belirgin bir etkisi olmazken, AlF<sub>3</sub> eklenmesinin çok az bir etkisi olduğu görülmüştür. NaF eklenmesinin ise, sodyum ve florid salınımını belirgin şekilde arttıran bir etkisinin olduğu bildirilmiştir (336).

**Cohen WJ ve ark (2003)**, poliasit-modifiye kompozit (*Python, Assure*), rezin-modifiye cam iyonomer (*Fuji Ortho LC*) ve kontrol grubu olarak florid içermeyen kompozit rezin (*Transbond XT*) materyallerini *in vitro* olarak kullandıkları çalışmalarında materyallerin uzun dönem (30 ay) florid salınım ve geri yükleme özelliklerini incelemişlerdir. İncelenen materyaller içinde *Fuji Ortho LC* en fazla florid salınımı göstermiştir. *Fuji Ortho LC, Assure* ve *Python* uzun dönem florid salınımı göstermişlerdir. *Fuji Ortho LC, Assure* ve *Python*, %2'lik sodyum florid jeli uygulandığında 'burst effect'(patlama etkisi) göstermişlerdir. Araştırmacılar çalışmanın sonucunda florid salınımının ve geri yüklenmesinin, floridin matriks diffüzyonuna ve yüzey adsorpsiyonuna bağlı olduğunu belirtmişlerdir (330).

**Gandolfi MG ve ark (2006)**, iki cam iyonomer simanın (*Fuji IX, Fuji VII*) farklı pH ortamlarında (pH; 2, 5, 7) NaF solüsyonu öncesi ve sonrası florid salınım özelliklerini incelemişlerdir. *Fuji IX; Fuji VII'e* nazaran daha az florid salınımı göstermesine rağmen, NaF solüsyonu ile yeniden yükleme yapıldığında, *Fuji IX'un* daha fazla yüklenebildiği belirtilmiştir (337).

Bu çalışmada, NaF içeren geçici simanın en yüksek florid salınımı göstermesi, yapılan çalışmalarda da NaF uygulanması sonrası florid salınım değerlerindeki artış ile paralellik göstermektedir (330,336,337).

**Caslavska V ve ark (1991)**, üst orta kesici dişlere 6 hafta ve 18 ay NaF ve NH<sub>4</sub>F uygulanmasının ardından mine biyopsisi yapıldıktan sonraki florid konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Hem 6 haftalık hem de 18 aylık NH<sub>4</sub>F uygulamalarının, NaF uygulamasına nazaran, mine biyopsisinde belirgin bir şekilde daha yüksek florid seviyelerinin bulunduğunu bildirmişlerdir (310).

**Yoon BH ve ark (2005)**, fluorapatit-kollajen kompozitlerin içerisine farklı miktarlarda NH<sub>4</sub>F katarak yapısal stabilite ve hücresel cevaplarını incelemişlerdir. Apatite NH<sub>4</sub>F eklenmesi, kompozit materyalinin daha güçlü kimyasal stabilite ve farklı seviyelerde florid salınımına neden olduğunu bildirmişlerdir. Fluorapatit-kollojen kompozitlerinde, osteoblast hücrelerinin belirgin olarak daha fazla proliferasyonu olduğu görülmüştür (311).

Yapılan çalışmaların aksine, bu çalışmada NH<sub>4</sub>F içeren geçici siman materyali düşük florid salınımı göstermekle birlikte, diğer test materyallerine nazaran en düşük florid salınımı göstermiştir. Bunun nedeninin, NaF, SnF<sub>2</sub> ve TiF<sub>4</sub> bileşiklerinin formülasyonu yapılan geçici siman materyali içerisine %5 oranında eklenirken, NH<sub>4</sub>F bileşiğinin %2.5 oranında eklenmiş olması söylenebilir.

**Helvatjoglu-Antoniades M ve ark (2001)**, cam iyonomer simanlar (*Miracle-Mix, Fuji ionomer type III, Fuji II LC improved, Ketac-Silver*), yapıştırıcı siman (*Ketac-Cem*), kompomer (*Compoglass Flow*), fissür örtücüler (*Fissurit F, Heliocem F*), ve

kompozit rezin (*Tetric*) materyalarının florid salınımını değerlerini 4., 8., 12. ve 24., saatler ve 2., 3., 7., 14., 28., 56. ve 112. günlerde incelemişlerdir. Tüm materyallerin ilk 24 saat sonunda en yüksek florid salınımını gerçekleştirdiğini ve daha sonra salınımın azalarak devam ettiğini bildirmişlerdir (247).

**Rix D ve ark (2001)**, rezin-modifiye cam iyonomer siman (*Fuji Ortho LC*) ve poliasit-modifiye kompozit rezin (*Assure*) materyallerinin 28 gün süre ile disklerden ve braketlenmiş dişlerden florid salınımını incelemişlerdir. *Assure* ve *Fuji Ortho LC* materyallerinin florid salınımının 1. günden sonra hızla düşmeye başladığını ve salınımın azalarak devam ettiğini bildirmişlerdir (328).

**Osinaga PWR ve ark (2003)**, geleneksel cam iyonomer (*Ketac-Fil*) ve rezin-modifiye cam iyonomer (*Vitremer*) simana %5 veya %10 oranında eklenen  $ZnSO_4$ 'ın, florid salınımı değerlerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, iyonomer materyallerine  $ZnSO_4$  eklenmesinin florid salınımını arttırdığını bildirmişlerdir. Materyallerin florid salınımının birinci gün en yüksek değerde, ilerleyen günlerde azalarak devam ettiğini belirtmişlerdir (338).

**Xu X ve Burgess JO (2003)**, cam iyonomer (*Fuji IX, Ketac Molar, Ketac Silver, Miracle Mix*), rezin-modifiye cam iyonomer (*Fuji II LC Improved, Photac-Fil, Vitremer*), kompomer (*Compoglass, Dyract AP, F2000, Hytac*) ve kompozit rezinlerin (*Ariston pHc, Solitaire, Surefil, Tetric Ceram*) florid salınımı profilini inceledikleri araştırmalarında, bütün cam iyonomer ve rezin-modifiye cam iyonomer simanların başlangıçta yüksek florid salınımı gösterdiğini fakat ilk 3 gün sonra hızlı bir düşüş meydana geldiğini ve giderek azalan değerlerde salınımın devam ettiğini bildirmiştir (246).

**Itota T ve ark (2004)**, florid içeren rezin-bazlı kompozit (*Heliomolar, Unifil S, Beautiful, Reactmer paste*) ve geleneksel cam iyonomer (*Ketac-Fil Plus Aplicap*) materyallerinin 1., 2., 4., 14., 21. ve 28. günlerde total ve serbest florid iyon salınım miktarlarını iyon selektif elektrodu ve iyon kromatografi kullanarak araştırdıkları çalışmalarında, tüm materyallerin 1. ve 2. günlerde en yüksek florid salınımı

gösterdiğini ve salınımın ilerleyen günlerde azalarak devam ettiğini bildirmişlerdir (331).

Bu çalışmada da, formülasyonu yapılan geçici simanlar benzer şekilde ilk 24 saatin sonunda en yüksek florid salınımı göstermiş ve daha sonra salınım azalarak devam etmiştir. Bu çalışmada elde edilen florid salınım profili, yapılan diğer çalışmalarla paralellik göstermektedir.

*Billington RW ve ark (2001)*, %4.4 ve %3.6 SnF<sub>2</sub> içeren çinko polikarboksilat ve çinko fosfat simanların florid salınım profillerini incelemişlerdir. Çinko fosfat simanın florid salınımı, çinko polikarboksilat simana nazaran daha yüksek bulunmuş; bunun nedeninin içeriğindeki alüminyum iyonlarından kaynaklanabileceği belirtilmiştir (335).

Bu çalışmada hazırlanan geçici siman formülasyonlarında kullanılan linoleik asit, zeolit, sodyum florid, kalay florid, titanyum tetraflorid ve amonyum florid gibi maddelerin kullanıldığı benzer çalışmalara rastlanmamıştır. Örneklerin benzersiz olmaları nedeni ile florid salınımı ile ilgili çalışmalarla karşılaştırma yapılamamıştır.

Bir maddenin aktif asiditesi, o maddenin pH değeri ile ifade edilmektedir. Hidrojen-iyon konsantrasyonunun negatif logaritmasına 'pH' denilmektedir. Nötral pH '7' olarak kabul edilip, 7 değerinin altı 'asidite' ve üstü ise 'alkalinite' olarak değerlendirilmektedir (269). Diş hekimliğinde çeşitli amaçlarla yaygın olarak kullanılan dental simanların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanısıra biyolojik özelliklerinin uygunluğu da önemli bir özellik teşkil etmektedir. Bu materyallerin pulpada iritan etki göstermemeleri istenmektedir. Bu özellik, dental simanların pH değerleriyle yakından ilişkilidir. Dental simanın pH değerinin pulpada biyoyumlu etkiler göstermesi istenmektedir.

Yapılan birçok çalışmada, farklı dental materyallerin in vitro olarak pH değerlerinin ölçümü araştırılmıştır (162,164,165,166,270,271,272,273,276,339,340, 341,342,343). Bu çalışmada, florid bileşikleri ve linoleik asitle hazırlanan beş farklı

siman materyalinin ve kontrol grubu olarak çinko oksit öjenol (*Kalzinol*) simanının pH değerlerinin ölçümü gerçekleştirilmiştir.

Dental materyallerin pH değerlerinin in vitro koşullarda belirlenebilmesi için materyallerin standart boyutlarda diskler halinde hazırlanmasının gerektiği bildirilmektedir. Bu amaçla birçok çalışmada farklı boyutlarda standart kalıplar kullanılmıştır. En yaygın olarak teflon, plastik ve metal kalıpların kullanıldığı bildirilmektedir (162,164,165,270i271,272,278,341,342,342). Yapılan başka bir çalışmada ise, pH değerlerinin ölçüleceği siman materyalleri toz halinde öğütülmüştür (339). pH değerlerinin belirlenmesinde herhangi bir ISO standardı bulunmadığı için, yapılan çalışmalarda siman örnekleri farklı boyutlarda hazırlanmıştır (162,164,165,270,271,273,278,340,341,342,243). Bu çalışmada, test materyallerinin pH değerlerini belirlemek için herhangi bir ISO standardı kullanılmaksızın, metal kalıplar kullanılarak 6 mm çapında, 2 mm yüksekliğinde 30'ar adet siman örneği hazırlanmıştır.

Yapılan çalışmalarda, hazırlanan dental materyallerin sertleşmesi için 1 saat süre ile 37°C etüvde bekletildiği bildirilmektedir (164,166,272,273,278,343). Bu çalışmada, test materyalleri sertleşme süreleri tamamlanıncaya kadar 37°C etüvde bekletilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, dental materyallerin pH değerlerinin ölçümü için farklı miktarlarda distile su, deiyonize su, laktik asit, laktat buffer veya pH'ı 7.0 olan buffer solüsyonu kullanılmıştır (162,166,270,273,276,278,339,340,341,342,343). Bu çalışmada, test materyallerinin pH değerlerinin ölçümü 10 ml distile su içeren plastik tüplerde yapılmıştır.

Dental materyallerin pH ölçümünü yapan cihaz, ölçüm öncesi buffer solüsyonları ile kalibre edilmiştir (164,165,270,272,278,341,342). Bu çalışmada, test materyallerinin pH ölçümü öncesi, kullanılan pH metre 4.01, 7.00 ve 10.00 WTW marka buffer solüsyonları ile kalibre edilmiştir.

Dental siman materyallerinin pH değerlerinin ölçümleri, farklı markalarda olan pH-metre ve elektrod ucu ile gerçekleştirilmiştir (162,164,165,271,273,277,339,



341,342,343). Bu çalışmada, test materyallerinin pH değerlerinin ölçümü, *pH 320 SET*, *WTW* marka pH-metre ve *SenTix 97 T* marka elektrod ucu ile yapılmıştır.

Dental siman materyallerinin pH değerlerinin ölçümü farklı zaman aralıklarında gerçekleştirilmektedir (162,164,166,271,272,273,339,340,341). Bu çalışmada, test materyallerinin pH değerlerinin ölçümü 5., 10., 30., 60. ve 120. dak.'larda ve 24. ve 48. saatin sonunda yapılmıştır.

*Siqueira JF ve ark (1995)*'nin yaptıkları bir çalışmada, pH metrenin elektrodunun ucu pH ölçümü sırasında standardizasyonu sağlamak amacıyla 30 saniye süre ile solüsyonun içerisinde bekletilmiştir (166). Bu çalışmada, test materyallerinin pH değerlerinin ölçümü sırasında, pH-metrenin elektrodu cihazın özelliğine uygun olarak, standardizasyonu sağlamak amacıyla 10 saniye süre ile distile su içerisinde bekletilerek ölçüm yapılmıştır.

Bazı çalışmalarda, pH ölçümü aralarında solüsyon içerisinde bekletilen dental materyaller 37<sup>0</sup>C etüvde bekletilmiştir (162,166,273,276). Bu çalışmada da, pH ölçümü aralarında distile su içerisindeki test materyalleri, ağız ortamını taklit etmesi için 37<sup>0</sup>C etüvde bekletilmiştir.

*Doğan OM ve ark (1988)*, 5. dak., 1., 19., 24. ve 48. saatlerde, karboksilat, çinko fosfat, çinko oksit öjenol, çinko polikarboksilat ve cam iyonomer simanların pH değerlerinde oluşan değişimi inceledikleri araştırmalarında, karboksilat ve çinko oksit öjenol simanların başlangıçtan itibaren nötral yapıda bulunurken, diğer materyallerin asidik yapı göstermiş olduğunu bildirmişlerdir (339).

Bu çalışmada da, kontrol grubu olarak test edilen çinko oksit öjenol (*Kalzinol*) simanı, deneyin başından sonuna kadar nötral yapı göstermiştir.

*Denli N ve Eskitaşçıoğlu M (1990)*, simantasyonda kullanılan simanların sertleşmeleri esnasında, hastalarda oluşan ağrı reaksiyonun maddelerin asidik yapıda olmalarından kaynaklanabileceği düşünülerek, kullanılan simanların (polikarboksilat,

çinko fosfat, cam iyonomer) 10., 15., 30., 60., 120. dak. ve 24. saatlerde ne ölçüde, buldukları ortama OH iyonu verdiklerini inceledikleri çalışmalarında siman türlerinin kendi aralarında farklı pH değerleri aldığını görmüşlerdir. Bu farklılığın büyük ölçüde simanı oluşturan toz ve likidin yapısına ve likidin gösterdiği özelliklere ve toz-likidin karıştırılmasından sonra başlayan sertleşme reaksiyonlarının ortamı etkilemesine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca siman likitlerinin kuvvetli ve zayıf asit olmalarının da ortam pH'sını etkilediğini bildirmişlerdir (340).

**Duymuş ZY (2004)**, çinko oksit öjenol (*Tempbond, Scutabond nF*), öjenol içermeyen çinko oksit (*Sinogol, Provilat*), çinko fosfat (*Adhesor*), polikarboksilat (*Durelon*), cam iyonomer (*Meron*) ve siliko fosfat (*Harvardid*) simanların 3., 10., 15., 30., 60. ve 120. dak. ve 24. saatteki pH değerlerindeki değişimi incelediği araştırmasında, test edilen farklı siman tiplerinin, zamana bağlı olarak farklı pH değerleri gösterdiğini bildirmiştir. Bu farklılıkların, toz ve likit yapılarındaki farklılıklara, likidin özelliklerine ve toz ve likidi karıştırdıktan sonraki gelişen reaksiyonlara bağlı olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı çalışmanın sonucunda, siman likidindeki güçlü ve zayıf asitlerin pH değerlerini etkilediğini bildirmiştir (341).

Bu çalışmada, kontrol grubu olan çinko oksit öjenol (*Kalzinol*) ve formülasyonu yapılan geçici siman materyallerinin 10., 60., 120. dak. ve 24. ve 48. saatlerde pH ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir. Bu farklılığın, **Denli N ve Eskitaşçıoğlu M (1990)** ve **Duymuş ZY (2004)**'nin de belirttiği şekilde siman materyallerini oluşturan toz ve likitin farklı yapısından, likidin gösterdiği özelliklerden ve toz-likidin karıştırılmasından sonra başlayan sertleşme reaksiyonlarının ortamı etkilemesinden kaynaklanabileceği söylenebilir (340,341).

**Huang TH ve Kao CT (1998)**, çinko oksit öjenol bazlı (*Canals*), kalsiyum hidroksit bazlı (*pulp canal sealer*) ve rezin bazlı (*AH26*) simanların *in vitro* olarak 1., 24. saat, 5., 8., gün, 2., 3., 4., 5. ve 7. haftalarda pH seviyelerini karşılaştırdıkları çalışmalarında 24. saatte kalsiyum hidroksit bazlı simanın, çinko oksit öjenol bazlı simana nazaran daha yüksek pH değeri gösterdiğini bildirmişlerdir. 2., 3. ve 4. haftalarda, çinko oksit öjenol bazlı simanın, diğer simanlara nazaran daha yüksek

pH seviyesi gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmada, çinko oksit öjenol simanın pH seviyelerinin 3. haftaya kadar arttığını ancak 3. haftadan 7. haftaya doğru pH değerlerinde düşme gözlemlendiği belirtilmiştir. Bunun nedeni olarak, düşük pH değeri sayesinde simanın iyonlarına ayrıştığı ve pH duyarlılığının siman içerisindeki metal iyonlarına bağlı olduğu belirtilmiştir. Öjenol bazlı simanların çözünürlüğünün öjenol kaybına ve çinko öjenolat şelatın hidrolizine neden olduğu bildirilmiştir (162).

Bu çalışmada, kontrol grubu olarak kullanılan çinko oksit öjenol (Kalzinol) simanın, 5. dak. pH değerleri 10., 30.dak. ve 24 saat değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p < 0,05$ ,  $p < 0,001$ ), 10. dak. değerleri 120. dak. ve 48 saat değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p < 0,001$ ), 30. dak. değerleri 48 saat değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p < 0,05$ ), 30. dak. değerleri 48 saat değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p < 0,05$ ), 120. dak. değerleri 24. saat değerlerinden istatistiksel olarak düşük bulunmuş ( $p < 0,001$ ), diğer zamanlar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p > 0,05$ ). Kontrol grubunun pH ölçüm değerlerindeki iniş çıkışlar *Huang TH ve Kao CT (1998)*' nin yapmış olduğu çalışmadaki çinko oksit öjenol değerleriyle paralellik göstermektedir (162).

*Evcil MS ve Çolak M (2004)*, dört farklı kanal örtücü (*Apexit, N2, Sealapex, Grossman*) materyalinin in vitro olarak farklı zaman aralıklarında pH seviyelerini inceledikleri çalışmalarında, 24. ve 48. saatlerde pH değerleri ölçülen kalsiyum hidroksit bazlı (*Apexit, Sealapex*) simanların, çinko oksit öjenol bazlı (*N2, Grossman*) simanlara nazaran belirgin şekilde daha yüksek değerler gösterdiğini bildirilmişlerdir (163).

*Duarte MAH ve ark (2004)*, saf *AHPlus*, %5 ve 10 oranında kalsiyum hidroksit içeren *AHPlus* ve çinko oksit öjenol simanların pH değişimini inceledikleri çalışmalarında, 24. ve 48. saatlerde saf *AHPlus*, %5 ve 10 oranında kalsiyum hidroksit içeren *AHPlus* ve çinko oksit öjenol simanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bildirilmiştir ( $p < 0.05$ ). Çalışmada, 24. ve 48. saatlerde kalsiyum hidroksit bazlı

simanların, çinko oksit öjenol simanına nazaran daha yüksek pH değeri gösterdiği saptanmıştır (164).

Bu çalışmada, 24. ve 48. saatlerde kontrol grubu olan çinko oksit öjenol (*Kalzinol*) simanının, içerisinde kalsiyum hidroksit bulunan Z, N, S ve NH gruplarına nazaran istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük pH değerleri gösterdiği saptanmıştır ( $p<0.05$ ,  $p<0.01$ ,  $p<0.001$ ). Bu çalışmada elde edilen sonuçların, yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlarla paralellik gösterdiği görülmüştür (162,163,164).

Fluorid bileşikleri ve linoleik asitle hazırlanan beş farklı geçici siman materyallerinin kullanımına tam olarak benzeyen çalışmalara rastlanmamıştır. Bu yüzden, örneklerin benzersiz olmaları nedeni ile pH değerlerinin ölçümü ile ilgili çalışmalarda karşılaştırma yapılamamıştır.

Radyoopasite, restoratif materyal ile diş dokusu arasında tanı koymada yardımcı olan önemli bir özelliktir. Diş hekimliğinde radyografik incelemelerde dental materyallerin görülebilmesi ve yapılan restorasyonun çevresindeki sekonder çürüklerin belirlenmesi açısından kullanılan materyallerin radyopak özellik göstermesi gerekmektedir (25).

Yapılan birçok çalışmada, dental materyallerin radyoopasite özellikleri incelenmiştir (12,276,281,282,284,285,286,289,290,291). Bu çalışmada, fluorid bileşikleri ve linoleik asitle hazırlanan beş farklı siman materyalinin ve kontrol grubu olarak çinko oksit öjenol (*Kalzinol*) simanının radyoopasite özellikleri incelenmiştir.

Dental materyallerin radyoopasite değerlerinin in vitro koşullarda belirlenebilmesi için materyallerin standart boyutlarda diskler halinde hazırlanmasının gerektiği bildirilmektedir. Bu amaçla birçok çalışmada farklı boyutlarda teflon, plastik veya metal standart kalıplar kullanılmıştır (12,276,281,282,283,284,291,292). Yapılan çalışmalarda, radyoopasite değerlerinin belirlenmesi için ISO 6876 (2001) standartlarına uygun 10 mm çapında, 1 mm yüksekliğinde siman örnekleri hazırlanmıştır (282,288,292,344). Bu çalışmada da, test materyallerinin radyoopasite

değerlerini belirlemek için paslanmaz çelik kalıplar kullanılarak 10 mm çapında, 1 mm yüksekliğinde 60'ar adet siman örneği hazırlanmıştır.

Yapılan çalışmalarda, dental materyallerin radyoopasite değerlerinin ölçümünde ve karşılaştırılmasında, farklı kalınlıklarda, 8 basamaklı, %99 ya da %99.5 saf alüminyumdan yapılmış 'step-wedge' kullanılmıştır (12,276,281,282,283,284,289,292). Bu çalışmada, ışınlama ve banyo işlemleri sırasında oluşacak farklılıkları ortadan kaldırmak için, %99 saf alüminyumdan yapılmış olan 1 mm kalınlığında ve 8 basamaklı 'step-wedge' kullanılarak siman örneklerinin radyoopasite değerleri araştırılmıştır.

Yapılan çalışmalarda, dental materyallerin radyoopasite değerlerinin tayininde farklı markalarda oklüzal filmler kullanılmıştır (12,276,281,282,285,289,291,292). Bu çalışmada, hazırlanan siman örnekleri ve alüminyum step-wedge, 57x76 mm boyutlarında D-hızında oklüzal film (*Kodak Ultra Speed DF-50, Size-4 Dental Film, Rochester, NY, USA*) üzerine yerleştirilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, dental materyallerin radyografileri, farklı kV ve mA değerlerinde, farklı markalarda röntgen cihazı kullanılarak değişik mesafelerden ve farklı sürelerde alınmıştır (12,276,281,282,283,289,291,292,). Bu çalışmada, hazırlanan film 70 kV, 8 mA ve 2.5 mm alüminyuma eşdeğer total filtrasyon özellikleri olan *Trophy (Beauburg, France)* marka röntgen cihazı ile, 40 cm film-ışın kaynağı mesafesinden 0.8 saniye süreyle ışınlanmıştır.

Yapılan çalışmalarda, dental materyallerin radyoopasite değerleri, farklı açıklık değerleri ile farklı markalarda optik densitometre cihazları kullanılarak elde edilmiştir (12,276,281,283,284,286,290,291,292). Bu çalışmada, oklüzal filmlerdeki siman örnekleri ve alüminyum step-wedge'in her basamağına ait yoğunluk değerleri *Macbeth Transmission Dentitometre TD-902* marka optik densitometrede, 0.1 mm açıklık kullanılarak beş farklı noktadan ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır.

*Akerboom HBM ve ark (1993)*'nin çalışmalarında olduğu gibi bu çalışmada da, test materyallerinin yoğunluk değerlerini ölçmeye başlamadan önce, optik densitometre

cihazının kalibrasyonu yapılmıştır ve ölçümün ilerleyen dak.'larında kalibrasyon kontrol amaçlı tekrarlanmıştır (285).

Yapılan çalışmalarda, ölçülen radyografik yoğunluk değerinden, base+fog densite değeri çıkarılarak, net radyografik yoğunluk değeri hesaplanmıştır (12,282,287,288,289). Bu çalışmada, ışınlanmamış oklüzal filmin base-fog densite değeri, siman örneklerinin ölçülen densite değerinden çıkarılarak her materyale ait radyografik densite değerleri 'ODU' (Optic Density Unit) olarak elde edilmiştir.

*Shah PMM ve ark (1996)*, cam iyonomer (*Vitrebond, Fuji II LC, Chemfil*), çinko oksit öjenol (*Kalzinol, IRM, Super EBA*), amalgam ve gütaperka materyallerinin radyoopasite değerlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, *Kalzinol* materyalinin en yüksek radyoopasite değeri gösterdiğini bildirmişlerdir (344).

*Shah PMM ve ark (1997)*, güçlendirilmiş çinko oksit öjenol (*Kalzinol, IRM*), çinko fosfat (*SS White*), rezin-modifiye cam iyonomer (*Vitrebond, Fuji Lining LC, Photac-Bond*), geleneksel cam iyonomer (*Ketac-Bond*) materyalleri ve kontrol grubu olarak dentinin radyoopasite değerlerini karşılaştırdıkları araştırmalarında, test edilen materyaller içinde, *Kalzinol* materyalinin en yüksek radyoopasiteyi gösterdiğini bildirmişlerdir (282).

*Dubois DJ ve ark (2000)*, çalışmalarında güçlendirilmiş çinko oksit öjenol (*IRM, Zinroc*), geleneksel cam iyonomer (*Ketac-Fil*), sentetik rezin (*Cavit*), serbest öjenollü çinko oksit (*Tempit*), yoğunlaştırılmış cam iyonomer (*Fuji IX-GP*) materyallerinin radyoopasite değerlerini incelemiştir. İstatistiksel analiz sonucunda belirgin olarak farklı radyoopasite değerleri ortaya çıkmıştır: *Cavit = IRM = Tempit > Zicroc = Fuji IX-GP > Ketac-Fil = mine > dentin*. Yapılan çalışmanın sonucunda, çinko oksit öjenol esaslı simanların radyoopasite değerlerinin diğerlerine nazaran daha yüksek olduğu görülmüştür (290).

Bu çalışmada, kontrol grubu olan *Kalzinol* materyalinin en yüksek radyoopasite gösterdiği bulunmuştur. Elde edilen değerlerin, yapılan diğer çalışmalarla paralellik gösterdiği görülmektedir (282,290,344).

*Shah PMM ve ark (1997)*, güçlendirilmiş çinko oksit öjenol (*Kalzinol, IRM*), çinko fosfat (*SS White*), rezin-modifiye cam iyonomer (*Vitrebond, Fuji Lining LC, Photac-Bond*), geleneksel cam iyonomer (*Ketac-Bond*) materyalleri ve kontrol grubu olarak dentinin radyoopasite değerlerini karşılaştırdıkları araştırmalarında, *Kalzinol* grubunun radyografik yoğunluğunun, step-wedge'in 8. basamağına denk geldiği bildirilmiştir (282).

*Dinçer S (2002)*, farklı radyoopasite ve kalınlıktaki kaide materyallerinin sekonder çürük tanısındaki etkilerinin konvansiyonel ve direkt dijital radyografi yöntemleri ile karşılaştırdığı çalışmasında, çinko oksit öjenol simanının (*Alganol*) radyografik yoğunluğunun, step-wedge'in 8. basamağına denk geldiğini bildirmiştir (345).

Bu çalışmada, kontrol grubu olarak kullanılan *Kalzinol* materyalinin radyografik yoğunluğunun, step-wedge'in 8. basamağına denk geldiği görülmüştür. *Kalzinol* materyalinin radyoopasite değerleri, yapılan diğer çalışmalarla paralel göstermiştir (282,345).

*Camps J ve ark (2004)*, çinko oksit öjenol bazlı kök kanalı materyallerinin (*Cortisomol, Pulp Canal Sealer EWT*) toz/likit oranlarını değiştirerek fiziksel özelliklerindeki değişiklikleri incelemiştir. Her iki materyal için de, toz/likit oranı arttıkça, radyoopasite değerleri artmış, öjenol salınım miktarı azalmıştır (346).

Bu çalışmada, Kontrol grubu olarak kullanılan *Kalzinol* materyali, formülasyonu yapılan diğer geçici siman materyallerine nazaran daha yüksek radyoopasite değeri göstermiştir. Bunun, *Camps J ve ark. (2004)*'nin belirttiği gibi içeriğinde daha fazla çinko oksit tozu içermesinden kaynaklanabileceği söylenebilir (346).

**Macorra JC ve Pradies G (2002)**, materyallerin radyoopasitesinin, esas olarak, komponentlerindeki atomik yapılara bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar çalışmanın sonucunda, daha yüksek molekül ağırlığına (örn; metaller) sahip komponentlerin, plastik esaslı veya su bazlı materyallere (kompozit rezinler veya cam iyonomer simanlar gibi) nazaran daha radyopak özellikler gösterdiğini belirtmişlerdir (280).

**Attar N ve ark (2003)**, çinko fosfat (*Flecks*), cam iyonomer (*Fuji I luting cement*), rezin-modifiye cam iyonomer (*RelyX Vitremer luting cement*), dual-polimerize rezin (*Calibra, RelyX Adhesive Resin Cement*), auto-polimerize rezin (*Crown&Bridge luting cement*) simanların radyopasite değerlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, radyoopasitenin radyopak doldurucunun tipine ve miktarına bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Çinko fosfat, cam iyonomer ve rezin simanlara radyoopasite veren doldurucu partiküllerin çinko oksit, magnezyum oksit, fluoroaluminasilikat cam, baryum, stronsiyum ve zirkonyum olduğunu belirtmişlerdir (276).

**Akncioğlu A (2005)**, içeriğinde linoleik asit, çinko oksit, kalsiyum hidroksit, titanyum dioksit, zeolit, kalsiyum hidrojen fosfat, trikalsiyum fosfat ve kemik apatit içeren dört farklı geçici simanın ve çinko oksit öjenol simanın (*Kalzinol*) radyoopasite değerlerini incelediği çalışmada, radyoopasite özelliği kazandırmak amaçlı çinko oksit ve kalsiyum hidroksite ek olarak titanyum dioksit kullandıklarını belirtmişlerdir. Araştırmacı çalışmanın sonucunda, *Kalzinol* materyalinin en yüksek radyoopasite değeri gösterdiğini ve *Zeolit* grubunun *Kalzinol* materyaline nazaran daha düşük radyoopasite değeri gösterdiğini bildirmiştir (12).

Bu çalışmada, kontrol grubu olan *Kalzinol* materyali en yüksek radyoopasite gösterirken, *Zeolit (Z)* grubunun *Kalzinol* materyaline nazaran daha düşük radyoopasite gösterdiği bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar, **Akncioğlu A (2005)**'nin yapmış olduğu çalışma ile paralellik göstermektedir. Bu çalışmada da, **Akncioğlu A (2005)**'nin çalışmada olduğu gibi formülasyonu yapılan geçici simanların radyoopasite özelliklerini inceleyebilmek için titanyum dioksit kullanılmıştır. Ancak elde edilen sonuçların **Akncioğlu A (2005)**'nin çalışmada olduğu gibi, formülasyonu yapılan



geçici siman materyallerinin düşük radyoopasite değerleri gösterdiği görülmektedir (12). Kontrol, Z, N, S, T, NH gruplarının ODU (optik densite değerleri) ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir ( $p=0,0001$ ). Fluorid bileşikleri ve linoleik asitle hazırlanan beş farklı geçici siman materyallerinin radyoopasite değerlerini inceleyen benzer çalışmalara rastlanmamıştır. Bu yüzden, örneklerin benzersiz olmaları nedeni ile radyoopasite değerlerinin ölçümü ile ilgili çalışmalarla karşılaştırma yapılamamıştır.

Dental materyaller ile mikroorganizmalar arasındaki etkileşim, restorasyonların etkinliği ve uzun ömürlülüğü açısından çok önemlidir. Kullanılan dental materyallerin antibakteriyal özellik göstermesi gerekmektedir (241,245,293,294,295,296,297,299, 300,305, 306).

Yapılan birçok çalışmada, dental materyallerin antimikrobiyal özellikleri incelenmiştir (12,240,241,255,297,298,299,300,305). Bu çalışmada, florid bileşikleri ve linoleik asitle hazırlanan beş farklı siman materyalinin ve kontrol grubu olarak çinko oksit öjenol (*Kalzinol*) simanının antimikrobiyal özellikleri incelenmiştir.

Dental materyallerin antimikrobiyal özelliklerinin in vitro koşullarda belirlenebilmesi için materyallerin standart boyutlarda diskler halinde hazırlanmasının gerektiği bildirilmektedir. Bu amaçla birçok çalışmada farklı boyutlarda teflon, plastik veya metal standart kalıplar kullanılmıştır. (12,240,248,297,298,305). Yapılan çalışmalarda, antimikrobiyal özellikleri belirlemek için herhangi bir ISO standardı bulunmadığından, siman örnekleri farklı boyutlarda hazırlanmıştır (12,240,248,297,298,305). Bu çalışmada, test materyallerinin antimikrobiyal özelliklerini belirlemek için paslanmaz çelik kalıplar kullanılarak 6 mm çapında, 2 mm yüksekliğinde 60'ar adet siman örneği hazırlanmıştır.

Yapılan bazı çalışmalarda, siman örneklerinin antimikrobiyal özellikleri taze karıştırılıp (12, 248,297,298,299,300,305), bazıları ise karıştırıldıktan 24 saat sonra incelenmiştir (70,255). Bu çalışmada, siman örnekleri karıştırılarak kalıbın içine

yerleştirilmiş, yapılacak antimikrobiyal çalışmadan 24 saat önce kimyasal olarak sertleştirilmiş ve 135<sup>0</sup>C'lik otoklavda steril edilip ependorf tüplerinde saklanmıştır.

Yapılan çalışmalarda ve bu çalışmada, dental materyallerin steril şartlarda hazırlanması için kullanılacak cam, siman spatülü, presel, diskler her işlem öncesinde otoklavda 135<sup>0</sup>C'de 1 saat steril edilmiş, ayrı ayrı paketlenmiştir. Tüm işlemler sırasında steril eldiven kullanılmıştır (347).

Yapılan antimikrobiyal çalışmalarda, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus*, *Lactobacillus casei*, *Actinomyces viscosus*, *Actinomyces naeslundii*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Enterococcus faecalis* gibi bakteri suşları kullanılmıştır (12,240,248,255,298,300,302,305,347). Bu çalışmada, yapılan antimikrobiyal çalışmada, American Type Culture Collection (ATCC) kayıtlı standart suşlardan *Streptococcus mutans* ATCC 25175 ve *Lactobacillus casei* ATCC 4646 kullanılmıştır.

Yapılan çalışmalarda, bakteri suşları Mitis Salivaris Agar, Beyin Kalp İnfüzyon Agarı, Müller-Hinton Agar, Mitis Salivarius Agar, Triptik Soy Kanlı Agar içerisinde 37<sup>0</sup>C etüvde farklı sürelerde bekletilerek kültürleri hazırlanmıştır (12,240,241,242,248,255,296,297,298, 305, 347). Bu çalışmada, standart suşlar Beyin Kalp İnfüzyon (BHI) Agar içerisinde %10 CO<sub>2</sub>'li ortamda (mum söndürme kavanozunda) 37<sup>0</sup>C'da 24 saat bekletilerek kültürleri hazırlanmıştır.

Yapılan çalışmalarda, dental materyallerin antimikrobiyal özelliklerinin değerlendirilmesi direk temas yöntemi veya agar difüzyon test yöntemi kullanılarak yapılmıştır(241,242,248,255,297,298,300,302,347). Dental materyallerin antimikrobiyal özelliklerinin araştırıldığı çalışmalarda en sık rastlanan metod 'agar difüzyon test (ADT)' yöntemidir (242,248,255,296,297,298,300,302). Bu yöntem uygun şartlarda ve kontrollü olarak yapıldığında, sağlıklı sonuçlar elde edilebilir. Bununla birlikte, bu yöntem ile ilgili bazı problemler mevcuttur. En büyük dezavantajı dental materyallerin bakterisid ve bakteriyostatik etkilerinin ayırtedilememesi ve metodun test edilen bakterilerin canlılığı hakkında bilgi vermemesidir (347). Bu çalışmada, test

materyallerinin antibakteriyel özellikleri agar diffüzyon test yöntemi kullanılarak incelenmiştir.

Yapılan çalışmalarda, hazırlanan bakteri süspansiyonlarından farklı miktarlarda alınarak kullanılan agara yayma yapılmıştır. Yapılan çalışmaların bazılarında farklı büyüklükte kuyu açılmış (242,255,296,297,298,300,302), bazılarında ise kuyu açılmamıştır (12,248,305). Bu çalışmada, hazırlanan bakteri süspansiyonundan 0.1 ml alınarak yavru tüp yardımıyla Beyin Kalp İnfüzyon Agar'a yayma yapılmış, steril pipet yardımıyla her petri için 6 mm çapında 6 tane kuyu açılmış, açılan kuyuların içine dental materyal diskleri yerleştirilmiştir.

Petri içerisindeki agara yerleştirilen dental materyaller, %10 CO<sub>2</sub>'li ortamda 37<sup>0</sup>C'lik etüvde farklı sürelerde bekletilmiştir (12,241,242,248,255,296, 298,300,302,305,347). Bu çalışmada, %10 CO<sub>2</sub>'li ortamda (mum söndürme kavanozunda) 37<sup>0</sup>C' de 48 saat bekletilmiştir. 48 saat sonunda siman örneklerinin çevresindeki inhibisyon zonları ölçülerek değerlendirilmiştir.

*Yap AUJ ve ark (1999)*, florid salan kompozit (*Tetric, Experimental X*), kompomer (*Dyract, Compoglass*), rezin modifiye cam iyonomer (*Fuji II LC*), geleneksel cam iyonomer (*Fuji II Cap*), çinko oksit öjenol (*IRM*) materyallerinin florid salınımı ve antibakteriyel özelliklerini incelemişlerdir. *Fuji II Cap*, diğer materyallere nazaran belirgin bir şekilde daha yüksek florid salınımı gösterirken, hiçbir antibakteriyel özellik göstermemiştir. *IRM* hariç hiçbir materyalde inhibisyon zonu görülmemiştir. *IRM*'nin *S. mutans*, *S. sobrinus* ve *L. casei* üzerinde antibakteriyel özellik göstermesinin, içeriğindeki çinko oksitten kaynaklandığı belirtilmiştir. Çalışmada, florid salınımı ile antibakteriyel özellikler arasında hiçbir korelasyonun bulunmadığı bildirilmiştir (248).

Bu çalışmada, Kontrol, Z, N, S,T ve NH gruplarının *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus casei* bakterileri üzerinde yapılan inhibisyon zonlarının ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir (p=0.0001). Kontrol grubunun *Streptococcus mutans* ve *Lactobacillus casei* bakterilerinin inhibisyon zon ortalamaları

N grubu haricinde Z, T ve NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ( $p<0.05$ ,  $p<0.001$ ,  $p<0.01$ ). Kontrol grubunun diğer gruplardan daha fazla antimikrobiyal özellik göstermesi, içeriğinde daha fazla çinko oksit ihtiva etmesinden kaynaklanabilir. Elde edilen sonuçlar, **Yap AUJ ve ark. (1999)**'nın elde ettiği sonuçlar ile paralellik göstermektedir (248).

**Lai CC ve ark (2001)**, epoksi rezin bazlı (*AH26*, *AH Plus*), çinko oksit öjenol bazlı (*N2*), kalsiyum hidroksit bazlı (*Sealapex*) endodontik materyallerinin *S. mutans*, *S. sanguis*, *E. Coli* ve *S. aureus* bakterindeki antibakteriyal özelliklerini incelemiştir. Formaldehit ve öjenol içeren *N2*, mikroorganizmalara karşı en fazla etkili bulunmuştur. Kalsiyum hidroksit bazlı siman ise en düşük antibakteriyal özellik göstermiştir (348).

**Kayaoğlu G ve ark (2005)**, kök kanalı materyallerinin (*MCS*, *AH Plus*, *Grossman's sealer*, *Sealapex*, *Apexit*) *Enterococcus faecalis* üzerindeki antibakteriyal aktivitesini incelemiştir. *E. faecalis*'in cfu sayısında, *MCS*, *AH Plus* ve *Grossman sealer* materyalleri azalmasında etkili olmuşken, kalsiyum hidroksit bazlı *Sealapex* ve *Apexit* materyallerinin etkisiz olduğu görülmüştür (295).

**Mirjina V ve Branka R (2006)**, rezin bazlı (*AH26*), kalsiyum hidroksit bazlı (*Apexit*), çinko oksit öjenol bazlı (*Endomethasone*, *Tubliseal*) ve cam iyonomer bazlı (*Ketac Endo Aplicap*) kök kanalı materyallerinin, agar difüzyon test yöntemi ile *S. mutans* ve *L. casei* üzerindeki antibakteriyal özelliklerini karşılaştırmışlardır. Epoksi rezin ve çinko oksit öjenol bazlı simanlar yüksek antibakteriyal özellik gösterirken, kalsiyum hidroksit ve cam iyonomer bazlı simanlar ise belirgin bir şekilde düşük antimikrobiyal özellik göstermiştir. Çinko oksit öjenol bazlı simanların yüksek antibakteriyal özellik göstermesini, içeriğindeki çinko oksitten ziyade daha çok öjenol salınımından ileri geldiğini bildirmişlerdir (299).

**Bodrumlu E ve Semiz M (2006)**, çinko oksit öjenol bazlı (*Endomethosone*, *Sultan*), rezin bazlı (*Diaket*, *AH26*), kalsiyum hidroksit bazlı (*Sealapex*) ve yeni çıkmış kök kanalı materyali (*Epiphany*)'nin *Enterococcus faecalis* üzerindeki antimikrobiyal özelliklerini incelemiştir. Çinko oksit öjenol bazlı simanlar, içeriğindeki öjenol ve

formaldehid sayesinde, en yüksek antimikrobiyal özellik göstermiştir. Kalsiyum hidroksit bazlı siman, yavaş hidroksil iyon salınımı sayesinde, çinko oksit öjenol bazlı simanlara nazaran daha düşük antimikrobiyal özellik göstermiştir (300).

Bu çalışmada, çinko oksit öjenol bazlı Kontrol grubu, formülasyonu yapılan kalsiyum hidroksit bazlı geçici simanlara nazaran daha yüksek antibakteriyal özellik göstermiştir. Elde edilen sonuçların, yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar ile paralellik gösterdiği görülmüştür (295,299,300,348).

*Yap AUJ ve ark (1999)*, florid salan kompozit (*Tetric, Experimental X*), kompomer (*Dyract, Compoglass*), rezin modifiye cam iyonomer (*Fuji II LC*), geleneksel cam iyonomer (*Fuji II Cap*), çinko oksit öjenol (*IRM*) materyallerinin antibakteriyal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, çinko oksit öjenol (*IRM*) simanının *S. mutans*'daki inhibisyonu zonu ortalamasını 10.00 mm, *L. casei*'deki inhibisyon zonu ortalamasını 9.85 mm bulmuşlardır (248).

Bu çalışmada, kontrol grubu olan çinko oksit öjenol (*Kalzinol*) simanın *S. mutans*'daki inhibisyonu zonu ortalaması 10.04 mm, *L. casei*'deki inhibisyon zonu ortalaması 9.7 mm olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar, *Yap AUJ ve ark. (1999)*'nın elde ettiği sonuçlar ile paralellik göstermiştir (248).

*Mangi SL ve ark (1959)*, florid eklenmesinin bakteriyostatik özellikler üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında, rezin ve çinko fosfat simana düşük konsantrasyonlarda florid eklenmesinin mikroorganizmaların gelişmesini engellemediğini bildirmişlerdir (349).

*Meryon SD ve Johnson SG (1989)*, cam iyonomer (*ChemFil II*), çinko polikarboksilat (*Poly-F Plus*), rezinle güçlendirilmiş çinko oksit öjenol (*Kalzinol*), çinko fosfat (*Zinc Cement*) ve amalgam (*Dispersalloy*) materyallerinin, *A. Viscosus*, *Corynebacterium sp.*, *R. dentocariosa*, *S. sanguis*, *S. mutans* bakterileri üzerindeki antibakteriyal aktivitelerini ve çinko ve florid salınımlarını incelemişlerdir. Artan

çinko salınımı ile antibakteriyal aktivitenin de arttığını ve florid salınımının ise sadece bir mikroorganizma üzerinde etkili olduğu belirtmişlerdir (350).

**Loyola-Rodriguez JP ve Garcia-Godoy F (1996)**, fissür örtücü (*Helioseal*, *FluoroShieldTM*, *Teethmate-FTM*) materyallerinin *mutans streptococci* (*S. mutans*, *S. Sobrinus*) üzerindeki antibakteriyal aktivitelerini incelemişlerdir. *Teethmate-F*'in, *S. mutans* ve *S. sobrinus* üzerinde tek etkili bakteriyal inhibisyon yapan materyal olduğu bildirilmiştir. *Teethmate-F*, diğer fissür örtücülere nazaran daha fazla florid salınımı göstermiştir. Etkili antibakteriyal aktivitenin, florid salınımına bağlı olabileceği belirtilmiştir (351).

**Kozai K ve ark (2000)**, florid içeren ve içermeyen fissür örtücülerin (*Teethmate A*, *Teethmate F-1*, *Ultraseal XT*) *L. casei*, *S. mutans* ve *S. oralis* bakterilerini kullanarak inceledikleri antimikrobiyal çalışmalarında, kullanılan dental materyallerin aerob ve anaerob ortamlarda, *S. oralis* ve *L. casei* üzerine antibakteriyal etkilerinin olmadığını; aerob ortamda *S. mutans* üzerine antibakteriyal etkilerinin bulunduğunu bildirmişlerdir. Bunun, aerob ve anaerob ortamlar arasındaki farklı metabolik mekanizmaların bulunmasından ileri gelebileceğini belirtmişlerdir. Kullandıkları fissür örtücülerin antibakteriyal etkileri ile florid salınımları arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığını bildirmişlerdir (240).

N grubunun ise *Streptococcus mutans* bakterisi üzerinde yapılan inhibisyon zonlarının ortalaması Kontrol, Z, S, T ve NH gruplarından; *Lactobacillus casei* bakterisi üzerinde yapılan inhibisyon zonlarının ortalamasının ise Z, S, T ve NH gruplarından daha yüksek olduğu görülmektedir. N grubunun florid salınımı diğer formülasyonu yapılan geçici simanlara nazaran daha yüksek bulunmuştur. Elde edilen sonuçların, **Loyola-Rodriguez JP ve Garcia-Godoy F (1996)**'nın yaptıkları çalışma ile paralellik gösterdiği görülmektedir (351).

**Hengtrakool C ve ark (2006)**, florid içeren ve içermeyen cam iyonmer simanların *S. sanguis* üzerindeki antimikrobiyal özelliklerini inceledikleri

çalışmalarında, florid içeren cam iyonmer simanda belirgin olarak daha fazla antimikrobiyal aktivite olduğu bildirilmiştir (293).

Bu çalışmada, Z grubu *Streptococcus mutans* seviyelerinin ortalamaları N grubuna göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur ( $p<0.001$ ). Elde edilen sonucun, Z grubunda herhangi bir florid bileşiminin bulunmamasından, N grubunun ise NaF ve içermesinden kaynaklanabileceği söylenebilir. Elde edilen sonucun, **Hengtrakool C ve ark. (2006)**'nın çalışması ile parallik gösterdiği görülmektedir (293).

**Akıncioğlu A (2005)**, içeriğinde linoleik asit, çinko oksit, kalsiyum hidroksit, titanyum dioksit, zeolit, kalsiyum hidrojen fosfat, trikalsiyum fosfat ve kemik apatit içeren dört farklı geçici simanın ve çinko oksit öjenol simanın (*Kalzinol*) antibakteriyal özelliklerini incelediği çalışmasında, *S. mutans* ile inkübe edilmiş Zeolit (Z) simanın etrafında 7 mm, *Kalzinol* simanın etrafında 10 mm inhibisyon zonu oluştuğunu belirtmiştir (12).

Bu çalışmada, *S. mutans* ile inkübe edilmiş Zeolit (Z) grubunun etrafında 6.8 mm, *Kalzinol* simanın etrafında 10.4 mm inhibisyon zonu oluştuğu görülmüştür. Elde edilen sonuçların, **Akıncioğlu A (2005)**'nin elde ettiği sonuçlarla paralellik gösterdiği görülmektedir (12).

**Schwartzman B ve ark (1980)**, çinko oksit öjenol, polikarboksilat, çinko fosfat, silikat ve kompozit rezin materyallerinin *S. mutans*, *E. coli*, *S. viridans* ve *S. pyogenes*'e karşı antimikrobiyal etkilerini araştırdıkları çalışmada, simanların antibakteriyal etkinliğini şu ölçütlere göre belirlemiştir: '0-2' mm inhibisyon zonu, simanın antibakteriyal etkinliğinin olmadığını, '2-4' mm inhibisyon zonu, simanın düşük antibakteriyal etkinliğinin olduğunu, '4-7' mm inhibisyon zonu, simanın orta derecede antibakteriyal etkinliğinin olduğunu ve '>7' mm üzerindeki inhibisyon zonu, simanın maksimum antibakteriyal etkinliğinin olduğunu gösterdiğini belirtmiş, çinko oksit öjenol simanın en iyi antibakteriyal özellik gösterdiğini bildirmişlerdir (352).

Bu çalışmada, *S. mutans* ile inkübe edilmiş Kontrol grubu 10.4 mm, Z grubu 6.8 mm, N grubu 12.5 mm, S grubu 8.8 mm, T grubu 6.7 mm ve NH grubu 6.0 mm inhibisyon zonu; *L. casei* ile inkübe edilmiş Kontrol grubu 9.7 mm, Z grubu 6.0 mm, N grubu 9.6 mm, S grubu 6.0 mm, T grubu 6.0 mm ve NH grubu 6.0 mm inhibisyon zonu göstermiştir.

**Lewinstein I ve ark (2005)**, çinko fosfat (*Harvard*), polikarboksilat (*Duralon*) ve cam iyonomer (*Ketac-Cem*) materyallerinin *S. mutans* üzerindeki antibakteriyal aktivitelerini direk temas testi ve agar difüzyon testi kullanarak karşılaştırmışlardır. Direk temas yöntemi ile 3 ay sonra bakılan *Duralon* ve *Harvard* simanlarının antibakteriyal özellikler gösterirken, *Ketac-Cem* materyalinin antibakteriyal özellik göstermediği görülmüştür. Agar difüzyon testi ile bakılan materyaller de hiçbir antibakteriyal özellik gözlenmemiştir. Direk temas yöntemi ile agar difüzyon test yöntemi arasında hiçbir korelasyon bulunmamıştır. Direk temas yönteminin, test mikroorganizmalarının ve test materyallerinin direk temasta olması açısından, agar difüzyon test yöntemine nazaran simanların antibakteriyal özelliklerini saptamada daha etkili olduğu belirtilmiştir (297).

Bu çalışmada, *S. mutans* ve *L. casei* ile inkübe edilmiş gruplar arasındaki antibakteriyal özelliklerin farklılığı, **Lewinstein I ve ark. (2005)**'nin çalışmalarında belirttiği şekilde kullanılan antimikrobiyal test yöntemlerinin farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (297).

Fluorid bileşikleri ve linoleik asitle hazırlanan beş farklı geçici siman materyallerinin kullanımına tam olarak benzeyen çalışmalara rastlanmamıştır. Bu yüzden, örneklerin benzersiz olmaları nedeni ile antibakteriyal özelliklerinin değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalarla karşılaştırma yapılamamıştır.



## 6. SONUÇLAR

1. Fluorid bileşikleri ve linoleik asitle hazırlanan beş farklı geçici simanın ve kontrol grubu olarak ayrılan çinko oksit öjenol simanının (*Kalzinol, De Trey Dentsply, Konstanz, Germany*) basma dayanımı değerlerinin araştırılması sonucunda, kontrol grubunun en yüksek basma dayanımı değeri gösterdiği görülmüştür.
2. Kontrol grubunun basma dayanımı Z, N, S, NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p<0.001$ ), N grubunun basma dayanımı T grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p<0.01$ ) bulunmuş ve diğer gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ).
3. Fluorid bileşikleri ve linoleik asitle hazırlanan beş farklı geçici simanın ve kontrol grubu olarak ayrılan çinko oksit öjenol simanının (*Kalzinol, De Trey Dentsply, Konstanz, Germany*) çözünürlük değerlerinin araştırılması sonucunda, kontrol grubunun en yüksek çözünürlük değeri gösterdiği görülmüştür.
4. Kontrol grubunun çözünürlük değeri S ve NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p<0.05$ ,  $p<0.01$ ), diğer gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ).
5. Fluorid bileşikleri (NaF, SnF<sub>2</sub>, TiF<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>F) ve linoleik asitle hazırlanan dört farklı geçici simanın florid salınımı değerlerinin incelenmesi sonucunda, materyallerin farklı düzeylerde olmakla birlikte florid salınımı gerçekleştirdiği ve salınımın çalışma sonuna kadar devam ettiği görülmüştür.
6. 1., 2., 3., 7., 14., 21., 28., 35. ve 42. günlerde N grubunun florid salınım ortalamaları S ve NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek ( $p<0.01$ ,  $p<0.001$ ), T grubu florid salınım ortalamaları NH grubundan anlamlı derecede yüksek ( $p<0.01$ ) ve diğer gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ).

7. Fluorid bileşikleri ve linoleik asitle hazırlanan beş farklı geçici simanın ve kontrol grubu olarak ayrılan çinko oksit öjenol simanının (*Kalzinol, De Trey Dentsply, Konstanz, Germany*) pH değerlerinin araştırılması sonucunda, Kontrol, Z, N, S, T ve NH gruplarının 5., 10., 30., 60., 120. dak., 24. ve 48.saatlerde pH ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim gözlenmiştir ( $p=0,0001$ ).
8. Fluorid bileşikleri ve linoleik asitle hazırlanan beş farklı geçici siman pH ölçümleri sırasında 24. ve 48. saatlerde diğer ölçüm saatlerine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek değerler göstermiştir ( $p<0.05$ ,  $p<0.01$ ,  $p<0.001$ ).
9. Fluorid bileşikleri ve linoleik asitle hazırlanan beş farklı geçici simanın ve kontrol grubu olarak ayrılan çinko oksit öjenol simanının (*Kalzinol, De Trey Dentsply, Konstanz, Germany*) radyoopasite değerlerinin araştırılması sonucunda, test materyallerinin ODU (optik densite değerleri) değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir ( $p=0.0001$ ).
10. Radyoopasite değerlerinin incelenmesi sonucunda kontrol grubunun ODU ortalamaları Z, N, S, T ve NH gruplarından istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük ( $p<0.05$ ,  $p<0.001$ ) bulunmuştur.
11. Fluorid bileşikleri ve linoleik asitle hazırlanan beş farklı geçici simanın ve kontrol grubu olarak ayrılan çinko oksit öjenol simanının (*Kalzinol, De Trey Dentsply, Konstanz, Germany*) antimikrobiyal özelliklerinin araştırılması sonucunda, test edilen materyallerin *S. mutans* ve *L. casei* bakterileri üzerindeki antimikrobiyal inhibisyon zon ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir ( $p=0,0001$ ).
12. N grubu, diğer gruplara nazaran *S. mutans* bakterisi üzerinde en yüksek bakteriyal inhibisyon gösterirken, kontrol grubu; Z, T ve NH gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bakteriyal inhibisyon göstermiştir ( $p<0,05$ ,  $p<0,001$ ). Kontrol ve T grubu diğer gruplara nazaran *L. casei* bakterisi üzerinde

istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bakteriyal inhibisyon göstermiştir ( $p<0.01$ ).

## 7. KAYNAKLAR

1. Önal B. Restoratif Dişhekimliğinde Maddeler ve Uygulamaları. İzmir: Bornova: Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları, 2004.
2. McCabe JF. (çeviren Nayır E) Diş Hekimliği Maddeler Bilgisi. İstanbul: 1999.
3. Richardson AJ, Montgomery P. The Oxford-Durham study: a randomized controlled trial of dietary supplementation with fatty acids in children with developmental coordination disorder. *Pediatrics*, 115(5):1360-1366, 2005.
4. Simopoulos AP. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *Am J Clin Nutr*, (54):438-463, 1991.
5. Janotti A, Van de Walle CG. Oxygen Vacancies in ZnO. *Appl. Phys. Lett.*, 87: 122102 (3 pages), 2005.
6. Braunstein G, Muraviev , Saxena H, Dhare N, Richter V and Kalish R. P-type doping of zinc oxide by arsenic ion implantation. *Appl Phys. Lett.*, 87(19): id 192103 (3 pages), 2005.
7. Roselli M, Finamore A, Garaguso I, Britti MS, Mengheri E. Zinc oxide protects cultured enterocytes from the damage induced by Escherichia coli. *J Nutr.*, 133(12): 4077-82, 2003.
8. Lee JS, Lee Y, Tae EL, Park YS, Yoon KB. Synthesis of zeolite as ordered multicrystal arrays. *Science*, 301: 818 – 821, 2003.
9. Schutze N, Oursler MJ, Nolan J, Riggs BL, Spelsberg TC. Zeolite A inhibits osteoclast-mediated bone resorption in vitro. *J Cell Biochem*, 58(1):39-46, 1995.
10. Francisco E, Bermejo M, Garcia Baonza V, Gerward L, Recio JM. Spinodal equation of state for rutile TiO<sub>2</sub>. *Physical Review B*, 67(6): 064110, 2003.
11. Lu PJ, Ho IJ, Lee TC. Induction of sister chromatid exchanges and micronuclei by titanium dioxide in Chinese hamster ovary \_ KI cells. *Mutat Res.*, 414: 1-3, 1998.
12. Akıncıoğlu A. Linoleik Asitle Hazırlanan Geçici Simanların Fiziksel ve Mikrobiyolojik Sonuçlarının Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi. Yeditepe Üniversitesi, Doktora Tezi, İstanbul, 2005.
13. Mussel RLO, Silva E, Costa AMA, Lacerda CAM. Mast cells in tissue response to dentistry materials: an adhesive resin, a calcium hydroxide and a glass ionomer cement. *J Cell Mol Med*, 7(2):171-178, 2003.
14. Estrela C, Rodrigues de Araujo Estrela C, Bammann LL, Pecora JD. Two methods to evaluate the antimicrobial action of calcium hydroxide paste. *J Endod*, 27:720-3, 2001.
15. Sukuwat C, Srisuwan T. A comparison of the antimicrobial efficacy of three calcium hydroxide formulations on human dentin infected with *Enterococcus faecalis*. *J Endod*, 28:102-4, 2002.
16. Ribeiro DA, Marques MEA, Salvadori DMF. Lack of genotoxicity of formocresol, paramonochlorophenol, and calcium hydroxide on mammalian cells by comet assay. *J Endod*,30(8):593-596, 2004.

17. Ellwood R, Fejerskov O. Clinical use of fluoride. In: Fejerskov O, Kidd E. *Dental Caries. The disease and its clinical management.* Blackwell Munksgaard, 189-222, 2003.
18. Hicks J., Garcia-Godoy F., Donly K., Flaitz C. Fluoride relasing restorative materials and secondary caries. *J Calif Dent Assoc.*, 46:247-276, 2002.
19. Lobo MM, Pecharki GD, Tengan C, Dias da Silva D, Tagliaferro EPS, Napimoga MH. Fluoride-releasing capacity and cariostatic effect provided by sealants. *J Oral Sci*, 47(1):35-41, 2005.
20. Murray JJ. Fluoride and dental caries. In: Murray JJ, Nunn JH, Steele JG. *Prevention of Oral Disease.* New York Oxford University Press, 37-60, 1996.
21. Yeşil Y. Diş çürüklerinden korunmada İstanbul ilinde çocuklara florid desteği gerekli mi? İstanbul Üniversitesi, Uzmanlık Tezi, İstanbul, 2000.
22. Wikipedia, The Free Encyclopedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/Fluoride>.
23. World Health Organization. Fluorines and Fluorides, Enviromental Health Criteria 36, 1984.
24. Newbrun E. Anticaries Agents. In: Yagiela JA, Neidle EA, Down FJ, eds. *Pharmacology and Therapeutics for Dentistry.* Mosby, 590-596, 1998.
25. Murray JJ, Naylor MN. Fluorides and dental caries. In: Murray JJ. *Prevention of Oral Disease.* Third Edition, Oxford University Press, 32-67, 1996.
26. Featherstone JDB. Prevention and reversal of dental caries: role of low level fluoride. *Commun Dent Oral Epidemiol*, 27: 31-40, 1999.
27. Duggal MS, Chawla HS, Curzon ME. A study of the relationship between trace elements in saliva and dental caries in children. *Arch Oral Biol*, 36: 881-884, 1991.
28. Winter GB. Epidemiology of dental caries. *Arch Oral Biol*,: 35:1-7, 1990.
29. Ten Cate JM, van Loveren C. Fluoride mechanisms. *Dent Clin North Am*, 43(4):713-742, 1999.
30. World Health Organization. Fluorides, Enviromental Health Criteria 227, 2002.
31. Smith FA, Ekstrand J. The Occurance And The Chemistry Of Fluoride. In: Fejerskov O, Ekstrand J, Burt BA, eds. *Fluoride In Dentistry*, 2nd edition. Munksgaard, 17-26, 1996.
32. World Health Organization. Fluorides and Oral Health, WHO Technical Report Series. No: 846. Switzerland, 1996.
33. Petersen PE. The World Oral Health Report 2003:continuous improvement of oral health in the 21st century-the approach of the WHO Global Oral Health Programme. *Commun Dent and Oral Epidemiol*, 31(Supply): 3-23, 2003.
34. The World Oral Health Report 2003. Geneva: WHO; 2003. [http://www.who.int/oral\\_health](http://www.who.int/oral_health)
35. Varenne B, Peterson P, Quattara S. Oral health behaviour of children and adults in urban and rural areas of Burkina Faso, Africa. *Int Dent J.*, 56(2): 61-70, 2006.

36. Petersen PE, Lennon MA. Effective use of fluorides for the prevention of dental caries in the 21st century: the WHO approach. *Commun Dent Oral Epidemiol*, 32:319-21, 2004.
37. Akıncı T. Florun genel yolla alınımı . *MÜ Diş Hek Fak Der*; (13):66-73, 1987.
38. Bottenberg P, Bultmann C, Graber HG. Distribution of fluoride in the oral cavity after application of a bioadhesive fluoride releasing tablet. *J Dent Res*, 77(1):68-72, 1998.
39. 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 Public Health Dent*, 51(1):23-41, 1991.
40. König KG. Role of fluoride toothpastes in a caries-preventive strategy. *Caries Res*, 27(1): 23-28, 1993.
41. Künzel W. Systemic use of fluoride-other methods: salt, sugar, milk etc. *Caries Res*, 27(1):16-22, 1993.
42. Featherstone JD. The science and practice of caries prevention. *J Am Dent Assoc*, 131:887-99, 2000.
43. Oktay İ. Koruyucu Uygulamaların Ve Tıbbi Yaklaşımın Diş Hekimliği Pratiğindeki Yeri. *TDB*, 44: 4-8, 1998.
44. Fejerskov O. Changing paradigms in concepts on dental caries: consequences for oral health care. *Caries Res*, 38:182-191, 2004.
45. Ganss C, Klimek J, Brune V, Schürmann A. Effects of two fluoridation measures on erosion progression in human enamel and dentine in situ. *Caries Res*, 38:561-566, 2004.
46. Ribeiro DA, Marques MEA, Assis GF, Anzai A, Poleti ML, Salvadori DMF. No relation between subchronic fluorid intake and DNA damage in Wistar rats. *Caries Res*, 38:576-579, 2004.
47. Stookey GK, Mau MS, Isaacs RL, Gonzalez-Gierbolini C, Bartizek RD, Biesbrock AR. The relative anticaries effectiveness of three fluoride-containing dentifrices in Puerto Rico. *Caries Res*, 38:542-550, 2004.
48. Donly KJ, Gomez C. In vitro demineralization-remineralization of enamel caries at restoration margins utilizing fluoride-releasing composite resin. *Quintessence Int.*, 25:355-358, 1994.
49. Marthaler TM, Petersen PE. Salt fluoridation-an alternative in automatic prevention of dental caries. *Int Dent J*, 55:351-358, 2005.
50. Robinson C, Kirkham C. The effect of fluoride on the developing mineralized tissues. *J Dent Res*, 69:685-691, 1990.
51. Groeneveld A, Van-Eck AAAMJ, Dirks OB. Fluoride in caries prevention: is the effect pre-or post-eruptive? *J Dent Res*, 69:751-755, 1990.
52. Margolis HC, Moreno EC. Physicochemical perspectives on the cariostatic mechanisms of systemic and topical fluorides. *J Dent Res*, 69:606-613, 1990.
53. Hargreaves JA. The level and timing of systemic exposure to fluoride with respect to caries resistance. *J Dent Res*, 71(5):1244- 48, 1992.

54. Hellwig E, Lennon AM. Systemic versus topical fluoride. *Caries Res*, 38:258-262, 2004.
55. Hellwig E, Klimek J, Schmidt HFM, Egerer R. Fluoride uptake in plaque-covered enamel after treatment with the fluoride lacquer Duraphat®. *J Dent Res*, 64(8):1080-1083, 1985.
56. Egemen A, Akşit S. Flor ve çocuk sağlığındaki yeri. *Ege Ped Bült*, 4(3-4):65-84, 1997.
57. O'Brian WJ. *Dental Materials and Their Selection*. Third Edition, Quintessence Publishing Co., 132-154, 2002.
58. Aydın M. Dişhekimliğinde simantasyon ve kuralları. *Türk Dişhekimliği Birliği Dergisi*, (47): 45-48, 1999.
59. Craig RG, Hanks CT, Kohn DH, Koran III A, O'Brien WJ, Powers JM, Wagner WC, Wataha JC. Cements. In: Craig RG, Hanks CT, Kohn DH, Koran III A, O'Brien WJ, Powers JM, Wagner WC, Wataha JC. *Restorative Dental Materials*. Tenth Edition. St. Louis, Missouri: Mosby, 172-208, 1997.
60. Shen C. Dental Cements. In: Anusavice KJ. *Eleventh Edition*. Phillips' Science of Dental Materials. St. Louis, Missouri: Saunders, 443-494, 2003.
61. Beech DR, Bandyopadhyay S. A new laboratory method for evaluating the relative solubility and erosion of dental materials. *J Oral Rehabil*, 10:57-63, 1983.
62. Nomoto R, McCabe JF. A simple acid erosion test for dental water-based cements. *Dent Mater*, 17:53-9, 2001.
63. Yoshida K, Tanagawa M, Atsuta M. In vitro solubility of three types of resin and conventional luting cements. *J Oral Rehabil*, 25:285-91, 1998.
64. Murray PE, Smyth TW, Hafez AA, Cox CF. Analyses of pulpal reactions to restorative procedures, materials, pulp capping, and future therapies. *Crit Rev Oral Biol Med*, 13(6): 509-520, 2002.
65. Seltzer S. Biological properties of eugenol and zinc oxide-eugenol. A clinically oriented review. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*, 73:729-737, 1992.
66. Gerosa R, Borin M, Menegazzi G, Puttini M, Cavalleri G. In vitro evaluation of the cytotoxicity of pure eugenol. *Journal of Endod*, 22:532-534, 1996.
67. Markowitz K, Moynihan M, Lui M, Kim S. Biologic properties of eugenol and zinc oxide eugenol: A clinically orientated review. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*, 73: 729-737, 1992.
68. McComb D, Ericson D. Antimicrobial action of new, proprietary lining cements. *J Dent Res*, 66:1025-1028, 1987.
69. Mesu FP, Reedijk T. Degradation of luting cements, measured in vitro and in vivo. *J Dent Res*, 62:1236-1240, 1983.
70. Wassell RW, Barker D, Steele JG. Crowns and other extra-coronal restorations: Try-in and cementations of crowns. *Br Dent J*, 193(1):17-28, 2002.
71. Maijer R, Smith DC. A comparison between zinc phosphate and glass ionomer cement in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 93:273-9, 1988.

72. Kvam E, Broch J, Nissen-Meyer IH. Comparison between a zinc phosphate cement and a glass ionomer cement for cementation of orthodontic bands. *Eur J Orthod*, 307-13, 1983.
73. Mathis RS, Ferracane JL. Properties of a glass-ionomer resin-composite hibrid material. *Dent Mater*, 5:355-358, 1998.
74. Mitchell CA, Orr JF, Connor KN, Magill JPG, Maguire GR. Comparative study of four glass ionomer luting cements during post pull-out tests. *Dent Mater*, 10:88-91, 1994.
75. Burgess JO, Norling BK, Rawls HR, Ong JL. Directly placed esthetic restorative materials-the continuum. *Compend Contin Educ Dent*, 17:731-748, 1996.
76. Wiltshire WA. Shear bond strengths of a glass ionomer for direct bonding in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 106:127-30, 1994.
77. Fajen VB, Duncan MG, Nanda RS, Currier GF, Angolkar PV. An in vitro evaluation of bond strength of three glass ionomer cements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 97:316-22, 1990.
78. Diaz-Arnold AM, Holmes DC, Wistrom DW, Swift EJ Jr. Shortterm fluoride release/uptake of glass ionomer restoratives. *Dent Mater*, 11:96-101, 1995.
79. Murray RK, Mayes PA, Granner DK, Rodwell VW. Harper'ın Biyokimyası (Çeviri Menteş G, Ersöz B). İstanbul:Barış Kitabevi, 1993.
80. Yenson M. İnsan Biyokimyası. İstanbul:Çeliker Matbaacılık, 1981.
81. Çelik S, Demirel M. İnsan ve Hayvan Sağlığı Bakımından Omega Yağ Asitleri ve Konjuge Linoleik Asitin Önemi. *Y. Y. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1):25-35, 2004.
82. Popüler Medikal. <http://www.populermedikal.com/yaglar.asp>
83. Harris WS. Omega-3 fatty acids, thrombosis and vascular disease. *International Congress Series*, 1262:380-383, 2004.
84. Zyriax BC, Windler E. Dietary fat in the prevention of cardiovascular disease-a review. *Eur J Lipid Sci Techn*, (102):355-365, 2000.
85. Kitesa SM, Peake D, Bencini R, Williams AJ. Fish oil metabolism in ruminants in transfer of n-3 polyunsaturated fatty acids (pufa) from tuna oil into sheep's milk. *Anim Feed Sci and Techn*, 108:1-14, 2003.
86. Gesch B, Hammond SM, Hampson SE, Eves A, Crowder MJ. Influence of supplementary vitamins, minerals and essential fatty acids on the antisocial behaviour of young adult prisoners. *Br J Psychiatry*, (181): 22-28, 2002.
87. De Lorgeril M, Renaud S, Maelle N, Salen P, Martin JL, Monjaud I, Guidollet J, Touboul P, Delaye J. Mediterranean alpha-linolenic acid-rich diet in secondary prevention of coronary heart disease. *Lancet*, (343):1454-59, 1994.
88. Şenköylü N. Yemlik Yağlar. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi. Anadolu Matbaası, İstanbul, 2001:164s.
89. Liu JR, Zheng YZ, Xu RQ. Analysis of nutrient quality of seed and screening for prominent germplasms in sesame. *Oil Crops of China*, 1:24-26, 1992.



90. Yoshida H, Takagi S. Effects of seed roasting temperature and time on quality characteristics of sesame (*Sesamum indicum*) Oil. *J. Sci. Food Agric*, 75:19-26,1997.
91. Pongracz G, Weiser H, Matzinger D. Tocopherole, antioxidation der natur. *Fat. Sci. Technol.*, 97:90-104, 1995.
92. Akalın AS, Tokusoglu Ö. A potential anticarcinogenic agent: conjugated linoleic acid (CLA). *Pakistan Journal of Nutrition*, 2(2):109-110, 2003.
93. Riserus A, Brisman K. Treatment with dietary trans 10 cis 12 conjugated linoleic acid causes isomer-specific insulin resistance in obese men with the Metabolic Syndrome. *Diabetes Care*, 25: 1516-1521, 2002.
94. Terpstra HM. Effect of conjugated linoleic acid on body composition and plasma lipids in humans: an overview of the literature. *Am J Clin Nutr* 2004, 79: 352-361.
95. Wahle WJ, Heys SD, Rotondo D. Conjugated linoleic acids: are they beneficial or detrimental to health? *Prog Lipid Res*, 43:553-587, 2004.
96. Parodi PW. Milk fat conjugated linoleic acid: can it help prevent breast cancer? *Proc. Nutr. Soc. N. Z.*, 22: 137-149, 1997.
97. Parodi PW. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. *J. Dairy Sci.*, 82:1339-1349, 1999.
98. Pariza MW, Hargraves WA. A beef derived mutagenesis modulator inhibits initiation of Mouse epidermal tumors by 7,12 dimethylbenz(a)anthracene. *Carcinogenesis*, 6:591-93, 1985.
99. Das SK, Adhikary PK, Bhattacharyya DK. Effects of Dietary Fats on the Fatty Acid Composition of Enamel and Dentinal Lipids of Rabbit Molars. *J Dent Res*, 55(6):1061-1066, 1976.
100. Williams KA, Schemehorn R, McDonald L, Stookey GK, Katz S. Influence of selected fatty acids upon plaque formation and caries in the rat. *Archs Oral Biol*, 27:1027-1031, 1982.
101. Ip C, Chin, SF, Scimeca JA, Pariza MW. Mammary cancer prevention by conjugated dienoic derivative of linoleic acid. *Cancer Res.*, 51:6118-24, 1991.
102. Ip C, Singh M, Thompson HJ, Scimeca JA. Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in rat. *Cancer Res.*, 54:1212-15, 1994.
103. Skrivan M, Skrivanova V, Marounek E, Tumova E, Wolf J. Influence of dietary fat source and copper supplementation on broiler performance, fatty acid profile of meat and depot fat, and on cholesterol content in meat. *British Poultry Science*, 41:608-614, 2000.
104. Baumgard LC, Sangster JK, Bauman DE. Milk fat synthesis in dairy coes is progressively reduced by increasing supplemental amounts of trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid. *J Nutr*, 131:1764-69, 2001.
105. Lee KN, Kritchevsky D, Pariza MW. Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis*, 108:19-25, 1994.

106. Park Y, Albright KJ, Liu W, et al. Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. *Lipids*, 32:853-858, 1997.
107. Medina EA, Horn WF, Keim NL, et al. Conjugated linoleic acid supplementation in humans: effects on circulating leptin concentrations and appetite. *Lipids*, 35:783-788, 2000.
108. Georgy SL, Kelly ND. Conjugated linoleic acid : A review. *Alternative Medicine Review*, 6:367-382, 2001.
109. Araki Kouji, Suda H, Barbosa SV, Spangberg LSW. Reduced cytotoxicity of a root canal sealer through eugenol substitution. *J Endod*, 19(11): 554-557, 1993.
110. Sogawa K. Comparative study on cytotoxicity of main components of three luting cements in vitro. *Shika Rikogaku Zasshi*, 22(59):172(Abstract), 1981.
111. Mickel AK, Wright ER. Growth inhibition of *Streptococcus anginosus* by three calcium hydroxide sealers and one zinc oxide-eugenol sealer. *J Endod*, 25:34-37, 1999.
112. Jensen-Waern, M., Melin, L., Lindberg, R., Johannisson, A., Petersson, L. & Wallgren, P. Dietary zinc oxide in weaned pigs—effects on performance, tissue concentrations, morphology, neutrophil functions and faecal microflora. *Res. Vet. Sci*, 64:225-231, 1998.
113. Huang, S. X., McFall, M., Cegielski, A. C. & Kirkwood, R. N. Effect of zinc supplementation on *Escherichia coli* septicemia in weaned pigs. *Swine Health Prod.*, 7: 109-111, 1999.
114. Owusu-Asiedu, A., Nyachoti, C. M. & Marquardt, R. R. Response of early-weaned pigs to an enterotoxigenic *Escherichia coli* (K88) challenge when fed diets containing spray-dried porcine plasma or pea protein isolate plus egg yolk antibody, zinc oxide, fumaric acid, or antibiotic. *J. Anim. Sci.*, 81:1790-98, 2003.
115. Soderberg, T. A., Sunzel, B., Holm, S., Elmros, T., Hallmans, G. & Sjoberg, S. Antibacterial effect of zinc oxide in vitro. *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg. Hand Surg.*, 24:193-197, 1990.
116. Sawai, J. Quantitative evaluation of antibacterial activities of metallic oxide powders (ZnO, MgO and CaO) by conductimetric assay. *J. Microbiol. Methods*, 54:177-182, 2003.
117. Amorim LF, Toledo OA, Estrela CR, Decurcio DA, Estrela C. Antimicrobial analysis of different root canal filling pastes used in pediatric dentistry by two experimental methods. *Braz Dent J.*, 17(4): 317-22, 2006.
118. Gurgel-Filho ED, Andrade Feitosa JP, Teixeira FB, Monteiro de Paula RC, Araujo Silva JB, Souza-Filho FJ. Chemical and X-ray analyses of five brands of dental gutta-percha cone. *Int Endod J*, 36(4):302-7, 2003.
119. Gutmann JL, Witherspoon DE. Obturation of the cleaned and shaped root canal system. In: Cohen S, Burns RC, editors. *Pathways of the pulp*. 8th ed. St. Louis: Mosby, 293-364, 2002.
120. Marciano J, Michalesco PM. Dental gutta-percha: chemical composition, X-ray identification, enthalpic studies, and clinical implications. *J Endod*, 15(4):149-53, 1989.

121. Spångberg LSW. Instruments, materials, and devices. In: Cohen S, Burns RC, editor. Pathways of the pulp. 8th ed. St. Louis: Mosby, 521-72, 2002.
122. Ayan S. Fidan yetiştiriciliği ve ağaçlandırma çalışmalarında zeolit mineralinin kullanımı. G. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 1:78-88, 2002.
123. Schainberg APM, Özyeğin LS, Kursoğlu P, Valerio P, Goes AM, Leite MF. Biocompatibility evaluation of Zeolite compared to bone HA, calcium phosphate ( $\text{Ca}_2\text{PO}_4$ ) and eugenol paste. Key Engineering Materials, 561-564, 2005.
124. Dyer A, Morgan S, Wells P, Williams C. The use of zeolites as slow release anthelmintic carriers. J Helminthol, 74(2):137-141, 2000.
125. Yahiro H, Lund A, Shiotani M. Nitric oxide adsorbed on zeolites: EPR studies. Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc, 60(6):1267-78, 2004.
126. Altan A, Altan Ö, Alçıçek A, Nalbant M, Akbaş Y. Tavukçulukta Doğal Zeolit Kullanımı I., Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 35(1-2-3):9-16, 1998.
127. Alçıçek A, Bozkurt M, Özkan K, Altan A, Çabuk M, Akbaş Y, Altan Ö. Tavukçulukta Doğal Zeolit Kullanımı II., Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt. 35(1-2-3):17-24,1998.
128. Ayan S. Bitki yetiştirme ortamı olarak zeolitin kullanılabilirliği. Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Dergisi, 7:97-11, 2001.
129. Matsuura T, Abe Y, Sato K, Okamoto K, Ueshige M, Akagawa Y. Prolonged antimicrobial effect of tissue conditioners containing silver-zeolite. J Dent, 25(5):373-377, 1997.
130. Altan Ö, Çabuk M, Bozkurt M, Altan A, Özkan K, Alçıçek A. Tavukçulukta Doğal Zeolit Kullanımı III, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 35(1-2-3): 25-32, 1998.
131. Thom DC, Davies JE, Santerre JP, Friedman S. The hemolytic and cytotoxic properties of a zeolite-containing root filling material in vitro. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod., 95(1): 101-8, 2003.
132. Nikolova S, Vinarova M, Kirov G, Bradvarova I. In vitro research on the interaction of natural zeolites with diploid cells from the human embryonic lung. Probl Khig, 12: 133-41, 1987.
133. Tatrai E, Ungvary G. Study on carcinogenicity of clinoptilolite type zeolite in Wistar rats. Pol J Occup Med Environ Health 6(1): 27-34, 1993.
134. Keeting PE , Oursler MJ, Wiegand KE, Bonde SK, Spelsberg TC, Riggs BL. Zeolite A increases proliferation, differentiation, and transforming growth factor beta production in normal adult human osteoblast-like cells in vitro. J Bone Miner Res., 7(11):1281-9, 1992.
135. Nikawa H, Yamamoto T, Hamada T, Rahardjo MB, Murata H. Antifungal effect of zeolite-incorporated tissue conditioner against Candida Albicans growth and/or acid production. J Oral Rehabil, 24: 350-57, 1997.
136. Hotta M, Nakajima H, Yakamoto K, Aono M. Antibacterial temporary filling materials: the effect of adding various ratios of Ag-Zn-Zeolite. J Oral Rehabil, 25: 485-89, 1998.

137. Kawahara K, Tsuruda K, Morishita M, Uchida M. Antibacterial effect of silver-zeolite on oral bacteria under anaerobic conditions. *Dent Mater*, 16: 452-455, 2000.
138. Nakagawa Y, Wakuri S, Sakamoto K, Tanaka N. The photogenotoxicity of titanium dioxide particles. *Mutat Res*, 394:125– 32, 1997.
139. Soares I, Goldberg F, Massone EJ, Soares IM. Periapical tissue response to two calcium hydroxide. containing endodontic sealers. *J. Endod.*, 16:166–169, 1990.
140. Kozbik L. Lung macrophage uptake of unopsonized environmental particules. Role of scavenger type receptors. *J. Immunol.*, 155:367–76, 1995.
141. Cai R, Kuboto Y, Shun T, Sakai H, Hashimoto K, Fujishima A. Induction of cytotoxicity by photogenerated TiO<sub>2</sub> particles. *Cancer Res.*, 52: 2346-48, 1992.
142. Sandallı P, Güven Y. Oral İmplantolojide Biyomateryaller. In: Sandallı P. *Oral İmplantoloji*. İstanbul: Erler Matbaacılık, pp29, 2000.
143. National Organic Standards Board Technical Advisory Panel Review Compiled by OMRI for the USDA National Organic Program. *Calcium Hydroxide*, 4: 1-15, 2002.
144. Ferracane JL. Elution of leachable components from composites. *J Oral Rehabil*, 21: 441-52, 1994.
145. Watts A, Paterson RC, Cohen BD, Combe EC. Pulp response to a novel adhesive calcium hydroxide based cement. *Eur J Prosthodont Restor Dent*, 3: 27-32,1994.
146. Niinuma A. Newly developed resinous direct pulp capping agent containing calcium hydroxide (MTYA1-Ca). *Int Endod J*, 32: 470-483, 1999.
147. Hörted-Bindslev P, Vilkinis V, Sidlauskas A. Direct capping of human pulps with a dentin bonding system or with calcium hydroxide cement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 96: 591-600, 2003.
148. Mjör IA. Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 7: The exposed pulp. *Quintessence Int*, 33: 113-135, 2002.
149. Stanley HR. Criteria for standardizing and increasing credibility of direct pulp capping studies. *Am J Dent*, 11: 17-34, 1998.
150. Schröder U. Effects of calcium hydroxide-containing pulp-capping agents on pulp cell migration, proliferation and differentiation. *J Dent Res*, 64: 541-548, 1985.
151. Goracci G, Mori G. Scanning electron microscopic evaluation of resin-dentin and calcium hydroxide-dentin interface with resin composite restorations. *Quintessence Int*, 27: 129-135, 1996.
152. Cox CF, Sübay RK, Ostro E, Suzuki S, Suzuki SH. Tunnel defects in dentin bridges: Their formation following direct pulp capping. *Oper Dent*, 21: 4-11, 1996.
153. Siqueira JF, Lopes HP. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. *Int Endod J*, 32: 361-9, 1999.

154. Nurko C, Garcia-Godoy F. Evaluation of calcium hydroxide/iodoform paste (Vitapex) in root canal therapy for primary teeth. *J Clin Paediatr Dent*, 23: 289-294, 1999.
155. Siqueira JF, Rocas IN, Lopes HP, Magalhães FA, Uzeda M. Elimination of *Candida albicans* infection of the radicular dentin by intracanal medications. *J Endod*, 29:501-4, 2003.
156. Geurtsen W, Leyhausen G. Biological aspects of root canal filling materials: histocompatibility, cytotoxicity and mutagenicity. *Clin Oral Investig*, 1:5-11, 1997.
157. Huang TH, Lee H, Kao CT. Evaluation of the genotoxicity of zinc oxide eugenol-based, calcium hydroxide-based, and epoxy resin-based root canal sealers by comet assay. *J Endod*, 27:744-8, 2001.
158. Scarano A, Manzon L, Giorgio RD, Orsini G, Tripodi D, Piattelli A. Direct Capping with Four Different Materials in Humans: Histological Analysis of Odontoblast Activity. *J Endod*, 29(11):729-34, 2003.
159. Mortazavi M, Mesbahi M. Comparison of zinc oxide and eugenol, and Vitapex for root canal treatment of necrotic primary teeth. *Int J of Paediatr Dent*, 14:417-424, 2004.
160. McGurkin-Smith R, Trope M, Caplan D, Sigurdsson A. Reduction of Intracanal Bacteria Using GT Rotary Instrumentation, 5.25% NaOCl, EDTA, and Ca(OH)<sub>2</sub>. *J Endod.*, 31(5): 359-363, 2005.
161. Ersin NK, Eronat N. The Comparison of a dentin adhesive with calcium hydroxide as a pulp-capping agent on the exposed pulps of human and sheep teeth. *Quintessence Int*, 36: 271-280, 2005.
162. Huang TH, Kao CT. pH measurement of root canal sealers. *J Endod*, 24(4): 236-38, 1998.
163. Evcil MS, Çolak M. The pH changes of four different root canal sealers after mixing at various time intervals in vitro. *J Contemp Dent Pract*, 5(4):71-8, 2004.
164. Duarte MAH, Demarchi ACC, Moraes IG. Determination of pH and calcium ion release provided by pure and calcium hydroxide-containing AHPlus. *Int Endod J*, 37: 42-5, 2004.
165. Gençay K, Seymen F, Selvi S, Kızıltan B. In vitro evaluation of pH changes induced by calcium hydroxide liners. *Quintessence Int*, 35: 560-62, 2004.
166. Siqueira JF, Fraga RC, Garcia PF. Evaluation of sealing ability, pH and flow rate of three calcium hydroxide-based sealers. *Endod Dent Traumatol*, 11: 225-28, 1995.
167. Duckworth RM, Jones Y, Nicholson J, Jacobson APM, Chestnutt IG. Studies on plaque fluoride after use of F-containing dentifrices. *Adv Dent Res*, 8(2): 202-7, 1994.
168. Miller S, Truong T, Heu R, Stranick M, Bouchard D, Gaffar A. Recent advances in stannous fluoride technology: antibacterial efficacy and mechanism of action towards hypersensitivity. *Int Dent J*, 44: 83-98, 1994.

169. Marquis RE. Antimicrobial actions of fluoride for oral bacteria. *Can J Microbiol*, 41: 955-64, 1995.
170. Autio-Gold JT, Courts F. Assessing the effect of fluoride varnish on early carious lesions in the primary dentition. *JADA*, 132: 1247-1253, 2001.
171. Castillo JL, Milgrom P, Kharasch E, Izutsu K, Fey M. Evaluation of fluoride release from commercially available fluoride varnishes. *JADA*, 132: 1389-1392, 2001.
172. Newbrun E. Topical fluorides in caries prevention and management: A North American Perspective. *J Dent Educ*, 65(10): 1078-1083, 2001.
173. Chu CH, Lo ECM, Lin HC. Effectiveness of silver diamine fluoride and sodium fluoride varnish in arresting dentin caries in Chinese pre-school children. *J Dent Res*, 81(11): 767-770, 2002.
174. Haveman CW, Summitt JB, Burgess JO, Carlson K. Three restorative materials and topical fluoride gel used in xerostomic patients-A clinical comparison. *JADA*, 134: 177-184, 2003.
175. Zanata RL, Navarro MFL, Pereira JC, Franco EB, Lauris JRP, Barbosa SH. Effect of caries preventive measures directed to expectant mothers on caries experience in their children. *Braz Dent J*, 14(2): 75-81, 2003.
176. Lewinstein I, Fuhrer N, Ganor Y. Effect of a fluoride varnish on the margin leakage and retention of luted provisional crowns. *J Prosthet Dent*, 89: 70-5, 2003.
177. De Witte MJC, De Maeyer EAP, Verbeeck RMH. Surface roughening of glass ionomer cements by neutral NaF solutions. *Biomaterials*, 24: 1995-2000, 2003.
178. Truin GJ, van't Hof MA. Professionally applied fluoride gel in low-caries 10.5-year-olds. *J Dent Res*, 84(5): 418-421, 2005.
179. Weintraub JA, Ramos-Gomez F, Jue B, Shain S, Hoover CI, Featherstone JDB, Gansky SA. Fluoride varnish efficacy in preventing early childhood caries. *J Dent Res*, 85(2): 172-176, 2006.
180. Vierrou AM, Manwell MA, Zarmek RL, Sachdeva RC, Tinanoff N. Control of *Streptococcus mutans* with topical fluorides in patients undergoing orthodontic treatment. *J Am Dent Assoc*, 113: 644-6, 1986.
181. Beiraghi S, Rosen S, Wright K, Spuller R, Beck FM. Effect of Stannous Fluoride and Iodine on Root Caries and Bone Loss in Rats. *Ohio J Sci.*, 88(3): 99-100, 1988.
182. Tinanoff N, Manwell MA, Zameck RL, Grasso JE. Clinical and microbiological effects of daily brushing with either NaF or SnF<sub>2</sub> gels in subjects with fixed or removable dental prostheses. *J Clin Periodontol*, 16: 284-290, 1989.
183. Beiswanger BB, Doyle PM, Jackson RD, et al. The clinical effect of dentifrices containing stabilized stannous fluoride on plaque formation and gingivitis-a six-month study with ad libitum brushing. *J Clin Dent*, 6: 46-53, 1995.
184. Archila L, Bartizek RD, Winston JL, Biesbrock AR, McClanahan SF, He T. The Comparative Efficacy of Stabilized Stannous Fluoride/Sodium Hexametaphosphate Dentifrice and Sodium Fluoride/Triclosan/Copolymer

- Dentifrice for the Control of Gingivitis: A 6-month Randomized Clinical Study. *J Periodontol*, 75: 1592-1599, 2004.
185. Pizzo G, Guiglia R, La Cara M, Giuliana G, D'Angelo M. The effects of an amine fluoride/stannous fluoride and an antimicrobial host protein mouthrinse on supragingival plaque regrowth. *J Periodontol*, 75: 852-857, 2004.
  186. Butler CJ, Masri R, Driscoll CF, Thompson GA, Runyan DA, Fraunhofer JA. Effect of fluoride and %10 carbamide peroxide on the surface roughness of low-fusing and ultra low-fusing porcelain. *J Prosthet Dent*, 92: 179-83, 2004.
  187. Brêtas SM, Macari S, Elias AM, Ito IY, Matsumoto MAN. Effect of %0.4 stannous fluoride gel on Streptococci mutans in relation to elastomeric rings and steel ligatures in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 127: 428-33, 2005.
  188. Horwitz J, Machtei EE, Zuabi O, Peled M. Amine fluorid/stannous fluoride and chlorhexidine mouthwashes as adjuncts to single-stage dental implants: a comparative study. *J Periodontol*, 76(3): 334-40, 2005.
  189. 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*, 28: 8-12, 2006.
  190. Büyükyılmaz T, Ogaard B, Sverre D. The effect of the tensile bond strength of ortodontic bracets of titanium tetrafluoride application after acid etching. *Am J Orthop Dentofac Orthop*, 108: 256-61, 1995.
  191. Büyükyılmaz T, Ogaard B, Rolla G. The resistance of titanium tetrafluoride - treated human enamel to strong hydrochloric acid. *Eur J Oral Sci*, 105: 437-477, 1997.
  192. Büyükyılmaz T, Tangugsorn V, Ogaard B, Arends J, Ruben J, Rolla G. The effect of titanium tetrafluoride application around ortodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 105: 293-6, 1994.
  193. Gu Z, Jianguo L, Söremark R. Influence of tooth surface conditions on enamel fluoride uptake after topical application of TiF<sub>4</sub> in vitro. *Acta Odontol Scand*, 54, 279-281, 1996.
  194. Skartveit L, Knut S, Tveit AB. Root surface reactions to TiF<sub>4</sub> and SnF<sub>2</sub> solutions in vitro. *Acta Odontol Scand*, 49: 183-190, 1991.
  195. Reed AJ, Bibby BG. Preliminary report on effect of topical applications of titanium tetrafluoride on dental caries. *J Dent Res*, 55(3): 357-358, 1976.
  196. Skartveit L, Tveit AB, Klinge B, Totdal B, Selvig KA. In vivo uptake and retention of fluoride after a brief application of TiF<sub>4</sub> to dentin. *Acta Odontol Scand Scand*, 47: 65-68, 1989.
  197. Skartveit L, Selvig KA, Myklebust S, Tveit B. Effect of TiF<sub>4</sub> solutions on bacterial growth in vitro and on tooth surfaces. *Acta Odontol Scand*, 48: 169-174, 1990.
  198. Büyükyılmaz T, Şen HB, Bjorn O. Retention of titanium tetrafluoride, used as fissure sealant on human deciduous molars. *Acta Odontol Scand*, 55: 73-78, 1997.

199. Büyükyılmaz T, Ogaard B, Duschner H, Ruben J, Arends J. The Caries-Preventive Effect of Titanium Tetrafluoride On Root Surfaces In Situ As Evaluated By Microradiography And Confocal Laser Scanning Microscopy. *Adv Dent Res*, 11(4): 448-452, 1997.
200. Kazemi RB, Şen BH, Spångberg LSW. Permeability changes of dentine treated with titanium tetrafluoride. *J Dent*, 27: 531-538, 1999.
201. Castro RAL, Chevitaese O, Souza IPR. Action of titanium tetrafluoride on occlusal human enamel in situ. *Fluoride*, 36(4): 252-262, 2003.
202. Alves RD, Silva de Souza TM, Costa de Lima. Titanium tetrafluoride and dental caries: A systematic review. *J Appl Oral Sci*, 13(4): 325-8, 2005.
203. Wei SHY, Soboroff MD, Wefel JS, Wolfson S. Relative effects of ammonium fluoride and acidulated phosphate fluoride solutions on human enamel. *J Dent Res*, 54(6): 1234 1975.
204. Tyler JE, Poole DFG. Uptake of fluoride by human surface enamel from ammonium bifluoride and consequent reduction in the penetration in vitro by caries-like lesions. *Archs Oral Biol*, 29(12). 971-974, 1984.
205. Wefel JS, Harless JD. Topical fluoride application and lesion progression in vitro. *J Dent Res*, 63(11): 1276-1278, 1984.
206. Wöltgens JHM, Croonenburg EJ, Blicck-Hogervorst JMA. Comparison of the hardness change and mineral loss in enamel by dimethyl ammonium fluoride ( $\alpha\text{C}_{12}\text{DMEAHF}$ ) or NaF treatment under intra oral cariogenicity test conditions. *J Biol Buccale*, 14: 235-238, 1986.
207. Caslavaska V, Gron P, Picard M, Kent R. Comparison of the relative caries-inhibitory effect of sodium and ammonium fluoride administered in the drinking water to rats. *Caries Res*, 21: 62-67, 1987.
208. Gron P, Calavska V, Tamura T, Kent R. The caries inhibitory effect of repeated topical applications of NaF or  $\text{NH}_4\text{F}$  in rodents. *Caries Res*, 21, 346-352, 1987.
209. Caslavaska V, Duschner H. Effect of a surface-active cation on fluoride/enamel interactions in vitro. *Caries Res*, 25: 27-33, 1991.
210. Jon H, Lu B, Oumi Y, Itabashi K, Sano T. Synthesis and thermal stability of beta zeolite using ammonium fluoride. *Microporous and Mesoporous Materials*, 89: 88-95, 2006.
211. Anusavice KJ, Brantley WA. Physical Properties of Dental Materials. In: Anusavice KJ. *Phillips' Science of Dental Materials*. Eleventh Edition. St. Louis, Missouri: Saunders , 2003: 41-71.
212. Anusavice KJ. Mechanical Properties of Dental Materials. In: Anusavice KJ. *Phillips' Science of Dental Materials*. Eleventh Edition. St. Louis, Missouri: Saunders , 2003: 73-101.
213. Phillips RW. Physical Properties Of Dental Materials. Rheology. Color. Thermal Properties. In: Phillips RW. *Elements Of Dental Materials For Dental Hygienists and Assistants*. Third Edition. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1977: 29-59.



214. Craig RG, Hanks CT, Kohn DH, Koran III A, O'Brien WJ, Powers JM, Wagner WC, Wataha JC. Mechanical Properties. In: Craig RG, Hanks CT, Kohn DH, Koran III A, O'Brien WJ, Powers JM, Wagner WC, Wataha JC. Restorative Dental Materials. Tenth Edition. St. Louis, Missouri: Mosby, 1997:56-103.
215. Phillips RW. Dental Cements for Luting. In: Phillips RW. Elements Of Dental Materials For Dental Hygienists and Assistants. Fourth Edition. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1984: 308-333.
216. American Dental Association. Guide To Dental Materials And Devices including American Dental Association specifications, information on the use and properties of dental materials and a broad listing of certified brands. Fourth Edition. 1968-1969: 40-55.
217. Phillips RW. Dental Cements For Restorations. Cavity Varnishes, Liners, and Bases. In: Phillips RW. Elements Of Dental Materials For Dental Hygienists and Assistants. Third Edition. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1977: 447-477.
218. International Standard Organisation. ISO: 3107, Dentistry- Zinc oxide/eugenol and zinc oxide/non-eugenol cements, (Third edition), 2004:1-14.
219. Phillips RW. Luting Cements. . In: Phillips RW. Elements Of Dental Materials For Dental Hygienists and Assistants. Third Edition. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1977: 479-503.
220. Kamposiora P, Papavasiliou G, Bayne SC, Felton DA. Finite element analysis estimates of cement microfracture under complete veneer crowns. J Prosthet Dent, 71: 435-41, 1994.
221. Li ZC, White SN. Mechanical properties of dental luting cements. J Prosthet Dent, 81: 597-609, 1999.
222. Lee SY, Wang CC, Chen DC, Lai YL. Retentive and compressive strengths of modified zinc oxide-eugenol cements. J Dent, 28: 69-75, 2000.
223. Xie D, Brantley WA, Culbertson BM, Wang G. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. Dent Mater, 16: 129-138, 2000.
224. Mojon P, Kaltio R, Feduik D, Hawbolt EB, McEntee MI. Shortterm contamination of luting cements by water and saliva. Dent Mater, 12: 83-87, 1996.
225. Yap A, Lee CM. Water sorption and solubility of resin-modified polyalkenoate cements. J Oral Rehabil, 24: 310-314, 1997.
226. Keyf F, Tuna SH, Şen M, Safrany A. Water sorption and solubility of different luting and restorative dental cements. Turk J Med Sci, 36(1): 47-55, 2006.
227. Osborne JW, Wolff MS. The effect of powder/liquid ratio on the in vivo solubility of polycarboxylate cement. J Prosthet Dent, 66: 49-51, 1991.
228. Kaplan AE, Goldberg F, Artaza LP, De Silvio A, Macchi RL. Disintegration of endodontic cements in water. J Endod, 23: 439-441, 1997.
229. Carvalho-Junior JR, Guimarães LFL, Correr-Sobrinho L, Pecora JD, Sousa-Neto MD. Evaluation of solubility, disintegration, and dimensional alterations of a glass ionomer root canal sealer. Braz Dent J, 14(2): 114-118, 2003.

230. Eisenburger M, Addy M, Roßbach A. Acidic solubility of luting cements. *J Dent*, 31: 137-142, 2003.
231. Cattani-Lorente MA, Dupuis V, Payan J, Moya F, Meyer JM. Effect of water on the physical properties of resin-modified glass ionomer cements. *Dent Mater*, 15: 71-78, 1999.
232. Musanje L, Shu M, Darvell BW. Water sorption and mechanical behaviour of cosmetic direct restorative materials in artificial saliva. *Dent Mater*, 17: 394-401, 2001.
233. Malacarne J, Carvalho RM, De Goes MF, Svirzero N, Pashley DH, Tay F et al. Water sorption/solubility of dental adhesive resins. *Dent Mater*, 22: 973-980, 2006.
234. Forss H, Seppa L. Prevention of enamel demineralization adjacent to glass ionomer filling materials. *Scan J Dent Res*, 98: 173-8, 1990.
235. Hattab FN, El-mowafy OM, Salem NS, El-Badrawy WA. An in vivo study on the release of fluoride from glass-ionomer cement. *Quint Int*, 22: 221-4, 1991.
236. Tyas MJ. Cariostatic effect of glass ionomer cements: a five-year clinical study. *Aust Dent J*, 36: 236-9, 1991.
237. Palenik CJ, Behnen MJ, Setcos JC, Miller CH. Inhibition of microbial adherence and growth by various glass ionomers in vitro. *Dent Mater*, 8: 16-20, 1992.
238. Friedl K-H, Schmalz G, Hiller K-A, Shams M. Resin-modified glass ionomer cements: fluoride release and influence on *Streptococcus mutans* growth. *Eur J Oral Sci*, 105: 81-5, 1997.
239. Boeckh C., Schumacher E., Podbielski A., Haller B. Antibacterial Activity of Restorative Dental Biomaterials in vitro. *Caries Res*, 36: 101-107, 2002.
240. Kozai K., Suzuki J., Okada M., Nagasaka Nobuo. In vitro study of antibacterial and antiadhesive activities of fluoride containing light-cured fissure sealants and a glass ionomer liner/base against oral bacteria. *J Dent Child*, 67(2): 117-122, 2000.
241. Matalon S., Slutzky H., Mazor Y., Weis I. E. Surface antibacterial properties of fissure sealants. *Pediatr Dent*, 25: 43-48, 2003.
242. Kuhn AT, Winter GB, Tan WK. Dissolution rates of silicate cements. *Biomater*, 3: 136-144, 1982.
243. Kuhn AT, Wilson AD. The dissolution mechanisms of silicate and glass-ionomer dental cements. *Biomaterials*, 6: 378-82, 1985.
244. Dijkman G., Vries J., Lodding A., Arends J. Long-term fluoride release of visible light-activated composites in vitro: a correlation with in situ demineralization data. *Caries Res*, 27: 117-123, 1993.
245. Dionysopoulos P., Kotsanos N., Papadogiannis Y., Konstantinidis A. Artificial secondary caries around two new F-containing restoratives. *Oper Dent*, 23: 81-86, 1998.
246. Xu X, Burgess JO. Compressive strength, fluoride release and recharge of fluoride-releasing materials. *Biomaterials*, 24:2451-2461, 2003.

247. Helvatjoglu-Antoniades M, Karatakis P, Papadogiannis Y, Kapetanios H. Fluoride release from restorative materials and a luting cement. *J Prosthet Dent*, 86: 156-64 2001.
248. Yap AUJ, Khor E, Foo SH. Fluoride release and Antibacterial properties of new-generation tooth-colored restoratives. *Oper Dent*, 24: 297-305, 1999.
249. Hsu HM, Huang GF, Chang HH, Wang YL, Guo MK. A continuous flow system for assessing fluoride release/uptake of fluoride-containing restorative materials. *Dent Mater*, 20: 740-749, 2004.
250. Wiltshire WA, Janse van Rensburg SD. Fluoride release from four visible light-cured orthodontic adhesive resins. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 108(3): 278-83, 1995.
251. Ashcraft DB, Staley RN, Jakobsen JR. Fluoride release and shear bond strengths of three light-cured glass ionomer cements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 111(3): 260-5, 1997.
252. Chung CK, Millett DT, Creanor SL, Gilmour WH, Foye RH. Fluoride release and cariostatic ability of a compomer and a resin-modified glass ionomer cement used for orthodontic bonding. *J Dent*, 26:533-538, 1998.
253. Grobler SR, Rossouw RJ, Van Wyk Kotze TJ. A comparison of fluoride release from various dental materials. *J Dent*, 26: 259-265, 1998.
254. Trimpeneers LM, Verbeeck RMH, Dermaut LR. Long-term fluoride release of some orthodontic bonding resins: A laboratory study. *Dent Mater*, 14: 142-149, 1998.
255. Gillgrass TJ, Millett DT, Creanor SL, MacKenzie D, Bagg J, Gilmour WH, Foye RH. Fluoride release, microbial inhibition and microleakage pattern of two orthodontic band cements. *J Dent*, 27:455-461, 1999.
256. Yip HK, Lam WTC, Smales RJ. Fluoride release, weight loss and erosive wear of modern aesthetic restoratives. *Br Dent J*, 187(5):265-270, 1999.
257. Mazzaoui SA, Burrow MF, Tyas MJ. Fluoride release from glass ionomer cements and resin composites coated with a dentin adhesive. *Dent Mater*, 16: 166-171, 2000.
258. Gao W, Smales RJ. Fluoride release/uptake of conventional and resin-modified glass ionomers, and compomers. *J Dent*, 29: 301-306, 2001.
259. Hattab FN, Amin WM. Fluoride release from glass ionomer restorative materials and the effects of surface coating. *Biomaterials*, 22: 1449-1458, 2001.
260. McNeill CJ, Wiltshire WA, Dawes C, Lavelle CLB. Fluoride release from new light-cured orthodontic bonding agents. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 120: 392-7, 2001.
261. Carey CM, Spencer M, Gove RJ, Eichmiller FC. Fluoride release from a resin-modified glass-ionomer cement in a continuous-flow system: Effect of pH. *J Dent Res*, 82(10): 829-832, 2003.
262. Caves GR, Millett DT, Creanor SL, Foye RH, Gilmour WH. Fluoride release from orthodontic band cements-a comparison of two in vitro models. *J Dent*, 31: 19-24, 2003.

263. Itota T, Carrick TE, Yoshiyama M, McCabe JF. Fluoride release and recharge in giomer, compomer and resin composite. *Dent Mater*, 20: 789-795, 2004.
264. Staley RN, Mack SJ, Wafel JS, Vargas MA, Jakobsen JR. Effect of brushing on fluoride release from 3 bracket adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 126: 331-6 2004.
265. Itota T, Al-Naimi OT, Carrick TE, Yoshiyama M, McCabe JF. Fluoride release from aged resin composites containing fluoridated glass filler. *Dent Mater*, 21: 1033-1038, 2005.
266. De Moor RJG, Martens LC, Verbeeck RMH. Effect of a neutral citrate solution on the fluoride release of conventional restorative glass ionomer cements. *Dent Mater*, 21: 318-323, 2005.
267. Chan WD, Yang L, Wan W, Rizkalla AS. Fluoride release from dental cements and composites: A mechanistic study. *Dent Mater*, 22: 366-373, 2006.
268. 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*, 23:343-362, 2007.
269. Groves LG. The measurement of pH values. *Journal of Scientific Instruments*, 13(7): 209-214, 1936.
270. Norman RD, Swartz ML, Phillips RW. Direct pH determinations of setting cements. I- A test method and the effects of storage time and media. *J Dent Res*, 45(1): 136-143, 1966.
271. Ben-Amar A, Liberman R, Apatowsky U, Pilo R. pH changes of glass-ionomer lining materials at various time intervals. *J Oral Rehabil*, 26: 847-852, 1999.
272. Nicholson JW, Czarnecka B, Limanowska-Shaw H. A preliminary study of the effect of glass-ionomer and related dental cements on the pH of lactic acid storage solutions. *Biomaterials*, 20: 155-158,1999.
273. Patel M, Tawfik H, Myint Y, Brocklehurst D, Nicholson JW. Factors affecting the ability of dental cements to alter the pH of lactic acid solutions. *J Oral Rehabil*, 27: 1030-1033, 2000.
274. Shabanian M, Richards LC. In vitro wear rates of materials under different loads and varying pH. *J Prosthet Dent*, 87: 650-6, 2002.
275. Hiraishi N, Kitasako Y, Nikaido T, Foxton RM, Tagami J, Nomura S. Acidity of conventional luting cements and their diffusion through bovine dentine. *Int Endod J*, 36: 622-628, 2003.
276. Attar N, Tam LE, McComb D. Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. *J Prosthet Dent*, 89: 127-34, 2003.
277. Solak H, Oztan MD. The pH changes of four different calcium hydroxide mixtures used for intracanal medication. *J Oral Rehabil*, 30(4): 436-9, 2003.
278. Santos AD, Moraes JCS, Araujo EB, Yukimitu K, Filho WV. Physico-chemical properties of MTA and a novel experimental cement. *Int Endod J*, 38: 443-447, 2005.
279. Mohamed-Tahir MA, Tan HY, Woo AAS, Yap AUJ. Effects of pH on the microhardness of resin-based restorative materials. *Oper Dent*, 30(5): 661-666,

- 2005.
280. Macorra JC, Pradies Guillermo. Conventional and adhesive luting cements. *Clin Oral Invest*, 6: 198-204, 2002.
  281. Prevost AP, Forest D, Tanguay R, DeGrandmont P. Radiopacity of glass ionomer dental materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 70: 231-5, 1990.
  282. Shah PMM, Sidhu SK, Chong BS, Ford TRP. Radiopacity of resin-modified glass ionomer liners and bases. *J Prosthet Dent*, 77: 239-42, 1997.
  283. Williams JA, Billington RW. The radiopacity of glass ionomer dental materials. *J Oral Rehabil*, 17: 245-248, 1990.
  284. Skartveit L, Halse A. Radiopacity of glass ionomer materials. *J Oral Rehabil*, 23: 1-4 1996.
  285. Akerboom HBM, Kreulen M, Amerongen WE, Mol A. Radiopacity of posterior composite resins, composite resin luting cements, and glass ionomer lining cements. *J Prosthet Dent*, 70: 351-5, 1993.
  286. O'Rourke B, Walls AWG, Wassell RW. Radiographic detection of overhangs formed by resin composite luting agents. *J Dent*, 23(6): 353-357, 1995.
  287. Sidhu SK, Shah PMM, Chong BS, Ford TRP. Radiopacity of resin-modified glass-ionomer restorative cements. *Quintessence Int*, 27: 639-643, 1996.
  288. Marouf N, Sidhu SK. A study on the radiopacity of different shades of resin-modified glass ionomer restorative materials. *Oper Dent*, 23: 10-14, 1998.
  289. Bouschlicher MR, Cobb DS, Boyer DB. Radiopacity of compomers, flowable and conventional resin composites for posterior restorations. *Oper Dent*, 24: 20-25, 1999.
  290. Dubois DJ, Reichl RB, Hondrum SO. The comparative radiopacity of Fuji IX-GP, an Intermediate Restorative Material. *Military Medicine*, 165(4): 278-282, 2000.
  291. Hara AT, Serra MC, Rodrigues AL. Radiopacity of glass-ionomer/composite resin hybrid materials. *Braz Dent J*, 12(2): 85-89, 2001.
  292. Danesh G, Dammaschke T, Gerth HUV, Zandbiglari T, Schäfer E. A comparative study of selected properties of ProRoot mineral trioxide aggregate and two Portland cements. *Int Endod J*, 39: 213-219, 2006.
  293. Hengtrakool C, Pearson GJ, Wilson M. Interaction between GIC and *S. sanguis* biofilms: Antibacterial properties and changes of surface hardness. *J Dent*, 34(8):588-97, 2006.
  294. Tenuta LMA, Ribeiro CCC, Gonçalves NCV, Cury AADB, Aires CP, Tengan C, Tagliaferro EPS, Pecharki GD, Napimoga MH, Tabchoury CPM, Cury JA. The short-term in situ model to evaluate the anticariogenic potential of ionomeric materials. *J Dent*, 33: 491-497, 2005.
  295. Kayaoğlu G, Erten H, Alaçam T, Orstavik D. Short-term antibacterial activity of root canal sealers towards *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J*, 38:483-488, 2005.
  296. Matalon S, Slutzky H, Weiss EI. Antibacterial properties of 4 orthodontic cements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 127: 56-63, 2005.

297. 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*, 93: 364-71, 2005.
298. 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*, 102: 119-26 2006.
299. Mirjana V, Branka R. Antimicrobial activity of root canal sealers. *Serbian Dental J*, 53: 104-112, 2006.
300. Bodrumlu E, Semiz M. Antibacterial activity of a new endodontic sealer against *Enterococcus faecalis*. *J Can Dent Assoc*, 72(7): 637-637, 2006.
301. Angulo M, Cabanas B, Camporeale N, Emilson CG. Dental caries and caries-associated microorganisms in Uruguayan preschool children. *Acta Odontol Scand*, 57: 301-305, 1999.
302. Chang HS, Walsh LJ, Freer TJ. The effect of orthodontic treatment on salivary flow, pH, buffer capacity, and levels of mutans streptococci and lactocacilli. *Aust J Orthod*, 15: 229-34, 1999.
303. Nobre dos Santos M, Melo dos Santos L, Francisco SB, Cury JA. Relationship among dental plaque composition, daily sugar exposure and caries in the primary dentition. *Caries Res*, 36: 347-352, 2002.
304. Nakajo K, Iwami Y, Komori R, Ishikawa S, Ueno T, Suzuki Y, Takahashi N. The resistance to acidic and alkaline environments of endodontic pathogen *Enterococcus faecalis*. *International Congress Series*, 1284: 191-192, 2005.
305. 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*, 19(2): 134-8, 2005.
306. Savioli RN, Pecora JD, Mian H, Ito IY. Evaluation of the antimicrobial activity of each component in Grossman's sealer. *Braz Oral Res*, 20(2): 127-31, 2006.
307. Pizzo G, Giammanco GM, Cumbo E, Nicolosi G, Gallina G. In vitro antibacterial activity of endodontic sealers. *J Dent*, 34: 35-40, 2006.
308. Cunnane S, Anderson M. Pure linoleate deficiency in the rat: influence on growth, accumulation of n-6 polyunsaturates, and (1-<sup>14</sup>C) linoleate oxidation. *J Lipid Res*, 38 (4): 805-12, 1997.
309. Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent*, (80):280-301,1998.
310. Caslavaska V, Gron P, Kent RL, Joshipura K, DePaola PF. CaF<sub>2</sub> in enamel biopsies 6 weeks and 18 months after fluoride treatment. *Caries Res*, 25: 21-26, 1991.
311. Yoon BH, Kim HW, Lee SH, Bae CJ, Koh YH, Kong YM, Kim HE. Stability and cellular responses to fluorapatite-collagen composites. *Biomaterials*, 26: 2957-2963, 2005.
312. Mesu FP. The effect of temperature on the compressive and tensile strengths of cements. *J Prosthet Dent*, 49: 59-62, 1983.
313. Fujisawa S, Kashiwagi Y, Atsumi T, Iwakura I, Ueha T, Hibino Y, Yokoe I.

- Application of bis-eugenol to a zinc oxide eugenol cement. *J Dent*, 27: 291-295, 1999.
314. Çıldır ŞZ. Fluorid içeren, rezin esaslı olan ve olmayan dört farklı fissür örtücünün önceki ve yeniden yükleme yapıldıktan sonraki florid salınım değerleri ve salınım öncesi ve sonrası fiziksel özellikleri bakımından karşılaştırılması. Yeditepe Üniversitesi, Doktora tezi, İstanbul, 2006.
  315. Cobb DS, Macgregor KM, Vargas MA, Denehy GE. The physical properties of packable and conventional posterior resin-based composites: A comparison. *JADA*, 131: 1610-1615, 2000.
  316. Owadally ID, Ford TRP. Effect of addition of hydroxyapatite on the physical properties of IRM. *Int Endod J*, 27: 227-232, 1994.
  317. Torabinejad M, McDonald F, Ford TRP. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod*, 21(7): 349-353, 1995.
  318. Nomoto R, McCabe JF. Effect of mixing methods on the compressive strength of glass ionomer cements. *J Dent*, 29: 205-210, 2001.
  319. Mesu FP. Mechanical mixing of zinc oxide eugenol cements. *J Prosthet Dent*, 47(5): 522-7, 1982.
  320. Burgess JO, Bargni N, Chan DC, Hummert T. A comparative study of three glass ionomer base materials. *Am J Dent*, 6(3): 137-141, 1993.
  321. Xu X, Burgess JO. Fluoride release and compressive strength of fluoride releasing materials. *J Dent Res*, 77: 242 (Abstract), 1998.
  322. Forsten L. Fluoride release and uptake by glass-ionomers and related materials and its clinical effect. *Biomaterials*, 19: 503-508, 1998.
  323. Dupuis V, Laviolle O, Potin-Gautier M, Castetbon A, Moya F. Solubility and disintegration of zinc phosphate cement. *Biomaterials*, 13(7): 467-70, 1992.
  324. Sousa-Neto MD, Guimaraes LF, Saquy PC, Pecora JD. Effect of different grades of gum rosins and hydrogenated resins on the solubility, disintegration and dimensional alterations of Grossman Cement. *J Endod*, 25(7): 477-80, 1999.
  325. Wilson AD, Batchelor RF. Zinc oxide-eugenol cements: II. Study of erosion and disintegration. *J Dent Res*, 49(3): 593-98, 1970.
  326. Schäfer E, Zandbiglari T. Solubility of root-canal-sealers in water and artificial saliva. *Int Endod J*, 36: 660-669, 2003.
  327. Arnold JW, Rueggeberg FA, Anderson RW, Weller RN, Borke JL, Pashley DH. The disintegration of super EBA cement in solutions with adjusted pH and osmolarity. *J Endod*, 23(11): 663-8, 1997.
  328. Rix D, Foley TF, Banting D, Mamandras A. A comparison of fluoride release by resin-modified GIC and polyacid-modified composite resin. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 120: 398-405, 2001.
  329. Furtos G, Cosma V, Prejmerean C, Moldovan M, Brie M, Colceriu A, Vezenyi L, Silaghi-Dumitrescu L, Sirbu C. Fluoride release from dental resin composites. *Materials Science and Engineering*, 25: 231-236, 2005.
  330. 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, 124: 571-6, 2003.
331. Itota T, Carrick TE, Rusby S, Al-Naimi OT, Yoshiyama M, McCabe JF. Determination of fluoride ions released from resin-based dental materials using ion-selective electrode and ion chromatograph. *J Dent*, 32: 117-122, 2004.
  332. Yoshida K, Atsuta M. Properties of fluoride-releasing light-activated resin cement. *Dental Mater*, 15: 337-341, 1999.
  333. Hadley PC, Billington RW, Pearson GJ. Effect of monovalent ions in glass ionomer on their uptake and re-release. *Biomaterials*, 20: 891-897, 1999.
  334. El Mallakh BF, Sarkar NK. Fluoride release from glass-ionomer cements in de-ionized water and artificial saliva. *Dent Mater*, 6: 118-22, 1990.
  335. Billington RW, Hadley PC, Williams JA, Pearson GJ. Kinetics of fluoride release from zinc oxide-based cements. *Biomaterials*, 22: 2507-2513, 2001.
  336. Williams JA, Briggs E, Billington RW, Pearson GJ. The effects of adding fluoride compounds to a fluoride-free glass ionomer cement on subsequent fluoride and sodium release. *Biomaterials*, 24: 1301-1308, 2003.
  337. 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*, 22(5): 441-9, 2006.
  338. Osinaga PWR, Grande RHM, Ballester RY, Simionato MRL, Rodrigues CRMD, Muench A. Zinc sulfate addition to glass ionomer based cements: influence on physical and antibacterial properties, zinc and fluoride release. *Dent Mater*, 19:212-217, 2003.
  339. Doğan OM, Bek B, Doğan A. Farklı simanların pH değerlerinin indirect ölçümü. *A. Ü. Diş Hek. Fak. Derg.*, 15(2): 189-191, 1988.
  340. Denli N, Eskitaşçıoğlu M. Çeşitli simanların pH değişimi. *A. Ü. Diş Hek. Fak. Derg.*, 17(1): 57-60, 1990.
  341. Duymuş ZY. An investigation of pH changes of various cements. *Quintessence Int*, 35: 753-757, 2004.
  342. Nicholson JW, Czarnecka B, Limanowska-Shaw H. The interaction of glass-ionomer cements containing vinylphosphonic acid with water and aqueous lactic acid. *J Oral Rehabil*, 30: 160-164, 2003.
  343. Czarnecka B, Limanowska-Shaw H, Nicholson JW. Ion-release, dissolution and buffering by zinc phosphate dental cements. *J Mater Sci Mater Med.*, 14: 601-604, 2003.
  344. Shah PMM, Chong BS, Sidhu SK, Ford TRP. Radiopacity of potential root-end filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 81: 476-9, 1996.
  345. Dinçer S. Farklı radyoopasite ve kalınlıktaki kaide materyallerinin sekonder çürük tanısındaki etkilerinin konvansiyonel ve direkt dijital radyografi yöntemleri ile karşılaştırmalı olarak incelenmesi. Ege Üniversitesi, Doktora Tezi, İzmir, 2002.
  346. Camps J, Pommel L, Bukiet F, About I. Influence of the powder/liquid ratio on the properties of zinc oxide-eugenol-based root canal sealers. *Dent Mater*, 20:



915-923, 2004.

347. Kabalay U. Fluorid içeren dental materyallerin oral bakteriler üzerine antibakteriyel ve antiadeziv aktivitesinin in vitro incelenmesi. Marmara Üniversitesi, Doktora Tezi, İstanbul, 2003.
348. Lai CC, Huang FM, Yang HW, Chan Y, Huang MS, Chou MY, Chang YC. Antimicrobial activity of four root canal sealers against endodontic pathogens. *Clin Oral Invest*, 5: 236-239, 2001.
349. Mangi SL, Summers WMA, Phillips RW, Swartz ML. Antibacterial action of certain fluoride-containing dental restorative materials. *J Dent Res*, 38(1):88-95, 1959.
350. Meryon SD, Johnson SG. The modified model cavity method for assessing antibacterial properties of dental restorative materials. *J Dent Res*, 68(5):835-839, 1989.
351. Loyola-Rodriguez JP, Garcia-Godoy F. Antibacterial activity of fluoride release sealants on mutans streptococci. *J Clin Pediatr Dent*, 20(2):109-111, 1996.
352. Schwartzman B, Caputo AA, Schein B. Antimicrobial action of dental cements. *J Prosthet Dent*, 43(3): 309-312, 1980.

## 8. ÖZGEÇMİŞ

Kerime Gözde Işıksal 03.09.1979 yılında Marmaris'te doğmuştur. İlköğrenimini Marmaris İlköğretim Okulu'nda, lise öğrenimini Muğla Anadolu Lisesi'nde tamamlamıştır. 1997 yılında Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde lisans eğitimine başlamış, 2002 yılında Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nden mezun olmuştur. 2003 yılında Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine başlamıştır.